

# QUEBRA DE DORMÊNCIA EM SEMENTES DE *Mimosa bimucronata* (DC.) O. Kuntze

## OVERCOMING SEED DORMANCY IN *Mimosa bimucronata* (DC.) O. Kuntze

Battisti, R.<sup>1</sup>; Busanello, C.<sup>1</sup>; Menegol, D. R.<sup>1</sup>; Somavilla, L.<sup>1</sup>; Santos, R. G.<sup>1</sup>; Cantarelli, E. B.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Acadêmico do Curso de Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) – Centro de Educação Superior Norte do Rio Grande do Sul (RS). E-mail: r.battisti@hotmail.com; carlosbuzza@yahoo.com.br; menegoldr@gmail.com; lucindosomavilla@hotmail.com; renansantos\_agro@hotmail.com.

<sup>2</sup> Professor Adjunto da Universidade Federal de Santa Maria, *Campus* Frederico Westphalen-RS. E-mail: ecantarelli@smaail.ufsm.br

### RESUMO

Com o objetivo de auxiliar viveiristas, produtores e futuros estudos científicos, este trabalho avaliou diferentes métodos de quebra de dormência de sementes de *Mimosa bimucronata*. O trabalho foi desenvolvido no Centro de Educação Superior Norte - RS (UFSM) município de Frederico Westphalen, Brasil. Os métodos utilizados foram: testemunha (T1), água ambiente por 12 horas (T2), água a 80°C por 4 minutos (T3) e ácido sulfúrico a concentração de 98% por 1 minuto (T4). Após serem feitos os tratamentos, as sementes foram semeadas em tubetes e levadas ao cultivo protegido. Através da análise de emergência, os resultados demonstraram que a quebra de dormência do T4 apresentou melhor resultado, com 41,67% de emergência após 35 dias da semeadura, seguido pelo T1 com 28,47%, já o T2 e T3 reduziram o percentual de emergência em relação ao T1, sendo 21,18% e 23,61% de emergência, respectivamente.

**Palavras chaves:** emergência, escarificação química, embebição;

### SUMMARY

With the objective of assisting producers and futures scientific studies, this work evaluated different methods of dormancy in addition of seeds of *Mimosa bimucronata*. The work was developed in the Centro de Educação Superior Norte - RS (UFSM) city of Frederico Westphalen, Brazil. The used methods had been: control (T1), surrounding water for 12 hours (T2), water 80°C for 4 minutes (T3) and sulfuric acid the concentration of 98% for 1 minute (T4). After to be done the treatments, the seeds had been sown in tubes and led to the protecting culture. Through it analyzes of emergency, the results had demonstrated after that the dormancy in addition of the T4 presented better resulted, 41,67% of emergency 35 days of the sowing, followed for the T1 with 28,47%, already the T2 and T3 had reduced the percentage of emergency, having been 21,18% and 23,61% of emergency, respectively.

**Key words:** emergency, chemical scarification, soaking;

### INTRODUÇÃO

Existem várias espécies que as sementes são postas a germinar, embora recebam todas as condições ótimas, pode ocorrer atraso na emergência. Este fato se diz que as sementes estão em dormência. Esse bloqueio pode ser de origem primária quando já se encontra na maturação da semente ainda na planta mãe, ou secundário quando a semente é exposta a condições de estresse ambiental. As causas mais comuns de dormência nas sementes é a imaturidade do embrião e a impermeabilidade do tegumento à água (Sacco, 1974).

Como consequência da dormência de sementes em viveiros florestais tem-se baixa porcentagem de germinação em tempo hábil, ocasionando grande desuniformidade da sementeira, comprometendo gastos adicionais com sementes e mão-de-obra.

A embebição é essencialmente um processo físico relacionado às características de permeabilidade do tegumento e das propriedades dos colóides que constituem as sementes, cuja hidratação é uma de suas primeiras consequências para o início da germinação (Peske, 2003). Para que a água permeie com facilidade no tegumento das sementes, as mesmas devem ser submetidas a algum tratamento tal como: escarificação química; escarificação mecânica; estratificação; choque de temperatura; ou água quente.

Marchiori (1993) descreve a *Mimosa bimucronata* como uma espécie muito conhecida popularmente como márica ou unha-de-gato, que compõe associações secundárias de solos brejosos. É uma árvore ou arbusto muito ramificado, de até seis metros de comprimento, com folhagens caducifólias e ramos providos de acúleos internodais, retos ou recurvos, de até 1 cm de comprimento. A planta é muito vistosa e a floração ocorre no final do verão com maturação dos frutos a partir de maio.

Em trabalhos conduzidos por Bitencourt et al. (2007) *M. bimucronata* mostrou-se como ótima espécie nucleadora, por fornecer abrigo à fauna, funcionar como poleiro para a avifauna, além de proteger as plântulas de diversas espécies do pisoteio do gado bovino.

Alguns trabalhos realizados com vários testes de quebra de dormência de sementes de *M. bimucronata*, sugerem que para a produção de mudas desta espécie em larga escala, deve ser feito com o tratamento de imersão em água à temperatura de 80°C, seguido de esfriamento natural por 24 horas, pelo fácil manuseio e baixo custo (Ribas, 1996).

O presente trabalho teve com objetivo testar diferentes tratamentos de quebra de dormência para a espécie *M. bimucronata*, avaliando a porcentagem de emergência das sementes, para dar subsídio para futuros trabalhos relacionados com a espécie.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Viveiro Florestal na UFSM campus de Frederico Westphalen, estado do Rio Grande do Sul, Brasil, nas coordenadas geográficas 27°23'47" S e 53°24'41" O, em cultivo protegido com irrigação por aspersão, utilizando tubetes suspenso em bandejas sobre estrutura de alumínio na altura de um metro do solo.

A espécie utilizada para desenvolvimento do projeto foi à *M. bimucronata*, onde se estudou três formas de quebra de dormência, utilizando uma testemunha, que não recebeu nenhuma forma de quebra de dormência. Os métodos utilizados foram:

T1 – Testemunha;

T2 – Água ambiente por 12 horas;

T3 - Água a 80°C por 4 minutos;

T4 - Ácido sulfúrico a concentração de 98% por 1 minuto.

Os tratamentos foram arranjados em delineamento de blocos ao acaso com três repetições por tratamento. Cada parcela era composta por uma bandeja, com um total de 54 tubetes. Dentro da parcela avaliaram-se todos os tubetes, considerando a planta emergida aquela que apresentasse o hipocótilo acima do nível do solo com a presença dos cotilédones.

A semeadura foi realizada no dia 07 de outubro de 2008, em tubetes com volume de 175 cm<sup>3</sup>, onde para o preenchimento dos mesmos, se utilizou substrato com a mistura de 1/6 de areia, 1/3 de cama de aves, 1/3 de terra de barranco e 1/6 de vermiculita, que após a homogeneização foram alocado nos tubetes.

Após as sementes receberem seus respectivos tratamentos, as mesmas foram semeadas a uma profundidade de 1,5 vezes o seu tamanho, em seguida recebeu uma cobertura de 0,5 centímetros de vermiculita.

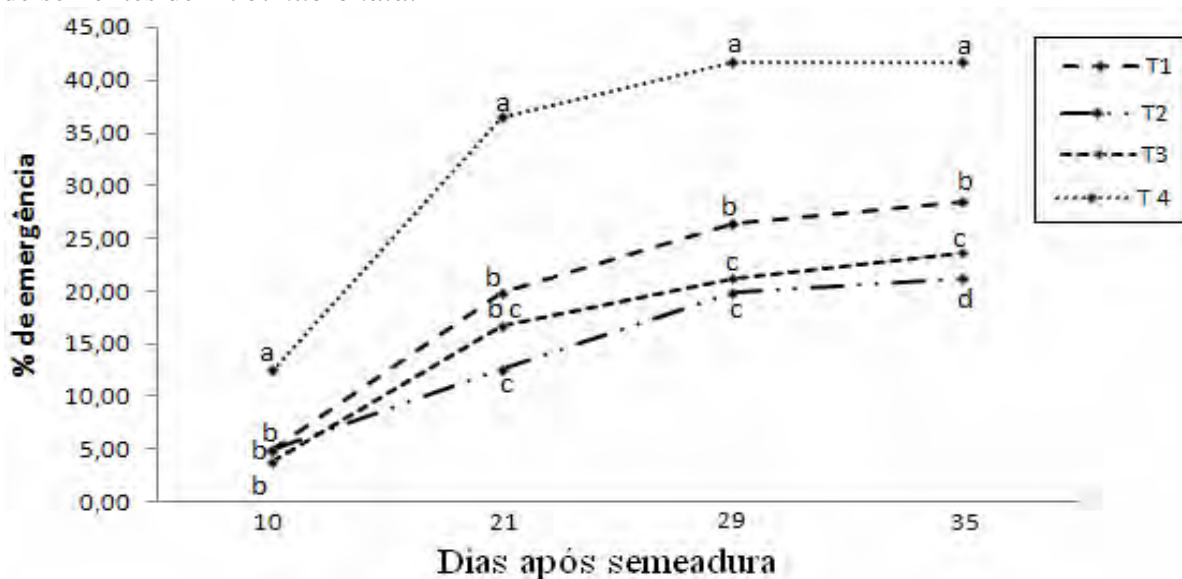
No cultivo protegido a irrigação era feita por aspersão nos seguintes períodos, das 07h14min a 07h19min, 10h35min às 10h45min, 12h16min às 12h26min, 15h20min às 15h30min e das 17h12min às 17h22min, somando um total de 45 minutos de irrigação por dia.

A contagem das plantas emergidas realizou-se diariamente após a emergência da primeira planta, sendo que as avaliações iniciaram no dia 17 de outubro de 2008, com término em 11 de novembro de 2008, momento em que se estabilizou a emergência de plantas.

Os dados obtidos foram avaliados através da análise de variância do teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro para verificar a existência de diferença estatística entre os tratamentos.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Figura I são apresentados os valores de emergência de plantas em função dos dias após a semeadura, para os diferentes tratamentos efetuados no teste de quebra de dormência de sementes de *M. bimucronata*.



**Gráfico I** – Porcentagem de emergência de *Mimosa bimucronata* Kuntze, em função dos dias após a semeadura, nos diferentes tratamentos de quebra de dormência, Frederico Westphalen, RS, 2008.

\*Tratamentos seguidos pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade de erro.

**Graph I** – Percentage of emergency *Mimosa bimucronata* Kuntze, a function of days after sowing, the different treatments for breaking dormancy, Frederico Westphalen, RS, 2008.

\*Treatments followed by same letter do not differ by Duncan test at 5% probability of error.

Pelos dados obtidos pode se observar que o tratamento com ácido sulfúrico por 1 minuto (T4) diferiu positivamente dos demais tratamentos, desde a primeira leitura de emergência de plantas, chegando a apresentar após 35 dias da semeadura 41,67% de germinação. Este tratamento é recomendado por Ribas (1996), onde em estudo desenvolvido com a mesma espécie, obteve 96,75% das sementes germinadas, utilizando ácido sulfúrico concentrado por 5 minutos. Costa (2010) verificou que o uso de ácido sulfúrico por 5 e 10 minutos foi o método mais eficiente na superação de dormência de *Adenantha pavonina* L. Filho (2007) testou diferentes tempos de imersão em ácido sulfúrico para quebrar a dormência de *Chloroleucon dumosum* (Benth) G.P. Lewis pertencente à família Mimosaceae, e verificou que o uso de ácido sulfúrico por tempo mínimo de 2 minutos já é suficiente para máxima germinação do lote de sementes.

Os tratamentos com água ambiente por 12 horas (T2) e água quente a 80°C por 4 minutos (T3) apresentaram desempenho inferior à testemunha (T1) aos 35 dias após a semeadura, onde T1 apresentou 28,47%, T2 obteve 21,18% e T3 com 23,61% de emergência, sendo que todos diferem entre si estatisticamente na última leitura.

O resultado apresentado pelo T3, contraria em parte com os resultados encontrados por Bianchetti (1981), o qual encontrou melhores resultados na quebra de dormência em sementes de *Mimosa scabrella* Bentham utilizando imersão em água quente. Ribas (1996) usando *M. bimucronata* obteve eficiência no método de água quente a 80°C, mas com repouso na água sem aquecimento por 24 horas, já Fowler & Carpanezzi (1998) evidenciariam eficiência da mesma temperatura utilizando 18 horas de repouso.

Para o método de imersão das sementes em água à temperatura ambiente por 12 horas (T2) esse resultado inferior também foi encontrado por Bianchetti (1981) para a quebra de dormência das sementes de *Mimosa scabrella* Bentham e de *M. bimucronata* por Ribas (1996). Sequeira (2002) utilizando água por 18 horas em temperatura ambiente, para *Albizia polycephala* (Benth.) Killip também obteve resultados inferiores aos obtidos pelo uso do ácido sulfúrico.

Segundo Gordon & Rowe (1992) os resultados indicam que a dormência das sementes de *M. bimucronata* é do tipo primário, estando associada à impermeabilidade do tegumento ou à presença de inibidores químicos.

Os resultados encontrados mostram que a quebra de dormência utilizando água fria por 12 horas e água quente a 80°C por 4 minutos não são eficientes para quebrar a dormência das sementes de *M. bimucronata*, além disso, reduziram o percentual de germinação em relação à testemunha. Zanon (1992) testou diferentes temperaturas da água na quebra de dormência de sementes de *Mimosa flocculosa* Burkart verificando que a melhor temperatura inicial de imersão foi de 65°C e posterior resfriamento natural no recipiente.

O resultado inferior do tratamento com água a 80°C por 4 minutos em relação à testemunha, pode estar ligado ao período de imersão na água a temperatura elevada, pois vários autores encontraram eficiência ao realizar o resfriamento natural no recipiente, também pode ter ocorrido danificação da semente, devido à temperatura elevada, pois Grus et al (1984) verificou que no uso de água fervente para quebra de dormência de sementes *Caesalpinia leiostachya* (Benth.) ocorreu danificação do embrião.

Para o teste em água fria por 12 horas, que sua emergência foi inferior à testemunha, este mesmo resultado Leal (2008) verificou em sementes de *Mimosa caesalpinifolia* Benth, atribuindo este desempenho inferior a algum efeito de natureza patológica.

Outro fato importante é o tempo de armazenamento que pode ter influenciado na taxa de germinação em todos os tratamentos. Fatores como temperatura e umidade devem ser controladas para um maior tempo de armazenamento. No presente estudo o armazenamento foi feito em câmara fria, mas devido ao longo período pode ter influenciado na taxa de germinação em todos os tratamentos.

## CONCLUSÃO

O melhor tratamento para a quebra de dormência de sementes de *M. bimucronata* foi à imersão em ácido sulfúrico (98 %) por 1 minuto.

Os tratamentos com água quente a temperatura de 80°C por 4 minutos e com água a temperatura ambiente por 12 horas não apresentaram eficiência na quebra de dormência, apresentando valores inferiores à testemunha.

A análise de diferentes tempos de imersão a 80°C é necessária, podendo aumentar a eficiência deste método na quebra de dormência.

## Agradecimentos

Agradecemos ao departamento de Engenharia Florestal, do Centro de Educação Superior Norte do RS, da UFSM, pela disponibilidade de materiais, insumos e a possibilidade de utilizar o cultivo protegido e o espaço físico do viveiro florestal para desenvolvimento do trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bianchetti, A. 1981. Métodos para superar a dormência de sementes de bracinga (*Mimosa scabrella* Benth.). EMBRAPA-URPFCS, Curitiba, 18p.
- Bitencourt, F. D. et al. ; 2007. Nucleação por *Mimosa bimucronata* (DC.) O. Kuntze em áreas degradadas pela mineração de Carvão. Revista Brasileira de Biociências, v.5, ed.1, pg. 750-752.
- Costa, P. A.; Lima, A. L. S.; Zanela, F.; Freitas, H. 2010. Quebra de dormência em sementes de *Adenantha pavonina* L. Pesq. Agropec. Trop. v. 40, n. 1.
- Filho, P. R. M. S.; Moraes, M. C.; Simabukuro, E. A. 2007. Quebra da dormência em *Chloroleucon dumosum* (Benth) G. P. Lewis. Revista Brasileira de Biociências, v.5, ed 2, p. 33-35.
- Fowler, J. A. P.; Carpanezzi, A. A.; 1998. Tecnologia de sementes de maricá *Mimosa bimucronata* (DC) O.KTZE. Boletim de pesquisa florestal, Embrapa Florestal. n.36, p.47-56.
- Gordon, A.G.; Rowe, D.C.F. 1992. Seed manual for ornamental trees and shrubs. HSMO: London. p.118-120.
- Leal, J. V. et al. 2008. Épocas de colheita e tratamento pré-germinativo para superação da dormência de sementes de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. Ver. Arvore, v.32, n.2.
- Marchiori, J. N. C.; 1993. Anatomia da madeira e casca do Marica, *Mimosa bimucronata* (DC.) O. Kuntze. Ciência Florestal, v.3, n.1, p. 85-106.
- Peske, S. T.; Rosenthal, M. D. A.; Rota, G. R. M.; 2003. Sementes: Fundamentos Científicos e Tecnológicos. EDITORA, Pelotas, 1 ed. 415 pg.
- Ribas, L.L.F.; Fossati, L.C.; Nogueira, A.C.; 1996. Superação de dormência de sementes de *Mimosa bimucronata* (DC) O. Kuntze (Maricá). Revista Brasileira de Sementes, v.18, n.1, p.98- 101.
- Sacco, J. C.; 1974. Conceituação e terminologia relacionada à dormência de sementes. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 20p.
- Sequeira, F. P. Quebra de dormência de sementes de *Albizia polycephala* (Benth.) Killip. *I Evento de Iniciação Científica da Embrapa Florestas*. 1 ed. [http://www.cnpf.embrapa.br/publica/seriedoc/edicoes/doc\\_70/final/R014.pdf](http://www.cnpf.embrapa.br/publica/seriedoc/edicoes/doc_70/final/R014.pdf).
- Zanon, A. 1992. Efeito da temperatura da água na quebra de dormência de sementes de *Mimosa flocculosa* Burkart. Boletim de pesquisa florestal, Embrapa Florestas. n.24/25, p.67-70.

# MÉTODOS DE SUPERAÇÃO DE DORMÊNCIA TEGUMENTAR DE SEMENTES DE FALSO-BARBATIMÃO (*Cassia leptophylla* Vog.)

## METHODS FOR OVERCOMING THE TEGUMENTAL DORMANCY OF SEEDS OF FALSO BARBATIMÃO (*Cassia leptophylla* Vog.)

Cherubin, M.R.<sup>1</sup>; Moraes, M.T.<sup>1</sup>; Fabbris, C.<sup>1</sup>; Rocha, E.M.T.<sup>1</sup>; Weirich, S.W.<sup>1</sup>; Maffra, C.R.B.<sup>2</sup>; Cantarelli, E.B.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Acadêmicos do Curso de Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria *campus* de Frederico Westphalen – RS, Brasil CEP 98.400-000, email: cherubin00@hotmail.com; moacir.tuzzin@gmail.com; cristianofabbris@yahoo.com.br; editelles@hotmail.com; sidiww@hotmail.com;

<sup>2</sup> Acadêmico do curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria, *campus* de Frederico Westphalen – RS, Brasil CEP 98.400-000 email: charles.maffra@hotmail.com;

<sup>3</sup> Professor do Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, *campus* de Frederico Westphalen - RS, Brasil CEP 98.400-000 email: ecantarelli@smail.ufsm.br.

### RESUMO

O objetivo do trabalho foi identificar métodos para superar a dormência tegumentar e promover a germinação de sementes de falso-barbatimão (*Cassia leptophylla* Vog.). As sementes foram submetidas aos seguintes tratamentos de superação de dormência tegumentar: Escarificação química (EAc) com ácido sulfúrico H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (95%) por 15 minutos; Escarificação mecânica (EMec) no lado oposto ao embrião; Água quente (AQ) a temperatura de 80°C por 15 minutos; e Testemunha (Test) sem quebra de dormência. Os resultados de germinação final para os métodos EAc, EMec, AQ e Test foram de 91,33; 58,07; 48,77 e 27,77%, respectivamente. Desta forma, conclui-se que, os métodos avaliados são eficientes na superação da dormência tegumentar e aceleração da germinação de sementes de falso-barbatimão (*Cassia leptophylla*), destacando a escarificação ácida como o método mais eficiente.

**Palavras - chave:** sementes florestais, germinação, sementes dormentes.

### Summary

The objective was to identify methods to overcome tegumental dormancy and promote germination of falso-barbatimão (*Cassia leptophylla* Vog.). Seeds were subjected to the following treatments to overcoming tegumental dormancy: chemical scarification (EAc) with sulfuric acid H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (95%) for 15 minutes; Mechanical scarification (EMec) on the opposite side the embryo; hot water (AQ) the temperature of 80°C for 15 minutes; and control (test) without breaking dormancy. The results of germination end for methods EAc, EMec, AQ and Test were 91.33, 58.07, 48.77 and 27.77% respectively. Thus, we conclude that the evaluated methods are effective in overcoming tegumental dormancy and acceleration of seed germination of falso barbatimão (*Cassia leptophylla*), highlighting the acid scarification as the most efficient method.

**Key words:** forest seeds, germination, dormant seeds.

### INTRODUÇÃO

O falso-barbatimão (*Cassia leptophylla* Vog.) pertencente a família das Fabáceas, sub-família Caesalpinioideae, distribui-se geograficamente nos estados do Paraná e Santa Catarina na

floresta de pinhais. A espécie pode apresentar 8 a 10 m de altura e tronco de 30 a 40 cm de diâmetro. Sua importância decorre da grande utilização para arborização urbana na região sul do Brasil e reflorestamentos mistos destinados à recomposição de áreas degradadas de preservação permanente. Além disso, medicinalmente o falso barbatimão, destaca-se pela ação antitumoral. Quanto a sua fenologia, apresenta o florescimento nos meses de novembro à janeiro e a maturação dos frutos deiscientes ocorre de junho à julho.

As sementes desta espécie apresentam problemas na germinação, visto que geralmente germinam de maneira lenta e irregular, tornando-se um problema para os viveiristas, devido ao atraso e desuniformidade na produção de mudas. De acordo com Lorenzi, (2002) a emergência natural do falso-barbatimão normalmente ocorre em 15 a 35 dias e a taxa de germinação geralmente é inferior a 50%. Isto se deve à dormência apresentadas pelas sementes, comum em algumas leguminosas, cujo tegumento é duro e impermeável à água (Felfili *et al.*, 1999; Carvalho & Nakagawa, 2000), devido as camadas de células em paliçada, que apresentam paredes espessas e recobertas externamente por uma camada cerosa (Marcos Filho, 2005). Assim, a ruptura do tegumento por meio dos métodos de superação de dormência, além de aumentar a permeabilidade à água e gases, pode promover aumento da sensibilidade à luz e à temperatura, atuando sobre o metabolismo e conseqüentemente sobre a dormência das sementes (Carvalho e Nakagawa, 2000).

No entanto, diversos trabalhos foram realizados, visando determinar métodos eficientes de superação de dormência tegumentar de sementes florestais, tais como: escarificação química com ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) (Rodrigues *et al.*, 1990; Eira *et al.*, 1993; Nunõ, 1995; Alves *et al.*, 2000), escarificação mecânica por abrasão (Alves *et al.*, 2000; Bruno *et al.*, 2001); e imersão em água quente (Eira *et al.*, 1993; Nunõ, 1995). Desta forma, objetivou-se com este trabalho, avaliar métodos de superação de dormência tegumentar de sementes de falso-barbatimão (*Cassia leptophylla*).

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, *campus* de Frederico Westphalen, Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, cujas coordenadas geográficas são: latitude 27° 23' 47.58" S, longitude 53° 25' 41.24" W e altitude 463 m. Os ensaios foram conduzidos sob estufas plásticas com estrutura metálica em arco, coberta com filme de polietileno de baixa densidade (PEBD) de 150  $\mu$ , utilizando o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com 3 repetições, e 3 tratamentos com diferentes métodos de superação de dormência, mais testemunha: 1) Escarificação ácida por 15 minutos (EAc) – imersão das sementes em ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) a 95%, pelo tempo previsto, seguida de lavagem em água corrente e secagem à sombra; 2) Escarificação mecânica (EMec) – fricção manual da semente no lado oposto ao embrião, em lixa número 220; 3) Água quente por 15 minutos (AQ) – imersão das sementes em água com temperatura de 80°C por 15 minutos, sendo posteriormente retirado o excesso de umidade utilizando papel toalha; e 4) Testemunha (Test) – sementes sem tratamento;

A semeadura procedeu-se no dia 10 de setembro de 2008 em bandejas com 54 tubetes de polietileno, com volume de 175 cm<sup>3</sup>, totalizando 648 tubetes, realizada a 1 cm de profundidade em substrato composto por 1/3 de cama de aviário, 1/3 de Latossolo Vermelho aluminoférrico típico, com textura argilosa, 1/6 de areia e 1/6 de vermiculita. As bandejas foram acomodadas sob uma estrutura metálica, e irrigadas através de micro aspersão cinco vezes ao dia, conforme necessidade.

As avaliações foram realizadas semanalmente do sétimo dia até o quadragésimo nono dia, avaliando-se a porcentagem de germinação dos tratamentos, onde foram consideradas

germinadas, as plântulas que apresentavam os cotilédones completamente emergidos do substrato. Os dados obtidos em cada avaliação foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade de erro, utilizando o *software* estatístico *Statistical Analysis System (SAS)*.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A germinação das sementes em todos os tratamentos iniciou a partir do 14º dia após semeadura (Tabela 1). Os resultados demonstraram que o tratamento EAc apresentou a maior eficiência na superação da dormência das sementes, quando comparados aos demais tratamentos, resultado da maior porcentagem de germinação a partir do 28º dia (88,27%), prosseguindo até o final do experimento no 49º dia (91,33%).

Diversos trabalhos realizados avaliando métodos de superação da dormência de sementes de várias espécies florestais confirmam os resultados obtidos no presente trabalho, apresentando o tratamento com ácido sulfúrico como o mais promissores. A sua eficiência foi constatada para sementes de *Leucaena leucocephala* (Nunõ, 1995), *Enterolobium contortisiliquum* (Eira *et al.*, 1993), *Cassia bicapsulares*, *Cassia speciosa* e *Cassia javanica* (Rodrigues *et al.*, 1990), e *Stryphnodendron pulcherrimum* (Varela *et al.*, 1991), *Mimosa caesalpinifolia* (Martins *et al.*, 1992), *Caesalpinia ferrea* (Lopes *et al.*, 1998), *Stryphnodendron adstringens*, *Stryphnodendron polyphyllum* (Martins *et al.*, 2008) dentre outras espécies.

**Tabela 1** - Germinação de sementes de falso-barbatimão (*Cassia leptophylla* Vog.), em função de diferentes métodos de superação de dormência tegumentar (Frederico Westphalen - RS, Brasil, 2008).

**Table 1** – Germination of falso barbatimão (*Cassia leptophylla* Vog.) due to different methods of overcoming tegumental dormancy (Frederico Westphalen - RS, Brazil, 2008).

Métodos	----- Dias após a semeadura -----						
	7	14	21	28	35	42	49
EAc	0,00 aC*	0,00 aC	61,13 aB	88,27 aA	88,87 aA	91,33 aA	91,33 aA
EMec	0,00 aC	0,00 aC	46,93 aB	58,07 bA	58,07 bA	58,07 bA	58,07 bA
AQ	0,00 aE	0,00 aE	9,30 bD	36,40 cC	38,27 cBC	43,80 cAB	48,77 bA
Test	0,00 aD	0,00 aD	6,80 bC	18,53 dB	21,63 dB	24,07 dAB	27,77 cA
Média	0,00	0,00	31,04	50,32	51,71	54,32	56,48
CV (%)	-	-	24,56	9,91	9,22	10,07	9,72

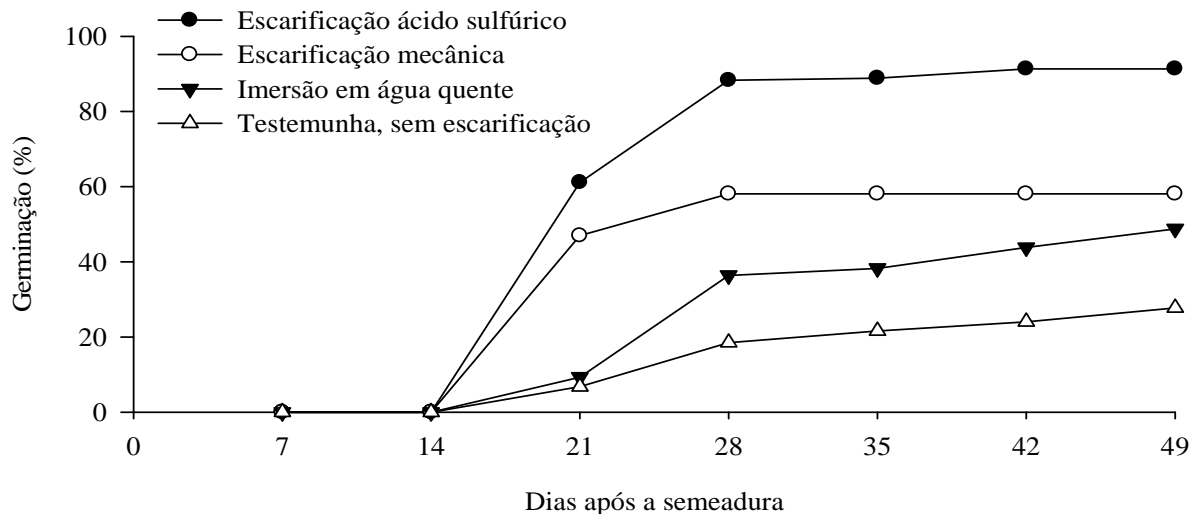
\*Médias seguidas com mesma letra minúscula na coluna, e maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo Teste Duncan ao nível de 5% de probabilidade erro.

Apesar da eficiência dos tratamentos com ácido sulfúrico, sua utilização apresenta algumas desvantagens, tais como: o perigo de queimaduras ao técnico ou operário que executa a escarificação devido à sua ação corrosiva; à elevação da temperatura e a respingos quando em contato com a água; dificuldades na utilização para volumes relativamente grandes de sementes; alto custo; e dificuldade de aquisição do produto (Martins *et al.*, 2008).

O tratamento EMec, apresentou-se durante a condução do experimento como o segundo método mais eficiente, não diferindo na germinação final (49º dia) do tratamento com AQ. Embora o EMec seja um método trabalhoso e com resultados inferiores ao do EAc pode ser considerado viável para pequenos volumes de sementes, em função do seu grande desprendimento de mão-de-obra (Alves *et al.*, 2000). O tratamento AQ com 48,77% de germinação final, foi menos eficiente que o EAc, porém, em viveiros, a imersão em água quente é um método de superação de dormência mais empregado por causa da facilidade do tratamento,



baixo custo e pequeno risco ao trabalhador. Esses resultados concordam com os obtidos para sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Eira *et al.*, 1993), *Senna macranthera* (Santarém & Águila, 1995) e *Leucaena leucocephala* (Nunõ, 1995), nos quais o tratamento com água quente proporcionou menor superação de dormência e promoção de germinação das sementes quando comparadas aos tratamentos com ácido sulfúrico. A testemunha apresentou germinação final de 27,77%, concordando com Lorenzi, (2002) que descreve que a germinação natural geralmente não ultrapassa 50%. Desta forma, verifica-se que independente do método de superação utilizado, todos diferiram da testemunha quanto à superação da dormência e percentual de germinação final, comprovando suas eficiências para a espécie.



**Figura 1.** Germinação acumulada de sementes de falso-barbatimão (*Cassia leptophylla* Vog.), em função de diferentes métodos de superação de dormência tegumentar (Frederico Westphalen - RS, Brasil, 2008).

**Figure 1.** Cumulative germination of seeds of falso barbatimão (*Cassia leptophylla* Vog.) due to different methods of overcoming tegumental dormancy (Frederico Westphalen - RS, Brazil, 2008).

Quanto ao incremento da germinação observando os valores acumulados de germinação de cada tratamento durante o período de condução do experimento (Figura 1), analisado estatisticamente e expresso na linha (Tabela 1), os tratamentos EAc e EMec, apresentaram incremento no percentual de germinação até ao 28º dia após a semeadura, a partir de então não houve diferença significativa, demonstrando que tais métodos de superação de dormência aceleram a germinação, e conseqüentemente o processo de produção de mudas nos viveiros, aumentando assim, a eficiência produtiva dos mesmos. Porém, destaca-se que dentre estes, o tratamento EAc é mais eficiente, uma vez que proporcionou germinação de 88,27% ao 28º dia, superando o tratamento EMec, que apresentou 58,07% das sementes germinadas (Figura 1).

Para o tratamento AQ, verificou-se que a germinação teve um incremento significativo até ao 42º dia de condução. A testemunha apresentou o comportamento semelhante, porém mesmo que a utilização de água quente não acelere a germinação, este se caracteriza como um método eficiente de superação de dormência tegumentar em relação à testemunha. Estes resultados podem ser explicados devido ao efeito positivo da imersão das sementes em água quente que ocorre principalmente em sementes menos vigorosas, que naturalmente não conseguiriam romper o tegumento, ou demandaria de um período maior para que o fizesse. Assim, o método promove à germinação destas, e conseqüentemente aumenta o total de sementes germinadas.

## CONCLUSÃO

Os métodos avaliados são eficientes na superação da dormência tegumentar e aceleração da germinação de sementes de falso-barbatimão (*Cassia leptophylla*), destacando a escarificação ácida com ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) por 15 minutos com como o melhor método, com 91,33 % de germinação.

Utilizando escarificação ácida com ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) por 15 minutos e escarificação mecânica são necessários 28 dias para estabilizar o índice de germinação de sementes de falso-barbatimão (*Cassia leptophylla*).

## Agradecimento

Agradecemos ao Departamento da Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria *campus* de Frederico Westphalen - RS, pela disponibilização dos insumos e estrutura do viveiro para a condução do experimento.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, M. C. S.; MEDEIROS-FILHO, S.; ANDRADE-NETO, M.; TEÓFILO, E. M. 2000. Superação da dormência em sementes de *Bauhinia monandra* Brit. ou *Bauhinia unguolata* L. - Caesalpinoideae. Rev. Bras. Sementes, Brasília, v. 22, n. 2, p. 139-144.
- BRUNO, R. L. A.; ALVES, E. U.; OLIVEIRA, A. P.; PAULA, R. C. 2001. Tratamentos pré-germinativos para superar a dormência de sementes de *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. Rev. Bras. Sementes, Brasília, v. 23, n. 2, p. 136-143.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. 2000. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4. ed. Jaboticabal: Funep.
- EIRA, M. T. S.; FREITAS, R. W. A.; MELLO, C. M. C. 1993. Superação de dormência de sementes de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong - Leguminosae. Rev. Bras. Sementes, Brasília, v. 15, n. 2, p. 177-181.
- FELFILI, J. M.; JUNIOR, M. C. S.; DIAS, B. J.; REZENDE, A. V. 1999. Estudo fenológico de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville no cerrado sensu stricto da Fazenda Água Limpa no Distrito Federal, Brasil. Rev. Bras. Bot., São Paulo, v. 22, n. 1, p. 83-90.
- LOPES, J. C.; CAPUCHO, M. T.; KROHLING, B.; ZANOTTI, P. 1998. Germinação de sementes de espécies florestais de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. var. *leiostachya* Benth., *Cassia grandis* L. e *Samanea saman* Merrill, após tratamento para superar a dormência. Rev. Bras. Sementes, Brasília, v. 20, n. 1, p. 80-86.
- LORENZI, H. 2002. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Instituto Plantarum, a. v. 1.
- MARCOS FILHO, J. 2005. Fisiologia de sementes de plantas cultivadas. Piracicaba: Esalq.
- MARTINS, C.C.; CAMARA, A.T.R.; MACHADO, C.G.; NAKAGAWA, J. 2008. Métodos de superação de dormência de sementes de barbatimão. Acta Science Agronômica. Maringá, v. 30, n. 3, p. 381-385.
- MARTINS, C.C.; CARVALHO, N.M.; OLIVEIRA, A.P. 1992. Quebra de dormência de sementes de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.). Rev. Bras. Sementes, Brasília, v. 14, n. 1, p. 5-8.
- NUÑO, R. V. 1995. Estudo de características físicas e fisiológicas de sementes de leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de WIT). 1995. Tese (Doutorado em Fitotecnia)–Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- RODRIGUES, E. H. A.; AGUIAR, I. B.; SADER, R. 1990. Quebra de dormência de sementes de três espécies do gênero *Cassia*. Rev. Bras. Sementes, Brasília, v. 12, n. 2, p. 17-25.
- SANTARÉM, E. R.; ÁQUILA, M. E. A. 1995. Influência de métodos de superação de dormência e do armazenamento na germinação de sementes de *Senna mancranthera* (Colladon) Irwin e Barneby (Leguminosae). Rev. Bras. Sementes, Brasília, v. 17, n. 2, p. 205-209.
- VARELA, V. P.; BROCKI, E.; SÁ, S. T. V. 1991. Tratamentos pré-germinativos de semente de espécies florestais da Amazônia: IV. Faveira camuzê - *Stryphnodendron pulcherrimum* (Willd.) Hochr Leguminosae. Rev. Bras. Sementes, Brasília, v. 13, n. 2, p. 87- 90.

# ALMACENAMIENTO DE SEMILLAS DE *Astronium balansae* Engl.

## STORAGE OF *Astronium balansae* Engl. SEEDS

González, C<sup>1</sup>.; Eibl, B<sup>2</sup>.; Mattes, L.<sup>3</sup>

Ing. Ftal. Becaria Investigación del Comité Ejecutivo de Desarrollo e Investigación y Facultad de Ciencias Forestales. [gonzalezceci09@hotmail.com](mailto:gonzalezceci09@hotmail.com)

Ing. Ftal. MSc, Docente, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones Bertoni N° 124, (3382) Eldorado, Misiones, Argentina. [beibl@facfor.unam.edu.ar](mailto:beibl@facfor.unam.edu.ar)

Estudiante Ing. Ftal. Becaria Investigación de la Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones. [mattesliliana@hotmail.com](mailto:mattesliliana@hotmail.com)

### RESUMEN

El *Astronium balansae* Engl, (Urunday) alcanza 15 - 23 metros de altura y un dap de 30 - 85 cm; este árbol pertenece a la familia de las Anacardiáceas, se lo utiliza en forma no sustentable y es una especie recomendada para restauración de sitios degradados. Los frutos dispersan de enero a marzo, germinan entre los 5 a 7 días de la siembra con un porcentaje de germinación entre 50 a 80 %. El trabajo tiene por objetivos evaluar distintos envases y ambientes para almacenar semillas de Urunday a corto y mediano plazo, y por otro lado determinar el tipo de semilla al que pertenece, para estimar el potencial de conservación a largo plazo. Las semillas de Urunday se deterioran rápidamente en el ambiente de sala a 25 °C, en papel aluminio se puede guardar por lo menos 2 meses; las semillas frescas deben ser almacenadas en frío (tanto en heladera a 9 °C, como en cámara a 4 °C). Su conservación a largo plazo en bancos de semillas es posible, ya que las semillas pueden ser secadas a 5 % de humedad y almacenadas en frío a -20 °C (comportamiento tipo ortodoxo).

Palabras claves: *Astronium balansae*, viabilidad, conservación semillas.

### SUMMARY

*Astronium balansae* Engl, (Urunday), attains heights of 15 to 23 m and diameter of 30 - 85 cm, this tree belongs to the Anacardiaceae family, it is used in an unsustainable way and this species can be used to restore impoverished areas. Urunday fruits scatter from January to March, germinate between 5 - 7 days after sowing, with 50-80 % of germination.

The present work had as objectives to evaluate several containers and environments to store seeds in the short and medium term, and on the other hand to determine the type of seed to which it belongs to, in order to estimate the long term conservation potencial. Urunday seeds are damage quickly in interior environment at 25 °C, with aluminium paper can be kept for 2 months at least; fresh seeds have be stored in cold conditions (in a fridge at 9 °C or in a cold storage room at 4 °C). The long term conservation of this species in Seeds Banks is possible, because are tolerant to drying up to 5 % of humidity content and to cold up to -20 °C (orthodox behaviour).

**Key words:** *Astronium balansae*, viability, conservation seeds.

### INTRODUCCIÓN

El *Astronium balansae* Engl. es un árbol perteneciente a la familia Anacardiaceae, propio del Brasil meridional, Paraguay y Nordeste de Argentina, alcanza 15 - 23 metros de altura y un dap de 30 - 85 cm. Posee numerosas aplicaciones, siendo muy durable y de gran resistencia a la acción del agua y la humedad, por esto es apropiada para la elaboración de

pilotes para muelles, puentes, postes y durmientes, además se emplea para construcción de marcos para puertas y ventanas, peldaños de escaleras (LOPEZ *et al.* 2002). También produce leña y carbón de buena calidad, con un poder calorífico de 4500 Kcal/Kg (CARVALHO, 1994). La demanda para estos fines ha provocado erosión genética, ocasionando que la especie se encuentre en peligro de extinción (CARVALHO, 1994; BRACK y WEIK, 1993). En Misiones la explotación del *A. balansae* también se efectúa en forma no sustentable (BÁEZ y EIBL, 2005) y teniendo en cuenta que en ensayos de plantación esta especie logró uno de los mejores crecimientos en suelos pobres (MONTAGNINI *et al.* 2006), puede ser recomendada para restauración de sitios degradados junto a otras especies nativas de la Selva Paranaense.

El fruto del Urunday es una drupa subglobosa castaña de 2 - 3 mm de diámetro, con 5 sépalos persistentes más grandes, (Imagen 1) con una semilla por fruto. Florece de noviembre a enero y dispersa los frutos desde diciembre a marzo; las semillas germinan entre los 5 a 7 días de la siembra con un porcentaje de germinación entre 50 a 80 % (EIBL *et al.* 2010). Las semillas de esta especie según CARVALHO (1994), pueden ser almacenadas en sala y en cámara seca a temperatura ambiente con humedad relativa de 50 % por un periodo de 12 meses manteniendo su viabilidad. La facultad germinativa según este mismo autor es muy variable con grandes diferencias entre años de cosecha y entre árboles (15 - 96 %). No se encontraron antecedentes sobre la tolerancia de las semillas de esta especie al secado y al frío, en contraste con *Astronium urundeuva*, especie afín al *A. balansae*, sobre la que se avanzó con investigaciones para su conservación (SALOMAO *et al.* 2003).

La clasificación de las especies según su comportamiento en el almacenamiento es una etapa esencial para diseñar un método apropiado para la conservación (HONG *et al.* 1996). Según ROBERTS (1973) las semillas pueden clasificarse en ortodoxas y recalcitrantes. Las semillas ortodoxas pueden ser secadas a contenidos de humedad bajos (2 - 5 %) logrando así soportar bajas temperaturas en el almacenamiento, prolongando su viabilidad por mucho tiempo. Por el contrario, las semillas recalcitrantes son sensibles a la desecación por debajo de 12 - 30 % de humedad, estas pierden rápidamente la viabilidad en cualquier condición de almacenamiento. Adicionalmente se agregó una clase de comportamiento intermedio (ELLIS y HONG, 1990), estas son más tolerantes al secado que las recalcitrantes y en general pierden la viabilidad a temperaturas bajas. Determinando el tipo de comportamiento de las semillas de Urunday se beneficiará la disponibilidad para su conservación y uso productivo.

Este trabajo tiene por objetivos evaluar distintos envases y ambientes para almacenar semillas de Urunday a corto y mediano plazo, y por otro lado determinar el tipo de semilla al que pertenece, para estimar el potencial de conservación a largo plazo.



**Imagen 1: Frutos de Urunday**  
**Image 1: Urunday fruits**

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las semillas de *A. balansae* que se utilizaron para los ensayos, se obtuvieron a partir de la cosecha de frutos maduros de árboles semilleros marcados en la provincia de Misiones. En todos los casos la cosecha se realizó en el árbol, en el momento fenológico de fin de cambio de color e inicio de dispersión.

### **Cosecha febrero del 2007.**

Se sembraron las semillas frescas (recién cosechadas) y luego de 60, 136, 204 y 390 días de almacenadas en dos ambientes: sala a  $25 \pm 1$  °C y cámara a  $4 \pm 1$  °C, utilizándose los siguientes envases: papel de diario + papel aluminio, papel de diario + bolsa plástica y papel de diario + frasco de vidrio, se evaluó la germinación. Para este ensayo se utilizó un diseño completamente aleatorizado de 6 tratamientos con 4 repeticiones de 100 semillas cada una.

### **Cosecha febrero del 2008.**

Se sembraron semillas frescas y luego de 60 y 330 días de almacenadas en ambiente de heladera familiar a 9 °C, empleándose los siguientes envases papel de diario + bolsa plástica, papel de diario + papel aluminio, y papel de diario + frasco de vidrio, se evaluó la germinación. En este caso se utilizó un diseño completamente aleatorizado de 3 tratamientos con 4 repeticiones de 100 semillas cada una.

### **Cosecha febrero del 2009**

Con la finalidad de determinar el tipo de semilla en cuanto a su tolerancia a la desecación, se aplicó el protocolo de HONG y ELLIS (1996) a una muestra de trabajo extraída del lote cosechado en este año. El procedimiento consiste en una serie de pasos para clasificar a las semillas según su capacidad de almacenamiento. Primeramente se determinó la viabilidad de las semillas con el contenido de humedad inicial y luego se secó a 10 - 12 % y posteriormente a 5 %. En el caso de que las semillas de esta especie toleren esta última desecación, se almacenan herméticamente en freezer a -20 °C durante 3 meses y luego se determina nuevamente su viabilidad. Las semillas que llegan viables al final de protocolo son clasificadas como probables ortodoxas, mientras que si pierden la viabilidad en alguno de los pasos anteriores son clasificadas como, probables recalcitrantes (si mueren luego de disminuirles la humedad a 10 - 12 %) y como probables intermedias (si mueren cuando se les disminuye la humedad a 5 %, o si mueren luego del almacenamiento a -20 °C).

Para lograr el secado de las muestras se colocó las semillas de Urunday en un desecador de vidrio con sílicagel (material que absorbe la humedad, con indicador de cobalto); empleándose una proporción: peso de sílicagel (g)/peso de semillas (g): 1/1. Cada vez que la sílicagel cambió de color (azul a rosado) se efectuó un recambio. Para esta determinación se utilizaron 4 repeticiones de 50 semillas cada una.

En cada ocasión de evaluación del porcentaje de germinación se determinó el contenido de humedad de las semillas, utilizándose el método de estufa a baja temperatura de  $103 \pm 2$  °C por 17 horas, recomendado por las reglas internacionales de ensayos de semillas (ISTA, 2003).

Todos los ensayos de germinación se realizaron en bandejas de siembra con arena esterilizada y 90 ml de agua destilada. Dichas bandejas luego de la siembra se colocaron en una sala de germinación con temperatura constante de  $25 \pm 1$  °C y 8 horas de luz. Se realizaron los conteos de las plántulas al momento de la emergencia de la misma por sobre la arena, cada 7 días y luego se determinaron los porcentajes de plántulas normales (Imagen 2 y 3), anormales, semillas fresca y muerta a los 28 días, para cada tratamiento (ISTA, 2003).

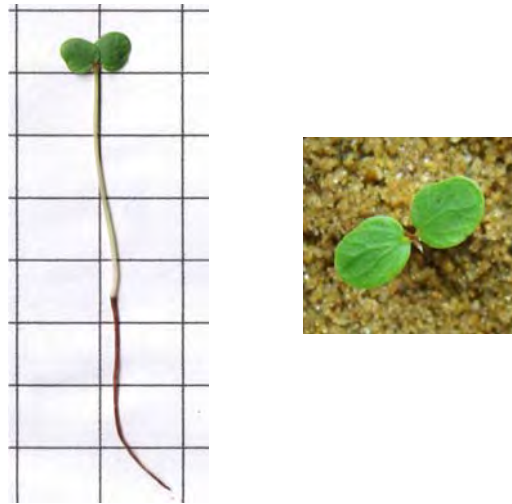


Imagen 2 y 3. Izquierda: plántula normal, a los 7 días de la siembra. Derecha: detalle de cotiledones.  
Image 2 and 3. Left: normal seedling, at 7 days to sowing. Right: cotyledon detail.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Cosecha febrero del 2007

Las semillas recientemente cosechadas presentaron un porcentaje de germinación inicial de 58 %. Los porcentajes de germinación promedio para cada tratamiento se detallan en la tabla 1.

Tabla 1: Porcentaje de plántulas de *A. balansae* obtenidas en función del ambiente, envase y tiempo de almacén.

Table 1: *A. balansae* seedlings during storage in different temperature conditions and envelopes.

Tratamientos Envases y Ambientes	Porcentaje de germinación promedio			
	60 días	136 días	204 días	390 días
T1: aluminio a 4 °C ± 1	42 <sup>a</sup>	41 <sup>a</sup>	46 <sup>a</sup>	37 <sup>b</sup>
T2: plástico a 4 °C ± 1	40 <sup>a</sup>	43 <sup>a</sup>	38 <sup>a</sup>	38 <sup>ab</sup>
T3: vidrio a 4 °C ± 1	42 <sup>a</sup>	37 <sup>a</sup>	41 <sup>a</sup>	45 <sup>a</sup>
T4: aluminio a 25 °C ± 1	35 <sup>a</sup>	22 <sup>b</sup>	7 <sup>b</sup>	0 <sup>c</sup>
T5: plástico a 25 °C ± 1	12 <sup>b</sup>	5 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>
T6: vidrio a 25 °C ± 1	3 <sup>c</sup>	0 <sup>d</sup>	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>

Test de Tukey, Letras diferentes indican diferencias significativas al nivel p 0,05

A los 60 días de iniciado el ensayo no hubo diferencias significativas entre los tres envases en el ambiente de la cámara a 4 °C y el envase de papel aluminio del ambiente a 25 °C; en cambio si fueron significativas las diferencias entre estos cuatro tratamientos y el T5 (plástico a 25 °C) y T6 (vidrio a 25 °C); resultando como el peor envase a la temperatura de 25 °C el frasco de vidrio. Con respecto a los 136 días de almacén los tres envases guardados en cámara no presentan diferencias significativas entre si en el porcentaje de germinación promedio; pero las diferencias si fueron significativas entre estos y los demás tratamientos. Resultados similares se observaron a los 204 días. En relación a la evaluación realizada a los 390 días resultó que las mejores condiciones para almacenar semillas de Urunday fueron en el ambiente de cámara a 4 °C y en particular en el envase de frasco de vidrio.

La humedad inicial para el lote de semillas fue del 12,3 %. Los contenidos de humedad al momento de la siembra para cada tratamiento se detallan en la tabla 2.

**Tabla 2: Contenido de humedad de las semillas de *A. balansae* obtenidas en función del ambiente, envase y tiempo de almacén.**

**Table 2: *A. balansae* seeds moisture contents during storage in different temperature conditions and envelopes.**

Tratamientos Envases y Ambiente	Porcentaje de humedad promedio			
	60 días	136 días	204 días	390 días
T1: aluminio a 4 °C ± 1	-	12,3	13,0	25,5
T2: plástico a 4 °C ± 1	15,2	13,6	13,2	24,5
T3: vidrio a 4 °C ± 1	14,3	11,8	11,8	21,9
T4: aluminio a 25 °C ± 1	14,7	13,2	13,6	-
T5: plástico a 25 °C ± 1	7,0	8,8	-	-
T6: vidrio a 25 °C ± 1	7,2	-	-	-

### Cosecha febrero del 2008

El porcentaje de germinación inicial de este lote de semillas fue del 70 %. Los porcentajes de germinación promedio para cada tratamiento se detallan en la tabla 3

En la tabla 3 se presentan los resultados del análisis de variancia realizado, no se observaron diferencias significativas entre los tres envases estudiados a los 60 días de iniciado el ensayo, al igual que las diferencias observadas entre los tres tratamientos a los 330 días tampoco fueron significativas, en el ambiente de heladera a 9 °C.

**Tabla 3: Porcentaje de plántulas de *A. balansae* obtenidas en ambiente de heladera y en diferentes envases y tiempos de almacén.**

**Table 3: *A. balansae* seedlings during storage in refrigerator conditions and envelopes.**

Envase/Tiempo	Porcentaje de germinación promedio	
	60 Días	330 Días
T1= plástico	66 <sup>a</sup>	75 <sup>a</sup>
T2= vidrio	64 <sup>a</sup>	70 <sup>a</sup>
T3= aluminio	69 <sup>a</sup>	77 <sup>a</sup>

Test de Tukey, Letras diferentes indican diferencias significativas al nivel p 0,05

Los porcentajes de germinación logrados en los tres tratamientos a los 330 días, fueron superiores que los que se registraron a los 60 días, esto probablemente se deba a que tanto al inicio como a los 60 días se observó contaminación por hongos causado por el alto contenido de humedad del lote de semillas. Esta observación se confirma con el registro de un mayor número de semillas frescas pero contaminadas por hongos, al cerrar los ensayos (semillas frescas en promedio un 10 % más, tanto al inicio como a los 60 días)

La humedad inicial para el lote de semillas fue de 20 %. Los contenidos de humedad al momento de la siembra para cada ambiente y envase se detallan en la Tabla 4.

**Tabla 4: Contenido de humedad de las semillas *A. balansae*, obtenidas en ambiente de heladera y en diferentes envases y tiempos de almacén.**

**Table 4: *A. balansae* seeds moisture contents during storage in refrigerator conditions and envelopes.**

Envase/Tiempo	Porcentaje de humedad promedio	
	60 días	330 días
T1= plástico	23,0	10,0
T2= vidrio	24,1	13,7



T3= aluminio	13,9	8,2
--------------	------	-----

### Cosecha febrero del 2008

Los resultados de la aplicación del protocolo de HONG y ELLIS (1996) para la determinación del tipo de semilla en cuanto a su tolerancia a la desecación, indican que *A. balansae* tiene comportamiento probablemente ortodoxo, puesto que la viabilidad inicial del lote fue de 56 % con un contenido de humedad de 15,3 % y al bajar dicha humedad hasta 5 %, el porcentaje de germinación promedio fue 49 %. Luego del almacenamiento a -20 °C durante 3 meses como requiere dicho protocolo, el porcentaje de germinación disminuyó apenas en 1 %, presentando un valor promedio de 48 %. Según estos resultados es probable que las semillas de esta especie puedan ser almacenadas por largos períodos de tiempo. Resultados similares de tolerancia al secado y frío se encontraron para *A. urundeuva* (SALOMAO *et al.* 2003).

### CONCLUSIONES

Las semillas de Urunday se deterioran rápidamente en el ambiente de sala a 25 °C, en papel aluminio se puede guardar por lo menos 2 meses. Las semillas de esta especie deben almacenarse en frío (semillas frescas y secas al ambiente, tanto en heladera a 9 °C como en cámara a 4 °C).

Presentan comportamiento ortodoxo en el almacenamiento, por lo tanto su conservación a largo plazo en bancos de semillas es una alternativa válida.

### BIBLIOGRAFIA

- BÁEZ, M.; EIBL, B. 2005. Proyecto Propagación de plantines de especies multipropósito para minifundistas. Proyecto Federal de Innovación Productiva-PFIP 2005 - Convenio N° 058 SCTIP – UNaM Proyecto: MI17/06.
- BRACK W. y WEIK J. 1993. El bosque nativo del Paraguay, riqueza subestimada. Proyecto de planificación del uso de la tierra. Serie N° 15. CE, Proyecto ALA 90-24. DGP/MAG-GTZ. Asunción, Paraguay. Pp. 327.
- CARVALHO P E R. 1994. Especies florestais brasileiras: Recomendacoes silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria, Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. EMBRAPA-CNPQ. Paraná. Brasil. Pp 639.
- ELLIS, R.H. AND HONG, T.D. (1990). An intermediate category of seeds storage behaviour. I. Coffee. Journal of Experimental Botany 41: 1167–1174.
- EIBL B; GONZALEZ C, MATTES L. 2010. Fichas Técnicas: Manejo de frutos y semillas, producción de plantines y establecimiento a campo de especies nativas, Urunday. Laboratorio de semillas F.C.F.- UNaM. En imprenta. Pp 40.
- HONG T.D., LININGTON S. Y ELLIS R.H. 1996. "Seed Storage Behaviour: A compendium. Handbooks for Genebanks: No 4". International Plant Genetic Resources Institute, Rome.
- HONG T. D., Y ELLIS R. H. 1996. "A protocol to determine seed storage behaviour". IPGRI Technical Bulletin N° 1.
- ISTA: International Seed Testing Association. International Rules for Seed Testing. 2003. Pobox 308, Bassersdorf, CH Switzerland.
- LOPEZ, J.; LITTLE, E. RITZ G.; ROMBOLD J.; HAHN W.; 2002. Árboles comunes del Paraguay. Cuerpo de Paz, Colección e Intercambio de Información. Ed. Grafica Mercurio SA. Asunción, Paraguay. Segunda Edición. Pp 485.
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASOCIATION. 2003. International Rules for Seed Testing. Seed Science and Technology.
- MONTAGNINI F.; EIBL B.; FERNANDEZ R. 2006. Rehabilitation of degraded lands in Misiones Argentina. Revista Bois et Forets des Tropiques N° 288 (2): 51-65.
- SALOMAO N. A.; SOUSA-SILVA J.; DAVIDE C.; GONZALES S.; TORRES R.; WETZEL M.; FIRETTI F.; CALDAS L. 2003. Germinação de sementes e produção de mudas de plantas do Cerrado. Rede de Sementes do Cerrado. ISBN 85-903923-1-7. Brasilia. Pp. 96.
- ROBERTS, E.H. 1973. Predicting the storage life of seeds. Seed Science and Technology 1:499–514.



# INFLUENCIA DE DOS TIPOS DE SUSTRATOS EN LA SOBREVIVENCIA Y DESARROLLO DE ESTACAS DE PINO HÍBRIDO (*Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis*)

## INFLUENCE OF TWO DIFFERENT SUBSTRATA IN SURVIVAL AND DEVELOPMENT OF HYBRID PINE CUTTINGS (*Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis*).

Korth, S. M.<sup>1</sup>; Dávalos, V.<sup>2</sup>; May Petroff, N.<sup>3</sup>; Muñoz, P.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ing. Ftal. Facultad de Ciencias Forestales (UNaM). Consultora. Docente. Bertoni 124. (3380) Eldorado, Misiones, Argentina. [silviakorth@hotmail.com](mailto:silviakorth@hotmail.com).

<sup>2</sup>Ing. Ftal. AGROFORESTAL SAN MIGUEL S.C. Gerente. Gervasio Posadas 20. (3334) Puerto Rico, Misiones, Argentina. [agroforestal@prico.com.ar](mailto:agroforestal@prico.com.ar).

<sup>3</sup>Alumnas de 3° Polimodal. Instituto Línea Cuchilla. (3334) Ruíz de Montoya, Misiones, Argentina.

### RESUMEN

A fin de evaluar la influencia de la corteza de pino compostada y la cáscara de arroz carbonizada como sustratos en la sobrevivencia, enraizamiento y desarrollo de estacas de pino híbrido, se instaló un ensayo comparativo en el invernáculo de la empresa Agroforestal San Miguel S.C. ubicado en la localidad de Garuhapé, Misiones. Éste se basó en la siembra de cuttings de primer orden de 5 meses de edad en bandejas de descartables, adoptándose el diseño completamente aleatorizado y evaluando periódicamente las siguientes variables de control: en cuanto a la parte aérea, la altura total (*HT*) y el diámetro a la altura del cuello (*DAC*); la parte radicular, el largo de raíz y finalmente el porcentaje de sobrevivencia. También se determinó el índice de esbeltez (*IE*), el root/shoot ratio (*R/S*) y el peso húmedo y seco de las plantas enraizadas. Los resultados indicaron igual sobrevivencia de los cuttings, un mejor enraizamiento y mayor desarrollo tanto en *DAC* como en *HT* de los plantines cultivados en cáscara de arroz, en *R/S*, peso húmedo, largo del tallo y raíz e *IE*.

**Palabras clave:** producción de plantines, pino híbrido (Pee x Pch), corteza de pino compostada, cáscara de arroz carbonizada.

### SUMMARY

In order to evaluate the influence of two different substrata in the survival, rutting and development of hybrid pine cuttings, a comparative essay was installed. Five months old first order hybrid pine cuttings were implanted in two different substrata (composted pine bark and carbonized rice hull) by the use of a complete randomized design. The control variables were the total height (*HT*), the length of the aerial part, the neck diameter (*DAC*), the length of the main root, the dry weight and the percentage of surviving of the implanted cuttings. The results indicate equal percentage of surviving of the cuttings for both substrata, but an earlier rutting and better development in *DAC* and *HT* of the cuttings planted in carbonized rice husk. Nevertheless this substratum promotes minor dry weight. Carbonized rice husk substratum provides excellent growing conditions, generates acceleration in rutting and in growth.

**Key words:** hybrid pine (Pee x Pch) plant production, composted pine bark, carbonized rice hull (husk).

### INTRODUCCIÓN

La hibridación en especies forestales es una práctica difundida que persigue un aumento del rendimiento, tolerancia y adaptabilidad, calidad de madera, etc. La misma

conlleva al fenómeno denominado vigor híbrido, el cual constituye una superioridad del híbrido por sobre sus progenitores. El híbrido *Pinus elliottii* var. *elliottii* (Pee) x *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (Pch) ha demostrado ser uno de los más prometedores en países como Australia y Sudáfrica, Noreste de la Argentina y sur de Brasil, revelando una notable superioridad respecto de otras coníferas muy difundidas en la Mesopotamia.

En los años cincuenta se iniciaron en Australia las primeras hibridaciones de Pee x Pch. Las introducciones comerciales datan de los años noventa y dieron origen a más de 6.000 ha en la región. Las generaciones F1 y F2 de Pee x Pch demostraron tener un alto potencial de crecimiento sumada a una excelente forma de fuste, reducido grosor de ramas y copas pequeñas en nuestra región. Ensayos comparativos realizados por el INTA muestran que los crecimientos igualan y hasta superan al *Pinus taeda*. Las cualidades tecnológicas de su madera han sido evaluadas y valoradas positivamente, particularmente para el mercado internacional.

El mejoramiento genético implica el desarrollo de poblaciones genéticamente superiores, y se basa en ciclos periódicos de selección y combinación, buscando aumentar la productividad y mejorar aquellos factores que condicionan la calidad del producto. La hibridación tiene como finalidad la obtención de genotipos con características no halladas dentro de las especies puras. Una vez lograda ésta se recurre a la propagación vegetativa, técnica que tiene como objetivo la producción de materiales uniformes a gran escala a partir de una planta donante, cual ya tiene fijada los caracteres de superioridad, permitiendo materializar y transferir rápida y efectivamente estos logros a las industrias.

En cuanto al mercado de plantines, datos extraídos del Censo de Viveros, revelan que la producción de plantines forestales alcanzó las 63.000.000 unidades en el 2005, tanto en plantines a raíz desnuda y como en contenedores, en base a semillas y materiales vegetativos. El 80% del total producido se corresponde con coníferas como *Pinus taeda*, *Pinus elliottii* y pino híbrido; el 20 % restante se divide entre los géneros de *Eucalyptus*, y otras especies latifoliadas.

Los precios de mercado a los cuales se comercializan plantines clonales de pino híbrido llegan a valores muy altos, limitando su acceso a la mayoría de los productores medianos y pequeños. Dependiendo del material usado los precios unitarios pueden llegar a ser el doble y hasta el triple de los plantines producidos a partir de semillas comerciales de especies como del *Pinus taeda*. Implementar estos sistemas de propagación y producción de plantas genera mayores costos de producción debido a que la formación de raíces requiere de condiciones ambientales especiales en lo que respecta del control de temperatura y humedad, hecho que explica un mayor precio.

A fin de satisfacer adecuadamente la creciente demanda del mercado es necesario considerar por tanto los aspectos técnicos y económicos involucrados en la producción de plantas de calidad, cuales deben cumplir según COZZO (1976) con las siguientes características: desarrollo equilibrado entre parte aérea y radicular, sistema radicular bien conformado, adecuado estado fitosanitario, etc. Para Landis et al. (1998) citado por LUPIA (2008), la capacidad de una planta para establecerse y desarrollarse adecuadamente una vez transplantada, está condicionada por todas las fases de producción. Siendo así que la fase de vivero es esencial por ser el punto de partida y por ser el único momento en el que existe la posibilidad de realizar un control sobre algunas variables del proceso que afectan la calidad.

Tal es así que un factor vital es la selección correcta de sustratos y sus mezclas a fin de lograr plantines de calidad, ya sea a partir de semillas o estacas. El sustrato en el que la planta se desarrollará en sus primeros estadios de vida es un elemento tecnológico fundamental. Su función es brindarle soporte físico para su crecimiento y desarrollo; por ello, la matriz del sustrato es la responsable de otorgar un espacio para el crecimiento de las raíces y

almacenamiento de agua y nutrientes. Su origen puede ser natural o sintético, mineral u orgánico, utilizado de forma pura o mezclado.

Según Hartmann (1980) citado por LUPIA (2009) la obtención de buenos resultados se base en que: a) el medio sea lo suficientemente firme y denso para contener al material de propagación durante la germinación; b) retenga suficiente humedad; c) sea lo suficientemente poroso; d) no tenga nivel excesivo de salinidad; e) provea de nutrientes necesarios para cada etapa de desarrollo de la planta.

Este trabajo se enfocará en el sustrato, empleado para el cultivo de plantas en contenedor en base a estacas o cutting de pino híbrido Pee x Pch.

## OBJETIVOS

Determinar que sustrato, ya sea corteza de pino compostada o cascarilla de arroz carbonizada, promueve un mayor crecimiento y mejor desarrollo de plantines de cutting de pino híbrido, a través del análisis de variancia.

Evaluar de *DAC*, *HT*, el *R/S* ratio, peso fresco y seco e índice de esbeltez, así como el grado de homogeneidad de los plantines logrados.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en el vivero de la empresa AGROFORESTAL SAN MIGUEL S.C., ubicado en el paraje Garuhapé-mí, localidad de Garuhapé, departamento Libertador General San Martín, provincia de Misiones. Geográficamente este sitio queda definido por las siguiente coordenadas: 26° 30'49,464" Latitud Sur; 54° 32' 04,020" Longitud Oeste; por una altitud de 172 msnm, y siendo su orientación de Este a Oeste. El vivero cuenta con invernáculos cubiertos con folio plástico de 150 micrones y mediasombra (40%), mesadas elevadas portantes de bandejas y sistema de riego por aspersión controlado automáticamente por PLC.

Las estacas, que en este trabajo se constituyen en el material experimental, se obtienen a partir de la decapitación de plantines de semillas de pino híbrido Pee x Pch de 5 meses de edad. Para la decapitación de la planta se utilizan tijeras afiladas desinfectadas con Etanol entre corte y corte a fin de evitar contaminación de las estacas. El corte de la estaca se realiza de tal manera de lograr un largo total de 7 cm, colocando la misma por 20 minutos en un recipiente con una solución de Captan (20 gr/litro) y agua para prevenir la infección de los tejidos a la altura del corte.

Los tratamientos consistieron en la siembra de cuttings en:

- 1) sustrato de corteza de pino compostada pura (ver Imagen 1 "A").
- 2) sustrato de cascarilla de arroz carbonizada pura (ver Imagen 1 "B").

**Imagen 1. Sustrato de corteza de pino compostada (A) y cáscara de arroz carbonizada (B).**



A estos sustratos se le adicionó además 75 g de Captan y 3 kg de fertilizante de liberación lenta Osmocote Plus (NPK: 15-9-12) de 3 a 4 meses y de 8 a 9 meses de duración, en iguales proporciones, ambos por metro cúbico de sustrato. Para homogenizar toda la mezcla se utilizó una mezcladora durante 1 minuto. Luego con cada mezcla de sustrato se rellenaron 10 bandejas descartables de 25 cavidades de 100 cm<sup>3</sup> por tratamiento, asignando los cuttings a cada tratamiento de manera aleatoria . La instalación del ensayo se

realizó el 02 de mayo de 2009, insertando para ello cada estaca a un 1/3 de su largo total en las bandejas rellenas con la mezcla de sustrato correspondiente. Cada tratamiento contó con un total de 250 cuttings sembrados. Se le aplicó riegos con una frecuencia de 3-4 veces por día de 15 minutos de duración lo que equivale a 70 a 80 mm por riego. La micorrización se llevó a cabo luego de la siembra a través del sistema de riego.

A los 50, 100 y 150 días se realizó el conteo de los cuttings vivos, luego se midieron las variables respuesta *DAC*, con calibre, y *HT*, haciendo uso de una regla graduada al mm, sobre un 25% del total (50 cuttings por tratamiento), seleccionando cada uno al azar dentro de cada bandeja. Al finalizar el ensayo, a los 150 días, se extrajo un plantín por bandeja con el objeto de evaluar el largo de la parte aérea y radicular, el *R/S* y el peso fresco y seco, además del *IS*, atributos que caracterizan a la calidad del plantín. Para determinar el peso seco del plantín se lo pesó en húmedo y se lo colocó en estufa a 100° C, hasta obtener peso constante a las 48 hs. Para el análisis de los resultados se realizó el análisis de varianza (ANOVA) con un  $\alpha$  de 0,05. Luego se evaluaron las diferencias de medias mediante el Test de Tukey con un  $\alpha$  de 0,05.

Cabe mencionar que los sustratos evaluados no fueron sometidos a análisis físico-químicos

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Sobrevivencia

**Tabla 1. Evolución de la sobrevivencia y mortandad de los cuttings según el sustrato.**

Edad	Corteza de pino		Cascarilla de arroz	
	Vivos	Muertos	Vivos	Muertos
50 días	249	1	249	1
100 días	249	0	249	0
150 días	249	0	249	0

La sobrevivencia de los cuttings fue alta tanto para el sustrato de corteza de pino compostada como para la cáscara de arroz carbonizada. En ambos tratamientos solamente se produjo la mortandad de un único cutting. Este alto prendimiento pudo haber estado influenciado por las bajas temperaturas reinantes en esa época del año.

**Tabla 2. Porcentajes de cuttings vivos y muertos según el sustrato.**

Cuttings	Porcentajes	
	Corteza de pino	Cascarilla de arroz
Vivos	99,6%	99,6%
Muertos	0,4%	0,4%

Los porcentajes de sobrevivencia y mortandad de cuttings llegan a valores de 99,6% y 0,4% para ambos sustratos respectivamente.

### Análisis del *DAC* y *HT*

Se realizó el análisis de la evolución de las variables respuesta a los 50, 100 y 150 días, verificando así los efectos generados por los dos sustratos bajo estudio. En la tabla 3 pueden observarse los diferentes estadísticos descriptivos de las variables *DAC* y *HT*.

**Tabla 3. Estadísticos descriptivos de las variables *DAC* y *HT* según el sustrato.**

Estadístico	Corteza de pino						Cascarilla de arroz					
	<i>DAC</i> (mm)			<i>HT</i> (cm)			<i>DAC</i> (mm)			<i>HT</i> (cm)		
	50 días	100 días	150 días	50 días	100 días	150 días	50 días	100 días	150 días	50 días	100 días	150 días
Promedio	2,89	3,05	3,14	4,63	8,47	24,5	2,96	3,36	3,58	4,26	13,75	28,5
Desvío estándar	0,66	0,66	0,72	1,33	3,60	6,56	0,86	0,79	0,84	1,21	5,37	6,25
CV%	23%	22%	23%	29%	43%	27%	29%	23%	23%	28%	39%	22%
n	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50

Donde: CV%= Coeficiente de variación; n= tamaño de la muestra.

**Tabla 4. Evolución del *DAC* promedio obtenido según el sustrato. Pruebas F y de Tukey.**

	50 días	100 días	150 días
<b>DAC</b>	F (1,98) 734,75**	F (1,98) 970,94**	F (1,98) 930,59**
	CM <sub>res</sub> 427,84	CM <sub>res</sub> 514,47	CM <sub>res</sub> 566,90
<b>Corteza</b>	2,89a	3,05a	3,14a
<b>Cascarilla</b>	2,96a	3,36b	3,58b

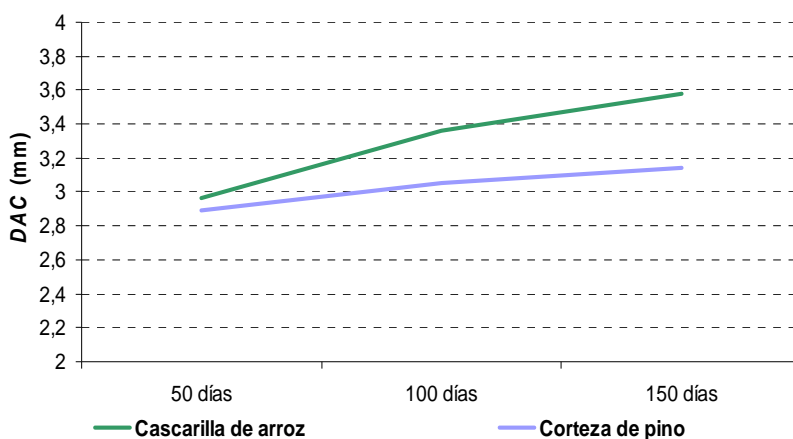
(\*), (\*\*) Valores del estadístico F que indican diferencias no significativas y significativas entre tratamientos con un  $\alpha=0,05$  respectivamente.

a, b = grupos del test de Tukey con  $\alpha=0,05$ . Letras iguales indican homogeneidad estadística entre tratamientos.

CM<sub>res</sub> = cuadrado medio del error;

En la tabla 4 se observa que el CM<sub>res</sub> aumenta con la edad de los cuttings, indicando que las variaciones dentro de las bandejas aumentan con el tiempo, resultando en un CV de 23% para ambos sustratos a los 150 días de instaladas las estacas. Este estadístico sirve como indicativo para un mayor número de repeticiones en experimentos futuros.

**Gráfico 1. Evolución del DAC según el sustrato.**



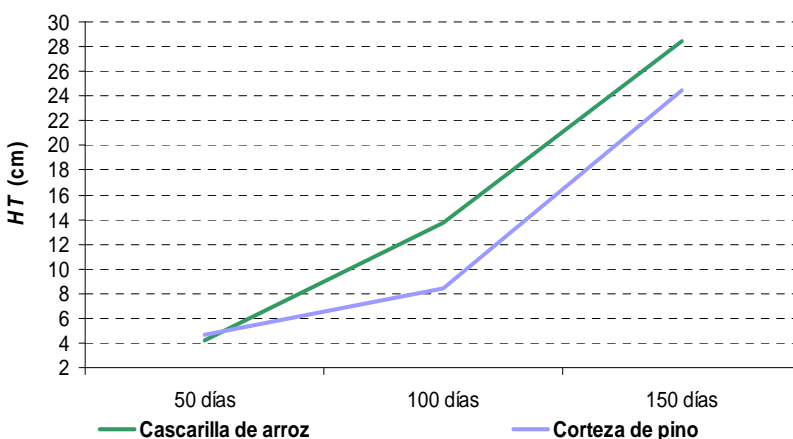
Tanto en las tabla 3 y 4 como en el gráfico 1 puede observarse la superioridad de los cuttings desarrollados en el sustrato de cáscara de arroz. El DAC promedio logrado a los 150 días fue de 3,58 y 3,14 mm para los cuttings cultivados en el sustrato de cáscara de arroz carbonizada y corteza de pino compostada. Las diferencias entre los DAC

alcanzados son estadísticamente significativas a partir de los 100 días de sembrados.

**Tabla 5. Evolución del HT promedio obtenida según el sustrato. Pruebas F y de Tukey.**

	50 días	100 días	150 días
<b>HT</b>	F (1,98) 611,78**	F (1,98) 311,79**	F (1,98) 858,67**
	CM <sub>res</sub> 989,61	CM <sub>res</sub> 6520,10	CM <sub>res</sub> 35284,01
<b>Corteza</b>	4,26a	8,47a	24,50a
<b>Cascarilla</b>	4,63a	13,75b	28,48b

La misma tendencia observada en la variable DAC puede ser verificada en la evolución de HT. Las diferencias entre los tratamientos se hacen notorios en la variable a partir de los 100 días de instalado el ensayo, indicando que los mayores valores de HT son posibles de obtener con el sustrato de cáscara de arroz carbonizada. Respecto del CM<sub>res</sub> también se detecta que este aumenta con la edad, pero en este caso en una mayor proporción.



A los 150 días el CV% resulta en un 27 y 23% para el sustrato corteza de pino y cáscara de arroz respectivamente.

**Gráfico 2. Evolución del HT según el sustrato.**

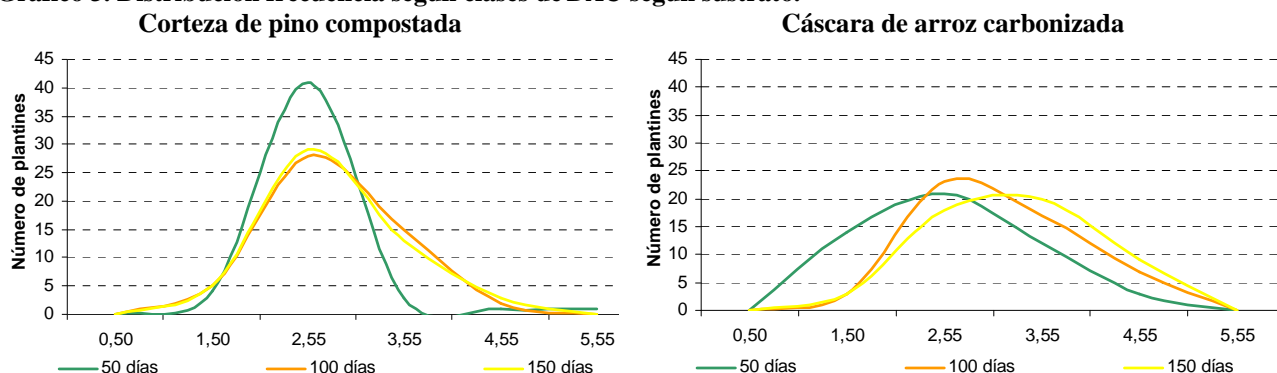
Importante es la diferencia en *HT* obtenida cuando los cuttings se desarrollan en el sustrato de cáscara de arroz carbonizada. A los 150 días las *HT* llegan a 28,5 y 24,5 cm para la cáscara y la corteza respectivamente.

**Imagen 2. Diferencia de *HT* a los 100 días de instalado el ensayo.**



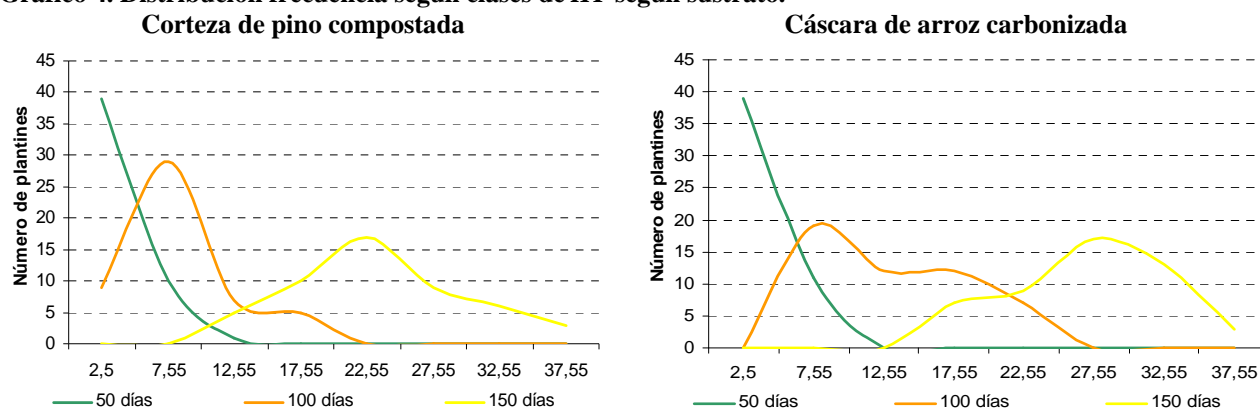
A la izquierda de la imagen se observan los cuttings desarrollándose en corteza de pino compostada y a la derecha en cáscara de arroz carbonizada. La diferencia en *HT* es muy notoria, así como la vitalidad de los plantines.

**Gráfico 3. Distribución frecuencia según clases de *DAC* según sustrato.**



Los cuttings que se desarrollan en el sustrato de cáscara de arroz lograron un enraizamiento anticipado y superior respecto del otro sustrato, ya que en él reinaban condiciones más favorables como mayor temperatura y menor estancamiento de agua de riego. Sin embargo no se evaluaron cuantitativamente estas dos condiciones, las mismas fueron simplemente notadas al realizar las mediciones. Tal es así que estacas cultivadas en cáscara de arroz, al haber logrado un pronto enraizamiento, inician un crecimiento acelerado generando una clara diferenciación de clases de *DAC*, creando un ambiente de competición lo que conlleva a la producción heterogénea de plantines. Es por ello que al comparar ambos gráficos de distribución de frecuencia es observable que las curvas son más aplanadas en el caso de los cuttings creciendo en cáscara de arroz.

**Gráfico 4. Distribución frecuencia según clases de HT según sustrato.**



En los gráficos anteriores se observa como se distribuyen las *HT* según las clases de altura de la parte aérea. En este caso se verifica un importante número de individuos en las clases superiores, lo que a su vez no solo comprueba que las *HT* de los cuttings son mayores en el sustrato de cáscara de arroz sino que también el polígono de frecuencia logrado es menos disperso. Es así que al utilizar este sustrato no solo se obtienen plantines de mayor altura sino que también existe una producción más homogénea de plantines, hecho que es fundamental en los viveros. A los 150 días el CV% es de 27 y 22% y *HT* promedio es de 24,5 y 28,5 cm para corteza y cáscara respectivamente.

#### **Análisis del peso seco, fresco y R/S ratio**

El peso seco, húmedo, el R/S ratio y el IE son importantes indicadores de calidad del plantín logrado.

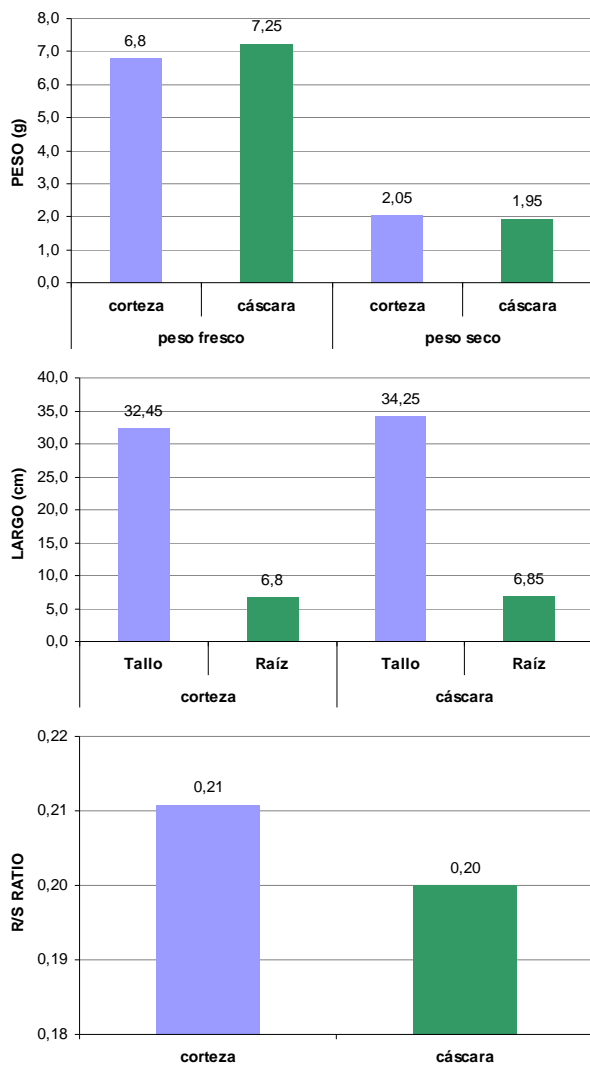
**Tabla 6. Peso fresco y seco, R/S ratio, largo de tallo y raíz, IE de los cuttings según sustrato.**

	Peso fresco (g)	Peso seco (g)	R/S	Tallo (cm)	Raíz (cm)	IE		
	F (1,19) 0,90*	F (1,19) 0,0097*	F (1,19) 0,013*	F (1,19) 0,014*	F (1,19) 0,0003*	50 días	100 días	150 días
<b>Corteza</b>	6,80a	2,05a	0,20a	32,45a	6,80a	1,17a	1,07a	0,71a
<b>Cascarilla</b>	7,25a	1,95a	0,21a	34,25a	6,85a	1,22a	1,01a	0,74a

En el IE un valor de uno es adecuado para plantas normales. El valor más alto se dio con el sustrato de cáscara de arroz carbonizada, sin embargo las diferencias no son significativas estadísticamente. En el análisis estadístico de las otras variables no se encontró diferencias significativas para el peso fresco y seco, R/ ratio, largo de la parte aérea y radicular, indicando que estas variables no son muy sensibles a los tratamientos aplicados. Sin embargo si se analizan los resultados obtenidos para todos estos indicadores se observa que los cuttings cultivados en cáscara de arroz carbonizada presentaron mayor peso fresco, un mayor R/S ratio, un mayor largo del tallo y raíz, así como un mayor IE, indicando por lo tanto que el plantín logrado tiene una mayor calidad morfológica y fisiológica.

**Gráfico 5. Peso fresco y seco, largo de tallo y raíz y R/S ratio según sustrato.**





Así como se había afirmado anteriormente los gráficos indican que los cutting del sustrato de cáscara de arroz carbonizada tenían mayor peso fresco, pero un leve menor peso seco respecto de la corteza de pino compostada.

En cuanto al largo de la parte aérea y radicular, ambas llegaron a valores superiores cuando se trataba de estacas creciendo en sustrato de cáscara de arroz carbonizada. Tal es así que estos mayores valores de tallo y raíz también produjeron un mayor valor de R/S ratio, siendo este sin embargo bastante pequeño.



**Imagen 3. Cuttings cultivados en cáscara de arroz carbonizada enraizados a los 50 días.**



## CONCLUSIONES

El desarrollo en *HT* y *DAC* de los cuttings cultivados en sustratos de cáscara de arroz carbonizada es superior al logrado en sustrato compuesto por corteza de pino compostada.

Sin embargo por contar con condiciones más óptimas con el primer sustrato, los cuttings que han enraizado antes inician un crecimiento acelerado generando una clara diferenciación de clases de *DAC* aunque no así en *HT*. Esta última variable es sin embargo más relevante a la hora de producir plantines de calidad, ya que si ésta es muy heterogénea implica grandes esfuerzo en clasificación de plantas. También se lograron indicadores de calidad del plantín superiores en los cuttings cultivados en cáscara de arroz carbonizada.

Luego de analizar los resultados obtenidos se recomienda realizar un segundo ensayo probando combinaciones en diferentes proporciones de corteza de pino con cáscara de arroz a fin de combinar los beneficios que ambos imparten a la producción de plantines a partir de cutting.

## AGRADECIMIENTOS

A la empresa AGROFORESTAL SAN MIGUEL S.C. por permitir llevar adelante este ensayo, no solo poniendo a disposición la infraestructura productiva sino también aportando todos los insumos y mano de obra necesarios.

## BIBLIOGRAFIA

LUPIA, N.; PÉREZ, V.; HENNIG, A. 2008. **ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL SUSTRATO EN LA PRODUCCIÓN DE *Prosopis hassleri* Harms EN VIVERO**. 13° Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM – EEA Montecarlo, INTA. Eldorado, Misiones, Argentina.

COZZO, D. 1976. **Tecnología de la forestación en la Argentina y América Latina**. Libro. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina.

# ASPECTOS FÍSICOS E DE EMERGÊNCIA DE SEMENTES DE LOURO-PARDO (*Cordia trichotoma* (VELL.) ARRAB. EX STEUD) ARMAZENADAS EM CONDIÇÃO AMBIENTE

## PHYSICAL ASPECTS AND EMERGENCY SEED LOURO-PARDO (*Cordia trichotoma* (VELL.) ARRAB. EX STEUD) STORED ENVIRONMENT CONDITION

Maffra, C. R. B.<sup>1</sup>; Cherubin, M.R.<sup>2</sup>; Fortes, F. de O.<sup>3</sup>; Cantarelli, E.B.<sup>4</sup>; Turchetto, F.<sup>1</sup>; Sheibner, G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Acadêmicos do Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, *campus* Frederico Westphalen – RS, Brasil, CEP 98400-000, e-mail: charles.maffra@gmail.com; felipeturchetto@hotmail.com; geosheibner@hotmail.com

<sup>2</sup> Acadêmico do Curso de Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, *campus* Frederico Westphalen – RS, Brasil, CEP 98400-000, e-mail: cherubin00@hotmail.com

<sup>3</sup> Professor, doutor do Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, *campus* de Frederico Westphalen - RS, Brasil, CEP 98.400-000, e-mail: fabfortes@yahoo.com.br

<sup>4</sup> Professor doutor do Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, *campus* de Frederico Westphalen - RS, Brasil, CEP 98.400-000, e-mail: ecantarelli@smail.ufsm.br

## RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo determinar os aspectos físicos e de emergência das sementes de louro-pardo (*Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. Ex Steud) armazenadas em condição ambiente. Foram coletadas sementes de seis árvores matrizes, as quais foram armazenadas por 120 dias e após procedeu-se a caracterização dos aspectos físicos e de emergência de cada matriz conforme as Regras de Análises de Sementes (Brasil, 2009). Os testes realizados foram: peso de mil sementes; número de sementes/kg; teor de umidade; emergência e IVG. Em média, obteve-se peso de mil sementes de 31,25 g, número de sementes por quilograma de 32.557 sementes e teor de umidade de 11,91%. Quanto a emergência e o IVG, seus valores médios foram 1,56% e 0,45 respectivamente. As matrizes de louro-pardo apresentam diferença quanto ao potencial de emergência, sendo que o período de armazenamento de 120 dias em condição ambiente reduz drasticamente a viabilidade das sementes.

**Palavras chaves:** Espécie nativa, longevidade de sementes, perda da viabilidade.

## SUMMARY

This study aimed to determine the physical and seed emergency louro-pardo (*Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. Ex Steud) stored environment condition. Seeds were collected from six matrix trees, which were stored for 120 days and further proceeded to characterize the physical and the emergence of each array as the Rules of Seed Analysis (Brazil, 2009). Tests included: thousand seed weight, number of seeds per kilogram, moisture content, emergencies and IVG. On average, we obtained a thousand seed weight of 31.25 g, seed number per 32,557 kg of seeds and moisture content of 11.91%. As for the emergence and the IVG, their average values were 1.56% and 0.45 respectively. Arrays of *Cordia trichotoma* present difference in potential emergency, and the storage period of 120 days in environment temperature dramatically reduces seed viability.

**Key words:** Native species, longevity of seed, viability loss

## INTRODUÇÃO

O louro-pardo (*Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud) pertencente à família Boraginaceae, trata-se de uma espécie secundária inicial, com tendência a pioneira. Apresenta

ampla distribuição geográfica no Brasil, ocorrendo desde o estado do Ceará até o Rio Grande do Sul (Carvalho, 2003). Conforme Reitz *et. al.* (1983) o louro-pardo é uma das árvores mais típicas, sobretudo da Floresta Estacional Decidual na Região do Alto Uruguai - RS, onde pode atingir de 25 até 35 m de altura e até 100 cm de diâmetro a altura do peito.

A espécie apresenta qualidades ornamentais e pode ser utilizada no paisagismo em geral, além disso, é recomendada para reflorestamentos heterogêneos destinados à recomposição de áreas de preservação permanente que foram degradadas. Quanto a sua madeira, esta é amplamente empregada na confecção de móveis, em tornearia de peças, construção de embarcações, tonéis, caixilhos, etc. (Lorenzi, 1998).

Quanto à qualidade e comportamento das sementes de louro-pardo, Mendonça (2001), afirma que muito pouco ainda se conhece e que a realização de maiores estudos neste sentido é de fundamental importância, pois o aproveitamento comercial da espécie ainda depende predominantemente da exploração predatória das florestas onde ela ocorre. Araldi *et al.*, (2007), ressalta a grande importância da espécie e afirma que a necessidade de estudos que identifiquem as melhores árvores matrizes quanto à produção de sementes são indispensáveis quando o intuito é potencializar a produção de mudas.

Neste contexto, dentre os problemas silviculturais inerentes à espécie, pode-se destacar a rápida perda da viabilidade de suas sementes quando armazenadas em ambiente, uma vez que as mesmas são classificadas como recalcitrantes (Marchetti, 1984; Carvalho, 2003). Segundo Bonner, (1989) *apud* Piña-Rodrigues & De Jesus (1992), para sementes recalcitrantes, a redução do teor de umidade é crítica para a conservação de sua viabilidade.

Kano *et al.*, (1978), comenta que no armazenamento em ambiente, a umidade presente no ar pode ser suficiente para promover o reinício das atividades do embrião, isto se o oxigênio e a temperatura forem suficientes. Assim, a respiração consome parte das reservas da semente transformando-as em substâncias mais simples, isso aliado à ação dos microorganismos, provoca o aquecimento das sementes, o que pode reduzir drasticamente sua viabilidade.

Assim, a capacidade e a qualidade germinativa das sementes estão diretamente associadas à maneira com que estas são armazenadas, onde a forma de armazenamento escolhida, seja ela em ambiente controlado ou não, poderá repercutir diretamente na qualidade e na quantidade de mudas produzidas da espécie em questão. Frente a isso, o presente estudo buscou descrever o comportamento físico e de emergência das sementes de louro-pardo armazenadas sob condição ambiente.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

As sementes de louro pardo (*Cordia trichotoma*) foram coletadas separadamente de seis árvores matrizes, localizadas em fragmentos de Floresta Estacional Decidual no município de Frederico Westphalen – RS, Brasil. Após coletadas as sementes foram acondicionadas separadamente em sacos plásticos e mantidas em condições de temperatura ambiente ( $\pm 25^{\circ}\text{C}$ ) por 120 dias.

Os testes laboratoriais realizados para a caracterização dos aspectos físicos e de emergência das sementes procederam-se no Laboratório de Silvicultura (LASIL) e no Viveiro Florestal da Universidade Federal de Santa Maria, *campus* de Frederico Westphalen, Estado do Rio Grande do Sul, Brasil.

### **1. caracterização física das sementes**

Para a caracterização física dos lotes de sementes os testes descritos a seguir foram realizados seguindo os padrões descritos nas Regras de Análise de Sementes – RAS (Brasil, 2009).

**a) peso de mil sementes:** Foram utilizadas oito amostras de 100 sementes, das quais foram calculados a variância ( $S^2$ ), o desvio padrão ( $S$ ) e o coeficiente de variação ( $CV\%$ ). O peso de mil sementes foi obtido pela fórmula a seguir:

$$\text{Peso de mil sementes} = \frac{\text{peso da amostra} \times 1000}{n^\circ \text{ total de sementes}}$$

**b) número de sementes por quilograma:** Obtido através do cálculo regra de três a partir do resultado encontrado para o peso de mil sementes.

$$\begin{array}{l} 1000 \text{ sementes} \text{ --- } X \text{ gramas} \\ X \text{ sementes} \text{ --- } 1000 \text{ gramas} \end{array}$$

**c) teor de umidade:** Para cada lote foram utilizadas 4 repetições de 25 sementes, onde cada repetição foi pesada inicialmente em condição úmida e logo após levadas até estufa de secagem sob temperatura de  $105 \pm 3^\circ\text{C}$  durante 24 horas. A determinação do teor de umidade foi realizada através da fórmula a seguir:

$$\text{Teor de umidade (\%)} = \frac{100(P - p)}{P - t}$$

Onde:

**P** = peso inicial, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente úmida;

**p** = peso final, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente seca;

**t** = tara, peso do recipiente com sua tampa.

## 2. caracterização da emergência das sementes

Para cada matriz foram semeadas quatro repetições de 50 sementes, perfazendo o total de 200 sementes, conforme parâmetros das Regras de Análise de Sementes – RAS (Brasil, 2009). O teste de emergência foi conduzido sob condições de casa de vegetação, em tubetes preenchidos com substrato comercial e acomodados sobre bandejas plásticas.

As avaliações de emergência foram efetuadas cada 2 dias até o término do período de emergência ( $37^\circ$  dia após semeadura), sendo consideradas emergidas aquelas sementes que expunham os cotilédones acima do nível do substrato.

A partir dos resultados foi determinado o seguinte:

**a) índice de velocidade de germinação (IVG):** Teste de vigor, calculado através da fórmula apresentada por Maguire (1962). Índice que descreve o quão rápida é a germinação.

$$IVG = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \dots + \frac{G_n}{N_n}$$

Onde:

**G<sub>1</sub>, G<sub>2</sub> e G<sub>n</sub>** = número de sementes germinadas computadas na primeira, na segunda e na última contagem;

**N<sub>1</sub>, N<sub>2</sub> e N<sub>n</sub>** = número de dias de semeadura na primeira, segunda e última contagem.

**b) germinação final (GF):** Corresponde a porcentagem total de sementes germinadas contabilizadas no último dia de germinação, determinado através do cálculo regra de três (Brasil, 2009). Os valores em porcentagem foram transformados em  $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$  para fins de análise estatística.

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado. As médias do IVG e da germinação foram comparadas entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, utilizando o *software* estatístico *Statistical Analysis System* (SAS).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 1 são apresentados os resultados dos testes de caracterização física das sementes. Quanto ao peso de mil sementes, os valores variaram entre as matrizes de 25,3g a 38,7g, obtendo como média geral 31,25g, sendo que os coeficientes de variação ficaram entre 1,16 e 2,99, enquadrando-se abaixo de 4%, conforme recomendações das Regras de Análise de Sementes, descritas em Brasil (2009). Estes resultados, concordam com Araldi *et al.*, (2007), que em trabalho com sementes de louro no Rio Grande do Sul, encontrou valor médio de 29g. O número médio de sementes/kg foi de 32.557 sementes, estando dentro da amplitude citada por Carvalho (2003), que pode variar de 20.000 a 37.347 semente/kg. Dentre as matrizes a amplitude de variação foi de 25.839 a 39.525 sementes. Para Araldi *et al.* (2007), a variação foi de 29.755 a 45.249 sementes/kg, diferença de amplitude que certamente está relacionada ao teor de umidade das sementes no momento em que foram realizados os testes.

Os resultados de teor de umidade das sementes demonstraram-se bastante homogêneos entre matrizes, variando de 10,49% a 12,71%. Considerando a afirmação de Carvalho (2003), na qual cita que a amplitude ideal do teor de umidade para a colheita das sementes é de 9% a 13%, os valores obtidos estariam perfeitos. A média obtida do teor de umidade foi de 11,86%, este baixo valor deve-se aos 120 dias de armazenamento, nos quais as sementes desidrataram paulatinamente, isso fica evidente quando os valores são comparados com o teor de umidade médio das sementes obtido no dia da coleta, o qual apresentou valor de 43,19%. A umidade das sementes no dia da coleta é confirmada pela afirmativa de Castro & Hilhorst (2004), na qual expressam que as sementes do tipo recalcitrantes, como as do louro-pardo, não passam pela fase de secagem ao final da maturação, sendo dispersas da planta mãe com teor de umidade relativamente alto. Bonner (2001), afirma que esse tipo de semente não pode ser desidratada a teores de umidade abaixo de 25 a 50%, sem perder a viabilidade, ou seja, a capacidade de germinar ou emergir.

**Tabela 1.** Caracterização física de sementes de *Cordia trichotoma* armazenadas em condição ambiente (Frederico Westphalen-RS, Brasil, 2010).

**Table 1.** Physical characterization of seed *Cordia trichotoma* stored environment condition (Frederico Westphalen-RS, Brazil, 2010).

Matrizes	Peso de mil sementes (g)				Nº de sementes/Kg	Teor de Umidade (%)			
	Média	S <sup>2</sup>	S	CV (%)		Média	S <sup>2</sup>	S	CV (%)
1	33,1	0,0098	0,0990	2,99	30.211	12,06	2,1168	1,4549	12,06
2	31,1	0,0041	0,0640	2,06	32.154	11,17	2,0539	1,4331	12,83
3	25,3	0,0050	0,0707	2,79	39.525	12,71	0,3313	0,5756	4,53
4	31,1	0,0013	0,0361	1,16	32.154	12,62	8,167	2,8578	22,65
5	38,7	0,0092	0,0959	2,48	25.839	10,49	0,9836	0,9917	9,45
6	28,2	0,0020	0,0447	1,56	35.460	12,13	1,7526	1,3238	10,91
<b>Média Geral</b>	<b>31,25</b>	<b>0,0052</b>	<b>0,0684</b>	<b>2,17</b>	<b>32.557</b>	<b>11,86</b>	<b>2,5675</b>	<b>1,4395</b>	<b>12,07</b>

Na Tabela 2 são expressos os resultados de emergência e IVG. Onde destaca-se a matriz 4, a qual apresentou maior porcentagem de emergência com o valor de 4,5%, diferindo estatisticamente das matrizes 2, 3 e 6. Quanto ao IVG individual, nenhuma das matrizes apresentou diferença significativa entre si. Com relação aos resultados médios de emergência e IVG, estes foram respectivamente de 1,56% e 0,45, os quais demonstraram-se baixíssimos devido a perda de viabilidade das sementes em função do longo período de armazenamento sob condição ambiente. Estes resultados estão de acordo com Marchetti (1984), o qual

descreve que as sementes de louro-pardo perdem muito rápido a viabilidade quando armazenadas, devendo estas serem semeadas imediatamente após a coleta nas matrizes.

**Tabela 2.** Emergência e Índice de Velocidade de Emergência (IVG) de sementes de *Cordia trichotoma* armazenadas em condição ambiente (Frederico Westphalen-RS, Brasil, 2010).

**Table 2.** Emergency and Emergency Speed Index (GSI) of seeds of *Cordia trichotoma* stored environment condition (Frederico Westphalen-RS, Brazil, 2010).

Matrizes	Testes	
	Emergência (%)	IVG
1	1,37 abc	0,28 a
2	1,12 bcd	0,25 a
3	0,00 d	0,00 a
4	4,50 a	1,54 a
5	2,25 ab	0,60 a
6	0,12 cd	0,02 a
<b>Média</b>	<b>1,56</b>	<b>0,45</b>

\*Médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Considerando-se que as sementes foram armazenadas em condições com temperatura média de 25°C e umidade relativa do ar bastante variável (não controlada), evidencia-se que o ambiente em questão se apresentou propício a aceleração da taxa respiratória das sementes. Esta respiração acelerada promove a hidrólise dos carboidratos, os quais são importantes para desencadear os processos de germinação e para suprir as demandas do embrião. Harrington (1972), afirma que se as sementes forem mantidas a baixa temperatura, ocorrerá redução da atividade das enzimas envolvidas no processo respiratório, sendo este, o principal responsável pela perda da viabilidade das sementes durante o armazenamento. Hartmann & Kester (1974), consideram que as condições efetivas para o armazenamento de sementes compreendem uma combinação de umidade relativa de 10 a 50% e uma temperatura de 0 a 10°C. Os resultados concordam com estudos realizados com outras espécies florestais, como Figliolia, (1988), que em trabalho com *Cedrela fissilis* armazenadas em ambiente, com teor de umidade inicial de 12,4%, verificou que aos 60 dias de armazenamento as sementes apresentavam queda de sua viabilidade, de 60 para 3% de germinação.

## CONCLUSÃO

As sementes de *Cordia trichotoma* apresentam em média para o peso de mil sementes 31,25g (32.557 sementes/Kg) com teor de umidade de 11,86%.

Existem diferenças entre as matrizes de louro-pardo, quanto ao potencial de emergência das sementes, sendo que o período de armazenamento de 120 dias em condição ambiente reduz drasticamente a viabilidade das sementes da espécie.

## Agradecimentos

Agradecemos ao Departamento da Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria campus de Frederico Westphalen - RS, Brasil pela disponibilização dos insumos e estrutura do viveiro para a condução do experimento.

## BIBLIOGRAFIA

- Araldi, D.B.; Costa, E.C.; Araújo, M.M.; Souza, D.; Trevisan, R. 2007. Fenologia, seleção de árvores matrizes e coleta de sementes de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud. no Rio Grande do Sul, Brasil. In: I Simpósio de Biodiversidade. Resumos... Universidade Federal de Santa Maria.
- Bonner, F. T. 2001. Seed Biology. In: Woody-Plant Seed Manual. (s.l.): USDA Forest Service's/Reforestation, Nurseries, & Genetics Resources.
- Brasil. 2009. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília: MAPA/ACS, 399p.
- Carvalho, P.E.R. 2003. Espécies arbóreas brasileiras. v.1 Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo/PR: Embrapa Florestas., 1039p.
- Carvalho, P.E.R. 1994. Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e usos da madeira. Colombo, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Florestas, 640p.
- Castro, R.D. Hilhorst, H.W.M. 2004. Embebição e reativação do metabolismo. Pp.149-162. In: A.G. Ferreira & F. Borghetti (eds.). Germinação: do básico ao aplicado. Porto Alegre, Artmed.
- Figliolia, M.B. 1988. Conservação de sementes de essências florestais. **Boletim Técnico IF**, São Paulo, 43:1-18.
- Harrington, J. F. 1972. Seed storage and longevity. In: KOSLOWSKI, T. T. – Seed biology. New York, Academic Press, v. 3, p.145-245.
- Hartmann, H. T. & Kester, D. E. 1974. Propagacion de plantas. México, Continental, 810 p.
- Kano, N.K.; Marquez, F.C.M.; Kageyama, P.Y. 1978. Armazenamento de sementes de ipê-dourado (*Tabebuia sp.*). IPEF n.17, p.13-23.
- Lorenzi, H. 1998. Árvores brasileiras: manual de identificação de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2.ed. São Paulo: Editora Plantarum, 368p.
- Maguire, J. D. 1962. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Science, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177.
- Marchetti, E.R. 1984. Época de coleta, semeadura, tratamento pré germinativo e métodos de semeadura de espécies florestais cultivadas no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 5, Nova Prata, 1984. Anais. Nova Prata: Prefeitura Municipal, v.2, p.524-532.
- Mendonça, E. A. F.; Ramos, N. P.; Paula, R. C. 2001. Viabilidade de sementes de *Cordia trichotoma* (Vellozo) Arrabida ex Steudel (louro-pardo) pelo teste de tetrazólio. Revista Brasileira de Sementes, Brasília, v. 23, n. 2, p. 64-71.
- Pedroso, O.; Mattos, J.R. 1987. Estudo sobre madeiras do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Instituto de Pesquisas de Recursos Naturais Renováveis "Ataliba Paz", 181p.
- Piña-Rodrigues, F.C.M; De Jesus, R.M. 1992. Comportamento das sementes de cedro-rosa (*Cedrela angustifolia* S. ET. MOC) durante o armazenamento. Revista Brasileira de Sementes, vol. 14, no 1, p. 31-36.
- Reitz, R., Klein, R. M., Reis, A. 1983. Projeto madeira do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Secretaria de Agricultura e Abastecimento, 524p.

# ASPECTOS FÍSICOS E GERMINATIVOS DE SEMENTES DE CATIGUÁ-VERMELHO (*Trichilia clausenii* C.DC.) PARA A REGIÃO DO MÉDIO ALTO URUGUAI – RS, BRASIL

## PHYSICAL ASPECTS AND GERMINATION OF CATIGUÁ-VERMELHO (*Trichilia clausenii* C.DC.) FOR THE REGION OF THE MIDDLE HIGH URUGUAY - RS, BRAZIL

Maffra, C.R.B.<sup>1</sup>; Cherubin, M.R.<sup>2</sup>; Fortes, F. de O.<sup>3</sup>; Cantarelli, E.B.<sup>4</sup>; Gallio, E.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Acadêmicos do Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, *campus* Frederico Westphalen – RS, Brasil, CEP 98400-000, e-mail: charles.maffra@gmail.com; zeki\_gallio@hotmail.com

<sup>2</sup> Acadêmico do Curso de Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, *campus* Frederico Westphalen – RS, Brasil, CEP 98400-000, e-mail: cherubin00@hotmail.com

<sup>3</sup> Professor, doutor do Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, *campus* de Frederico Westphalen - RS, Brasil, CEP 98.400-000, e-mail: fabfortes@yahoo.com.br

<sup>4</sup> Professor doutor do Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, *campus* de Frederico Westphalen - RS, Brasil, CEP 98.400-000, e-mail: ecantarelli@smail.ufsm.br

### RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo determinar os aspectos físicos e germinativos das sementes de catiguá-vermelho (*Trichilia clausenii* C.DC.). Para a determinação do peso de mil sementes foram utilizadas oito repetições de 100 sementes cada e calculado o coeficiente de variação. Para o teor de umidade utilizou-se 4 repetições de 25 sementes, as quais foram submetidas ao método de estufa à 105°C ± 3°C por 24 horas. Para a determinação do Índice de Velocidade de Germinação (IVG) e da Germinação Final (GF) utilizou-se 16 repetições de 25 sementes, colocadas em caixas plásticas gerbox com vermiculita umedecida por água destilada e acondicionadas em câmara de germinação (BOD). O peso de mil sementes foi de 851g (1.175 sementes/kg) com umidade de 39,2%. O IVG encontrado foi de 2,78 e a germinação final de 73,28%.

**Palavras chaves:** Espécie nativa, meliaceae, germinação

### SUMMARY

This objective of this work determines the physical aspects and seeds germinating catiguá-vermelho (*Trichilia clausenii* C.DC.). In determining the of thousand seeds weight were used eight repetitions of 100 seeds each and calculated the coefficient of variation. For the moisture content was used 4 replicates of 25 seeds, which were submitted to the oven to 105 °C ± 3°C for 24 hours. To determine the Germination Speed Index (GSI) and the final germination (FG) was used 16 repetitions with 25 seeds in a plastic box with moist vermiculite for seedling distilled water and placed in a germination chamber (BOD). The thousand seed weight was 851g (1175 seeds/kg) with humidity of 39,2%. The GSI was found 2.78 and the final germination of 73.28%.

**Keywords:** Native species, meliaceae, germination

### INTRODUÇÃO

A *Trichilia clausenii* C.DC., conhecida popularmente como catiguá-vermelho, pertence a uma família vegetal com várias espécies consideradas importantes e nobres no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, a das meliáceas, que é constituída por aproximadamente 750 espécies (Araldi *et al.*, 2006).



O catiguá-vermelho desenvolve-se como arvoreta característica e exclusiva da Floresta Ombrófila Densa, Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Estacional Decidual nos Estados brasileiros do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, nos quais pode medir de 6 a 12 m de altura e de 20 a 30 cm de diâmetro (Araldi *et al.*, 2006; Reitz, 1984). As suas plantas podem ser monóicas ou dióicas, com folhagem densa, de cor verde-escura ou verde-oliva de folíolos compridos, lanceolados e com nervuras muito evidentes (Girardi, 1975). Tipicamente o tronco dessa espécie pode ser cilíndrico, reto ou levemente tortuoso com 4 a 5 m de comprimento aproveitável, apresentando madeira vermelha compacta, sólida, flexível e bastante resistente às intempéries, pouco dura, fácil de rachar, sendo apropriada para obras externas, marcenarias, carroçaria, torno, carpintaria e de excelente lenha; seu peso específico é de 0,60 a 0,64 g/cm<sup>3</sup> (Reitz, 1984; Corrêa, 1940).

Conforme Longhi (1995), o catiguá-vermelho é uma espécie florestal secundário tardia que constitui-se às vezes, numa das mais características espécies dos grupos ecológicos de sucessão, podendo ocorrer em todos os estratos arbóreos, sendo de fácil multiplicação e regeneração natural. Assim, por apresentar características silviculturais e ecológicas consideravelmente interessantes, o catiguá-vermelho pode ser indicado para a reabilitação de ecossistemas florestais que sofreram cortes seletivos de árvores, para plantios em clareiras de matas ou ainda para plantios destinados a recuperação ambiental (Araldi *et al.*, 2006).

Nesse sentido, antes de proceder a implantação da espécie, ocorre a necessidade do conhecimento básico de algumas de suas características silviculturais, como por exemplo, aquelas que são intrínsecas as sementes e que apresentam indiscutível importância na produção de mudas de qualidade. Essas características podem variar de região para região juntamente com os aspectos climáticos apresentados pelo ambiente onde estão localizadas as árvores matrizes selecionadas para a coleta das sementes.

Neste contexto, tomando-se conhecimento da carência de estudos básicos sobre a espécie e as promissoras características apresentadas pela mesma, o presente estudo teve como objetivo determinar as características físicas e germinativas das sementes de catiguá-vermelho para a Região do Médio Alto Uruguai – RS, Brasil.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Silvicultura da Faculdade de Engenharia Florestal (LASIL) da Universidade Federal de Santa Maria, *Campus* de Frederico Westphalen – RS, Brasil.

Os frutos de catiguá-vermelho (*Trichilia clausenii*) foram coletados em árvores matrizes localizadas em fragmentos de Floresta Estacional Decidual no município de Frederico Westphalen – RS, Brasil. Após coletados, os frutos foram esparramados sobre sacos plásticos em local arejado e sombreado sob temperatura média de 25°C durante o período de 4 dias para perderem o excesso de umidade e assim facilitar a extração da casca e do arilo envolto nas sementes. A assepsia das sementes procedeu-se por meio da imersão em hipoclorito de sódio (NaClO) a 2% por 1 minuto, seguida de lavagem em água corrente.

### 1. caracterização física das sementes

Para a caracterização física do lote de sementes os testes descritos a seguir foram realizados seguindo os padrões descritos nas Regras de Análise de Sementes – RAS (Brasil, 2009).

#### a) peso de mil sementes

Foi realizada a contagem de oito amostras de 100 sementes, das quais foram calculados a variância (S<sup>2</sup>), o desvio padrão (S) e o coeficiente de variação (CV%).

$$\text{Peso de mil sementes} = \frac{\text{peso da amostra} \times 1000}{n^{\circ} \text{ total de sementes}}$$

## b) número de sementes por quilograma

Obtido através do cálculo regra de três a partir do resultado encontrado para o peso de mil sementes.

$$\frac{1000 \text{ sementes} - - - - X \text{ gramas}}{X \text{ sementes} - - - - 1000 \text{ gramas}}$$

## c) teor de umidade

Para esta determinação foram utilizadas 4 repetições de 25 sementes, onde cada repetição foi pesada inicialmente em condição úmida e logo após levadas até estufa de secagem sob temperatura de  $105 \pm 3^\circ\text{C}$  durante 24 horas.

$$\text{Teor de umidade(\%)} = \frac{100(P - p)}{P - t}$$

Onde:

**P** = peso inicial, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente úmida;

**p** = peso final, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente seca;

**t** = tara, peso do recipiente com sua tampa.

## 2. variáveis avaliadas na germinação

Para estas determinações foram utilizadas 16 repetições de 25 sementes, totalizando 400 sementes, as quais foram colocadas em caixas plásticas gerbox e umedecidas com água destilada (2,5 vezes o peso da vermiculita), após esses procedimentos as caixas plásticas gerbox foram encaminhadas para a câmara de germinação (BOD) sob fotoperíodo de 12 horas e temperatura constante de  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ .

As avaliações de germinação foram efetuadas a cada 2 dias até o término do período de germinação, foram consideradas germinadas aquelas sementes que apresentaram comprimento de radícula maior que 2 mm (Labouriau & Valadares, 1976).

Após o término da germinação as seguintes variáveis foram analisadas:

### a) índice de velocidade de germinação (IVG)

Teste de vigor, calculado através da fórmula apresentada por Maguire (1962). Considera que quanto mais rápida for a germinação mais vigorosa é a semente, ou seja, é um índice que descreve o quão rápida é a germinação e que esta diretamente associada ao vigor ou capacidade germinativa das sementes. Muito utilizado para determinar a qualidade de lotes de sementes.

$$IVG = \frac{G1}{N1} + \frac{G2}{N2} + \dots + \frac{Gn}{Nn}$$

Onde:

**G1, G2 e Gn** = número de sementes germinadas computadas na primeira, na segunda e na última contagem;

**N1, N2 e Nn** = número de dias após semeadura na primeira, segunda e última contagem.

### c) germinação em função dos dias e germinação final

Germinação em função dos dias é a porcentagem de germinação contabilizada em cada dia de leitura ou a cada 2 dias. Germinação final corresponde à porcentagem total de sementes germinadas contabilizadas no 14º dia de germinação (último dia). Ambas as germinações foram determinadas através de regra de três (Brasil, 2009).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sementes de catiguá-vermelho apresentaram um teor de umidade médio de 39,2%, o que as caracteriza como recalcitrantes, conforme Bonner (2001). O mesmo autor ainda afirma que as sementes recalcitrantes, dependendo da espécie, não podem perder umidade entre 25 e 50%, pois provavelmente perderão sua viabilidade. De acordo com Roberts (1973), esse tipo de semente requer alto teor de umidade para manter sua viabilidade por maior período de tempo.

O peso de mil sementes foi de 852 g com coeficiente de variação de 1,7%, ficando abaixo de 4%, valor este recomendado pelas Regras de Análise de Sementes (Brasil, 2009). A quantidade de sementes estimada por quilograma foi de 1.174 sementes, no entanto, Lorenzi (2002), obteve o valor de 2.600 sementes/kg, essa diferença entre as duas determinações pode ser explicada pelo teor de umidade distinto das sementes no momento em que foram submetidas à análise. Azerêdo *et al.*, 2003), acreditam que tais diferenças podem estar relacionadas as variações genético ambientais entre as populações utilizadas.

Na determinação do Índice Velocidade Germinação (IVG), o valor obtido foi de 2,78, isto é, a velocidade com que as sementes germinam a cada dois é de 2,78. Já para o Tempo Médio de Germinação (TMG), o valor obtido foi de 7,7 dias, isto é, o número máximo de sementes germinadas está entre o 6° (4,69) e 8° (4,13) dia conforme Tabela 1. Estabelecendo uma relação entre as duas variáveis, percebe-se que o TMG e o IVG encontram-se no intervalo do 8° e 10° dia, com uma taxa de germinação próxima aos 60,80% (Tabela 1).

Quanto à germinação, esta demonstrou-se crescente até o 6° dia, no qual apresentou o valor máximo de 4,69 sementes ou 18,76% do total. A partir daí, os valores foram decrescendo até atingirem a estabilidade no 14° dia, no qual germinaram 1,56 sementes ou 6,24% do total. Já na germinação final ou acumulada, o valor obtido foi de 18,32 sementes, as quais correspondem a 73,28% de todas aquelas que foram postas para germinar. Visualizando este resultado final em uma aplicação prática, pode-se dizer a um viveirista que pretende semear mil sementes de catiguá-vermelho, considerando que estas apresentam características físicas semelhantes as que foram analisadas neste trabalho, e serão estabelecidas em um ambiente propício, aproximadamente 730 delas irão germinar.

Tabela 1. Freqüências absolutas (fi) e relativas (fr%) da germinação do *Trichilia clausenii* (Frederico Westphalen - RS, Brasil, 2010).

Table 1. Frequency absolute (fi) and relative (fr%) of germination *Trichilia clausenii* (Frederico Westphalen - RS, Brazil, 2010).

<b>Dias</b>	<b>fi</b>	<b>fr (%)</b>	<b>fi (acum.)</b>	<b>fr (acum. %)</b>
<b>2</b>	0	0	0	0
<b>4</b>	4,00	16,00	4,00	16,00
<b>6</b>	4,69	18,76	8,69	34,76
<b>8</b>	4,13	16,52	12,82	51,28
<b>10</b>	2,38	9,52	15,20	60,80
<b>12</b>	1,56	6,24	16,76	67,04
<b>14</b>	1,56	6,24	18,32	73,28
<b>Total</b>	<b>18,32</b>	<b>73,28</b>		

Conforme Figura 1, a germinação da espécie iniciou no 4° dia após a semeadura e que o tempo necessário para a obtenção de aproximadamente 70% da germinação fica entre o 12° e 14° dia após a semeadura.

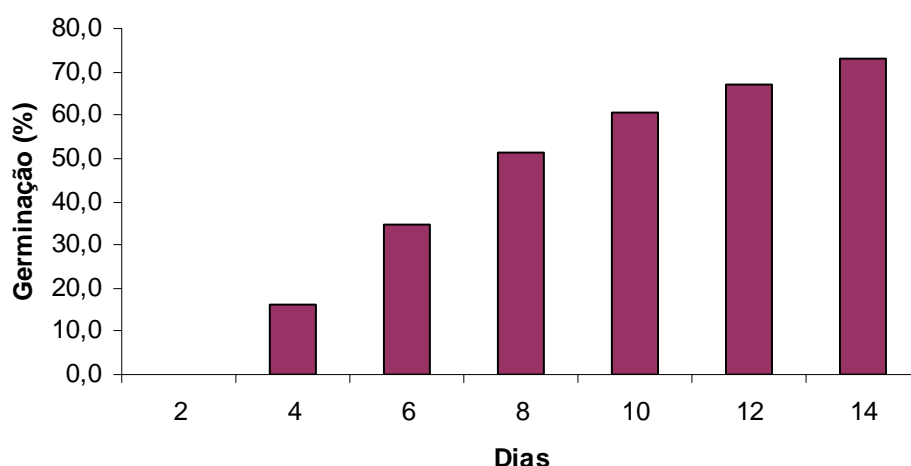


Figura 1: Germinação do *Trichilia clausenii* em função dos dias (Frederico Westphalen - RS, Brasil, 2010)  
 Figure 1: Germination of *Trichilia clausenii* in function of days (Frederico Westphalen - RS, Brazil, 2010)

## CONCLUSÃO

A *Trichilia clausenii* na Região do Médio Alto Uruguai-RS, apresenta aproximadamente 1.174 sementes/kg com teor de umidade de 39,2%. As sementes apresentam 73,25% de germinação, no final de 14 dias após a semeadura.

## Agradecimento

Agradecemos ao Departamento da Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria campus de Frederico Westphalen - RS, Brasil pela disponibilização dos insumos e estrutura do viveiro para a condução do experimento.

## REFERÊNCIAS

- ARALDI, D. B.; MELLO FILHO, J. A.; ARALDI, E. F.; SILVA, N. H. A. da. 2006. Contribuição ao Estudo do Catiguá (*Trichilia clausenii* C.DC.), no Rio Grande do Sul. Porto Alegre: FEPAGRO, Séries Técnicas Fepagro, n.1.
- AZERÊDO, M. R. Q. A.; GOUVEIA, J.P.G.; TROVÃO, D.M.M.; QUEIROGA, V.P. 2003. Influência das embalagens e condições de armazenamento no vigor de sementes de gergelim. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.7, n.3, p.519-524.
- BONNER, F. T. 2001. Seed Biology. In: Woody-Plant Seed Manual. (s.l.): USDA Forest Service's/Reforestation, Nurseries, & Genetics Resources.
- BRASIL. 2009. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília: MAPA/ACS, 399p.
- CORRÊA, P. M. 1940. Dicionário de Plantas Úteis do Brasil. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, v. 2.
- GIRARDI, A. M. 1975. Contribuição ao Estudo da Nervação e Anatomia Foliar das Meliáceas do Rio Grande do Sul. II. *Trichilia elegans* JUSS. (Pau-de-ervilha). Boletim de la Sociedad Argentina de Botânica, Buenos Aires, v. 16, n. 3, p. 183-196.
- LABOURIAU, L.G. & VALADARES, M.B. 1976. On the germination of seeds of *Calotropis procera*. An. Acad. Bras. Cienc., 48:174-186.
- LONGHI, A. R. 1995. Livros das Árvores: Árvores e Arvoretas do Sul. Porto Alegre: L&PM, p.65- 66.
- LORENZI, H. 2002. Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, p. 260.

- MAGUIRE, J. D. 1962. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177.
- REITZ, R. 1984. As Plantas Meliáceas. *Flora Ilustrada Catarinense*, 1 Parte, Itajaí, 64p.
- ROBERTS, E.H. 1973. Predicting the storage life of seeds. *Seed Science and Technology*, v. 1, n.1, p.499-514.

# EMERGÊNCIA E CRESCIMENTO DE MUDAS DE CANAFÍSTULA (*Peltophorum dubium* Spreng. Taub) SOB DIFERENTES MÉTODOS DE QUEBRA DE DORMÊNCIA

## EMERGENCY AND GROWTH OF CANAFISTULA SEEDLINGS (*Peltophorum dubium* Spreng. Taubert) UNDER DIFFERENT METHODS OF DORMANCY BREAK

Mezzalira, C. C.<sup>1</sup>; Alegretti, A. L.<sup>1</sup>; Ribeiro, R. R.<sup>2</sup>; Wagner Junior, A.<sup>3</sup>; Brun, E. J.<sup>4</sup>

1 – Alunos de graduação em Engenharia Florestal da UTFPR Campus Dois Vizinhos. E-mail: [carlosmezzalira89@hotmail.com](mailto:carlosmezzalira89@hotmail.com). Bolsistas SETI – Programa Universidade Sem Fronteiras.

2 - Aluna de graduação em Engenharia Florestal da UTFPR Campus Dois Vizinhos. E-mail: [raquel\\_cvv@hotmail.com](mailto:raquel_cvv@hotmail.com). Bolsistas de Iniciação Científica da UTFPR.

3 – eng. Agron., Dr. Professor do curso de Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos. Estrada p/ Boa Esperança, km 4 – CEP: 85660-000. Dois Vizinhos, PR. E-mail: [americowagner@utfpr.edu.br](mailto:americowagner@utfpr.edu.br).

4 – Eng. Florestal, Dr., Professor do curso de Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos. Estrada p/ Boa Esperança, km 4 – CEP: 85660-000. Dois Vizinhos, PR. E-mail: [eleandrobrun@utfpr.edu.br](mailto:eleandrobrun@utfpr.edu.br).

### RESUMO

Analisou-se métodos de quebra de dormência de sementes de *Peltophorum dubium* na emergência e crescimento das mudas, entre julho/2009 e fevereiro/2010. Os tratamentos: semente intacta (T1), imersão em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> por 8 (T2) e 15 (T3) minutos, imersão em água a 80°C por 10 (T4) e 15 (T5) minutos, escarificação manual de 10 passadas (lixa nº80) (T6), 20 (T7) e 30 (T8). Usou-se 4 repetições de 10 plântulas/cada, em delineamento inteiramente casualizado. A germinação foi maior no T4 (72,5%). Nas variáveis medidas (diâmetro do colo-Dc, altura da parte aérea-Aa, número de folhas-Nf, massa seca de raiz-MSR, massa seca de parte aérea-MSPA e massa seca total-MST), não houve um tratamento que se destacasse singularmente. Os melhores tratamentos foram T2 (Nf), T7 (Dc) e T1 (Aa). A MSR foi superior em T1, T3 e T4. A MSPA foi superior no T1 e T6. A MST foi maior no T7. Conclui-se que o método de quebra de dormência pouco influencia no desenvolvimento das mudas.

**Palavras-chave:** canafístula, sementes florestais, germinação, quebra de dormência.

### Summary

We analyzed methods for dormancy break of *Peltophorum dubium* seeds on emergence and seedling growth between July/2009 and February/2010. The treatments: intact seed (T1), immersion in H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> for 8 (T2) and 15 (T3) minutes in water at 80°C for 10 (T4) and 15 (T5) minutes, scarification of 10 passed (sandpaper No. 80) (T6), 20 (T7) and 30 (T8). It used 4 replicates of 10 seedlings/each, in a randomized design. Germination was higher in T4 (72.5%). In the variables measured (stem diameter-Dc, stem height-Aa, number of leaves-Nf, root dry weight-MSR, stem dry weight--MSPA and total dry mass-MST), there was not a better treatment. The best treatments were T2(Nf), T7(Dc) and T1(Aa). The MSR was higher in T1, T3 and T4. The MSPA was higher in T1 and T6. The MST was higher in T7. It is concluded that the method of dormancy break had a little influence on plant development.

**Key-words:** canafístula, forest seeds, germination, dormancy break.

### INTRODUÇÃO

A canafístula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert) é uma espécie que tem ampla ocorrência, se estendendo desde o estado da Bahia (Brasil) até a Argentina e Paraguai. É uma árvore alta, podendo atingir até 40 m de altura e 120 cm de diâmetro à altura do peito, com

folhas semi-decíduas até decíduas, alternadas e compostas, inflorescências em panículas terminais, com fruto do tipo vagem e indeiscente, apresentando de uma a duas sementes por fruto. É de ampla dispersão na Bacia do Rio Paraná, sendo encontrada em quase toda a área coberta pela selva subtropical (Reitz *et al.*, 1978).

Sua madeira vem sendo empregada para múltiplas aplicações, e sua casca contém tanino, que é utilizado em curtumes. É muito utilizado para arborização urbana, por apresentar folhagem densa, o que produz uma sombra fechada. Maixner & Ferreira (1976) afirmam que seu porte é ideal para a formação de maciços ou grupos arbóreos.

Em espécies florestais, principalmente em nativas, é muito comum que ocorram problemas na produção de mudas devido à dormência nas sementes. Bewley & Black (1994) reconhecem três tipos de dormência em sementes: dormência devido ao embrião (subdesenvolvimento ou subdiferenciação), dormência devido a substâncias promotoras e inibidoras e dormência imposta pelo tegumento, que é comum em sementes da família Fabaceae, como a canafístula (Bianchetti & Ramos, 1982),

Diversos tratamentos vêm sendo utilizados para superar esses tipos de dormência, baseando-se no princípio de dissolver a camada cuticular cerosa ou formar perfurações no tegumento das sementes, pois a ruptura é imediatamente seguida de embebição, o que propicia o início do processo germinativo (Bianchetti & Ramos, 1981).

Segundo Fowler & Bianchetti (2000) três métodos de quebra de dormência merecem destaque. Primeiro: Escarificação ácida, onde as sementes são imersas em ácido sulfúrico, por um determinado tempo, que varia em função da espécie. Segundo: Imersão em água quente: a imersão em água quente constitui-se num eficiente meio para superação da dormência tegumentar das sementes de algumas espécies florestais. A água é aquecida até uma temperatura inicial, variável entre espécies, onde as sementes são imersas e permanecem por um período de tempo também variável, de acordo com cada espécie; então são lavadas em água corrente e colocadas para germinar.

E por fim o método de Escarificação mecânica, que é utilizada para superação da dormência tegumentar. A escarificação mecânica é uma técnica frequentemente utilizada e constitui a opção mais prática e segura para pequenos agricultores (Hermansen *et al.*, 2000), além de ser um método simples, de baixo custo e eficaz para promover uma rápida e uniforme germinação. No entanto, deve ser efetuada com muito cuidado para evitar que a escarificação excessiva possa causar danos ao tegumento e diminuir a germinação (McDonald & Copeland, 1997). A escarificação mecânica do tegumento foi eficiente na superação da dormência das sementes de várias espécies com tegumento impermeável, como as de *Erythrina velutina* Willd. (Silva & Matos, 1994), *Tamarindus indica* L. (Roza *et al.*, 1995), *Achras sapota* L. (Azerêdo *et al.*, 1996),

Com base nos preceitos acima mencionados, objetivou-se com o presente estudo testar o melhor método de quebra de dormência em sementes de canafístula, com base na avaliação da emergência e crescimento de mudas.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este experimento foi conduzido em casa de vegetação, localizada na UEP (Unidade de Ensino e Pesquisa) em Silvicultura, pertencente à Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Dois Vizinhos, no período de julho/2009 a fevereiro de 2010. A região registra temperaturas médias anuais de 19 °C e pluviosidade média de 2025 mm anuais (IAPAR, 2008). Nas áreas de relevo suave ondulado ocorrem, predominantemente, Latossolo Vermelho, Latossolo Bruno, Cambissolo e Nitossolos (Embrapa, 1984).

As sementes de canafístula utilizadas na pesquisa foram obtidas junto ao IAP (Instituto Ambiental do Paraná), tendo sido coletadas em árvores matrizes selecionadas em ACS (Área

de Coleta de Sementes) na região Sudoeste do Paraná, sendo as matrizes de boa qualidade e com características relevantes para obtenção de sementes potencialmente férteis.

Os tratamentos pré-germinativos utilizados foram: T1 - testemunha (semente intacta, sem nenhum tratamento); T2 - imersão em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> p.a. (ácido sulfúrico) por 8 minutos e posterior lavagem em água; T3 - imersão em H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> p.a. (ácido sulfúrico) por 15 minutos e posterior lavagem em água; T4 - imersão em água a 80°C por 10 minutos; T5 - imersão em água a 80°C por 15 minutos; T6 - esscarificação manual com 10 passadas (lixa n° 80); T7 - esscarificação manual com 20 passadas (lixa n° 80) e; T8- esscarificação manual com 30 passadas (lixa n° 80).

Cada tratamento foi instalado com uso de quatro repetições compostas por dez plantas cada, em delineamento inteiramente casualizado. O tubete utilizado foi o de 125 cm<sup>3</sup>, com substrato comercial (Macplant®) para todos os tratamentos. O substrato, após ser medido (volume) e colocado junto com uma adubação de 10 kg m<sup>-3</sup> de NPK 4-14-8, foi homogeneizado e colocado nos tubetes, efetuando a compactação do mesmo, evitando a formação de bolsões de ar no substrato, o que poderia comprometer a germinação e desenvolvimento da plântula.

Na semeadura foi posta uma semente em cada tubete. A irrigação foi realizada diariamente (duas vezes ao dia), entre 9 e 10 horas da manhã e entre 15 e 16 h à tarde, fornecendo a quantidade de água adequada para as mudas. A avaliação de germinação foi realizada a cada 3 dias contados após a semeadura, durante o período de 1 mês.

A partir do primeiro mês foram realizadas avaliações mensais quanto a altura da parte aérea (Aa), diâmetro do colo (Dc) e número de folhas (Nf). Essas avaliações foram feitas até as plantas completarem 240 dias.

Na ocasião da última avaliação das variáveis morfológicas, cinco plantas em cada repetição foram coletadas em relação à massa fresca da parte aérea e massa seca radicular. Para a retirada do substrato aderido às raízes, o sistema radicular de cada planta foi lavado em jato d'água sob peneira de 1 mm de malha, além da catação das mesmas com uso de pinça. A massa fresca da parte aérea e radicular foram então postas a secar em estufa de circulação e renovação de ar, a 65 °C, até peso constante. Após a secagem, as amostras foram pesadas em balança de precisão (0,01 g).

Os dados obtidos, quanto à emergência, evolução das variáveis morfológicas e massa seca aérea e radicular foram analisados quanto variância e teste de comparação de médias no software spss versão 8.0.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desenvolvimento de mudas de canafístula (*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert) não se apresentou muito influenciado pelo método de quebra de dormência de suas sementes. Conforme é possível observar nas Figuras 1, 2 e 3, durante os sete meses de condução do experimento, as variáveis morfológicas (diâmetro de colo, altura da parte aérea e número de folhas) não diferiram significativamente entre os tratamentos, crescendo de forma progressiva em todos.

O diâmetro do colo é uma das variáveis mais importantes na determinação da qualidade e crescimento de mudas, por isso, sempre é avaliada. Nos dados do presente estudo, as variações apresentadas foram pequenas, mostrando uma uniformidade de crescimento das mudas, entre os diferentes tratamentos.



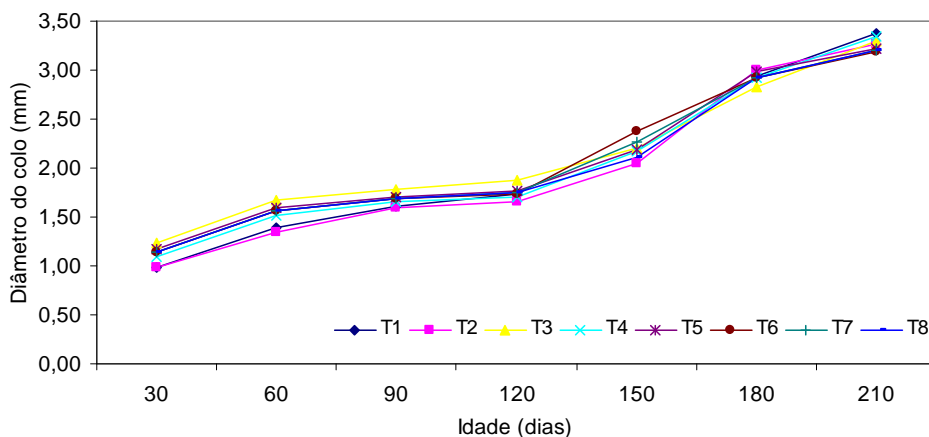


Figura 1: Variação do diâmetro do colo com o avanço da idade das mudas de canafístula (*Peltophorum dubium*). Dois Vizinhos, Pr. 2010.

Figure 1: Stem diameter variation according with the seedlings age of canafístula (*Peltophorum dubium*). Dois Vizinhos, PR. 2010.

A variável altura é de grande importância quando se procura determinar o crescimento das plantas. De acordo com Parviainen (1981) a altura é considerada um dos parâmetros mais antigos utilizados para proceder à classificação e seleção de mudas de diferentes espécies florestais. A altura da parte aérea apresentou incrementos constantes, crescendo progressivamente até a última avaliação. Apenas o tratamento T1 apresentou uma queda no crescimento a partir dos 60 dias, voltando a crescer a partir dos 90 dias, porém apresentando nova estagnação a partir dos 180 dias. Esse tratamento, em função da ausência de quebra de dormência das sementes, pode ter apresentado uma germinação mais desuniforme e diferentes ritmos de crescimento para as mudas, causando tais variações no crescimento das mudas.

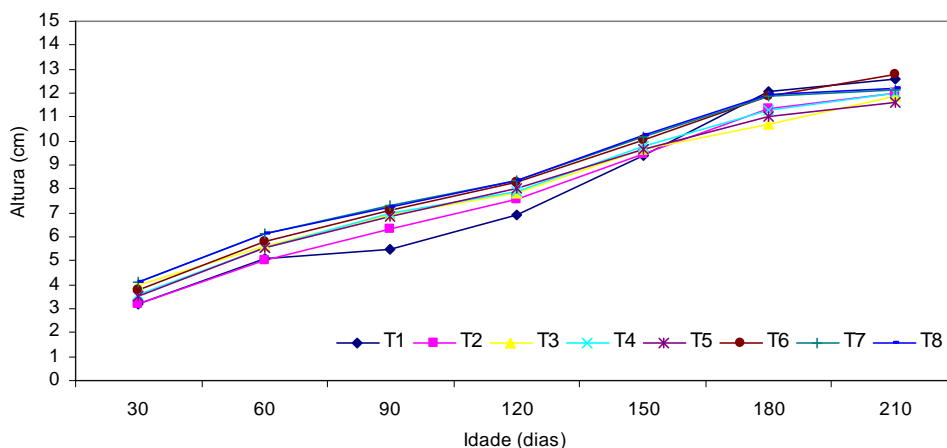


Figura 2: Variação da altura com o avanço da idade das mudas de canafístula (*Peltophorum dubium*). Dois Vizinhos, Pr. 2010.

Figure 2: High variation according with the seedlings age of canafístula (*Peltophorum dubium*). Dois Vizinhos, PR. 2010.

Quanto ao número de folhas, na avaliação realizada aos 30 dias, observou-se que não houve diferença significativa em todos os tratamentos, em função de estar em um período de crescimento reduzido, mantendo-se constante até próximo aos 90 dias. A partir dos 120 dias, durante a quarta avaliação, o tratamento T6 apresentou melhor resultado e o T8 apresentou um resultado constante, abaixo dos outros tratamentos que aumentaram o número de folhas. Na última avaliação, aos 210 dias, os tratamentos apresentaram uma igualdade na média de

número de folhas. Essa possível queda pode estar relacionada ao tempo em que as mudas permaneceram no recipiente, o qual se tornou impróprio para o desenvolvimento das mudas.

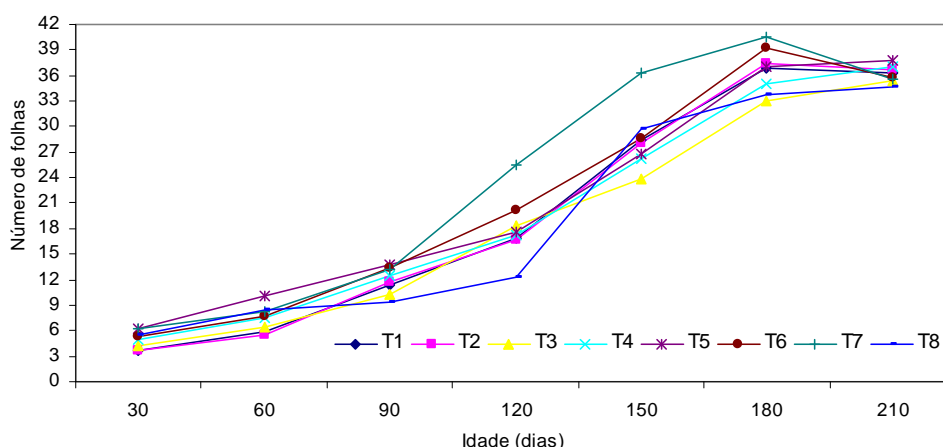


Figura 3: Variação do número de folhas com o avanço da idade das mudas de canafístula (*Peltophorum dubium*). Dois Vizinhos, PR. 2010.

Figure 3: Leaves number variation according with the seedlings age of canafístula (*Peltophorum dubium*). Dois Vizinhos, PR. 2010.

Após 210 dias acondicionados em tubetes, as variáveis morfológicas Nf e Dc não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos, fato que pode ser justificado pelo tempo em que as mudas foram mantidas em tubetes de baixas dimensões, o que pode interferir no desenvolvimento das mudas (Tabela 1), de uma maneira uniforme entre os tratamentos.

Tabela 1: Avaliação das variáveis morfológicas das mudas de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert) aos 210 dias de idade. Dois Vizinhos, PR. 2010.

Table 1: Morphological variable evaluation of seedlings of *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert) in the 210 days of age. Dois Vizinhos, PR. 2010.

Tratamento	Número de folhas (NF)	Diâmetro de colo (DC)	Altura da parte Aérea (AA)
T1	36,64 a*	3,37 a	12,56 ab
T2	38,19 a	3,25 a	12,14 ab
T3	33,26 a	3,29 a	12,07 ab
T4	36,04 a	3,34 a	12,23 ab
T5	37,25 a	3,12 a	11,63 b
T6	35,78 a	3,32 a	12,75 a
T7	35,58 a	3,37 a	12,28 ab
T8	34,66 a	3,12 a	12,14 ab

\* médias seguidas pela mesma letra, na vertical, não diferem entre si pelo teste de Duncan, a 10% de probabilidade de erro.

A altura das mudas diferenciou-se entre os tratamentos, sendo superior no tratamento 6, o qual não diferiu estatisticamente de todos menos o T5, mostrando, apesar de terem sido acusadas diferenças estatísticas significativas, uma grande uniformidade nos resultados.

De acordo com alguns autores (Parviainen, 1981; Limstrom, 1963), a relação entre o peso de matéria seca da parte aérea e do respectivo sistema radicular das mudas é considerada como um índice eficiente e seguro para expressar o padrão de qualidade destas, mas, de acordo com Burnett (1979), essa relação poderá não ter significado para o crescimento no campo.

A produção de massa seca (Tabela 2) apresentou resultados semelhantes em todos os tratamentos. Na avaliação realizada aos 210 dias após o início do experimento, a massa seca

de raízes foi superior nos tratamentos T1, T3 e T4 e inferior no T6. Os demais tratamentos não diferiram significativamente dos melhores resultados.

Quanto à massa seca de parte aérea, novamente o T1 e também o T6 apresentaram-se superiores, não diferindo do T2, T4, T5 e T7. Quanto à massa seca da parte aérea, os piores tratamentos foram T8 e T3. A massa seca total foi inferior somente no tratamento T7, sendo que todos os demais tratamentos apresentaram resultados similares.

Tabela 2: Avaliação da massa seca (g) das mudas de *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert) aos 210 dias de idade. Dois Vizinhos, PR. 2010.

Table 2: Dry mass evaluation (g) of seedlings of *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert) in 210 days of age. Dois Vizinhos, PR. 2010.

Tratamento	Massa Seca (g)	Massa seca parte aérea (g)	Massa seca total (g)
T1	2,91 a*	2,84 a	5,76 a
T2	2,81 ab	2,78 ab	5,59 a
T3	2,96 a	2,62 c	5,59 a
T4	2,98 a	2,79 ab	5,78 a
T5	2,81 ab	2,79 ab	5,61 a
T6	2,54 c	2,86 a	5,40 ab
T7	2,41 bc	2,77 ab	5,18 b
T8	2,81 ab	2,69 bc	5,50 ab

\* médias seguidas pela mesma letra, na vertical, não diferem entre si pelo teste de Duncan, a 10% de probabilidade de erro.

## CONCLUSÕES

- A emergência de plântulas foi maior no tratamento 4, mostrando a eficiência do uso da água quente na quebra de dormência das sementes;
- A variação do crescimento das mudas, nos sete meses de estudo, foi muito semelhante entre os diferentes tratamentos, com variações pouco significativas entre os mesmos. Somente o número de folhas, em alguns tratamentos, apresentou tendência à queda na última avaliação, aos 210 dias de idade das mudas;
- As dimensões finais das mudas, assim como a produção de massa seca, mostraram que os diferentes métodos de quebra de dormência utilizados não apresentaram influência no crescimento das mudas.

## Agradecimento

Os autores do trabalho agradecem ao apoio do Instituto Ambiental do Paraná pelo fornecimento das sementes usadas nessa pesquisa e a Ong Assesoar, pelo apoio na realização do trabalho.

## BIBLIOGRAFIA

- AZERÊDO, G. M. *et al.* 1996. Sementes de sapoti (*Achras sapota*L.): germinação e dormência. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 14, Curitiba,.
- BEWLEY, J.& BLACK, M. 1994. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum Press, 445p.
- BIANCHETTI, A. & RAMOS, A. 1981 **Quebra de dormência de sementes de canafístula** (*Peltophorum dubium* (Spreng) Taubert) - resultados preliminares. Boletim de Pesquisa Florestal, Curitiba, (3): 87-95,.
- BURNETT, A. N. 1979 New methods for measuring root growth capacity: their value in assessing lodgepole pine stock quality. **Canadian Journal of Forest Research**. V. 9, p. 63-67,.
- EMBRAPA-SNLCS. 1984 **Levantamento e reconhecimento dos solos do estado do Paraná**. Curitiba, (Boletim Técnico 27).
- FOWLER, A.J.P.; BIANCHETTI, A. 2000 **Dormência em sementes florestais**. Colombo: Embrapa Florestas,. 27p. (Embrapa Florestas. Documentos, 40).
- HERMANSEN, L. A. *et al.* 2000 **Pretreatments to overcome seed coat dormancy in *Dimorphandra mollis***. **Seed Science & Technology**, 28, n. 1, p. 581-595,.
- INSTITUTO AGRONOMICO DO PARANÁ. **Sistema de Monitoramento Agroclimático do Paraná**. Disponível em: [www.iapar.br](http://www.iapar.br). Acesso em: 27/02/2008.

- LIMSTROM, G.A. 1963 **Forest planting practice in the Central State**. Washington, Agriculture Handbook, p. 2471.
- MAIXNER, A. E.; FERREIRA, L. A. B. 1976 **Contribuição ao estudo das essências florestais e frutíferas nativas no Estado do Rio Grande do Sul**. Trigo e Soja, Porto Alegre, (18): 1-27,.
- McDONALD, M. B. & COPELAND, L.O. 1997 **Seed production principles and practices**. New Jersey: Chapman & Hall,. 749 p.
- PARVIAINEN, J. V. 1981 **Qualidade e avaliação da qualidade de mudas florestais**. In: SEMINARIO DE SEMENTES E VIVEIRO FLORESTAL, 1 ., 1981, Curitiba. **Anais Curitiba: FUPEF**,. p. 59-90.
- REITZ, R.; KLEIN, R.M.; REIS, A. 1978 **Projeto madeira de Santa Catarina**. Sellowia, Itajaí, (28/30): 1-320,.
- ROZA, M. L. A. et al. Influencia do tratamento pré-germinativo e do substrato na germinação de Tamarindus. indica L. Informativo ABRATES, v. 5, n. 2, p. 91, 1995.
- SILVA, L. M. M.& MATOS, V. P. **Estudo sobre dormência de sementes de mulungu (Erythrina velutina Willd.): viabilidade e presença de inibidores**. Ciência Agrícola, . 2, n. 1, p. 29-40, 1993-1994.

# EFFECTIVIDAD DE FUNGICIDAS EN LA PRODUCCIÓN DE PLANTINES DE *Prosopis alba* (Griseb) EN VIVERO.

## EFFECTIVENESS OF FUNGICIDE IN THE PRODUCTION OF *Prosopis alba* (Griseb) SEEDLING IN NURSERIES

Monzón, L. I.<sup>1</sup>; Sirka, C.<sup>2</sup>; Maestri, N. R.<sup>3</sup>; Coria, A.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Prof. Titular Terapéutica Vegetal -Facultad de Recursos Naturales. UNAF. Gutnivsky N° 3200. Formosa. Argentina. [monzonlidia@hotmail.com](mailto:monzonlidia@hotmail.com)

<sup>2</sup> Prof. Titular Metodología de la Investigación Facultad de Recursos Naturales. UNAF. Gutnivsky N° 3200. Formosa. Argentina. [csirka@hotmail.com](mailto:csirka@hotmail.com)

<sup>3</sup>Prof. Adjunta Fitopatología Forestal. Facultad de Recursos Naturales. UNAF. Gutnivsky N° 3200. Formosa. Argentina. [rnilde@hotmail.com](mailto:rnilde@hotmail.com)

<sup>4</sup> Prof. JTP Genética- Facultad de Recursos Naturales. UNAF. Gutnivsky N° 3200. Formosa. Argentina

### RESUMEN

Se determinó, en vivero, los patógenos del “damping-off” en plantines de *Prosopis alba* Griseb (algarrobo blanco) y la efectividad de fungicidas en su control. En el vivero del Instituto de Silvicultura-UNAF, localidad Villa Dos Trece, provincia de Formosa en los años 2005, 2006 y 2007 se trabajó con la siembra de *P. alba* en lotes de 100 macetines cada uno con 5 repeticiones y 5 tratamientos químicos en cada año. Los fungicidas utilizados Sulfato de Oxiquinoleina, Benomil, Captan y Carbendazim a dosis de 3 gramos, 6 cm<sup>3</sup>, 10 gramos y 18 gramos por 10 litros de agua respectivamente con ocho aplicaciones por producto. En laboratorio se determinaron los hongos *Rhizoctonia solani* y *Phytophthora sp.* y se comprobó la efectividad del Sulfato de oxiquinoleina, Carbendazim, Benomil y Captan para el control de hongos del damping-off en *P. alba*, en vivero; Captan y Benomil son más efectivos que Carbendazim y Sulfato de oxiquinoleina.

**Palabras claves:** Algarrobo blanco, *Rhizoctonia*, *Phytophthora*, fungicidas,

### SUMMARY

In nursery, the infections agents of the “damping-off” were observed in plantations of *Prosopis alba* Griseb (algarrobo white) ante effectiveness of fungicides in its control. In the nursery of the Institute of Silviculture-UNAF, location Villa Dos Trece, province of Formosa in the years 2005,2006 and 2007 worked with the sown land of *Prosopis alba* macetines batches of 100 every 5 reps and 5 chemical treatments each year.The fungicides used Sulfato de Oxiquinoleina, Benomil, Captan and Carbendazim to doses of 3 grams, 6cm<sup>3</sup>, 10 grams and 18 grams for 10 liters of water respectively with eight applications for product. In laboratory determined the fungus *Rhizoctonia solani* and *Phytophthora sp.* And the effectiveness of the Sulfato of oxiquinoleina, Carbendazim, Benomil, and Captan checked for the control of fungus of the damping-off in *Prosopis alba*, in nursery Captan an Benomil are more effective than Carbendazim and Sulfato of oxiquinoleina.

**Key word:** White algarrobo, *Rhizoctonia*, *Phytophthora*, fungicides.

### INTRODUCCIÓN

El Parque Chaqueño y dentro de éste, la provincia de Formosa, enfrenta la degradación de sus bosques nativos, debido a que subsisten metodologías de aprovechamiento irracional del recurso forestal, donde se eliminan los mejores ejemplares de

la estructura natural. Forman parte de estos bosques las especies de *Prosopis*, llamadas comúnmente algarrobo, localizadas en zonas áridas con temperatura media anual superior a los 12°C y entre las isoyetas de 300 a 500 mm (5). Se menciona a *P. alba*, *P. nigra* y *P. algarrobilla*, de amplia distribución, muy preciadas, de gran relevancia económico y muy demandadas por la industria maderera.

Ribaski J. (2004) (6) expresa que los frutos de estas especies son fuentes importantes de carbohidratos y proteína y que la matriz pulposa de los frutos y semillas contienen entre 34 % y 39 % de proteínas y un 7 % a 8 % de grasa.

Surge imprescindible la recuperación de los bosques explotados, mediante técnicas de enriquecimiento o planes de forestación. El Ministerio de la Producción y Ambiente del Gobierno de la Provincia de Formosa, encara planes de forestación, en predios de productores ganaderos, con la incorporación de estas especies con funciones silvo-pastoriles. Esto origina mayor demanda de plantines de algarrobo blanco de buena calidad y vigor.

El presente trabajo surgió frente a inconvenientes encontrados en la producción de plantines de *P. alba* o algarrobo blanco en el vivero del Instituto de Silvicultura- Universidad Nacional de Formosa. Se detectó un considerable número de plantas muertas de *P. alba* con síntomas de la enfermedad de los almacigos o damping-off que en el año 2001 el “Servicio de Diagnóstico Arancelados” de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste- Argentina determinó, en cuello y raíces, como causal al hongo *Rhizoctonia solani*.

Fernandez Valiela (1978) (4) define a la enfermedad de las almacigas a la incapacidad de las semillas de germinar en el terreno y también a la muerte de plántulas post emergente debido a la acción patogénica de muchos microorganismos como (*Pythium sp.*, *Rhizoctonia*, *Sclerotinia*, *Fusarium*, *Phytophthora*, otros). Expresa que numerosos patógenos como los hongos son transmitidos por semilla, en forma externa o adheridos a ella como *Rhizoctonia solani* en pimiento y que este hongo puede atacar papas, remolacha azucarera, maní, alfalfa entre otros y que hongos como *Phytophthora* tienen necesidad de agua para que los zoosporangios maduren, produzcan zoosporas y éstas puedan dirigirse a las cavidades de los estomas e introducirse en el hospedante. Si la germinación tiene lugar, se produce vuelco de las plántulas por necrosis y estrangulamiento desde la base del tallo. En hongos como *Phytophthora* la acción patógena puede continuar durante el ciclo vegetativo de la planta.

En Canadá, en el año 1968, Belcher y Carlson (Fernandez Valiela 1978) (4) han realizado tratamientos de semillas de coníferas previos a la siembra para prevenir los efectos del damping-off causado por especies de *Pythium*, *Rhizoctonia* y *Fusarium* señalando la eficacia del captan, thiram y polyram aplicados a razón de 0,5 g por gramo de semilla.

El género *Phytophthora*, creado por Antón de Bary en 1876 (Fernandez Valiela 1978) (4), posee micelio continuo cuando joven, muy ramificado, inter o intracelular; conidióforos ramificados, órganos asexuales en sucesión, germinando en conidios o (esporangios).

La FAO (3) en su Manual de Campo- 2006 menciona a *Pythium* y *Phytophthora* como los dos géneros mas frecuentes en pino y eucaliptos destacando que el género *Rhizoctonia* ataca a platines en la parte aérea cercana al suelo incluso en la plantación.

En Argentina, Deschamps y Wright (2) en el libro “Micosis de importancia forestal en el Cono Sur de América, mencionan en *Prosopis alba* al hongo *Rovenelia pusopidiecola* Lind y en otras especies de *Prosopis* a *Hexagona hidnoides* y a *Pycnoporus sanguineus*

La problemática planteada, permitió encarar estudios a fin de identificar los patógenos y daños que producen en la producción de plantas de *Prosopis alba* en vivero y determinar la efectividad de productos fúngicos comunes para otros vegetales según dosis expresadas en la Guía de Productos Fitosanitarios de la CASAFE para la República Argentina (1).

## MATERIALES Y MÉTODOS:

Se trabajó con ejemplares seleccionados de *Prosopis alba*, en un rodal de la colonia Campo Ardy (Villa Dos Trece). Los trabajos en vivero se realizaron en el Instituto de Silvicultura de la Universidad Nacional de Formosa, en la localidad de Villa Dos Trece, departamento Pirané de la provincia de Formosa en los años 2005, 2006 y 2007.

### Obtención de semillas:

La recolección de frutos de *P. alba* se realizó de árboles dominantes con abundante fructificación, buen estado sanitario, de fuste erecto sin ramificaciones laterales, con diámetro entre 40 y 60 cm. Se cosecharon, en bolsas de arpillera, en la primera quincena de diciembre de los años 2004, 2005 y 2006 e inmediatamente trasladados al lugar del ensayo. La extracción de semillas, de las vainas, se realizó en forma mecánica con un molinillo manual.

### Prueba de germinación:

Previo a la siembra se realizó pruebas de poder germinativo sobre 500 semillas distribuidas en bandejas germinadoras de 100 semillas en sustrato de arena limpia, tamizada y esterilizada. Las bandejas colocadas en estufa de germinación a temperatura entre 28 y 30 °C y fotoperíodo de 14 hs de luz. Las semillas, para pruebas de poder germinativo y siembra en macetines, fueron escarificadas con ácido sulfúrico puro con agitación manual durante 10 minutos

### Siembra de *Prosopis alba*:

El sustrato de siembra fue tierra negra de monte seleccionada, tamizada y tratada con Bromuro de Metilo en dosis de 50 gramos por metro cúbico. Se realizó en 2.500 macetines distribuidos en cinco (5) submuestras de 500 c/u que conforman 5 repeticiones de 100 macetines c/u. La siembra, una semilla por macetín (Fig. 1) en el mes de marzo de cada año. Los macetines de polietileno color negro, de 100 micrones de espesor, 10 cm de diámetro y 20 cm de largo. Colocados en platabandas de cría bajo cobertura de una plantación de *Pterogyne nitens* (tipa colorada) complementada con sarán al 75 % (Fig. 2). Los plantines permanecieron allí hasta finalizada la experiencia, por un lapso de 105 días.



Fig.1: Siembra de *Prosopis alba* en macetines.  
Sown land of *Prosopis alba* in flowerpot stand



Fig.2: Platabanda de cría de *P. alba* con cobertura de sarán debajo de la plantación de *Pterogyne nitens*.  
Moldings of nursery of *P. alba* with covering of saran under the plantation of *Pterogyne nitens*



### **Pruebas de efectividad de fungicidas:**

Las pruebas de efectividad de fungicidas en el control del “Mal del tallito”, en *P. alba* en vivero, se realizaron en cinco tratamientos con cinco repeticiones con los productos:

- A. Sulfato de Oxiquinoleina (Almacigol): 3 gramos en 10 litros de agua
- B. Carbendazim (Bavistin FL 50 %): 6 cm<sup>3</sup>/10 litros de agua
- C. Benomil (Benlate 50 %): 10 gr/10 litros de agua
- D. Captan (Captan 80 %): 18 gr/10 litros de agua
- T. Sin tratamiento químico: con agua de riego

La primera aplicación de fungicida se realizó inmediatamente después de la siembra de *P. alba*, la segunda y la tercera con un intervalo de siete días y a partir de esta última a intervalos de quince días hasta completar un total de 8 aplicaciones, durante tres meses. Se realizó con pulverizador de mano hasta mojado completo del sustrato tierra. El riego se realizó con picos aspersores y agua dulce de represa, cada 24 horas. El estado sanitario de los plantines se observó cada tres días hasta finalizada la experiencia. El porcentaje de plantas de *P. alba* infectadas por hongos del damping-off se obtuvo considerando número de plantas afectadas por la enfermedad por cada tratamiento químico.

### **Toma de muestra**

Los plantines enfermos de *P. alba*, con síntomas de damping-off, colocados en bolsas de papel se llevaron al laboratorio y se mantuvieron en la heladera a temperatura de 5–8 grados centígrados hasta su análisis posterior. Parte de las muestras se secaron individualmente entre papel absorbente, se guardaron en exsiccatas. La entrada de plantines fueron asentados en el libro de registro interno e identificados por número de tratamiento y la fecha de recolección.

### **Identificación de patógenos**

Para el diagnóstico se realizaron observaciones macroscópicas y microscópicas del material recolectado en vivero. Se realizó desinfección, de trozos del material, por inmersión en alcohol 70° durante 2 minutos, seguido de inmersión en hipoclorito de sodio 1% durante 4 minutos y dos pasadas de 5 minutos, cada una, en agua destilada estéril. Se prepararon cámaras húmedas, en Cajas de Petri, con papel de filtro humedecido con agua destilada estéril, donde se colocaron trozos del material infectado. Para el desarrollo del hongo *Phytophthora* se colocaron trozos de partes enfermas en agua destilada estéril. Las observaciones microscópicas fueron a las 24 y 48 horas. Para la siembra, en cajas de Petri con Agar papa glucosado al 2% se colocaron pequeñas porciones de lesiones localizadas entre la parte sana y enferma de los plantines. El aislamiento y los repiques se realizaron en tubos de ensayos, con el medio de cultivo antes mencionado en pico de flauta. El montaje para observaciones microscópicas, se realizó en lactofenol, agua y tinciones con azul de metileno.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN:**

### **Enfermedad diagnosticada:**

Se diagnosticó la enfermedad conocida como “damping-off o mal del tallito” en plantines de *Prosopis alba*. La infección se presentó en dos etapas diferentes de desarrollo de los plantines. En los primeros días de vida, cuando emergen los cotiledones y desarrollan las primeras hojas verdaderas, se manifiestan manchas de color pardo rojizo en la zona del cuello, extendiéndose hacia el ápice, los tejidos se contraen, se desintegran y la planta termina muriendo

El patógeno identificado como *Rhizoctonia solani* (Deuteromycotina, Hyphomycetes, Agonomycetales, Agonomycetaceae) produce podredumbre del cuello (Fig. 3) posee hifas son



hialinas cuando jóvenes, posteriormente se vuelven castaño rojizas, tabicadas; se ramifican en ángulo recto con un septo cerca de cada brazo (Fig.4).



Fig.3: Plantines de *P. alba* con hojas cotiledonales con podredumbre del cuello por *Rhizoctonia solani*. Plantations of *Prosopis alba* with cotyledon leaf with putrefaction of the neck by *Rhizoctonia solani*.

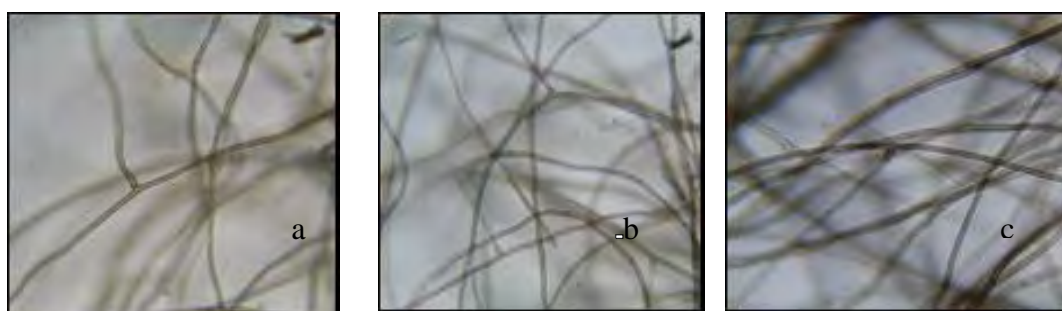


Fig. 4: a, b, c Hifas del hongo *Rhizoctonia solani* en distintos estados de desarrollo. Hyphae of the fungus in various stages of development.

En plantines de *P. alba*, en desarrollo, el microorganismo responsable es *Phytophthora sp* y produce lesiones necróticas, formando manchas de contornos casi circulares de color castaño rojizo, pasando luego a castaño oscuro y de consistencia algo húmeda (Fig. 5). Las hojas presentan leve clorosis inicial posteriormente se vuelven mustias, con aspecto deshidratadas. Las plantas no se vuelcan por la dureza de los tejidos, causando una podredumbre de cuello.



Fig.5: Plantines de *Prosopis alba* con lesiones necróticas por *Phytophthora sp*. *Prosopis alba* seedling with necrotic lesion by *Phytophthora sp*.

*Phytophthora sp.*, pertenece al Reino Stramenopila de reciente adición al sistema de clasificación convencional de los 5 reinos, Clase Oomycetes, Orden Peronosporales y Familia Pythiaceae; presenta micelio continuo, conidióforos delgados y ramificados con zoosporangios ovoides en cuyo interior se desarrollan las zoosporas. Se observó la formación de oogonio y anteridio de *Phytophthora sp* (Fig. 6).



Fig. 6: a y b: Zoosporangios de *Phytophthora* sp. c- Formación de Oogonio y anteridio de *Phytophthora* sp. . a y b- Zoosporangia of *Phytophthora* sp. c-Formation of oogonia and antheridia of *Phytophthora* sp.

### Estudios de la efectividad de fungicidas para el control de hongos del damping-off:

La primera experiencia comprende el periodo 2004-2005. Los análisis de poder germinativo pre-siembra arrojaron un valor de 97,2 % considerándose dichas semillas de una capacidad óptima de reproducción. Los valores transformados de los porcentajes de plantas de *P. alba* afectadas por la enfermedad damping-off, durante la duración del ensayo (105 días), y sus correspondientes Desvío Standar se registran en la Tabla 1.

Tabla1: Valores transformados de los porcentajes de plantas de *P. alba* muertas durante 105 días desde la siembra- periodo 2004-2005. Values transformed of the porcentages of plants of dead *P. alba* during 105 days from the land period 2004-2005

Tratamiento químico	N° de Repeticiones de los tratamientos					Total	Promedio	Desvío Standar
	1	2	3	4	5			
A.-	22,54	23,42	21,81	21,05	22,79	111.81	22.32	0,91
B.-	24.65	23.93	23.93	25.25	23.42	121.18	24.24	0,71
C.-	18.24	18.05	18.62	20.44	18.43	93.70	18.75	1,18
D.-	17.66	17.85	19.18	20.09	16.95	91.63	18.35	1,26
T.- Testigo	34.14	35.00	33.83	31.88	32.26	167.11	33.42	1,31

Al efectuar el análisis de la variancia para los valores del cuadro se infiere que cualquiera de los productos utilizados para el control de hongos del damping-off presenta un menor porcentaje de plantas muertas con respecto al testigo para un  $P \leq 0,05$ . También se registra diferencia significativa en los tratamientos con Captan y Benomil respecto al Sulfato de oxiquinoleina y a Carbendazim. Entre los dos primeros productos mencionados no se observan diferencias significativas pero se considera como más efectivo el benomil por presentar menor variabilidad respecto al captan.

En la segunda experiencia, período 2005-2006, se trabajó con igual diseño experimental e iguales fungicidas. Las condiciones climáticas no fueron propicias para el desarrollo de los hongos del damping-of- no pudiéndose realizar evaluaciones.

En la tercera experiencia, período 2006-2007, el poder germinativo de las semillas destinadas para siembra fue 96,60 % con capacidad óptima de reproducción. Los valores transformados de los porcentajes de plantas de *P. alba* afectadas por damping-off, durante el ensayo (105 días), y sus correspondientes Desvío Standar se registran en las Tabla 2.

Tabla 2: Valores transformados de los porcentajes de plantas de *P. alba* infectadas durante 105 días del periodo 2006-2007. Values transformed of the percentages of plants of *P. alba* infected during 105 days of the period 2006-2007.

Tratamiento químico	N° de Repeticiones de los tratamientos					Total	Promedio	Desvío Standard
	1	2	3	4	5			
A.-	20.27	19.37	18.43	17.46	22.79	98.32	19.64	2.037
B.-	21.97	24.35	18.43	21.13	21.13	107.01	21.402	2.121
C.-	17.45	16.43	17.46	16.43	15.34	83.11	16.622	0.881
D.-	14.18	12.92	15.34	11.53	12.92	66.89	13.378	1.443
T.- Testigo	37.46	36.27	39.81	43.28	35.06	191.88	38.376	3255

Se determina que existen diferencias significativas entre los tratamientos con productos fungicidas y se deduce que, para el control del damping-off, presentan menor porcentaje de plantas afectadas que el testigo detectadas como significativas para un  $P \leq 0,05$ . No existen diferencias significativas entre el captan y el benomil para el control de hongos del damping-off pero el benomil presenta menor variabilidad que el captan. Se encontró diferencias significativas a favor del captan con respecto al sulfato de oxiquinoleina y carbendazim.

## CONCLUSIÓN

Se constató la presencia del hongo *Rhizoctonia solani* (Deuteromycotina, Hyphomycetes, Agonomycetales, Agonomycetaceae) en plantines de *Prosopis alba* en los primeros días de vida, cuando emergen los cotiledones y se desarrollan las primeras hojas verdaderas y del género *Phytophthora sp.* (Reino Stramenopila, Oomycetes, Peronosporales, Pythiaceae) en plantines mas desarrollados como responsables de la enfermedad damping-off. En dos etapas de experimentación se comprobó la efectividad de los fungicidas Sulfato de oxiquinoleina, Carbendazim, Benomil y Captan para el control de hongos responsables del damping-off en plantines de *Prosopis alba* en vivero en dosis de 3 gramos, 6 cm<sup>3</sup>, 10 gramos y 18 gramos por cada 10 litros de agua respectivamente.

Los fungicidas Captan y Benomil han demostrado ser más efectivos que Carbendazim y Sulfato de oxiquinoleina en el control de los hongos responsables de damping-of en plantines de *Prosopis alba* en vivero.

## Agradecimiento

Al Dr. Carlos M. Monzón- Universidad Nacional de Formosa-CONICET por la Dirección del presente trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA REFERENCIADA

- CASAFE. 2003. Guía de Productos Fitosanitarios para la Republica Argentina. Tomo II. Buenos Aires, Argentina.
- Deschamps, J., Wriht J. 2.000. Micosis de importancia forestal en el Cono Sur de América- Facultad de Ciencias Agrarias- Universidad Nacional de Belgrano.
- FAO- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (2006)-. Manual de Campo- Plagas y enfermedades de Eucaliptos y Pinos en el Uruguay.
- Fernandez Valiela, MV. 1.978. Introducción a la Fitopatología (3ra. Edición) - Colección científica del INTA- Buenos Aires, Argentina
- Ringuelet, I. G. (2004) El Algarrobo-Aspecto Ecológico-Características <http://www.agora.com.ar/prueba/p11ae.htm>.
- Ribaski J. (2004) Potencial del algarrobo en sistemas silvopastoriles en la región semiárida de Brasil. EMBRAPA- Centro de Investigación Forestal. Colombo, Paraná,

# INFLUÊNCIA DE SUBSTRATOS ALTERNATIVOS NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE ACÁCIA-NEGRA (*Acacia mearnsii* De Wild.)

## INFLUENCE OF ALTERNATIVE SUBSTRATES ON THE GROWTH OF SEEDLINGS OF BLACK WATTLE (*Acacia mearnsii* De Wild.)

Ribeiro, R. R.<sup>1</sup>; Mezzalira, C. C.<sup>2</sup>; Frigotto, T.<sup>2</sup>; Brun, E. J.<sup>3</sup>

1 - Graduanda em Engenharia Florestal da UTFPR Campus Dois Vizinhos. E-mail: [raquel\\_cvv@hotmail.com](mailto:raquel_cvv@hotmail.com)  
Bolsistas de Iniciação Científica da UTFPR.

2 - Graduandos em graduação em Engenharia Florestal da UTFPR Campus Dois Vizinhos. E-mail: [carlosmezzalira89@hotmail.com](mailto:carlosmezzalira89@hotmail.com). Bolsistas SETI - Programa Universidade Sem Fronteiras.

3 - Eng. Florestal, Dr., Professor do curso de Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Dois Vizinhos. Estrada p/ Boa Esperança, km 4 - CEP: 85660-000. Dois Vizinhos, PR. E-mail: [eleandrobrun@utfpr.edu.br](mailto:eleandrobrun@utfpr.edu.br).

### RESUMO

O estudo foi conduzido em casa de vegetação da UTFPR Campus Dois Vizinhos, entre outubro/2009 e janeiro/2010. Objetivou-se avaliar o efeito de diferentes substratos no desenvolvimento de mudas de *Acacia mearnsii* De Wild., com os seguintes tratamentos: T1- 50% de solo (S), 25% de areia (A) e 25% de cama de aviário (CA), T2- 25%S+25%A+50%CA, T3- 75%S+25%CA, T4- Substrato comercial Macplant®), ambos em tubete de 125 cm<sup>3</sup>. As variáveis analisadas foram: Altura da parte aérea (Aa), diâmetro do colo (Dc), número de folhas (Nf), biomassa seca de parte aérea, de raiz e total. Quanto a Aa, Dc e Nf, o tratamento 4 e o 1 foram os que apresentaram os melhores resultados. As menores médias ocorreram no tratamento 3. Recomenda-se o uso do substrato do tratamento 1 e o substrato comercial para a produção de mudas da espécie.

**Palavras-chave:** produção de mudas, substrato alternativo, espécie florestal.

### SUMMARY

The study was conducted in a greenhouse of UTFPR Campus Dois Vizinhos, in Parana state, between October/2009 and January/2010. The objective of the study was to evaluate the effect of different substrates in the development of seedlings of *Acacia mearnsii* De Wild., with the following treatments: T1-50% soil (S), 25% sand (A) and 25% chicken manure (CA), T2-25%S+25%A+50%CA, T3-75%S+25%CA, T4- commercial substrate, both in tubes of 125 cm<sup>3</sup>. The variables analyzed were: stem height (Aa), stem diameter (Dc), number of leaves (Nf), dry biomass of stem, root and total. In Aa, Dc and Nf, the treatment 1 and 4 presented the best results. The lowest average occurred in treatment 3. Its recommended the use of the treatment 1 and commercial substrate to production of seedlings of the specie.

### INTRODUÇÃO

A *Acacia mearnsii* De Wild., conhecida como acácia-negra, é uma árvore originada da Austrália e da Tasmânia, constitui uma planta de crescimento rápido com idade média de corte entre 5,5 e 7 anos. A acácia-negra contém altos percentuais de tanino em sua casca, de até 40% em base seca (Borges Júnior et al., 2004), sendo a madeira amplamente utilizada para a produção de carvão em países como China, Brasil, Índia e África do Sul. No Brasil, a acácia-negra é plantada para fins comerciais, principalmente no Estado do Rio Grande do Sul, cobrindo cerca de 140.000 ha (Tonietto & Stein, 1997). A maioria dessas plantações encontra-

se em pequenas propriedades rurais, com participação de mais de 10.000 produtores (Higa et al., 1998).

A madeira é utilizada na fabricação de celulose, aglomerado e obtenção de energia pela produção de carvão vegetal (Caldeira et al., 2004). Da casca é extraído o tanino, que é empregado na indústria farmacêutica e coureira, entre outras (Byrne & Nagle, 1997).

Entre as vantagens do cultivo da acácia-negra está o fato de que a planta fixa nitrogênio no solo, sendo útil na recuperação de áreas degradadas. Adicionalmente, a forma e modo de ancoragem de suas raízes tornam essa espécie auxiliar no combate e controle da erosão. As plantas da família Fabaceae, em razão da grande diversidade de espécies, versatilidade de usos potenciais e de seu papel na dinâmica dos ecossistemas, especialmente quanto ao suprimento e ciclagem de nitrogênio (N), têm sido indicadas para a recuperação de áreas degradadas (Franco, 1994; Santos, 1994; Kondo & Resende, 2001).

Em razão da tendência de ocupação de terras com futuros plantios florestais de forma equilibrada, faz-se necessário produzir, avaliar e selecionar substratos de fácil aquisição e que atendam às exigências das espécies, com a produção de mudas de qualidade, etapa considerada fundamental para a implantação de reflorestamentos com sucesso.

De acordo com Gonçalves & Poggiani (1996), a boa formação de mudas destinadas à implantação de povoamentos florestais para a produção de madeira e de povoamentos mistos para fins de preservação ambiental e/ou, recuperação de áreas degradadas, está relacionada com o nível de eficiência dos substratos. A germinação de sementes, a iniciação do crescimento radicular e da parte aérea está associada à boa capacidade de aeração, drenagem, retenção e disponibilidade de água apresentada pelos substratos. Muitos trabalhos têm sido envidados no sentido de melhorar a qualidade e reduzir os custos de produção das mudas (Gonçalves & Poggiani, 1996).

O substrato para a produção de mudas tem por finalidade garantir o desenvolvimento de uma planta com qualidade, em curto período de tempo e baixo custo. Deve reunir características físicas e químicas que promovam, respectivamente, a retenção de umidade e disponibilidade de nutrientes, de modo que atendam às necessidades da planta.

A qualidade física do substrato é importante, por meio de sua fase sólida, garantindo o crescimento da parte aérea e o desenvolvimento do sistema radicular, com volume restrito. Exerce também as funções de dar sustentação às plantas, proporcionar o crescimento das raízes e fornecer as quantidades adequadas de ar, água e nutrientes (Lemaire, 1995). Além disso, deve apresentar uma estrutura que não dificulte a sua retirada do recipiente, por ocasião do plantio das mudas, e que não se destoroe, propiciando boas condições para o adequado desenvolvimento das plantas. O tamanho do recipiente também é importante, pois este influencia a resposta à luminosidade e tipo de substrato, de forma que seu estudo é fundamental para que não se tomem decisões precipitadas quanto às técnicas de produção de mudas de espécies arbóreas tropicais. Tal influência é variável com o tipo de espécie em estudo (Jesus et al., 1987).

A avaliação da qualidade da muda tem sido feita por meio da análise de características morfológicas, como altura, peso seco da raiz e da parte aérea, diâmetro do colo e outras. O diâmetro do colo tem sido reconhecido como um dos melhores indicadores da qualidade das mudas em geral e também como um bom indicador do desenvolvimento das partes aérea e radicular. O peso seco reflete na robustez das mudas (Malinovski, 1977).

Mesmo apresentando uma situação ascendente no setor florestal, os estudos a respeito da *Acacia mearnsii* ainda apresentam carências quanto a informações científicas básicas em relação à composição do substrato e recipientes adequados para uma otimização da produção de mudas desta espécie, fatores esses que estão diretamente ligados a produção de matéria seca.

Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo analisar o crescimento de mudas de *Acacia mearnsii* De Wild. em função de diferentes substratos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Unidade de Ensino e Pesquisa em Silvicultura da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Dois Vizinhos. O clima característico da região é o Cfa, subtropical com chuvas bem distribuídas durante o ano e verões quentes. A região registra temperaturas médias anuais de 19°C e pluviosidade média de 2025 mm anuais (IAPAR, 2008). Nas áreas de relevo suave ondulado ocorrem, predominantemente, Latossolo Vermelho, Latossolo Bruno, Cambissolo e Nitossolos (Embrapa, 1984).

O experimento foi realizado no período de outubro de 2009 a janeiro de 2010, tendo sido instalado e conduzido, nos 30 primeiros dias, em casa de vegetação, com o propósito de otimizar a germinação. Após isso, foi transferido para casa de sombra (sombrite 50%) onde permaneceu até o período final de avaliação.

As sementes de acácia-negra utilizadas na pesquisa foram obtidas junto à empresa Seta S.A., localizada no município de Butiá-RS, selecionadas em ACS (Área de Coleta de Sementes) sendo as matrizes de boa qualidade, e com características relevantes para obtenção de sementes potencialmente férteis preservando sua qualidade como material vegetativo.

O experimento foi instalado através de quatro tratamentos, em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, cada uma composta por 20 tubetes (mudas). O tubete utilizado foi o de 125 cm<sup>3</sup>, com quatro (4) diferentes tipos de substratos, entre eles um comercial (Mac plant®) e os outros de materiais alternativos de fácil aquisição na região. Os tratamentos foram compostos das seguintes proporções: T1 - Substrato 1 (25% cama de aviário; 50% solo hz. B; 25% areia); T2 - Substrato 2 (50% cama de aviário; 25% solo hz. B; 25% areia); T3 - Substrato 3 (25% cama de aviário; 75% solo hz. B); T4: Substrato 4 (100% substrato comercial Mac Plant).

O solo, a areia e a cama de aviário curtida foram peneirados, medidos (volume) e homogêneos. Antes da instalação do experimento, os mesmos foram autoclavados a uma temperatura de 120°C por 1 hora, no Laboratório de Fitossanidade da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Dois Vizinhos, com o intuito de eliminar organismos patogênicos presentes no substrato, os quais podem influenciar na germinação e desenvolvimento das plantas. A adubação adicionada a todos os substratos, de forma padrão, foi de 1 kg/m<sup>3</sup> de NPK 4-14-8, sendo homogêneo ao substrato e colocados nos tubetes, efetuando a compactação do mesmo para evitar o excesso de ar no substrato o que pode comprometer a germinação e desenvolvimento da plântula. As sementes foram desinfetadas com hipoclorito de sódio a 2% por 3 minutos, eliminando fungos presentes nas mesmas.

Na semeadura, foram postas cinco (5) sementes em cada tubete, visando otimizar a germinação. Na embalagem que germinou mais de uma plântula, as mesmas foram selecionadas e desbastadas, deixando-se uma plântula, a mais vigorosa e centralizada em cada tubete.

A irrigação foi feita diariamente (duas vezes ao dia), entre 9 e 10 horas da manhã e entre 15 e 16 h à tarde, dando a disponibilidade hídrica adequada para as mudas. Decorrida uma semana após a semeadura, foi avaliada a emergência das plântulas e desbastadas as excedentes em cada tubete.

Aos 30, 60, 90 e 110 dias de idade das mudas, durante o desenvolvimento do estudo, medi-se a altura da parte aérea (Aa), diâmetro do colo (Dc) e número de folhas (Nf). Aos 90 dias de idade das plantas, foram selecionadas, por sorteio, 6 plantas de cada repetição, para serem amostradas quanto a biomassa seca de parte aérea e de raiz. Estas plantas foram cortadas ao nível do colo e separadas nas frações parte aérea e sistema radicular. A parte aérea foi diretamente acondicionada em sacos de papel. O sistema radicular foi lavado com o uso de jato d'água sobre peneira fina (< 1mm de malha), visando a completa separação do substrato aderido ao mesmo. Após foram acondicionados em sacos de papel devidamente identificados.



Ambas as frações foram postas a secar em estufa de circulação e renovação de ar, a 65°C por 72 horas, visando a completa eliminação de umidade das mesmas. As amostras foram pesadas em balança de precisão (0,01g), obtendo-se então o peso da matéria seca da parte aérea e sistema radicular. Os dados foram analisados estatisticamente com uso de Análise de Variância e teste de comparação de médias através do software SPSS v. 8.0.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Evolução dos parâmetros morfológicos em função do tempo de avaliação

O desenvolvimento das mudas de acácia-negra ocorreu em todos os tratamentos de forma diferenciada. A variável número de folhas esta ligada a produção de fitomassa das plantas, pois, é por meio dessas que a planta realiza fotossíntese e produz os assimilados que vão representar o crescimento das plantas.

Na primeira avaliação, realizada aos 30 dias, observa-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos em função da taxa de crescimento ser menor nessa fase. Aos 60 dias observa-se nitidamente um aumento na taxa de desenvolvimento e conseqüentemente no aumento do número de folhas, porém as melhores médias são observadas aos 90 dias. Aos 110 dias já ocorreu uma queda na média de numero de folhas, em função do tempo de permanência no recipiente e possivelmente também pelo tamanho do recipiente tornar-se pequeno para suportar o crescimento da parte aérea a raiz das plantas (Tabela 1).

No tratamento 1 - Substrato 1 (25% cama de aviário; 50% solo hz. B; 25% areia), observa-se que as melhores médias de número de folhas ocorreram na terceira avaliação, ou seja, aos 90 dias. Para a última avaliação não ocorreu diferença significativa, porém ocorreu redução da média de numero de folhas em valores absolutos.

No tratamento 2 - Substrato 2 (50% cama de aviário; 25% solo hz. B; 25% areia) observa-se que os melhores valores para número de folhas foram obtidos na terceira avaliação, aos 90 dias, para a quarta avaliação a média diferiu estatisticamente ocorrendo uma redução.

Para o tratamento 3 - Substrato 3 (25% cama de aviário; 75% solo hz. B); não houve diferença estatística entre as três avaliações finais. Os dados apresentaram pouca variabilidade, sendo as três significativas em relação a primeira avaliação.

Para o tratamento 4 - Substrato 4 (100% Mac Plant) as melhores médias foram observadas na terceira avaliação aos 90 dias, assim como no tratamento 1 e 2, a quarta avaliação teve menor média em relação a terceira, porém seus valores são considerados significativos, sendo esse o melhor tratamento para a variável numero de folhas.

Tabela 1: Evolução no número de folhas, em função da idade das mudas de *Acacia mearnsii*. Dois Vizinhos, PR. 2010.

Table 1: Leaves number evolution, in function of the age of the seedlings of *Acacia mearnsii*. Dois Vizinhos, PR. 2010.

Tratamento	30 dias	60 dias	90 dias	110 dias
T1	7,94 c*	50,54 a	76,91 a	70,84 a
T2	10,91 c	48,81 a	67,98 a	45,92 b
T3	3,69 c	17,53 b	14,27 a	12,21 a
T4	10,48 c	50,22 a	79,22 a	71,68 ab

\* médias seguidas pela mesma letra, na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade de erro.

Para a variável diâmetro do colo observa-se que ocorreu um crescimento continuo do mesmo, entre a primeira até a terceira avaliação, estabilizando seus valores na quarta avaliação conseqüentemente apresentando as melhores médias na terceira avaliação. Para todos os tratamentos, a variável diâmetro do colo cresceu até os 90 dias de idade e

estabilizou-se a partir de então, aspecto diagnosticado na quarta avaliação, a qual apresentou valores estatisticamente semelhantes aos da terceira, aos 90 dias (Tabela 2).

O diâmetro do colo é a variável mais indicada para monitoramento do crescimento de mudas florestais, pois reflete de forma mais equilibrada o crescimento de plantas. Essa variável é a que apresenta a melhor correlação com as demais variáveis, tais como produção de massa seca de raiz e parte aérea.

Tabela 2: Evolução no diâmetro do colo, em função da idade das mudas de *Acacia mearnsii*. Dois Vizinhos, PR. 2010.

Table 2: Stem diameter evolution, in function of the age of the seedlings of *Acacia mearnsii*. Dois Vizinhos, PR. 2010.

Tratamento	30 dias	60 dias	90 dias	110 dias
T1	1,17 c*	1,90 b	2,98 a	3,17 a
T2	1,10 c	1,86 b	2,67 a	2,70 a
T3	0,93 b	1,10 b	1,40 a	1,36 a
T4	1,10 c	1,73 b	2,80 a	2,96 a

\* médias seguidas pela mesma letra, na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade de erro.

A altura é um parâmetro muito importante quando se determina crescimento de plantas, pois esta, junto com a variável diâmetro do colo, representa significativamente a taxa de crescimento das plantas, além de alta relação com o acúmulo de fitomassa.

Para a variável altura observa-se que houve um aumento progressivo sendo registrado a maior altura na quarta avaliação, aos 110 dias fase final de avaliação (Tabela 3).

Tabela 3: Evolução na altura, em função da idade das mudas de *Acacia mearnsii*. Dois Vizinhos, PR. 2010.

Tratamento	30 dias	60 dias	90 dias	110 dias
T1	3,30 d*	15,60 c	21,42 b	25,59 a
T2	3,12 d	15,26 c	19,32 b	22,49 a
T3	1,65 b	3,38 b	5,39 a	6,49 a
T4	3,15 d	12,42 c	22,97 b	29,83 a

\* médias seguidas pela mesma letra, na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade de erro.

O tratamento 3 foi o que apresentou menores médias. O tratamento que apresentou a melhor média foi o tratamento 4, porém não diferiu significativamente dos outros tratamentos.

### **Dimensões finais e acúmulo de massa seca em mudas de *Acacia mearnsii***

Segundo Malinowski (1977), em estudo sobre a influência do recipiente e do método de semeadura na formação de mudas de *Mimosa scabrella* Bentham, relata que a classificação morfológica leva em consideração a altura da parte aérea e a relação entre o diâmetro do colo e altura da parte aérea, além da relação entre as partes aéreas e subterrânea, o peso de matéria seca, verde e total das partes aérea e subterrânea, a rigidez da haste e a idade. O autor destaca que nenhuma dessas variáveis deve ser usada isoladamente para a classificação de mudas.

Para todas as variáveis medidas os tratamentos foram significativos. Em relação ao número de folhas, os melhores tratamentos foram o 1 e o 4, com médias diferindo muito pouco entre si.

Para diâmetro do colo, os tratamentos 1, 2 e 4 são os que apresentam as melhores médias, estatisticamente superiores ao tratamento 3. Para a altura da parte aérea, o tratamento que obteve maior média, não diferindo estatisticamente do tratamento 1, foi o tratamento 4. O tratamento 1, por sua vez, não diferiu estatisticamente do tratamento 2. O tratamento que apresentou os piores resultados para a variável altura foi o 3 (Tabela 4).



Tabela 4: Avaliação das variáveis morfológicas das mudas de *Acacia mearnsii* aos 110 dias de idade. Dois Vizinhos, PR. 2010.

Table 4: Morphological variable evaluation of seedlings of *Acacia mearnsii* in the 110 days of age. Dois Vizinhos, PR. 2010.

Tratamento	Numero de folhas (Nf)	Diâmetro do colo (Dc)	Altura da parte aérea (Aa)
T1	70,84 a*	3,17 a	25,60 ab
T2	45,92 b	2,70 a	22,49 b
T3	12,21 c	1,36 b	6,50 c
T4	71,68 a	2,96 a	29,83 a

médias seguidas pela mesma letra, na vertical, não diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade de erro.

O tratamento 4, sendo um substrato comercial, obteve os resultados esperados, apresentando as melhores médias para numero de folhas, diâmetro do colo e altura da parte aérea. Entretanto, o tratamento 1, sendo um substrato alternativo, não apresentou diferença significativa em relação ao tratamento 4. Esse tratamento se constitui em uma boa opção aos viveiristas, por ser de fácil aquisição e possibilidade de elaboração no próprio viveiro.

O tratamento 3 foi o que apresentou os piores resultados para as 3 variáveis analisadas, apresentando grande variabilidade de médias em relação aos demais, esse tratamento é composto de 25% cama de aviário e 75% solo hz. B. Essa formulação de substrato pode ter ocasionado a compactação do solo no recipiente, pela proporção elevada de solo argiloso, conseqüentemente causando baixa aeração, diminuindo a percolação da água, o que pode ter acarretado o comprometimento do desenvolvimento radicular das plantas e conseqüentemente reduzindo o seu crescimento.

Na produção de biomassa, que é o desenvolvimento vegetativo da parte aérea e do sistema radicular, observou-se que os melhores tratamentos foram o 1, 2 e 4 para massa seca de raiz e massa seca total (Tabela 5). O tratamento 3 apresentou o menor crescimento vegetativo de parte aérea, sistema radicular e as demais variáveis. A massa seca da parte aérea não apresentou diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos, mostrando que não foi influenciada pelos tratamentos, ao contrário da massa seca de raízes, que se diferenciou.

Tabela 5: Avaliação da massa seca (g) das mudas de *Acacia mearnsii* aos 110 dias de idade. Dois Vizinhos, PR. 2010.

Table 5: Dry mass evaluation (g) of seedlings of *Acacia mearnsii* in 110 days of age. Dois Vizinhos, PR. 2010.

Tratamento	Massa seca raiz (g)	Massa seca parte aérea (g)	Massa seca total (g)
T1	0,56 a*	3,71 a	4,27 a
T2	0,59 a	3,74 a	4,32 a
T3	0,10 b	2,62 a	2,72 b
T4	0,88 a	3,45 a	4,32 a

\* médias seguidas pela mesma letra, na vertical, não diferem entre si pelo teste de Duncan, a 10% de probabilidade de erro.

## CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos conclui-se que:

- Os substratos alternativos compostos pelos tratamentos 1 (50% de solo do horizonte B, 25% de cama de aviário e 25% de areia) e 2 (50% cama de aviário; 25% solo hz. B; 25% areia) foram os que apresentaram os melhores resultados quanto ao diâmetro do colo e acúmulo de massa seca de raiz e total de mudas de *Acacia mearnsii*, com valores semelhantes ao substrato comercial;

- Nas variáveis número de folhas e altura de mudas, o tratamento 1 apresentou o melhor resultado entre os substratos alternativos, igualando-se ao substrato comercial;
- Com base nos resultados obtidos, recomenda-se o uso do substrato composto por 50% de solo do horizonte B, 25% de cama de aviário e 25% de areia, como alternativa mais econômica, e também o substrato comercial, também com bons resultados na produção e crescimento das mudas;

## BIBLIOGRAFIA

- BORGES JUNIOR, N. , 1999. Fotoperiodismo e quebra de dormência em sementes de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 9, n. 1, p. 71-77.
- BOUDOX, M.E. 1971. Effect of tube dimension on root density of seedlings. Bi-m. Res. **Forestry Abstracts**, Oxford, v.3, n.1 p. 89.
- CALDEIRA, M. V. W.; SCHUMACHER, M. V.; TEDESCO, N. 2004. Crescimento de mudas de *Acacia mearnsii* em função de diferentes doses de vermicomposto. **Scientia Forestalis**. Piracicaba. n. 57, p. 161-170.
- FRANCO, A. 1994. A. Fixação biológica do nitrogênio na agricultura tropical. In: ALVAREZ, V. C.; FRANCO, A. A.; DOBEREINER, J. A biologia do solo e a sustentabilidade dos solos tropicais. **Summa Phytopathologica**. Jaguariúna, v. 20, n. 1, p. 68-74.
- GONÇALVES, J.L.M.; POGGIANI, F. 1996. **Substrato para produção de mudas florestais**. In: SOLO-SUELO - CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13, Águas de Lindóia, 1996. Resumos expandidos. Águas de Lindóia: SLCS / SBCS / ESALQ/USP / CEA-ESALQ/USP / SBM, (CD Rom).
- HIGA, A. R. 1998. Desarrollo de sistemas de producción para acacia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.). In: CONGRESSO LATINO AMERICANO IUFRO – O manejo sustentable de los recursos forestales, desafío del siglo 21., 1998, Valdivia. **Anais...** Valdivia: IUFRO..144 p.
- JESUS, R.M.; MENANDRO, M.S; BATISTA, J.L.F; COLTO, H.T.Z. 1987. Efeito do tamanho do recipiente, tipo de substrato e sombreamento na produção de mudas de louro (*Cordia trichotoma* (VELL.) ARRAB.) e GONÇALVES (*Astronium fraxinifolium* SCHOTT). **IPEF**, n.37, p.13-19.
- KONDO, M.K.; RESENDE, A.V. 2001. Recuperação de pastagens degradadas. **Informe Agropecuário**, v.22, n. 210, p.36-45,
- LEMAIRE, F. 1995. Physical, chemical, and biological properties of growing medium. **Acta Horticulturae**, n. 396, p.273-28.
- MALINOVSKI, J.R. , 1977. **Métodos de poda radicular em *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. e seus efeitos sobre a qualidade de mudas de raiz nua**. Curitiba, Universidade Federal do Paraná. 113p. Tese Mestrado.
- SANTOS, A.F.; GRIGOLETTI JUNIOR, A.; AUER, C.G.; QUEIROZ, D.L. 2001. **O complexo gomose da acácia-negra**. Colombo: Embrapa Floresta.
- TONIETTO, L.; STEIN, P. P. , 1996/1997. Silvicultura da acácia-negra (*Acacia mearnsii* DE Wild.) no Brasil. **Florestal Estatístico**, v. 4, n. 12, p. 11-16.

# AVALIAÇÃO DE MÉTODOS DA QUEBRA DE DORMÊNCIA EM SEMENTES DE *Quercus robur*

## EVALUATION OF METHODS OF BREACH OF DORMANCY IN SEEDS OF *Quercus robur*

Ril, F. L.<sup>1</sup>; Felipe, D.<sup>1</sup>; Bauchspiess, C.<sup>1</sup>; Basso, L. J.<sup>1</sup>; Erpen, V.<sup>1</sup>; Dallabrida, J. P. <sup>1</sup>; Cantarelli, E. B.<sup>2</sup>

1. Acadêmica do Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, *Campus* Universitário de Frederico Westphalen. E-mail: fe\_ril@hotmail.com; dioneia.felippe@hotmail.com; kmilla\_cb@yahoo.com.br; ludmillaju@yahoo.com.br; viviana\_erpen@yahoo.com.br; juli\_ajuri@hotmail.com.

2. Engenheiro Florestal. Doutor, Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, *Campus* Universitário de Frederico Westphalen, 98400-000. ecantarelli@smail.ufsm.br.

### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi testar a eficiência de diferentes tratamentos para quebra de dormência em sementes de *Quercus robur* (carvalho-europeu) para verificar o método que propicia melhor germinação. As sementes foram coletadas, quando desprendidas da cúpula, no município de Erechim-RS, Brasil. Foram feitas duas repetições de 54 sementes para cada um dos métodos: a) testemunha; b) água 12 horas: sementes imersas em água à temperatura ambiente (25°C), deixando em repouso por 12 horas; c) água 24 horas: sementes imersas em água à temperatura ambiente e deixadas em repouso por 24 horas; d) água quente: sementes imersas em água a temperatura de 85°C e deixadas em repouso por 24 horas a temperatura de 25°C. As contagens de germinação foram realizadas semanalmente. O tratamento em que as sementes foram imersas em água a temperatura ambiente (25°C) e deixadas em repouso por 12 horas apresentou os maiores índices de germinação.

**Palavras chaves:** germinação; arborização; carvalho-europeu.

### SUMMARY

The objective was to test the effectiveness of different treatments for breaking of dormancy in seeds of *Quercus robur* (oak-european) to check the method that provides better germination. The fruits were collected, when detached from the dome in Erechim-RS, Brazil. Were two replications of 54 seeds for each method: a) control, b) water 12 hours: seeds immersed in water at room temperature (25°C), leaving at rest for 12 hours, c) water 24 hours: seeds immersed in water at room temperature and left to stand for 24 hours, d) water: seeds immersed in water at a temperature of 85°C and left at rest for 24 hours at 25°C. The counts of germination were performed weekly. The treatment in which seeds were immersed in water at room temperature (25°C) and left at rest for 12 hours showed the highest rates of germination.

**Key words:** germination; stock; oak-european.

### INTRODUÇÃO

O *Quercus robur*, conhecido popularmente como carvalho-europeu é uma angiosperma eudicotiledônea, caducifólia, pertencente a Ordem Fagales, Família Fagaceae e Gênero *Quercus*. É originário da Bacia do Mediterrâneo (MARCHIORI, 1997). Possui importância madeireira por apresentar madeira muito valiosa e adequada para a confecção de parquês, tonéis de bebidas alcoólicas (vinhos, uísque) e mobiliário fino, a casca rica em tanino é utilizada em curtimento de peles e couro (MARCHIORI, 1997) e ornamental podendo ser

utilizado na arborização de praças e ruas devido a sua grande densidade foliar e beleza natural das folhas.

O carvalho-europeu é uma árvore de grande porte, que atinge 30 a 40 metros de altura e tem um tempo de vida de até 1000 anos. Floresce entre abril e maio e a maturação dos frutos ocorre entre setembro e outubro (GAMA, 2006). As condições climáticas médias das regiões onde o gênero *Quercus* é nativo, apresentam temperatura anual de 13°C, precipitação anual de 1020 mm, neve anual a partir de 38 a 51 centímetros, horas de umidade relativa, em julho, 55% (MINCKLER, 1965). Os principais fatores que influenciam o crescimento das espécies de carvalho são latitude, aspecto, e topografia (DELLA-BIANCA e DAVID, 1961; GRANEY, 1977), tendo a capacidade de crescer em todos os aspectos de altura, inclinação e solos, exceto em solos extremamente secos ou raso-cordilheiras e mal drenados (MINCKLER, 1965).

A germinação da semente no gênero *Quercus* é do tipo hipógea. (OLSON, 1974). Elas germinam logo após a queda, não requerendo nenhum tratamento prévio para a germinação em solos europeus, sendo favorecida pelo solo com temperaturas entre 10 e 16°C (BELL, 1975). Ao germinar, suas raízes começam a crescer, mas continuam a disparar dormentes, sendo seu crescimento interrompido pelo frio, recomeçando na primavera. Esta característica serve para protegê-la contra os danos causados pelo congelamento (FARMER, 1977). No Brasil, existem poucos estudos referentes à germinação e ao desenvolvimento do carvalho-europeu por ser uma espécie exótica não encontrada com frequência. Pode ser observado na arborização de praças, como no caso da cidade de Erechim-RS.

Diante do exposto, este trabalho teve por objetivo avaliar se há dormência na espécie *Quercus robur* sendo que, para isso, foram utilizados diferentes métodos artificiais de quebra de dormência, de forma a definir qual o mais eficiente, proporcionando uma maior germinação em menor espaço de tempo.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Os frutos de carvalho-europeu foram coletados manualmente no Estado do Rio Grande do Sul, município de Erechim, sobre as coordenadas geográficas entre 27°37'54" de Latitude Sul e 57°16'52" de Longitude Oeste, quando se desprenderam da cúpula. O município de Erechim possui clima subtropical úmido, com temperatura média anual de 15,9°C, sendo a máxima 35°C e a mínima -6°C. As chuvas são irregulares, chegando a precipitação pluviométrica de 1618 mm/ano (IBGE, 2008). Após a coleta, no mês de fevereiro de 2009, os frutos foram armazenados em sacos plásticos até a utilização dos mesmos.

No dia 23 de março de 2009 foi retirado manualmente o tegumento de todos os frutos e depois armazenados à temperatura de 4°C por 24 horas, até o início dos tratamentos. A semeadura foi realizada no dia 26 de março de 2009, em tubetes com volume de 175 cm<sup>3</sup>, contendo uma mistura de 20% de substrato comercial para plantas Tecnomax, 10% de vermiculita e 70% de Latossolo vermelho peneirado. Os procedimentos de teste e plantio foram realizados no laboratório e no viveiro da UFSM, *campus* CESNORS, em Frederico Westphalen, Rio Grande do Sul.

Foram utilizadas 2 repetições com bandejas de 54 sementes para cada um dos seguintes métodos de testes para quebra de dormência:

T1: testemunha - sementes sem tratamento para quebra de dormência;

T2: água 12 horas - as sementes foram imersas em água a temperatura ambiente (25°C) e deixadas em repouso na mesma água, por 12 horas;

T3: água 24 horas - as sementes foram imersas em água a temperatura ambiente (25°C) e deixadas em repouso na mesma água, por 24 horas;

T4: água quente – as sementes foram imersas em água a temperatura de 85°C e deixadas em repouso na mesma água, fora do aquecimento, por 24 horas, à temperatura de 25°C.

As contagens de germinação foram realizadas semanalmente, iniciando no dia 02 de abril de 2009 e finalizando no dia 20 de maio de 2009, após a visualização da emissão do meristema apical.

Os dados obtidos nos experimentos foram transformados em frequência relativa por tratamento e submetidos ao Teste de Significância para Igualdade de Duas Proporções.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Todos os tratamentos foram eficazes por proporcionarem a germinação das sementes de carvalho-europeu, porém houve diferença significativa entre as porcentagens. Essa diferença pode ser observada no Quadro 1 e na Figura 1.

Dias Tratamento	7 dias	14 dias	21 dias	28 dias	35 dias	42 dias	49 dias	56 dias
T1	0	0	17,59	50,00	62,96	69,44	71,3	71,3
T2	0	0	17,59	67,59	84,26	86,11	86,11	86,11
T3	0	0	34,26	67,59	80,56	80,56	80,56	80,56
T4	0	0	29,63	52,78	55,56	58,33	59,26	60,19

Quadro 1: Porcentagem média de sementes germinadas em função do tempo para os diferentes tratamentos de quebra de dormência em sementes de carvalho-europeu (*Quercus robur*). Frederico Westphalen-RS, 2009.

Table 1: Average percentage of germinated seeds as a function of time for different treatments of breaking dormancy in European oak (*Quercus robur*). Frederico Westphalen-RS, 2009.

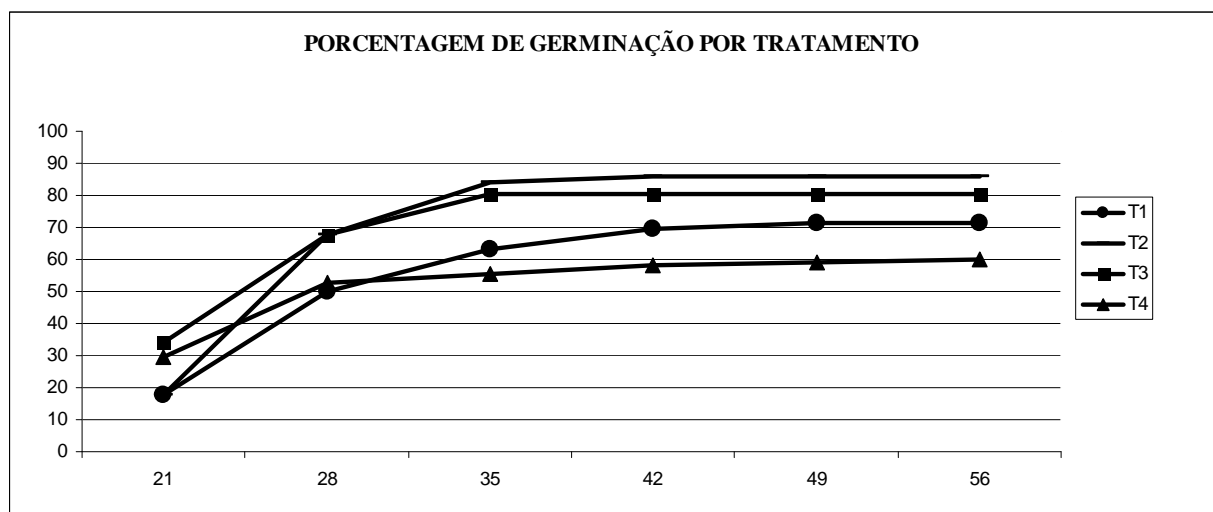


FIGURA 1: Germinação média (%) de sementes de *Quercus robur*, submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos. Frederico Westphalen-RS, 2009.

FIGURE 1: Average germination (%) of seeds of *Quercus robur* submitted to different pre-germination treatments. Frederico Westphalen-RS, 2009.

A análise do gráfico tomando como média 70% de sementes germinadas, nos leva a visualizar que sua ocorrência foi após 28 dias para os tratamentos T2 e T3, sendo atingido ao 42º dia para o tratamento T1 e em nenhum momento para o tratamento T4.

Para verificar estatisticamente, ao final da germinação, se há diferença significativa entre as frequências relativas da quantidade de sementes germinadas por tratamento, prosseguiu-se com o Teste de Significância para Igualdade de Duas Proporções. Neste teste

foi utilizada a Tabela de Distribuição Normal Padrão (Z), com 5% de erro, sendo o mesmo representado pela seguinte fórmula:

$$Z_{\text{cal}} = \frac{f_1 - f_2}{\sqrt{\hat{p}(1-\hat{p}) \left( \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

Sendo:  $\hat{p} = \frac{x_1 + x_2}{n_1 + n_2}$

$f_1$  = frequência relativa do primeiro tratamento escolhido;

$f_2$  = frequência relativa do segundo tratamento escolhido;

$n_1$  = número total de sementes do primeiro tratamento escolhido;

$n_2$  = número total de sementes do segundo tratamento escolhido;

$x_1$  = número total de sementes germinadas no primeiro tratamento escolhido;

$x_2$  = número total de sementes germinadas no segundo tratamento escolhido.

Através deste teste, em relação à testemunha, verificou-se que T1 não diferiu estatisticamente de T3 assim como de T4, porém diferiu de T2.

Constatou-se que, tomando como base 70% de germinação e o Teste de Significância para Igualdade de Duas Proporções, o tratamento que obteve maior sucesso foi o T2, ou seja, quando as sementes foram imersas em água a temperatura ambiente (25°C) e deixadas em repouso na mesma água, por 12 horas, sendo esse o tratamento indicado para quebra de dormência de *Quercus robur*.

Apesar de, segundo Bell (1975), em solos europeus, as sementes do gênero *Quercus* germinarem logo após a queda, não requerendo nenhum tratamento prévio, no Rio Grande do Sul (Brasil), verificou-se que pode ser aumentada a eficiência na germinação das sementes de carvalho-europeu, deixando-as imersas na água à temperatura ambiente por 12 horas. Sendo a espécie originária de uma região fria, quando utilizada água quente (85°C) como tratamento para promover sua germinação, a mesma diminuiu o percentual em relação à testemunha. Destaca-se ainda a velocidade de germinação que no T2 obteve o maior índice em menor tempo. Aos 42 dias já estabilizou a taxa de germinação.

## CONCLUSÃO

Através do presente estudo, conclui-se que o tratamento no qual as sementes de carvalho-europeu foram imersas em água à temperatura ambiente (25°C) e posterior permanência na mesma água, por 12 horas, é o mais eficiente na promoção da germinação.

Conclui-se ainda que seja necessário aproximadamente 42 dias para atingir a taxa máxima de germinação.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos, primeiramente, ao orientador Dr. Edison Bisognin Cantarelli, pela oportunidade cedida à realização do presente trabalho, bem como ao funcionário do Seminário Nossa Senhora de Fátima, Erechim – RS, pelo fornecimento das sementes do carvalho europeu.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELL, D. T. **Germination of *Quercus alba* L. following flood conditions.** University of Illinois Department of Forestry, Forestry Research Report. Urbana-Champaign. 3 p., 1975.

DELLA-BIANCA, L.; DAVID, F. O. Jr. Soil-site studies in Piedmont hardwood and pine-hardwood upland forests. **Forest Science** 7(4):320-329, 1961.

DIAS, S. M. B. C. **Efeitos de diferentes tipos de madeira sobre a composição química da cachaça de cana envelhecida.** Belo Horizonte, 1997. 109 p. Dissertação (Mestre em Ciência dos Alimentos) - Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

FARMER, R. E. Jr. Epicotyl dormancy in white and chestnut oaks. **Forest Science** 23(3):329-332, 1977.

GAMA, A.; Carvalho-alvarinho. **Jornal Quercus Ambiente.** 2006. Disponível em: <<http://jornal.quercus.pt/scid/subquercus/defaultarticleViewOne.asp?categorySiteID=377&articleSiteID=1128> >. Acesso em 21 mai. 2009.

GRANEY, D. L. **Site index predictions for red oaks and white oak in the Boston Mountains of Arkansas.** USDA Forest Service, Research Paper SO-139. Southern Forest Experiment Station 9 p., New Orleans, LA, 1977.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Enciclopédia dos municípios brasileiros.** Rio de Janeiro: 2008.

MARCHIORI, J. N. C. **Dendrologia das Angiospermas:** das magnoliáceas às flacurtiáceas. Santa Maria: Ed. da UFSM, 1997.

MINCKLER, L. S. White oak (*Quercus alba* L.). In: SILVICS OF FOREST TREES OF THE UNITED STATES. p. 632-637. H. A. Fowells, comp. U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook 271. **Proceedings...** Washington, DC, 1965.

OLSON, D. F. Jr.; *Quercus alba* L. Oak. In: SEEDS OF WOODY PLANTS IN THE UNITED STATES. p. 692-703. C. S. Schopmeyer, tech. coord. U.S. Department of Agriculture, Agriculture Handbook 450. . **Proceedings...** Washington, DC., 1974.

# MÉTODOS PARA SUPERAÇÃO DA DORMÊNCIA TEGUMENTAR EM SEMENTES DE *Delonix regia* (BOJER EX HOOK.) RAF.

METHODS FOR OVERCOMING THE SEEDS IN TEGUMENT DORMANCY *Delonix regia* (Bojer ex Hook.) RAF.

Zwirtes, A. L<sup>1</sup>; Brunetto, A<sup>1</sup>; Baronio, C. A<sup>1</sup>; Rigon, J. P. G<sup>1</sup>; Conterato, R. B<sup>1</sup>; Capuani, S<sup>1</sup>; Cantarelli, E. B.

<sup>1</sup> Acadêmico do curso de agronomia da Universidade Federal de Santa Maria *campus* Frederico Westphalen. E-mail: andersonzwirtes@yahoo.com.br, andrio.b@hotmail.com, cleber.baronio@hotmail.com, jpaulorigon@hotmail.com, conteratorafa@hotmail.com, silvinha\_rgs@hotmail.com.

<sup>2</sup> Professor Adjunto Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria *campus* Frederico Westphalen. E-mail: ecantarelli@smaail.ufsm.br

## RESUMO

A *Delonix regia* (Flamboyant) é conhecida pela sua exuberância na floração. Pertencente a família das Leguminosas, apresentando vagem proeminente de 60 cm, caracterizando uma média de 50 sementes por vagem, porém destas a viabilidade é muito reduzida e deixam de germinar em função da impermeabilidade tegumentar que a planta caracteriza, necessitando então de processos de quebra de dormência. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a melhor metodologia para transpor a barreira física que a semente possui, então para tanto, foram submetidos diferentes procedimentos em casa de vegetação, com tratamentos descritos como segue: testemunha; escarificação mecânica na parte ventral; choque térmico por 10 min a 80° C; 2 minutos com ácido sulfúrico, compreendendo T1, T2, T3 e T4 respectivamente. O tratamento T2 (escarificação mecânica) diferiu significativamente comparando-o com os demais tratamentos, alcançando 88,89% de germinação. O tratamento T4(ácido sulfúrico) não diferiu significativamente da testemunha.

**Palavras chave:** escarificação, barreira, tegumento.

## SUMMARY

The *Delonix regia* (Flamboyant) is known for its exuberant flowering. Belonging to the family of legumes, featuring prominent pod of 60 cm, featuring an average of 50 seeds per pod, but the viability of these is very low and fail to germinate in light of cutaneous tightness that characterizes the plant, requiring then processes break dormancy. The aim of this study was to evaluate the best methodology to implement the physical barrier that the seed has, so for both, underwent various procedures in the greenhouse, with treatments described as follows: control; mechanical scarification on the ventral; thermal shock 10 min at 80 ° C; 2 minutes with sulfuric acid, comprising T1, T2, T3 and T4 respectively.

**Key words:** chisel, barrier, coat;

## INTRODUÇÃO

A *Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raf., conhecida como Flamboyant ou flor-do-paráíso, é uma árvore da família das Leguminosas (Fabaceae), que é freqüente nestas, a ocorrência de tegumentos duros, espessos e impermeáveis à água, que causam dormência à semente (Popinigis, 1977).



É nativa de Madagascar, pertencente ao continente Africano. É muito utilizada como ornamental, distinguindo dentre as demais árvores pelas cores e tonalidades expressivas na floração, porém por se tratar de espécie de grande porte (podendo chegar a 10m) alguns entraves são considerados para o plantio quando se detém de poucos espaços. Seu uso na arborização urbana fica recomendado apenas a parques, devido também a suas raízes muito superficiais que destroem as calçadas ao seu redor (Côrrea, 1978).

Suas folhas são recompostas com folíolos pequenos e caducos (decíduos), a sua copa tem um formato largo (oblongo), seu crescimento é relativamente rápido. As inflorescências, em racemos, surgem quando a árvore perde as folhas e são compostas por flores grandes, vermelhas ou alaranjadas, a floração ocorre na primavera e verão. Cada flor apresenta cálice com 5 sépalas e corola de 5 pétalas, com longos estames. Seu fruto é do tipo vagem plano lenhoso, como característico das leguminosas, e é de tamanho avantajado, de até 40 cm que pode dissipar 50 sementes por vagem. A abertura da vagem começa na própria planta até a disseminação completa de sementes e quando ocorre a desidratação completa, esta se desprende da planta (Cáceres, 1995).

Segundo Mc\_Donough (1977), o estado de dormência surge durante o desenvolvimento da semente com a desidratação dos protoplastos do embrião e maturação do tegumento, que freqüentemente possui permeabilidade seletiva. Diversos autores afirmam que na dormência de tegumento o hilo funciona como uma válvula de perda de água: a fissura do hilo, quando a semente se encontra em ambiente seco, se abre permitindo a saída de água e se fecha tão logo a umidade exterior aumente, impedindo a entrada de água. A semente permanece assim com baixa umidade e baixo metabolismo e talvez seja este um dos fatores de alta longevidade normalmente encontrada em sementes de leguminosas (Toledo & Marcos Filho, 1977; Esau, 1974).

Muitos são os métodos de quebra de dormência em leguminosas, como o ácido sulfúrico concentrado com bons resultados, a água fervente, e escarificações. Porém, resultados são contestados e mesmo assim contraditórios em se tratar de *Delonix regia*, onde certos autores recomendam ácido sulfúrico, outros recomendam água quente e até mesmo escarificações em diversas faces das sementes. Devido à impermeabilidade tegumentar que a semente de *Delonix regia* apresenta o tratamento com escarificação na parte ventral obteve melhores resultados, diferindo significativamente dos demais.

Nesse sentido, o presente trabalho teve por objetivo proporcionar metodologia eficaz para adequada superação tegumentar das sementes de *Delonix regia* (Flamboyant) e juntamente quantificar a viabilidade germinativa e o vigor das sementes e propiciar novos conhecimentos a respeito da germinação das sementes, propiciando uma maior viabilidade em se fazer novas pesquisas com essa espécie de planta.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no segundo semestre de 2008, locado no Viveiro Florestal do Centro de Educação Superior Norte do RS (CESNORS-UFSM). A coleta das sementes foi realizada de um exemplar considerado matriz que apresentava boas características morfológicas e esperando-se obter-se a partir desta, progênes com boa herdabilidade. A coleta foi realizada no dia 20 de setembro de 2008, na cidade de Frederico Westphalen, de onde foram tratadas com solução de água sanitária para diminuir a proliferação de patógenos posterior à emergência das plântulas. Posteriormente, foram selecionadas as sementes com melhores densidades e deixadas secar à temperatura ambiente.

Uma semana após, foi realizado o preparo do substrato a ser utilizado uniformemente pelos tratamentos, tendo a seguinte proporção: 1/3 substrato de cama de aviário curtido, 1/3 Latossolo Vermelho Distroférico típico, e 1/3 restante contendo porções homogêneas de

areia e vermiculita. Esta condição de substrato é ideal, pois além de reter umidade adequada, também fornece alguns nutrientes provenientes do solo e substrato.

Os tratamentos foram assim submetidos: T1: testemunha; T2: escarificação na parte ventral com lixa nº 100 por 3 segundos; T3: choque térmico com água a 80° C por 10 min e T4: imersão em solução ácido sulfúrico por 2 minutos.

No mesmo dia, foram alocados 54 tubetes com volume de 175cm<sup>3</sup> cada em uma bandeja, foram repetidas tais adequações em 12 bandejas, totalizando 648 tubetes. Para cada tratamento foram utilizados três repetições, ou seja, três bandejas para cada tratamento, sendo as mesmas sorteadas em Blocos ao Acaso dentro da estufa, para não propiciar preferências ou prejudicar qualquer tratamento quanto à irrigação, ventilação, temperatura e insolação.

As avaliações foram realizadas semanalmente a partir do 12º dia da sementeira, data que apresentou o início da germinação até o 38º dia após a sementeira. Posteriormente a esta data não se obteve resultados significativos em se tratando de emergência das plântulas.

Os dados obtidos passaram pela análise de média Duncan a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente trabalho demonstrou de certa forma contradição à característica natural da planta, que possui dormência tegumentar, esta distinção é muitas vezes vantajosa para a planta na perpetuação de sua espécie em meio natural, mas na obtenção de plântulas, o experimento obteve os tais resultados: verificou-se uma maior eficiência na germinação utilizando-se o tratamento T2 (figura 1). Os outros tratamentos não foram equivalentemente satisfatórios.

Como verificado, as sementes desta espécie apresentam problemas na germinação, isto se deve à dormência das sementes, comum em grande parte das espécies arbóreas da família Fabaceae, que apresentam tegumento duro e impermeável à água. A utilização de escarificação mecânica permitiu a quase total viabilidade das sementes, conferindo a absorção de água pelas mesmas.

A análise estatística pelo método de Duncan (tabela 1) comprovou também a eficiência do tratamento T2, abordando grande diferenciação entre os métodos.

**Tabela I.** Germinação de sementes de Flamboyant - *Delonix regia* (%) em diferentes métodos de superação de dormência utilizando quatro diferentes tratamentos.

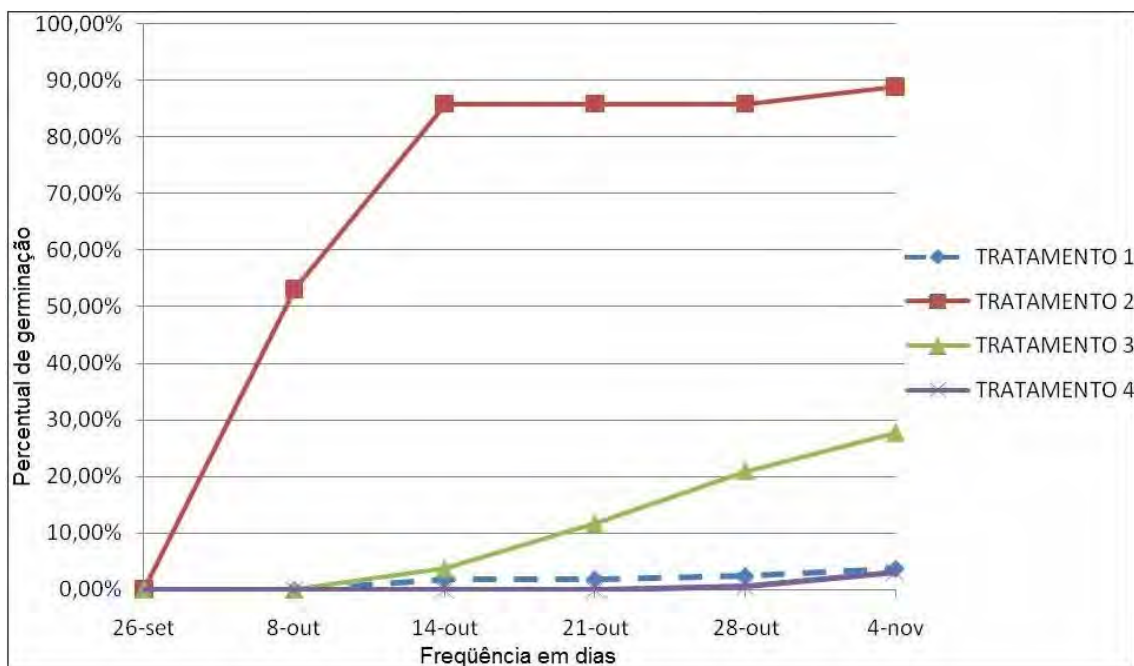
**Table I.** Germination of Flamboyant - *Delonix regia* (%) at different methods of scarification using four different treatments.

Média entre tratamentos	
TRATAMENTO	SEMENTES GERMINADAS (%)
1	3,70 c*
2	88,89 a
3	27,77 b
4	3,08 c*

MG = 30,8633                      CV% = 21,2859

\*As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

Os dados calculados proferiram que estatisticamente o tratamento com ácido sulfúrico não diferiu significativamente perante a testemunha.

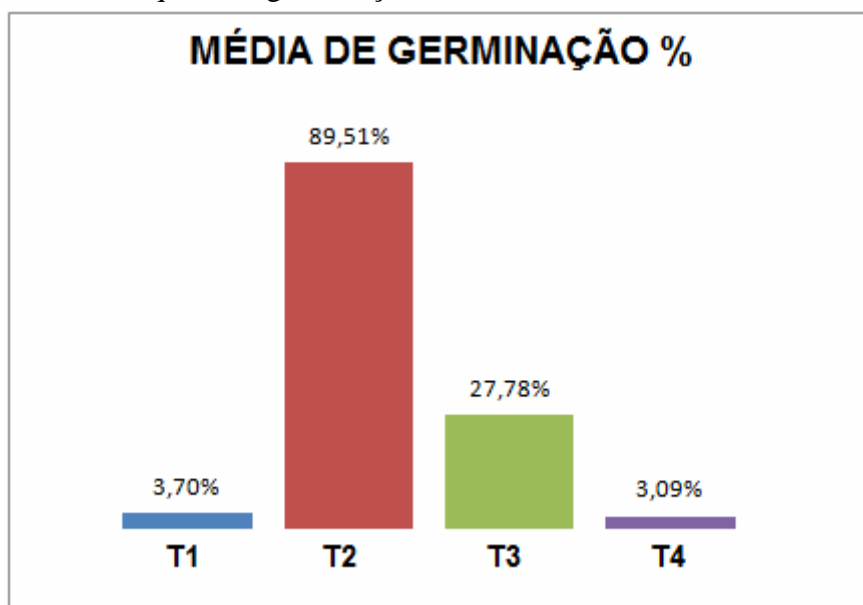


**Figura I.** Porcentagem de germinação e viabilidade das plântulas entre as médias dos tratamentos no decorrer do trabalho (T1: testemunha; T2: escarificação ventral; T3: água 80° 10 minutos; T4: ácido sulfúrico por 2 minutos). Frederico Westphalen, 2008.

**Figure I.** Germination percentage and seedling viability between treatment means in this work (T1: control, T2: chisel ventral T3: 80° water 10 minutes; T4: sulfuric acid for 2 minutes). Frederico Westphalen, 2008.

Quanto ao tratamento T3, o choque térmico pode se verificar que posterior ao T2, foi o que trouxe algum resultado, porém contradizendo Murakami, que descreve que a água fervendo é o melhor tratamento e, portanto o mais recomendado para superar a dormência de *Delonix regia*.

Na Figura 2, verifica-se a totalidade e eficiência de cada método em porcentagem de germinação dos tratamentos, observando-se a diferença acentuada que os diferentes tratamentos provocaram quanto à germinação.



**Figura 2:** Percentual de germinação quanto aos tratamentos (T1: testemunha; T2: escarificação ventral; T3: água 80° por 10 minutos; T4: ácido sulfúrico por 2 minutos).

**Figure 2:** Percentage of germination among treatments (T1: control, T2: chisel ventral T3: 80th water for 10 minutes and T4: sulfuric acid for 2 minutes). Frederico Westphalen, 2008.

O trabalho realizado demonstrou a eficiência do tratamento T2, escarificação mecânica, a qual obteve 89,5% de eficiência na germinação das sementes 38 dias após a semeadura, sendo dessa forma considerado o melhor tratamento para a superação da dormência das sementes de Flamboyant. O tratamento T3, tratamento térmico, mostrou eficiência de 27,7% de germinação, não sendo considerado, portanto, o melhor tratamento para a superação da dormência das sementes de Flamboyant. Cossa et.al(2009), obteve melhores resultados utilizando os tratamentos com imersão em água à temperatura de 80 °C por 24 horas (50,8%), superando inclusive o tratamento com excisão do tegumento no ponto de inserção da semente no legume.

## CONCLUSÕES

Devido à impermeabilidade tegumentar que as sementes de *Delonix regia* apresentam, o tratamento com escarificação na parte ventral (T2) foi a que obteve melhores resultados, diferindo significativamente dos demais.

O período de germinação também foi afetado dentre os tratamentos, sendo que a escarificação acelerou a emergência de plantas significativamente em relação aos demais.

Com a escarificação na parte ventral acelerou-se a germinação para 18 dias após a semeadura.

## Agradecimentos

Agradecemos à Universidade Federal de Santa Maria pelo espaço disponibilizado para a execução da pesquisa. Aos colegas que apoiaram e auxiliaram no momento das avaliações e desenvolvimento do experimento, ao professor pela iniciativa proporcionada aos colegas no trabalho desenvolvido.

## BIBLIOGRAFIA

- Caceres, J.M.S.L. 1995. La flora ornamental de la Región de Murcia. Arboles Ornamentales. Murcia, España.
- Côrrea, M.P. 1978. Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, Imprensa Nacional, Rio de Janeiro, Brasil.
- Cossa, C.A.; Sorange, M.A.da F.; Lima, C. B. da.; Osipi, E.A.F.; Mantoan, L.P.; Polônio, V.D.; Janani, J.K.. 2009. Aspectos da germinação de sementes de *Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raf. Rev. Bras. De Agroecologia, Vol.4 Nr. 2. Porto Alegre, Brasil.
- Esau, K. 1974. Anatomia da plantas com sementes. Edgard Blucher, São Paulo, Brasil.
- Mc\_Donough, W.T. 1977. Seed physiology. In: SOSEBEE, R.E., ed. Rangeland plant physiology. Washington, USDA.
- Popinigis, F. 1977. Fisiologia da semente. AGIPLAN, Brasília, Brasil.
- Toledo, F.F. & Marcos Filho, J. 1977. Manual das sementes: tecnologia da produção. Ceres, São Paulo, Brasil.

# UTILIZACIÓN DE LA RESISTENCIA AL ATAQUE FÚNGICO COMO MÉTODO PARA DETERMINAR LA EFICACIA DE LA IMPREGNACIÓN DE MADERA CON RESINAS

Argüelles y Andrés, T<sup>1</sup>; Bobadilla, E.A.<sup>2</sup>; Suirezs, T.M.<sup>3</sup>; Weber, E.<sup>4</sup>

1,2,3 y 4 Profesoras de la Carrera de Tecnología de la Maderade la Fac. Cs. Ftales. UNaM  
Calle Bertoni, 124, (3380) Eldorado, Misiones.  
[arguelles@facfor.unam.edu.ar](mailto:arguelles@facfor.unam.edu.ar)

## RESUMEN

El trabajo relata las experiencias que se han efectuado para que, una vez impregnadas las probetas del ensayo, someterlas al ataque fungico a fin de determinar su resistencia y en función de ello comprobar si la cantidad de impregnante absorbido por la probeta es suficiente para detener el ataque fúngico. Se han utilizado dos especies, *Pinus taeda* y *Eucaliptus grandis* y dos resinas (plástica y acrílica). Los resultados obtenidos nos permitirán extrapolar a piezas mayores la cantidad de resina absorbida, con lo que se sabrá cuando se alcanza la impregnación suficiente.

**Palabras clave:** madera; impregnación; resinas, hongos

## SUMMARY

This work exposes the results of probes of impregnated timber that had been subjected to fungal attack. The aim was to ascertain its resistance and therefore to infer if the amount of the chemical absorbed by the probe was enough to stop the attack. Two species of timber have been used, *Pinus taeda* and *Eucaliptus grandis* and two types of resins (Plastic and acrylic). The results will allow us to extrapolate the quantity of resin absorbed to bigger pieces, and give us an indication of the extent of the impregnation.

**Key words:** timber impregnation; resins; fungi

## INTRODUCCIÓN

El empleo de una madera en un uso determinado, depende principalmente de sus propiedades físicas, mecánicas y de su carácter estético, definidos sobre la madera sana. Estas propiedades son modificadas en mayor o menos escala, cuando con el transcurso del tiempo la madera sufre alteraciones. El término durabilidad se refiere a la capacidad natural de la madera para resistir el ataque de hongos, insectos, desgaste mecánico y acción de los agentes atmosféricos. Con respecto a la naturaleza de la madera, se puede afirmar que, generalmente, las maderas densas y de color oscuro son mas durables. La madera con alta densidad es menos porosa, por lo que cuenta con menos posibilidad de acceso de agua y oxígeno, las coloraciones oscuras corresponden a sustancias fenólicas y taninos que reducen la absorción de agua y pueden además ser tóxicas para los hongos que causan podredumbre.

Nuestro proyecto trata de determinar que transformaciones pueden efectuarse en maderas de poca durabilidad o de aquellas que sufren de poca estabilidad estructural para mejorar

las características físico-mecánicas y de durabilidad de especies que son importantes para la industria misionera. Se han elegido pues dos especies muy comunes en la industria de nuestra zona *Pinus taeda* y *Eucaliptus grandis*. Se decidió impregnar dichas maderas con dos tipos de resinas, para reducir el tamaño y cantidad de poros y por lo tanto el acceso de agua al interior y al mismo tiempo determinar si la trama que se crea, es lo suficientemente importante para aumentar la estabilidad estructural, y fortalecer la estructura. Debido a la imposibilidad de poder observar hasta donde ha penetrado el impregnante, y para tener una herramienta para medir el grado de la impregnación, hemos decidido utilizar la pesada. Así se determina el incremento de peso alcanzado por la probeta, y para saber si esa cantidad de impregnante es suficiente se someten dichas probetas al ataque fúngico, elegido como test por su corta duración.

## MATERIALES Y MÉTODOS:

Se trabajó con madera de origen comercial de *Pinus taeda* y *Eucaliptus grandis*.

El tamaño de las probetas fue de 3 x 1 x 0.5 cm, y los hongos ensayados fueron *Gloeophyllum* spp., *Laetiporus sulphureus*, *Picnoporus sanguineus* y *Pleurotus* spp.

Las probetas se impregnaron en vacío con resinas plásticas y con acrilatos. La extensión de la impregnación, o sea el tiempo de contacto entre la resina y la probeta, se midió por la diferencia de peso adquirido por la probeta, una vez curada. Una vez impregnadas, las probetas se pesaron y se permitió que absorban agua en cámara húmeda, durante 48 horas. Pasado este tiempo, se esterilizaron en frasco cerrado, en autoclave a 120°C durante 30 minutos.

En un tubo de ensayo con medio de cultivo de Agar /Noble, donde el micelio del hongo había colonizado la superficie libre del agar, se sembraron las probetas impregnadas y los testigos, y se cultivaron en estufa a 35°C durante 90 días, al cabo de los cuales se retiró el micelio que cubría la probeta, se dejaron reposar 72 horas sobre la mesada del laboratorio y se pesaron. En todos los casos se utilizó la misma balanza de precisión.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se puede observar en las tablas 1,2,3 y 4, las probetas de este tamaño se saturan del impregnante después de tres horas de estar en contacto con el reactivo. Expuestas al ataque por hongos, el comportamiento de las probetas tratadas durante 1 hora fue como el de los testigos sin tratar.

Las fotografías 1, 2 y 3 muestran probetas que han sido impregnadas durante tres horas, cuya ganancia en peso debido al impregnante rondaba el 25%, y que fueron sometidas durante 90 días al ataque fúngico. Las probetas aparecen algo manchadas, pero las diferencias en peso indican que la acción de los hongos fue prácticamente despreciable sobre la madera tratada.

Tabla 1: Incremento de peso de las probetas de *P. taeda*, impregnadas con resinas plásticas.

Tiempo de impregnación (h)	Incremento de peso de las probetas (g)	% Ganancia
1.0	0.0205	3.4
2.0	0.1498	19.26
3.0	0.2630	25.0
4.0	0.2601	24.6

Tabla 2: Incremento de peso de las probetas de *P. taeda*, impregnadas con acrilatos.

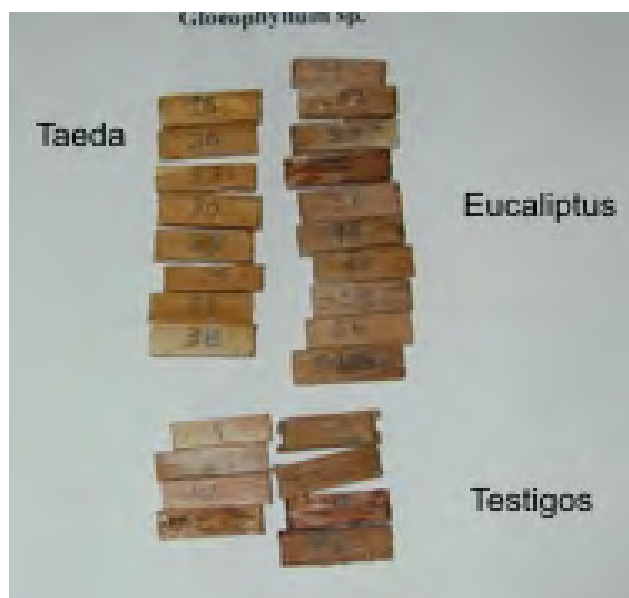
Tiempo de impregnación (h)	Incremento de peso de las probetas (g)	% Ganancia
1.0	0.0126	2.6
2.0	0.1920	10.0
3.0	0.2010	18.0
4.0	0.2000	18.0

Tabla 3: Incremento de peso de las probetas de *Eucaliptus grandis*, impregnadas con resinas plásticas.

Tiempo de impregnación (h)	Incremento de peso de las probetas (g)	% Ganancia
1.0	0.0012	3.1
2.0	0.0090	12.0
3.0	0.2086	19.0
4.0	0.1999	17.9

Tabla 4: Incremento de peso de las probetas de *Eucaliptus grandis*, impregnadas con acrilatos.

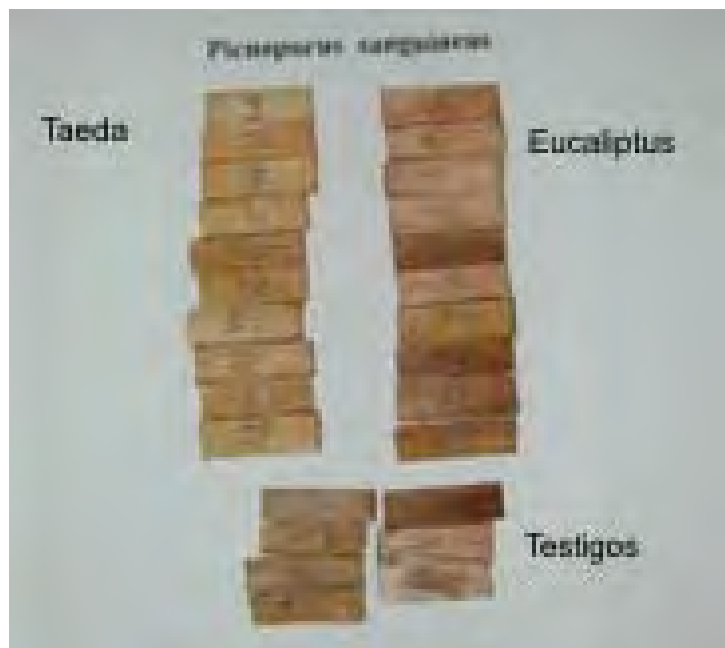
Tiempo de impregnación (h)	Incremento de peso de las probetas (g)	% Ganancia
1.0	0.0017	3.4
2.0	0.0103	14.5
3.0	0.2160	21.2
4.0	0.2332	23.6



Fotografía 1: Probetas impregnadas durante 5 horas, 90 días después de la incubación con *Gloeophyllum* spp.



Fotografía 2: Probetas impregnadas durante 5 horas, 90 días después de la incubación con *Laetiporus sulphureus*



Fotografía 3: Probetas impregnadas durante 5 horas, 90 días después de la incubación con *Picnoporus sanguineus*

## CONCLUSIONES

La metodología propuesta, el utilizar el ataque por hongos para determinar si la impregnación ha tenido efecto, parece haber funcionado.

El poder alcanzar el 20% sobre el peso seco original de la madera a tratar parecería ser lo ideal, por lo menos con respecto a la podredumbre que puede sufrir la madera. En piezas de mayor tamaño, y sobre todo si son macizas, es complicado el poder alcanzar ese aumento de peso. Parecería que el impregnante al penetrar en la madera va taponando los poros y llega un momento en donde ya no penetra más. Calculando el aumento de peso alcanzado por la pieza,



con respecto al peso total, estos ensayos con probetas pequeñas nos permiten extrapolar que cantidad de impregnante se incorporó al tejido de la madera.

Resultados preliminares con probetas de mayor tamaño nos indican que también se ve mejorada la estabilidad estructural de las piezas.

## **BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA**

ASTM Estándar D 143-52 Standard method of testing small clear specimen of timber. Reapproved. 1972. USA.

Coulson, R.N.; Lund, A.E. 1973. Wood deterioration and its prevention by preservative treatments. Chap. 5. Nicholas D.D.Editor. Syracuse University Press. N.Y.

Dickinson, C.H.; PUGH, G.J.F. 1974. Biology of plant litter decomposition. Academic Press. N.Y.

Hochman, H. 1973. Wood deterioration and its prevention by preservative treatments. Chap. 2. Nicholas D.D.Editor. Syracuse University Press. N.Y.

Kirk, T.K. 1973. Wood deterioration and its prevention by preservative treatments. Chap. 8. Nicholas D.D.Editor. Syracuse University Press. N.Y.

# ESTUDIO DE LA CAPACIDAD INHIBIDORA DE SUBSTANCIAS EXTRAÍBLES DE LA MADERA EN EL DESARROLLO DE HONGOS XILÓFAGOS

## STUDY OF THE INHIBITORY CAPACITY OF THE EXTRACTING SUBSTANCE OF WOOD IN XYLOPHAGES FUNGI GROWING

Armas, A.<sup>1</sup>; Bricca, M.<sup>2</sup>; Guillaumet, A.<sup>3</sup>; Diab, J.<sup>4</sup>; Manavella, R.<sup>5</sup>; Filippetti, C.<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Ing. Químico. UNL Profesor Titular Universidad Tecnológica Nacional, F. R. Venado Tuerto. Los Álamos 4410 Venado Tuerto. [albertoarmas@gmail.com](mailto:albertoarmas@gmail.com)

<sup>2</sup> Microbióloga. UNRC Jefe de Trabajos Prácticos. UTN FRVT.- [briccamonica@hotmail.com](mailto:briccamonica@hotmail.com)

<sup>3</sup> Ing. en Construcciones. Esp. Ing. Gerencial. Profesor Titular UTN FRVT- [aaguillaumet@rec.utn.edu.ar](mailto:aaguillaumet@rec.utn.edu.ar)

<sup>4</sup> Ing. Mecánico. UNR. Doctor en Systems Engineering Design. Profesor Titular UTN FRVT - [jacintodiab@hotmail.com](mailto:jacintodiab@hotmail.com)

<sup>5</sup> Ing. Civil. UNR Profesor Asociado. UTN FRVT – [rdmvt@yahoo.com](mailto:rdmvt@yahoo.com)

<sup>6</sup> Ing. en Construcciones. Profesor Adjunto UTN FRVT [cecilia\\_filippetti@hotmail.com](mailto:cecilia_filippetti@hotmail.com)

### RESUMEN

El objeto del presente trabajo es verificar la actividad inhibitoria de los extractivos de la madera frente a los hongos xilófagos, para poder utilizarlos en formulaciones de preservantes de impacto ambiental no significativo. Se prepararon soluciones simples a distintas concentraciones (0,5 % y 3 %) de tres sustancias extraíbles de la madera (Trementina, Colofonia y Tanino) más tres formulaciones consistentes en combinaciones de ellas con bórax como componente común y se comparó su poder inhibitorio, mediante la técnica de difusión por discos en agar, ante cultivos de dos especies de hongos (*Aureobasidium pullulans* y *Gloeophyllum sapiarium*) en dos medios de cultivo diferentes (Agar malta y Agar sabouraud). Se verificó actividad inhibitoria en las sustancias ensayadas y en sus formulaciones por lo que se las consideró viables de ser probadas en impregnaciones a célula llena.

**Palabras Claves:** Preservantes – Extractivos – Inhibidores – Ambiental.

### SUMMARY

This paper aims to verify the inhibitory activity of wood extractive vs. fungi xylophages for use in low environmental impact preservatives formulations. Simple solutions of different concentrations (0.5% and 3%) of three removable wood substances (Turpentine, Rosin, and Tannin) were prepared and three formulations between there in combination with Borax as common component, and then was compared their inhibitory power, using disks in agar diffusion technique, in cultivation of two species of fungi (*Aureobasidium pullulans* and *Gloeophyllum sapiarium*) in two different cultivate media (Agar malt and Agar sabouraud). Inhibitory activity was verified in assayed substances and in their formulations by what are considered viable to be tested in impregnation in full cell

**Key words:** Conservative - Extractive - Inhibitors – Environmental.

### INTRODUCCIÓN

El presente trabajo forma parte del Proyecto de Investigación y Desarrollo 25-Z009 “Selección y determinación de la eficacia relativa de protectores, no tóxicos, libres de COV y de impacto ambiental no significativo para aplicar a madera de *Araucaria angustifolia*”. El

objetivo del proyecto es desarrollar un protector para la preservación de madera de *Araucaria angustifolia* (Bert, O Kunze), que no sea formulado con metales pesados (CCA) o con compuestos orgánicos, generadores de COV con el propósito de no alterar el “Análisis del Ciclo de Vida de la Madera” (ACV). Para evaluar la influencia de un producto o de un proceso sobre el medio ambiente, visto de la perspectiva de su ciclo biológico, se utiliza la metodología del “Análisis del Ciclo de Vida” (ACV). Cuando se analiza la madera como elemento para la construcción esta obtiene significativas ventajas respecto de otros materiales, presentando su más destacada propiedad al momento de su descarte porque no genera residuos perdurables en el tiempo ni tóxicos, por lo tanto su asimilación residual por el medio ambiente es totalmente compatible. La utilización de CCA en la preservación de la madera anula esta ventaja y descalifica el carácter ambiental valorado en el ACV. Por lo tanto determinar la eficacia de inhibición de desarrollo de hongos xilófagos de las sustancias extraíbles de la madera, con el fin de utilizarlas como base activa en la formulación de protectores de madera, es un camino muy valioso para la mejora de la formulación de preservantes. Por sustancias extraíbles de la madera, según Vidorov, se entienden aquellas sustancias que se extraen de diferentes partes de los árboles de coníferas y latifolias mediante agua, disolventes orgánicos, vapor de agua y mediante un exprimido mecánico (Álvarez Godoy, 2005). Aproximadamente de 3-10 % de la madera seca está constituida por sustancias extraíbles. Para coníferas esta cifra oscila entre 5-8 % y para latifolias entre 2-4 % (Otero, 1988). Estos constituyentes son responsables de algunas características de las plantas como resistencia natural a la pudrición, sabor y propiedades abrasivas. Algunas especies a las que los extractivos imparten aroma y sabor intenso son también muy resistentes al ataque de hongos e insectos (Echenique, 1993). Las sustancias extraíbles de la madera propuestas para el trabajo son: 1.) Colofonia. Resina de pino está constituida por 92 % de una mezcla de ácidos resinosos; 0,4 - 1,6 % de productos grasos y 6,4 % de productos neutrales (Tamchuk, 1973). 2.) Trementina. Constituye la fracción volátil de la resina. Está formada por una mezcla de hidrocarburos terpénicos (fórmula general: C<sub>10</sub>H<sub>16</sub>). Para Sattler, es conocido que los componentes fenólicos y terpenoides presentan propiedades antifúngicas, antibióticas, antioxidantes, alelopáticas y otras (Álvarez Godoy, 2005). 3.) Taninos. Son sustancias complejas producidas por las especies vegetales que cumplen funciones antisépticas y o de conservación, son una respuesta a los ataques de insectos ya sea por ovo posición o picadura (González, 2001) 4.) Como sustancia inorgánica de baja toxicidad y necesaria para estabilizar procesos enzimáticos se utilizó en las formulaciones bórax (Tetraborato de Sodio Decahidratado). El boro como sal, y/o el oxígeno del borato inhiben procesos metabólicos de muchos organismos. Esta característica permite que el bórax desinfeste y que mate parásitos indeseables (Cruz, 2005). Las especies de hongos xilófagos seleccionadas para el estudio, *Gloeophyllum sapiarium* y *Aureobasidium pullulans*, están presentes en las maderas utilizadas para la construcción: a) *Gloeophyllum sapiarium*: Ataca principalmente a las maderas de coníferas. Está muy extendido en los elementos de la construcción al aire libre. Resiste períodos de sequía bastantes largos. El micelio de color beige claro crece en el interior de la madera motivo por el cual el ataque se suele notar muy tarde. Produce pudrición castaña, parda o cúbica. b) *Aureobasidium pullulans*: Los hongos azulados afectan fundamentalmente la madera de las coníferas. Viven exclusivamente de las sustancias que extraen de las células por lo que no atacan las paredes celulares de la madera.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó la técnica de difusión por discos en agar, distribuyendo un inóculo de cada uno de los hongos seleccionados para el estudio en cada placa. El trabajo se realizó con las siguientes cepas: *Aureobasidium pullulans* (A); *Gloeophyllum sapiarium* (G). Estas cepas

fueron aportadas por el Laboratorio de “Micología Experimental, del Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental de la Universidad de Buenos Aires”. Se inocularon cuatro placas por cepa, con dos tipos de medios de cultivo diferentes, Agar Malta (AM). Composición gr/l D-Glucosa 10gr, Agar-agar 12gr, c.s.p. 1lt. y Agar Sabouraud (AS) (R. S. Horvath, 1976), medio selectivo para aislamiento de hongos. Composición en gr/l; Glucosa 40gr, Pluripeptona 5gr, Cloranfenicol 0,05gr, Agar-agar 15,0 gr., c.s.p. 1 lt. Se realizaron controles de medios de cultivo con ambas cepas (Imagen 01 y 02). En Agar Malta se inocularon tres placas con *Aureobasidium pullulans* y una placa con *Gloeophyllum sapiarium*. En Agar Sabouraud se inocularon tres placas con *Gloeophyllum sapiarium* y una placa con *Aureobasidium pullulans*. Se prepararon 9 soluciones inoculantes de las cuales 6 fueron a partir de sustancias simples y 3 formulados. Luego se prepararon 24 discos de 6 mm de diámetro, de papel W – N° 20, recortados con sacabocado, y se procedió a su esterilización en horno de microondas (3 min. a 1200 W). Cada placa fue dividida en tres sectores y en cada sector se depositaron los discos embebidos con diferentes inhibidores. Se dispusieron a incubar en estufa a 27 °C +/- 0,5 °C durante 48 horas. Una vez transcurridos los tiempos de incubación se procedió a determinar cuales eran las sustancias, capaces de inhibir el desarrollo de ambas cepas.

Las tablas 1 y 2 presentan el esquema de siembra de las cepas seleccionadas, identificando el tipo de medio utilizado, la placa, los sectores de siembra y las sustancias seleccionadas.

MEDIO DE CULTIVO	PLACA	SECTOR	SUSTANCIAS / FORMULAS
AS	01	01	01 - Tanino 3%
AS	01	02	02 - Colofonia 3%
AS	01	03	03 - Trementina Emulsionable 3%
AS	02	04	04 - Tanino 0,5%
AS	02	05	05 - Colofonia 0,5%
AS	02	06	06 - Trementina Emulsionable 0,5%
AS	03	07	07 – Colofonia 3% + Tanino 3% + Bórax 5%
AS	03	08	08 – Trementina 3%+Tanino 3% + Bórax 5%
AS	03	09	09 – Colofonia 3% + Bórax 5%
AM	04	07	07 – Colofonia 3% + Tanino 3% + Bórax 5%
AM	04	08	08 – Trementina 3% +Tanino 3% + Bórax 5%
AM	04	09	07 – Colofonia 3% + Bórax 5%

**Tabla 1: Esquema de siembra de *Gloeophyllum sapiarium*.**

**Table 1: *Gloeophyllum sapiarium* planting scheme**

MEDIO DE CULTIVO	PLACA	SECTOR	SUSTANCIAS / FORMULAS
AM	01	01	01 - Tanino 3%
AM	01	02	02 - Colofonia 3%
AM	01	03	03 - Trementina Emulsionable 3%
AM	02	04	04 - Tanino 0,5%
AM	02	05	05 - Colofonia 0,5%
AM	02	06	06 - Trementina Emulsionable 0,5%
AM	03	07	07 – Colofonia 3% + Tanino 3% + Bórax 5%

AM	03	08	08 – <i>Trementina</i> 3% + <i>Tanino</i> 3% + <i>Bórax</i> 5%
AM	03	09	09 – <i>Colofonia</i> 3% <i>Bórax</i> 5%
AS	04	07	07 – <i>Colofonia</i> 3% + <i>Tanino</i> 3% + <i>Bórax</i> 5%
AS	04	08	08 – <i>Trementina</i> 3% + <i>Tanino</i> 3% + <i>Bórax</i> 5%
AS	04	09	09 – <i>Colofonia</i> 3% <i>Bórax</i> 5%

**Tabla 2: Esquema de siembra de *Aureobasidium pullulans*.**  
**Table 2: *Aureobasidium pullulans* planting scheme**

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó el control de medios de cultivo con ambas cepas, donde se pudo evidenciar un desarrollo diferente en ambos medios de cultivo, también se observó la morfología de cada colonia (para ser usada como blanco) y el desarrollo de cada una de ellas en 48 horas.

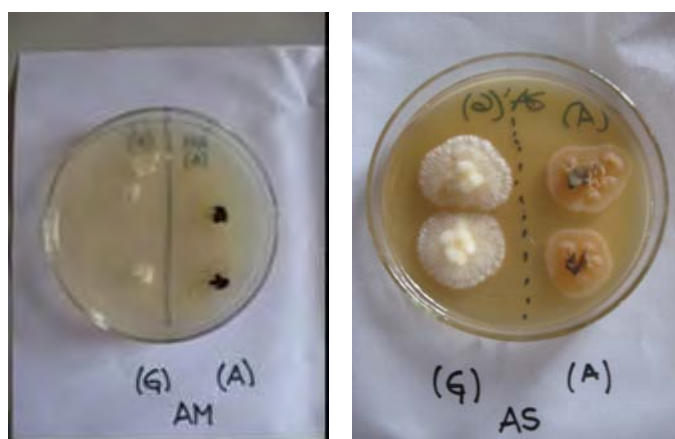


Imagen 1: Agar Malta (AM)

Image 1: Malt Agar (AM)

Imagen 2: Agar Sabouraud (AS)

Image 2: Sabouraud Agar (AS)

En la imagen 1 se puede observar el desarrollo de (A) y (G) en AM, el cual fue débil y lento. En la imagen 2 evidenciamos el desarrollo de las mismas cepas pero en AS, estas presentaron un rápido e intenso desarrollo en este medio, siendo el crecimiento de (G) mayor que la otra cepa. En las imágenes 3, 4 y 5 se observa el crecimiento de (G), en AS a las 48hs. La imagen 3, presenta los inhibidores al 3%, en el sector 1 (inferior) no se observó inhibición del desarrollo fúngico por el Tanino al 3%, mientras que en el sector 2 (izquierda) se observa inhibición del desarrollo fúngico debido a la Colofonia al 3%, de la misma manera en el sector 3 (derecha) se observa inhibición del desarrollo fúngico debido a la *Trementina Emulsionable* al 3%. En la imagen 4, que presenta los inhibidores al 0,5% no se observa inhibición con ninguna de las sustancias ensayadas. La imagen 5, presenta las sustancias formuladas. En el sector 7 (superior) con la *Formula 7: Colofonia 3% + Tanino 3% + Bórax 5%*, se observó inhibición del desarrollo fúngico, de la misma manera en el sector 8 (derecha) con la *Formula 8: Trementina 3% + Tanino 3% + Bórax 5%*, también se observa inhibición del desarrollo fúngico, mientras que en el sector 9 (izquierda) no se observa inhibición del desarrollo fúngico debido a la *Formula 9: Colofonia 3% Bórax 5%*. En la imagen 6 se observa el crecimiento de (G), en AM a las 48hs, esta placa (4) presenta las sustancias formuladas 7, 8 y 9 detalladas anteriormente. No se observó desarrollo fúngico con este medio (AM)

comparable al (AS), por lo cual no se evalúa la inhibición del mismo por no ser la condición mas favorable al desarrollo.



Imagen 3: Placa N° 1, de AS con inhibidores al 3%.

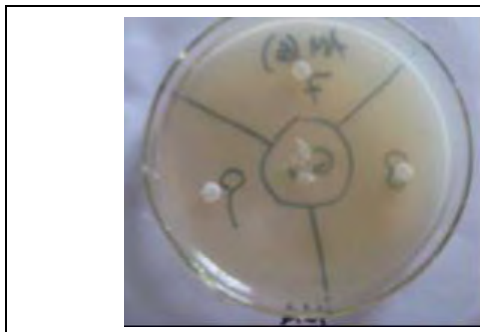
Image 3: Plate N° 1, of AS with inhibiting to 3 %.

Imagen 4: Placa N° 2, de AS con inhibidores al 0,5%.

Image 4: Plate N° 2, of AS with inhibiting to 0,5 %.

Imagen 5: Placa N° 3, de AS con sustancias formuladas.

Image 5: Plate N° 3, of AS with formulated substances.



**Imagen 6: Placa N° 4, de AM con sustancias formuladas.**

**Image 6: Plate N° 4, of AM with formulated substances.**

En las imágenes 7, 8 y 9 se observa el crecimiento de (A), en AM a las 48hs. La imagen 7, presenta los inhibidores al 3%. La imagen 8, presenta los inhibidores al 0,5%. La imagen 9, presenta las sustancias formuladas, en ninguna de las tres imágenes se observó desarrollo fúngico con este medio (AM) comparable al (AS), por lo cual no se evalúa la inhibición del mismo por no ser la condición mas favorable al desarrollo.

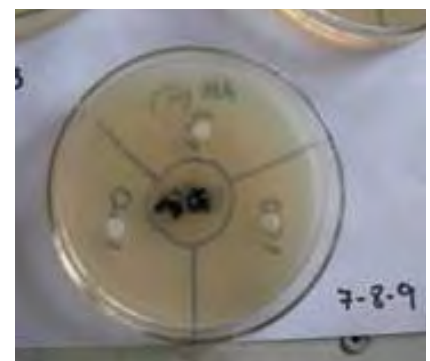
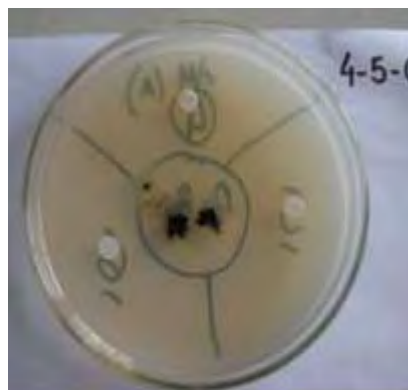
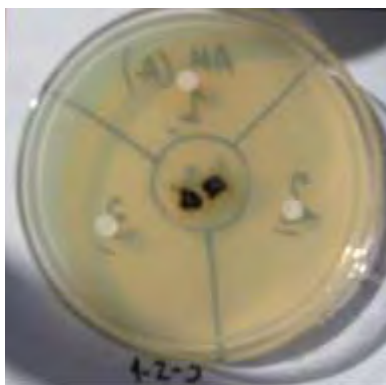


Imagen 7: Placa N° 1, de AM con inhibidores al 3%.

Image 7: Plate N° 1, of AM with inhibiting to 3 %.

Imagen 8: Placa N° 2, de AM con inhibidores al 0,5%.

Image 8: Plate N° 2, of AM with inhibiting to 0,5 %.

Imagen 9: Placa N° 3, de AM con sustancias formuladas.

Image 9: Plate N° 3, of AM with formulated substances.



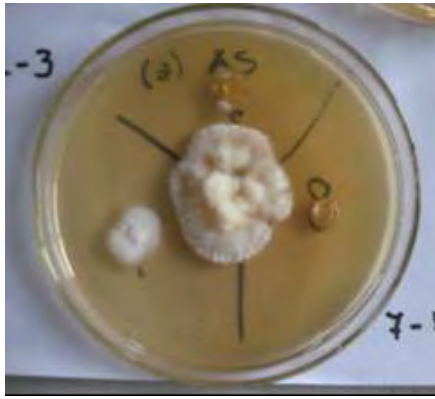


Imagen 10: Placa N°4, de AS, con sustancias formuladas.  
Image 10: Plate N°4, de AS , with formulated substances.

En la imagen 10 se observa el crecimiento de (A), en AS a las 48hs. Esta imagen corresponde a la placa 4, la cual presenta las sustancias formuladas 7, 8 y 9. En el sector 7 (superior) con la Formula 7: Colofonia 3% + Tanino 3% + Bórax 5%, se observó inhibición del desarrollo fúngico, con posible desarrollo bacteriano el cual se confirmó mediante tinción de Gram, de la misma manera en el sector 8 (izquierda) con la Formula 8: Trementina 3% + Tanino 3% + Bórax 5%, también se observó inhibición del desarrollo fúngico con posible desarrollo bacteriano confirmado con la misma metodología, mientras que en el sector 9 (derecha) con la Fórmula 9: Colofonia 3% Bórax 5% se observa buen desarrollo fúngico. En AM no se observó desarrollo bacteriano, mientras que en AS se observó inhibición del desarrollo fúngico, con posible desarrollo bacteriano el cual se confirmó mediante tinción de Gram. Con (A) AS hubo desarrollo bacteriano con las Formulas 7 y 8, y con (G) AS con las Sustancia 3 y las Formulas 7 y 8.

En las siguiente imágenes 5 y 11; 10 y 12; se observa la inhibición del desarrollo fúngico de las 48 horas en comparación a las 120 horas, a los efectos de ilustración.



Imagen 5: Placa N° 3, de (G) en AS a las 48 horas, con sustancias formuladas.  
Image 5: Plate N° 3, of (G) in AS at 48 hours, with formulated substances.

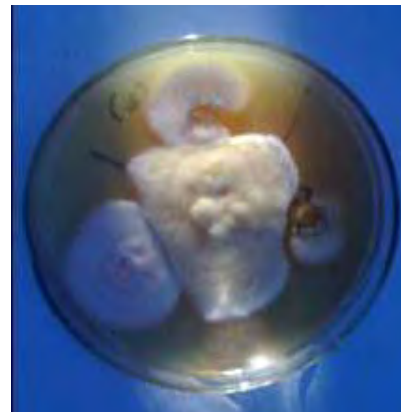


Imagen 11: Placa N° 3, de (G) en AS a las 120 horas, con sustancias formuladas.  
Image 11: Plate N° 3, of (G) in AS at 120 hours, with formulated substances.



Imagen 10: Placa N° 4, de (A) en AS a las 48 horas, con sustancias formuladas.

Image 10: Plate N° 4, of (A) in AS at 48 hours, with formulated substances.



Imagen 12: Placa N° 4, de (A) en AS a las 120 horas, con sustancias formuladas.

Image 12: Plate N° 4 of (A) in AS at 120 hours, with formulated substances.

### **Medio AS, crecimiento (G), Formulas 1 al 9 (3 placas con 3 sectores por placa) 48 Hs**

Placa-Imagen	Sector-Formula	Desarrollo	Observaciones
1-3	1-1	+++++	Placa 1; Se observó elevado desarrollo de (G) sobre el disco 1, en el disco 2 no se observó desarrollo y sobre el disco 3 se observó desarrollo posiblemente bacteriano. Se Confirmó mediante tinción de Gram, en donde se observó la presencia de pequeños bacilos Gram (-).
1-3	2-2	-	
1-3	3-3	-	
2-4	4-4	+++++	Placa 2; Presentó mayor desarrollo de (G). Sobre los 3 discos se observó desarrollo fúngico intenso (siendo menor en el disco 3).
2-4	5-5	+++++	
2-4	6-6	++++	
3-5	7-7	-	Placa 3; Sobre los discos 7 y 8 se observó desarrollo posiblemente bacteriano esto fue confirmado realizando tinción de Gram, en donde se observó la presencia de bacilos Gram (-), los cuales eran pequeños. Mientras que sobre el disco 3 se observa un importante de (G).
3-5	8-8	-	
3-5	9-9	+++	

### **Medio AS, crecimiento (A), Formulas 7-8-9 (1 placa con 3 sectores) 48 Hs**

Placa - Imagen	Sector - Formula	Desarrollo	Observaciones
4-10	7-7	-	Placa 4: Esta cepa (A) tuvo mejor desarrollo, más rápido e intenso, en medio AS. Sobre los discos 7 y 8 se observa desarrollo posiblemente bacteriano esto fue confirmado realizando tinción de Gram. En donde se observo la presencia de bacilos Gram.
4-10	8-8	-	
4-10	9-9	++++	

(+) Desarrollo fúngico. (-) Sin desarrollo fúngico.

(+) Fungal development. (-) No fungal development.

El medio de cultivo que permitió mejor y más rápido desarrollo de ambas cepas, fue el Agar Sabouraud. La cepa con mayor desarrollo, fue *Gloeophyllum sapiarium*. En AS se observó desarrollo bacteriano sobre los discos impregnados con las formulas 3, 7 y 8 en el caso de (G) y de las formulas 7 y 8 en el caso de (A). En ambos casos se confirmó la



presencia de bacterias mediante la tinción de Gram., las cuales fueron bacilos Gram. (-), se descartó que sean debido a contaminantes de las placas, mediante controles de esterilidad. Los bacilos encontrados eran pequeños y aislados.

## CONCLUSIÓN

- Concentraciones del 0,5% no lograron inhibir el desarrollo fúngico. (Imagen 4)
- Las soluciones que inhibieron el desarrollo de (G) a las 48 horas en AS fueron: N° 2; N° 3; N° 7 y N° 8. (Imágenes 3 y 5). La sustancia N° 3 no resistió el desarrollo fúngico por más de 72 hs.; mejor comportamiento se obtuvo con la sustancia N° 2 y los formulados N° 7 y N° 8 (Imagen 11) que mantuvieron la inhibición hasta 120 horas, observándose un comportamiento más resistente en el formulado N° 8.
- Las soluciones que inhibieron el desarrollo de (A) a las 48 horas en AS fueron: N° 7 y N° 8; observándose un comportamiento más resistente en el formulado N° 8.

El poder inhibitorio, demostrado por los principios activos combinados de los terpenos y ácidos abiéticos (contenidos en el extracto de trementina y resina colofonia en combinación con las propiedades de los flavonoides contenidos en los taninos) más las propiedades del bórax, resultó relevante. Por lo tanto consideramos procedente promover ensayos con estos formulados en las impregnaciones a célula llena, de acuerdo a norma EN 252 en madera de Araucaria Angustifolia.

### Agradecimientos:

Gracias a la colaboración de la Dra. Flavia Forchiassin. Laboratorio de "Micología Experimental, del Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental de la Universidad de Buenos Aires"

### BIBLIOGRAFÍA:

- ALVAREZ GODOY, E. (2005) Extractivos del árbol – Estudios bibliográficos- Univ. de Pinar Del Río – Cuba.
- ECHENIQUE, R. (1993) Ciencia y Tecnología de la madera I. Textos Universitarios. Universidad Veracruzana, México.
- OTERO M (1988) Celulosa e papel. Tecnología de fabricação da pasta celulósica, Sao Paulo Pp. 45-68.
- TAMCHUK, R. I. Y TAMCHUK, G. N. (1973) El follaje y su utilización en la agricultura. Edit. Lesnaya Prom. 360 p.
- GONZALEZ Y; PEÑAZ, M; SÁNCHEZ, R y SANTANA J. L. (2001) Taninos de diferentes especies vegetales en la prevención del fotoenvejecimiento. Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas. 20(1):16-20.
- CRUZ, ALVARO DE JESÚS; VAZQUEZ-LABASTIDA, E.; RAMÍREZ GALVAN T. "El bórax y su utilidad" Escuela Superior de Ingeniería Química e Industrias Extractivas del IPN, Unidad Profesional Zacatenco., Col. Lindavista, México D. F. CP. 07038
- HORVATH R. S., BRENT \* M. M., AND CROPPER D. G. "Paint Deterioration as a Result of the Growth of Aureobasidium pullulans on Wood". Department of Biological Sciences, Bowling Green State University, Bowling Green, Ohio 43403 applied and environmental microbiology, Oct. 1976, p. 505-507

# RESISTENCIA NATURAL DE LA MADERA DE *Paulownia tomentosa* (THUNB.) STEUD. ( BIGNONIACEAE) KIRI AL ATAQUE DE TRES ESPECIES DE HONGOS XILÓFAGOS.

## NATURAL RESISTANCE OF WOOD OF *Paulownia tomentosa* (THUNB.) STEUD. (BIGNONIACEAE) KIRI TO THE ATTACK OF THREE SPECIES OF XYLOPHAGOUS FUNGI

Bobadilla, E. A <sup>1</sup>; Suirezs, T. M.<sup>1</sup>; Argüelles y Andrés, T.<sup>1</sup>; Weber, E. M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Docentes de la Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones. (UNAM) Eldorado – Misiones – Argentina. elisa@facfor.unam.edu.ar

### RESUMEN

El objetivo del proyecto fue determinar la resistencia natural de la especie, *Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steud. (Bignoniaceae) Kiri al ataque de los hongos xilófagos, *Laetiporus sulphureus*, y *Ganoderma applanatum*, bajo dos condiciones: natural y después de sufrir ciclos de lavados. Para comparar la durabilidad de las maderas, se aplicó las técnicas sugeridas por la Norma I.R.A.M. N° 9518. Se utilizaron 10 probetas de maderas sanas por cepas de hongos. Las mismas fueron sometidas en laboratorio a la acción de cepas de los hongos, durante tres meses en estufa a 28° C, pasado este periodo, las probetas fueron retiradas y colocadas en ambiente de laboratorio durante 3 días. Transcurrido ese tiempo se pesaron cada una de las probetas y se determinó el porcentaje de pérdida de peso que experimentaron. En base a esto se clasificó a la especie, utilizando el criterio de Findlay, (1951).

**Palabras claves:** Durabilidad, Hongos xilófagos, kiri

### SUMMARY

The objective of the project was to determine the natural resistance of the specie *Pawlonia sp.* to the attack of the xylophagous fungi: *Laetiporus sulphurens*, and *Ganoderma applanatum*, under two conditions: the natural one, and after suffering washing cycles. The techniques suggested by The IRAM Norm N° 9518, were used to compare the durability of the woods. Ten samples of sound wood were used for each fungi strain. They were submitted to the fungi action in the laboratory in stoves at 28 °C, during three months, after this period, the samples were taken and put in the lab environment during three days. After this time, each of the samples was weighed and the percentage of the loss of weight that they suffered was determined. The species was classified taking this into account, using Findlay's criterion. (1951).

**Key words:** Durability, Xylophagous Fungi, kiri.

### INTRODUCCIÓN

El uso determinado de una madera, depende principalmente de sus propiedades físicas, mecánicas y de su carácter estético, características que se definen sobre la madera sana. Sin embargo es necesario no dejar de considerar que estas propiedades son modificadas en mayor o menor grado, cuando la madera sufre alteraciones con el transcurso del tiempo (García Sola, E. 1974).

Entre las causas que provocan alteraciones en la madera, ocupa un lugar muy importante los hongos xilófagos. Estos son los responsables de grandes pérdidas económicas

por la destrucción de las maderas, principalmente aquellas destinadas a la construcción de viviendas. (CRECHI E. 1984). Tal es la importancia, que ha dado origen a la industria de la preservación de madera. La acción de los hongos xilófagos, depende fundamentalmente de las condiciones de uso, donde la presencia de agua y oxígeno en cantidades relativamente importantes, determinan situaciones favorables para la vida y desarrollo de las colonias. Las maderas tienen una resistencia diferente a la acción de los agentes micológicos, debido a su estructura y a las proporciones de sustancias químicas contenidas en los tejidos leñosos, variables según la especie, la edad del árbol y las condiciones de desarrollo (Carballeira López et al, 1986).

Se entiende por durabilidad natural al conjunto de propiedades de la madera, características de cada especie, que le confieren una determinada durabilidad en servicio, cuando son utilizados sin ningún tratamiento preservativo.

Según estudio realizado por el área de Tecnología de la Facultad de Ciencias Forestales, (1989) sobre las cualidades físicas y mecánicas de la especie *Paulownia tomentosa* la misma es considerada apta para la industria de la construcción.

El objetivo del trabajo consistió en determinar la durabilidad natural de la madera de esta especie forestal bajo dos condiciones: a) madera natural y b) madera luego de haber sufrido ciclo de lavado con agua, las que permiten clasificar a las especies de acuerdo al criterio de Findlay (1951)

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Madera**

Se utilizó como material para los ensayos madera aserrada de industrias locales de la especie *Paulownia tomentosa* Kiri especie exótica cuya madera es buena para la elaboración de muebles para interiores. Exhibe albura y duramen poco diferenciados, siendo éste último de color blanco amarillento con tonalidades rosadas. El brillo es suave y satinado, sin olor y textura fina. Densidad baja de 240-260 kg/m<sup>3</sup>.

### **Hongos**

Las probetas fueron depositadas sobre el cultivo de cepas de 3 hongos xilófagos: *Pycnoporus sanguineus*, (BAFC: 2341), *Laetiporus sulphureus*, (BAFC: 205), *Ganoderma applanatum*, (BAFC: 1168). Los mismos fueron proporcionados por la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad de Buenos Aires, Argentina.

### **Metodología**

Se prepararon 5 probetas de 3 x 1 x 0,5 cm, de maderas sanas, sin nudos ni grietas, libres de pudrición u otros defectos y con el eje mayor paralelo a la dirección de las fibras, por tratamiento y por cepa de hongos (Norma I.R.A.M. N° 9518).

Se colocaron las mismas en un climatizador regulado a 25° C y 85 % de humedad, controlando su peso hasta que se mantuvo constante por un período no inferior a 48 horas, al cual se le denominó peso inicial (Pi).

El 50 % de las probetas se llevó a estufa a 110 °C para su esterilización, durante 1/2 hora, y luego permanecieron por 12 horas a 30°C, Al cabo de ese tiempo las probetas contenían un 30% de agua. (30 % de su peso en agua)

El 50 % restante de probetas se colocaron en una cámara extractor Soxhlet, y se efectuó 10 pasadas de agua destilada a través de la cámara, este paso tiene como objetivo eliminar las sustancias solubles en agua, una vez finalizada esta operación y para asegurar la

esterilidad, el agua de la cámara fue hervida. Completada esta etapa, las probetas resultan con humedad suficiente que se estimó en 40%.

Para calcular el peso perdido durante el lavado se tomaron 5 probetas de cada especie, se llevó a estufa a 110° C hasta peso constante y se pesó, este dato es el  $P_{a1}$ , (peso anhidro antes de ser lavadas), luego se dejaron al aire de laboratorio durante 48 horas y se sometió al lavado en cámara Soxhlet, con 10 pasadas de agua destilada, luego se la deja escurrir y se la lleva nuevamente a estado anhidro, se pesó y se obtuvo  $P_{a2}$  (peso anhidro después de lavado), con estos datos se determinó el porcentaje de pérdida de peso por lavado  $\Delta P\%$ , que descontó del peso inicial ( $P_i$ ).

El medio de cultivo utilizado fue el sugerido en la Norma I.R.A.M. N° 9518, Medio de Noble: 25 g de agar y 15 g extracto de malta en 100ml de agua destilada previamente diluida a baño maría, una vez tibia se colocó en tubos de ensayo de 200 mm de largo y 20 mm de diámetro, obturados con tapas de algodón, luego fueron esterilizados en autoclave a 0,5 atm de presión durante 30 minutos y se dejaron solidificar en forma inclinada, aproximadamente 10° para que se forme el pico de flauta.

En condiciones asépticas se colocaron en cada tubo, pequeños trozos de micelio, que permanecieron en estufa a 27 °C +/- 1 °C por 14 días, hasta alcanzar un desarrollo del micelio que cubrió totalmente la superficie de los tubos. Los que no se desarrollaron vigorosamente fueron desechados.

Las probetas esterilizadas y humectadas ya descriptas, se colocaron sobre el pico de flauta cubierta de micelio en los tubos previamente identificados; con letra de la especie, hongo y número de probeta. Para evitar la contaminación de las muestras se trabajó en una cámara de flujo laminar. Estos fueron depositados en estufa de cultivo a una temperatura de 26 – 28 °C, durante tres meses. Transcurrido este lapso de tiempo se retiraron las probetas, se eliminó el micelio superficial y se colocó en ambiente de laboratorio durante 3 días, se tomó el peso de cada probeta que se identificó como peso final ( $P_f$ ).

La pérdida de peso del tejido leñoso, en el caso de madera natural, esta referida a la diferencia de peso de tejido leñoso inicial y final.

En el caso de madera lavada, al peso inicial sin lavado antes del ataque ( $P_i$ ) se le debió descontar la pérdida de peso por lavado ( $\Delta P \%$ ), obteniéndose en éste caso un peso inicial ( $P_{i1}$ ), resultando la pérdida de peso de tejido leñoso por la acción conjunta de lavado más el hongo, ( $P_{i1}$ ) menos ( $P_f$ ).

Se realizó un análisis estadístico de los datos obtenidos utilizando el diseño factorial 1 x 2 x 3, donde 1 es la especie bajo estudio, 2 los tipos de tratamientos y 3 las especies de hongos.

De acuerdo a esta pérdida de peso se las clasificó, siguiendo el criterio de Findlay, (1951), en 5 grupos, basado en que los promedios de pérdidas de peso producido por los hongos xilófagos, durante un determinado lapso de tiempo, define el grado de resistencia a la pudrición. Dicha clasificación se presenta en la tabla N° 1.

**Tabla N° 1:** Clasificación de Findlay

<b>% pérdida de peso</b>	<b>grado de resistencia</b>
hasta 1%	Muy resistente
2 - 5 %	Resistente
5 - 10 %	Moderadamente resistente
10 - 30%	No resistente
Superior al 30%	Perecederas

## RESULTADOS

En la **tabla 2** se presenta los porcentajes de pérdida de peso por tratamiento y hongos, con los desvíos estándar correspondientes, de la especie kiri.

**Tabla 2:** Promedio de pérdida de peso – desvío estándar

Especie de Hongos	Tratamientos	
	Natural	Lavada
<i>Ganoderma applanatum</i>	29,51 ± 3,73	33,20 ± 4,58
<i>Laetiporus sulphureus</i>	9,92 ± 1,51	15,13 ± 2,82
<i>Pycnoporus sanguineus</i>	10,94 ± 1,11	14,75 ± 1,96

En la **tabla N° 3** se puede observar la susceptibilidad de la especie *Paulownia tomentosa*, al ataque de hongos xilófagos, en el caso de madera natural, sin lavado, las especies de hongos *Pycnoporus sanguineus*, *Laetiporus sulphureus*, son menos agresivas y la madera dentro de la clasificación de Findlay es moderadamente resistente. La madera que sufre un ciclo de lavado es más susceptible al ataque de los hongos pasando la especie a ser no resistente para el uso en la intemperie.

La madera de kiri natural y lavada no es resistente al ataque del hongo de la especie *Ganoderma applanatum*, en ambos casos la pérdida de peso supera el 30%, que corresponde según el criterio de Findlay a una especie perecedera.

**Tabla N° 3:** Porcentaje de pérdida de peso por el ataque de hongos de las probetas al natural y lavadas de la madera de kiri, *Paulownia tomentosa*

Especie de hongo	Pérdida de peso (%) Probetas sin lavado	Pérdida de peso (%) Probetas con lavado	Clasificación según Findlay Sin lavado	Clasificación según Findlay con lavado
<i>Pycnoporus sanguineus</i>	10,941	13,025	Moderadamente resistente	No Resistente
<i>Laetiporus sulphureus</i>	9,228	12,569	Moderadamente resistente	No Resistente
<i>Ganoderma applanatum</i>	30,114	33,200	Percederas	Percederas

### Bibliografía

- CRECHI E. 1984. Durabilidad Natural Relativa del Duramen de Maderas Misioneras. Secretaría General de Ciencia y Tecnología, UNaM. Pp 15.
- GARCÍA SOLA, E. 1974. Diseño y Tecnología para viviendas de interés Social. Dpto. de Física, Química y Geociencia, Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Nordeste.
- INSTITUTO ARGENTINO DE RACIONALIZACIÓN DE MATERIALES, 1962. Normas I.R.A.M. 9518.
- LANZARA, P.; Pizzetti, M. 1977. Guía de Árboles. Ediciones Grijalbo S.A. 300 ps.

**ANATOMÍA DEL LEÑO DE *Symplocos uniflora* (Pohl) Benth. (SYMPLOCACEAE),  
MISIONES, ARGENTINA**  
**WOOD ANATOMY OF *Symplocos uniflora* (Pohl) Benth. (SYMPLOCACEAE), MISIONES,  
ARGENTINA**

CIVILA, E. R.<sup>1</sup>; BRÍTEZ, D. D.<sup>2</sup>; y A. V. BOHREN<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Estudiante de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Misiones. Bertoni 124, Eldorado, Misiones. [emanuelcivila@hotmail.com](mailto:emanuelcivila@hotmail.com)

<sup>2</sup>Estudiante de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Misiones. Bertoni 124, Eldorado, Misiones.

<sup>3</sup>Magister, docente de la Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones, Bertoni 124, Eldorado, Misiones. [aliciabohren@hotmail.com](mailto:aliciabohren@hotmail.com)

## RESUMEN

Este trabajo estudia la anatomía del leño de *Symplocos uniflora* (Pohl) Benth., (Symplocaceae), especie arbórea nativa de Misiones, con la finalidad de determinar sus características anatómicas microscópicas. La muestra fue recolectada en el Departamento Guarani de la Provincia de Misiones, a 1,30 m d.a.p del tronco. Para el estudio y descripción se utilizaron las consideraciones de las Normas COPANT y la terminología del Comité de Nomenclatura de IAWA( 1989). Los estudios se realizaron en el Laboratorio de Anatomía de la Madera de la Facultad de Ciencias Forestales UNaM. El leño se caracteriza por presentar porosidad difusa uniforme, vasos numerosos, solitarios, con placas de perforación escalariformes; fibrotraqueidas; parénquima leñosos paratraqueal y apotraqueal, radios heterogéneos y multiseriados. Se concluye que las características anatómicas observadas en la especie se corresponden en general a las descriptas para la familia y la especie, pero se constatan diferencias tanto a nivel familiar como específica.

**Palabras claves:** Xilema secundario, Microscopía, Árbol, *Symplocos uniflora*, Symplocaceae.

## SUMMARY

This work studies the wood anatomy of *Symplocos uniflora* (Pohl) Benth., (Symplocaceae), that is a native tree species of Misiones, in order to determine its microscopic anatomical features. The sample was in the Guarani Department in the Province of Misiones, with a DBH of 1,30 m. The considerations of the COPANT Norms and the terminology of IAWA's Committee Nomenclature were used for the study and description., The studies were done in the Laboratory of Wood Anatomy of the Faculty of Forestry Sciences, UNaM. The wood is characterized by uniform diffuse-porosity, numerous, predominantly solitary vessels with scalariform perforation plates, fibretracheids, woody paratracheal parenchyma and apotracheal; heterogeneous and multiseriate rays.

We conclude that the anatomical characteristics observed in the species generally correspond to those described for the family and the species, but differences both in the familiar and specific levels were found.

**Key words:** Secondary Xylem, Microscopy, Tree, *Symplocos uniflora*, Symplocaceae.

## INTRODUCCIÓN

Misiones posee uno de los mayores índices de biodiversidad vegetal de la Argentina (Zuloaga *et al*, 1999). Gartland y Bohren (2008), determinaron que en esta provincia se encuentra el 76,1% del total de familias botánicas con representantes arbóreos y algo más del 54% del total de especies arbóreas con ese hábito de la Argentina.

Esta especie arbórea es originaria de América tropical y subtropical, llegando en la Argentina hasta el Delta del río Paraná y hasta la isla Martín García, desde el nivel del mar hasta los 500 metros de elevación. En Misiones se ha documentado su presencia en departamentos localizados al sur de la provincia, como ser: Cainguás, Candelaria, Concepción, Guaraní, San Ignacio y al norte solamente en el departamento Iguazú (Zuloaga y Morrone, 2006). Según Dimitri (1974) en el parque Nacional Iguazú es posible hallarlos cerca de la Garganta del Diablo.

La familia Symplocaceae es pequeña, leñosa, monotípica con alrededor de 300 especies de los trópicos y subtropicos húmedos de Asia y América, (Harlow *et al.*, 1991). En la Argentina esta familia cuenta con dos especies, *Symplocos celastrinea* Mart. ex Miq., y *S. uniflora* (Pohl) Benth, esta última conocida como “caona”, “siete sangrías” o “azahar del monte”, sus sinónimos botánicos son *Stemmatosiphum uniflorum* Pohl, *Symplocos parvifolia* Benth. y *Symplocos uruguensis* Brand.

Entre los antecedentes sobre estudios anatómicos a nivel de la familia Symplocaceae mencionamos los de Record (1936), Metcalfe y Chalk (1965) y Carlquist (1988).

La mayoría de los estudios sobre anatomía de la madera de las especies arbóreas de Misiones se corresponden generalmente con aquellas de mayor valor económico, como son por ejemplo los estudios de Molle (1935), Milanez (1939), Cozzo (1946, 1949 a y b, 1951 a y b), Tortorelli (1956), Cristiani (1962 y 1978), Verna (1979), Bolzón de Muñiz (1993) y Giménez (2004) entre otros. Para esta especie en particular se registra el trabajo de Norverto (1993), donde describe y detalla la presencia de células perforadas de radio y remanentes de pared primaria en elementos de vasos perforados de *Symplocos uniflora*.

El presente trabajo tiene como objetivo el estudio de la anatomía de la madera a nivel microscópico de *Symplocos uniflora*, contribuyendo al conocimiento científico de flora arbórea de Misiones, y compara sus características anatómicas con las ya descriptas para la familia Symplocaceae y la especie.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se coleccionó una rodaja de madera, obtenida a 1,30 m d.a.p de una especie arbórea de la Reserva de Uso Múltiple de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones, al azar según las indicaciones de las normas COPANT 30.1.019 (1973) para descripciones anatómicas.

Se han seccionado dos muestras o bloques de 2 cm. x 2 cm. x 2 cm de madera, con las caras perfectamente orientadas, para la obtención de los cortes histológicos en los tres planos básicos de estudio; también se obtuvieron astillas de madera para el estudio del leño disociado.

Los bloques fueron previamente ablandados mediante un proceso de cocción en agua y posteriormente fueron seccionados en sus tres planos con un micrótopo de carro y de guías marca Leica, en espesores de 15 a 25 µm (micras).

Los cortes histológicos o láminas fueron sometidos al método de triple coloración, con rojo de acridina al 1%, crisoidina al 1% y Astra Blue al 1%, (Dujardin, 1964), lavados en agua destilada, deshidratados en una batería de alcoholes de concentración ascendente, conservados en Xileno, montados en un portaobjetos con Entellan y rotulados.

Para la obtención de las muestras del leño disociado, las astillas de madera fueron maceradas por el método de Jeffrey (Freund, 1970), en solución acuosa de ácido nítrico y ácido crómico al 10 % en la proporción 1:1 Se coloreó con safranina al 0,025 %, posteriormente el tejido macerado fue lavado, deshidratado, montado y rotulado, de igual manera a la descripta para las láminas.

La terminología empleada para las descripciones anatómicas son las establecidas por el Comité de Nomenclatura de IAWA (Baas *et al.*, 1989).

Las observaciones, descripciones, mediciones y obtención de las microfotografías de los cortes histológicos y del disociado, se realizaron con un Microscopio trinocular línea Pirámide, Modelo Axiolab, marca Carl Zeiss. Serie 992623., con objetivos 10X, 20X, 40X y 100X, compatible con sistema de video color Sony, conectado a través de una placa de TV a una computadora.

Para las mediciones de cada una de las variables consideradas se siguieron las indicaciones de la IAWA (1989), realizándose como mínimo 25 mediciones calculándose el valor medio, máximo, mínimo y el desvío Standard a partir de ellas. Las mediciones se realizaron con la ayuda del software Arcview 3.2, previa toma de imágenes con aumentos de 100x, 200x y 400x; mediante la utilización del microscopio con cámara de video conectado a una computadora.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las características anatómicas microscópicas del leño de *Symplocos uniflora* se describen a continuación y en la Tabla 1 se presentan los valores medios, máximos, mínimos y el desvío estándar de las mediciones de cada una de las características estudiadas.

### Características anatómicas microscópicas:

**Anillos de crecimiento:** poco demarcados.

**Vasos:** Porosidad difusa uniforme, poros predominantemente solitarios y en menor proporción en disposición tangencial de dos poros (ulmoide); extremadamente numerosos, 94 (80-108) poros/mm<sup>2</sup>; pequeños, diámetro tangencial, de 41,5 (20,0-58,9) µm; espesor de la pared 3,5 (2,4-4,6) µm, (**imagen 1**).

Elementos vasculares medianos a largos, de 718,5 (586,2-947,9) µm de longitud, con escasas puntuaciones intervasculares areoladas. Las puntuaciones radio-vasculares y parénquimo-vasculares son del tipo escalariforme (**imagen 4**). Las placas de perforación son muy inclinadas, del tipo escalariforme, con 5 a 20 barras, (**imagen 5**).

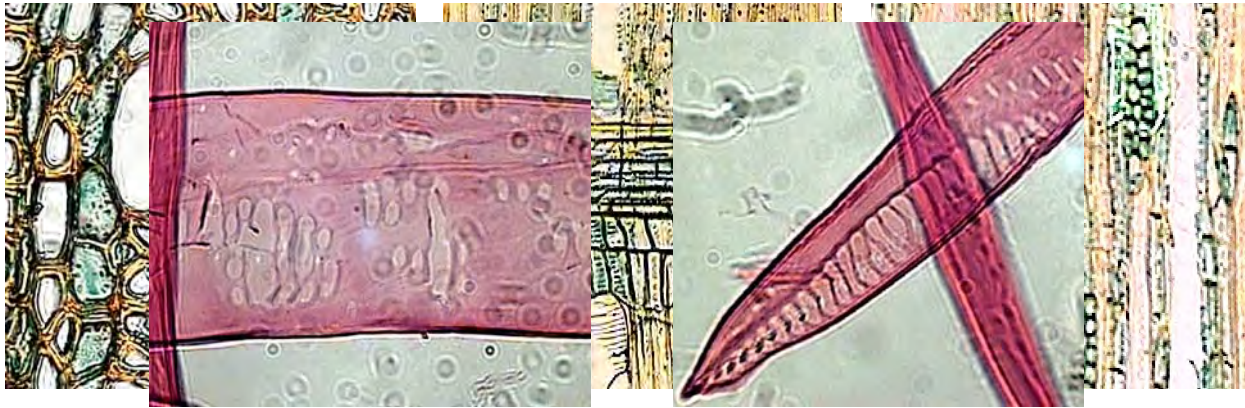
**Fibras:** Dispuestas en hileras radiales, de sección poligonal y en algunos casos, aparenta, sección circular. Medianas, de 1271 (760,9-1887,9) µm de longitud; finas, con diámetro externo 19,3 (13,9-26,8) µm y diámetro del lumen de 11,1 (5,6-18,5) µm; espesor de pared delgado de 3,2-5,2 µm. Presenta puntuaciones areoladas en las caras radiales y tangenciales; por lo cual se las puede caracterizar como fibrotraqueidas, (**imagen 2**).

**Parénquima leñoso:** Paratraqueal escaso y apotraqueal difuso, en series verticales de 2 a 10 células, (**imagen 1**).

**Radios:** Multiseriados de 2 a 4 células de ancho (**imagen 3**), heterogéneos, constituidos por células procumbentes en la parte central, cuadrangulares y erectas en los márgenes (**imagen 2**); extremadamente numerosos, 9 (6-14) radios por mm; y bajos a medianos, de 428,1 (251-657,5) µm de altura, sin contenidos.



**Disposición:** no estratificados.



**Imagen 1.** Plano transversal de *Symplocos uniflora*, parénquima paratraqueal y apotraqueal, 400X  
**Imagen 2.** Plano radial de *Symplocos uniflora*, radios heterogéneos, 100X  
**Imagen 3.** Plano tangencial de *Symplocos uniflora*, placa de perforación escalariformes, radios multiseriados, 100X  
**Imagen 4.** Leno disociado de *Symplocos uniflora*, puntuaciones radio-vasculares y parénquimo vascular, 400X  
**Imagen 5.** Leno disociado de *Symplocos uniflora*, radios tangenciales, placa de perforación escalariformes, 400X

**Tabla 1: Valor medio, máximo, mínimo y desvío estándar en micras ( $\mu\text{m}$ ) de las características anatómicas de *Symplocos uniflora* (Pohl) Benth.**

**Table 1: Mean value, maximum, minimum and standard deviation in microns ( $\mu\text{m}$ ) of the anatomical features of *Symplocos uniflora* (Pohl) Benth.**

Características anatómicas	Valor medio	Valor máximo	Valor mínimo	Desvío standar
<b>Elementos de vaso</b>				
Diámetro tangencial interno ( $\mu\text{m}$ )	41,5	58,9	20,0	8,78
Diámetro tangencial externo ( $\mu\text{m}$ )	48,6	68,2	24,9	
Espesor de la pared ( $\mu\text{m}$ )	3,5	4,6	2,4	0,67
Abundancia o número de poros/ $\text{mm}^2$	94	108	80	14,05
Longitud ( $\mu\text{m}$ )	718,5	947,9	586,2	130,09
<b>Fibras</b>				
Longitud ( $\mu\text{m}$ )	1271,0	1887,9	760,9	254,68
Lumen (diámetro tangencial interno) ( $\mu\text{m}$ )	11,1	18,5	5,6	3,02
Espesor de la pared ( $\mu\text{m}$ )	4,1	5,2	3,2	0,59
Diámetro externo	19,3	26,8	13,9	
<b>Radios</b>				
Altura ( $\mu\text{m}$ )	428,1	657,5	251,0	143,74
Abundancia o número de radios por milímetro	9	14	6	2,63

Se ha observado que las características anatómicas de *Symplocos uniflora*, como la porosidad, la distribución de los poros, el tipo de poros, el diámetro tangencial interno y externo, su longitud, el espesor de la pared, el tipo de puntuaciones radio-vasculares y parénquimo vasculares, como el número máximo de barras (20) de las placas de perforación escalariformes se encuentran dentro de los rangos y los caracteres establecidos por Metcalfe y Chalk (1965), Record (1936) y Carlquist (1988), para la familia Symplocaceae. Mientras que Norverto (1993) cita para la especie la presencia de hasta 41 barras en las placas de

perforación escalariformes de los elementos vasculares, no observados en el presente estudio.

No se ha constatado para la especie, al igual que Norverto (1993), la presencia de engrosamientos espiralados ni tilosis citados por Metcalfe y Chalk (1965) y Carlquist (1988) para la familia.

Las características observadas de las fibras como su longitud, diámetro, espesor y sus puntuaciones, la clasifican como fibrotraqueidas, coincidente con lo descrito por Metcalfe y Chalk (1965) y Record (1936) para la familia; y Norverto (1993) para la especie. No se ha observado la presencia de traqueidas vasicéntricas, citado para la familia (Carlquist, 1988). Norverto (1993) y el presente estudio registraron la presencia de dos tipos de parénquima axial, el apotraqueal difuso y paratraqueal escaso; mientras que Metcalfe y Chalk (1965) cita únicamente el parénquima apotraqueal para la familia.

Las características los radios observados son coincidentes a las descritas por Metcalfe y Chalk (1965) para la familia, y en general a las de Norverto (1993) para la especie, pero difieren con este último por no verificarse la presencia de células perforadas de radio.

## CONCLUSIONES

Las características anatómicas microscópicas observadas en *Symplocos uniflora* responden en general a las características descritas para la familia Symplocaceae, sin embargo no se ha constatado la presencia de engrosamientos helicoidales en vasos, de traqueidas vasicéntricas ni tilosis citados como ocasionales para la familia; tampoco se menciona la presencia de parénquima paratraqueal observado en este estudio. A nivel de especie, no se ha constatado la presencia de placas de perforación con más de 20 barras ni las células perforadas de radio.

### Agradecimientos

Agradecemos la colaboración del Ingeniero Luis Grance y Claudio Dummel, para el desarrollo del presente estudio y a la Profesora Silvia Martínez en la corrección del summary.

### Bibliografía

- Baas, P.; Wheeler, E. y P. Gasson. 1989. IAWA List of Microscopy features for Hardwood Identification. IAWA Committee. IAWA Bull. Vol. 10 (3):322 p.
- Bolzon de Muñiz, G. I. 1993. Anatomía da madeira de espécies arbóreas da floresta estacional semidecidual de Misiones, Argentina. Tesis Doctoral. Universidad Federal do Brasil, Curitiba, Paraná, Brazil. 152 p.
- Carlquist, S. 1988. Comparative Wood Anatomy. Systematic, Ecological and evolutionary aspect of Dicotyledons wood. Springer, Berlin, Heidelberg, New York. 460 p.
- Cozzo, D. 1946. Los géneros de fanerógamas argentinas con radios leñosos altos en su leño secundario. Rev. Argentina de Agronomía 13 (3): 207-230.
- Cozzo, D. 1949a. Estructura estratificada no registrada en géneros de leguminosas argentinas. Lilloa 16:63-95.
- Cozzo, D. 1949b. Estudio anatómico sobre la posición sistemática de algunos géneros de *Leguminosae* - *Papilionoideae*. Lilloa 16:97-124.
- Cozzo, D. 1951a. Anatomía del leño secundario de las *Leguminosae Mimosoideae* y *Cesalpinoideae* argentinas silvestres y cultivadas. Rev. Mus. Arg. Cienc. Nat. 2: 63-146.
- Cozzo, D. 1951b. Investigaciones anatómicas en maderas de *Sapotáceae* argentinas. Rev. Del Instituto Nacional de Investigaciones en Ciencias Naturales, Sección Botánica. Bs. As. 2 (4):263-290.
- Cristiani, L. Q. 1962. Iconografía anatómica de maderas argentinas, secciones transversales x 15 aumentos. Rev. Inst. Municipal de Bot. Bs. As. 2 : 87-191.
- Cristiani, L. Q. 1978. Identificación macroscópica de maderas comerciales argentinas. Rev. Inst. Municipal de Botán. Bs. As. 4 : 5-75.
- Dimitri, M. J. 1974. Anales De Parques Nacionales. Tomo IIX. Ministerio de Economía de la Nación.
- Dujardin, E. P. 1964. Eine neue Holz-Zellulosefabrik. Mikrokosmos V. 53. 94 p.
- Gartland, H. M. y A. V. Bohren. 2008. Consideraciones sobre la Biodiversidad arbórea en la Selva Paranaense de Misiones, Argentina. Revistas Forestal Yvyreeta ISSN 0328-8854, N° 15:39-49.
- Gimenez, A. M. 2004. Anatomía de leño y corteza de *Tabernaemontana catharinensis* A. DC (Apocynaceae). Revista de Ciencias Forestales, Quebracho 11:22-32.
- Harlow, W. M; Harrar, E. S.; Hardin, J. W. y F. M. White. 1991. Textbook of Dendrology. 7 Edit. MacGraw-Hill. New York. 501 p.

- Metcalfe, C. R. y L. Chalk. 1965. Anatomy of the Dicotyledons. Volumen I y II. Clarendon Press. Oxford. P. 1500 p.
- Milanez, F. R. 1939. Estudio anatómico del lenho de treinta especies do genero *Aspidosperma*. Phycis 15:429-490.
- Molle, C. C. 1935. Anatomía comparada de las maderas de tres especies de *Leguminosas* argentinas del género *Lonchocarpus*. Anales de la Sociedad Científica Argentina 119:67-76.
- Norma Panamericana Copant 30.1.019. 1973. Normas para el estudio anatómico de maderas.
- Norverto, A. N. 1993. Perforated Ray Cells And Primary Wall Remnants In Vessel Element Perfortations Of Symplocos Uniflora. IAWA Journal, Vol. 14 (2), 1993: 187- 190
- Record, S. J. 1936. Tropical Woods N° 47, Yale University.
- Tortorelli, L. A. 1956. Maderas y Bosques Argentinos. Editorial ACME S.A.C.I. Buenos Aires. 910 p.
- Verna, M. M. 1979. El leño secundario de las *Meliaceas* Argentinas. Instituto Forestal Nacional, Folleto Técnico Forestal. N 53: 3 - 27 p.
- Zuloaga, F. y O. Morrone (editores). 2006. Catalogo de la Flora Vasculare de la Provincia de Misiones. [Http://www.Darwin.Edu.Ar/Proyectos/Floramisiones/MIS.Asp](http://www.Darwin.Edu.Ar/Proyectos/Floramisiones/MIS.Asp) Capturado 29 De Agosto De 2008.
- Zuloaga, F.; O. Morrone y D. Rodríguez. 1999. Análisis de la biodiversidad en plantas vasculares de la Argentina. Kurtziana Tomo 27 (1): 17-167.

# RESISTENCIA A LA EXTRACCIÓN DE CLAVOS Y TORNILLOS EN MADERA DE PINO PARANÁ (*Araucaria angustifolia* - Bert, O Kunze)

## RESISTANCE TO THE EXTRACTION OF NAILS AND SCREWS IN WOODEN OF PINO PARANÁ (*Araucaria angustifolia* - Bert, O Kunze)

Filippetti, M. C.<sup>1</sup>; Guillaumet, A. A.<sup>2</sup>; Manavella R. D.<sup>3</sup>; Diab J.<sup>4</sup>; Armas A.<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Inga. en Construcciones. Profesor Adjunto Universidad Tecnológica Nacional, F. R. Venado Tuerto – Saavedra 2224 (2600) Venado Tuerto - [cecilia\\_filippetti@hotmail.com](mailto:cecilia_filippetti@hotmail.com)

<sup>2</sup> Ing. En Construcciones. Especialista en Ingeniería Gerencial. Profesor Titular Universidad Tecnológica Nacional, F. R. Venado Tuerto – [aaguillaumet@rec.utn.edu.ar](mailto:aaguillaumet@rec.utn.edu.ar)

<sup>3</sup> Ing. Civil. Profesor Asociado Universidad Tecnológica Nacional, F. R. Venado Tuerto - [rdmvt@yahoo.com](mailto:rdmvt@yahoo.com)

<sup>4</sup> Ing. Mecánico. Doctor en Systems Engineering Design. Profesor Titular Universidad Tecnológica Nacional, F. R. Venado Tuerto – [jacintodiab@hotmail.com](mailto:jacintodiab@hotmail.com)

<sup>5</sup> Ing. Químico. Profesor Titular Universidad Tecnológica Nacional, F. R. Venado Tuerto [albertoarmas@gmail.com](mailto:albertoarmas@gmail.com)

### RESUMEN

El objetivo es determinar la resistencia a la extracción de clavos y tornillos, en madera de Pino Paraná cultivado en la Provincia de Misiones – Argentina, y comparar los resultados con los valores experimentales señalados para madera de Eucaliptus Grandis y Pino Elliotti /Taeda y también con los valores prescritos por el Eurocódigo 5. Los ensayos de extracción se realizaron acorde a los procedimientos establecidos en la Norma IRAM 9592. En cada probeta se colocaron clavos lisos o tornillos para madera, en las caras radial, tangencial y transversal. Los resultados obtenidos en tornillos superan en un 60% a los publicados para Eucaliptos y Elliotti. En clavos, los valores experimentales, duplican los valores característicos propuestos por el Eurocódigo 5 y para tornillos, estos son superados en un 40%. Esto significa que la especie analizada se puede asimilar a las prescripciones de la Norma Europea.

**Palabras-claves:** Arrancamiento, uniones madera, densidad

### SUMMARY

The objective of this work is to determine the Paraná pine wood resistance to the removal of nails and screws, cultivated in the province of Misiones – Argentina and compare the results with the experimental values referred to eucalyptus Grandis pine wood and Elliotti /Taeda pine wood and also with the prescribed values for Eurocode 5. Extraction tests were carried out according to the procedures laid down in the 9592 IRAM standard. In each test piece flat nails or screws for wood were placed in radial, tangential and transverse faces. The results obtained in screws overcome in 60% to those published for Eucalyptuses and Elliotti, and in nails they don't differ. In nails, the experimental values, duplicate the characteristic values proposed by the Eurocódigo 5 and in screws, these they are overcome in 40%. This means that the analyzed species can be assimilate to the Norma's European prescriptions.

**Keywords:** uprooting, joins wood, density

### INTRODUCCIÓN

En nuestro país los ensayos para determinar las propiedades mecánicas de piezas estructurales de madera de especies reforestadas con defectos corresponden a investigaciones realizadas en los últimos años. Estos trabajos han generado la Norma IRAM 9670 de

clasificación en grados de resistencia para la madera aserrada de pinos resinosos (*Pino elliotti* y *Pino taeda*) del noreste argentino mediante una evaluación visual y las Normas IRAM 9662-1/2/3 de clasificación de tablas (*Araucaria angustifolia*, *Pino elliotti* y *Eucaliptus grandis*) para la fabricación de vigas laminadas.

Además de los trabajos de investigación que han brindado las bases para la confección de Normativa IRAM existen diversas publicaciones que aportan datos sobre el comportamiento de la madera de reforestación, particularmente respecto de la fuerza de extracción de clavos y tornillos en Eucaliptos Grandis y Pino Tadea/elliotti (Calvo et al, 2002). Es necesario aumentar los esfuerzos para conocer mucho más profundamente su comportamiento y brindar a los profesionales de la construcción la información necesaria para diseñar y proyectar las estructuras con mayor seguridad y economía.

La Norma IRAM 9592 establece las condiciones en que se deben realizar los ensayos, para determinar la resistencia al arrancamiento, contemplando la extracción tanto de la cara radial, como de la tangencial y de la transversal de las probetas.

### Objetivos

- ✓ Determinar la fuerza de extracción de clavos y tornillos, en probetas confeccionadas con madera de *Araucaria angustifolia*.
- ✓ Comparar los resultados obtenidos con los valores recomendados por el Eurocódigo 5, y confirmar si los mismos se verifican experimentalmente en la especie estudiada
- ✓ Comparar los resultados experimentales obtenidos, respecto de otras especies de madera de reforestación.

### MATERIALES Y MÉTODOS

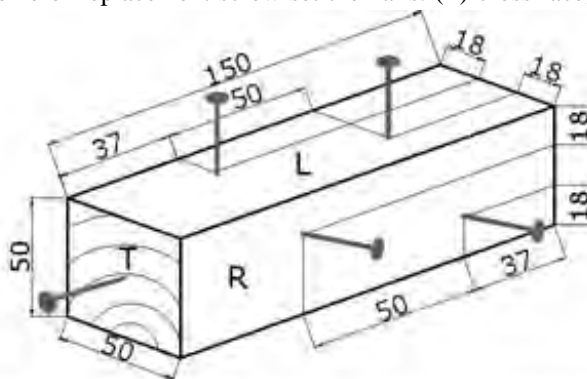
#### Materiales

La madera utilizada es la *Araucaria angustifolia*, procedente de la Provincia de Misiones, Argentina. La selección de las mismas se realizó en forma aleatoria sobre la existencia de tirantería de 2 pulgadas de espesor, acopiadas en la Ciudad de Venado Tuerto. Se acopió en la Facultad hasta que alcanzó las condiciones de equilibrio hidrosférico.

Los clavos utilizados son de acero con punta diamante de 50 mm de longitud y 2,5 mm de diámetro, y los tornillos de 3,35 mm de diámetro de caña, 2,80 mm diámetro de núcleo y con una longitud de rosca de 68 mm.

Las probetas fueron cortadas y cepilladas en el laboratorio, las dimensiones de las mismas fueron 150x50x50 mm. La mayor dimensión de la probeta corresponde a la dirección paralela a la fibra, quedando las otras caras tangenciales y radiales. La Figura 1 muestra un esquema de la probeta indicando la posición de los clavos o tornillos.

Figura 1- Esquema de colocación de tornillos o clavos. (T) cara transversal, (R) cara radial, (L) cara tangencial  
Figure 1-Colocación scheme of replacement screw set the nails. (T) cross face, (R) radial face, (L) tangential face



Previa a la colocación de los clavos, se realizó un pretaladrado de 2,25 mm de diámetro y 32 mm de profundidad; en el caso de los tornillos el diámetro de pretaladrado fue de 2,75 mm. En ambos casos fueron introducidos 32 mm en la probeta empleando herramientas comunes, asegurando la perpendicularidad. Dos se colocaron en una cara radial, dos en una cara tangencial, y uno en cada cara transversal.

### **Métodos de ensayo**

El procedimiento de ensayo se ajustó a lo indicado en la Norma IRAM 9592, que resulta similar al descrito por la Norma EN 1382:1999. Se diseñó un dispositivo, tal como ilustra la Imagen 2, que permite la extracción de los elementos con una prensa de compresión. Se ajustó la velocidad de desplazamiento del cabezal de carga de la prensa hidráulica a 2 mm/min. Para medir los esfuerzos se utilizó una celda de carga de capacidad máxima de 50 KN y precisión 10N.

De cada probeta se determinó el contenido de humedad aplicando la Norma IRAM 9532 y la densidad aparente según lo establecido en la Norma IRAM 9544

**Imagen 2- Dispositivo para ensayo de extracción**  
**Imagen 2 - Device to pull test**



## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Resultados obtenidos en los ensayos**

Las Tablas 1 y 2 muestran los resultados experimentales de la extracción en tornillos y clavos.

Los resultados de los ensayos deben ser ajustados a las condiciones de referencia, por tanto, los valores de densidad que aparecen en las Tablas 1 y 2 están corregidos a humedad del 12%, siguiendo el criterio que indica la Norma EN 384.

## Densidad aparente

Tabla 1: Arrancamiento de clavos en Pino Paraná

Table 1: Pulling nails in Pino Paraná

Probeta N°	Carga (KN)			Densidad Kgs/m3
	Tangencial	Radial	Transversal	
1	1,46	1,72	1,16	553
2	1,50	1,34	1,41	581
3	0,59	1,14	0,88	464
4	1,01	1,43	1,63	483
5	1,25	1,41	0,82	506
6	1,02	1,57	1,37	681
7	0,57	0,73	0,64	461
8	0,81	1,25	0,64	539
9	0,93	1,21	0,81	514
10	0,75	0,84	0,62	506
11	1,10	1,34	0,83	514
12	1,18	0,78	0,97	513
13	0,58	0,52	0,55	400
14	0,50	0,79	0,53	496
15	0,86	1,20	0,60	438
16	0,75	0,90	0,60	467
17	0,78	1,20	0,66	505
18	1,17	1,13	0,91	508
19	0,62	0,69	0,51	394
20	1,05	0,88	1,18	487
21	1,33	1,34	1,60	529
22	0,74	0,53	0,64	441
23	0,80	0,90	0,57	423
24	0,45	0,54	0,44	382
25	0,91	1,20	0,84	505

Tabla 2: Arrancamiento de tornillos en Pino Paraná

Table 2: Pulling screws in Pino Paraná

Probeta N°	Carga (KN)			Densidad Kg/cm <sup>3</sup>
	Tangencial	Radial	Transversal	
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				

Tabla 3: Resultados de densidad

Probeta N°	Carga (KN)			Densidad Kg/cm <sup>3</sup>
	Tangencial	Radial	Transversal	
	<b>Densidad (Kg/m3)</b>			
	<b>Parametros</b>	<b>Probetas con tornillos</b>		<b>Probetas con clavos</b>
1				
2				
3				
4				
5				
6	8,11	7,07	6,19	522
7	4,85	3,33	4,57	408
8	5,37	5,83	4,06	442
9	5,51	4,39	5,68	441
10	4,60	5,38	0415	516
11	3,17	2,58	2,35	364
12	6,17	4,89	3,01	478
13	6,01	5,65	3,75	412
14	2,53	2,42	1,98	359
15	3,29	3,82	2,28	362
16	4,82	5,01	3,54	524
17	5,69	6,12	4,63	508
18	4,40	3,55	1,67	437
19	3,41	4,83	3,08	453
20	5,13	5,72	2,51	483
21	3,57	3,52	2,62	367
22	5,18	5,72	5,21	513
23	5,76	5,91	4,62	513
24	4,43	5,34	3,41	459
25	4,21	4,88	2,71	406
25	6,20	6,19	5,65	514

La Tabla 3 muestra los resultados experimentales de los ensayos de densidad en Pino Paraná. Los parámetros determinados son los siguientes:  $\rho_m$ : densidad promedio,  $\rho_k$ : densidad característica. El valor característico de la densidad, para las muestras indicadas en Tabla 3, fue determinado utilizando la siguiente ecuación, que supone una distribución normal de los resultados:

$$\rho_k = \rho_m \times (1 - 1.65\Delta) \quad (1)$$

En la Tabla 4 se muestran la alta correlación que existe entre la resistencia al arrancamiento y la densidad en madera de pino Paraná, siendo muy similar tanto para clavos como para tornillos.

Tabla 4: Coeficientes de correlación

Table 4: Correlation coefficients

Coeficientes de correlacion en Clavos	
Resistencia al arrancamiento tangencial - Densidad	0,63
Resistencia al arrancamiento radial- Densidad	0,73
Resistencia al arrancamiento longitudinal - Densidad	0,63

Coeficientes de correlacion en Tornillos	
Resistencia al arrancamiento tangencial - Densidad	0,64
Resistencia al arrancamiento radial- Densidad	0,78
Resistencia al arrancamiento longitudinal - Densidad	0,70



## Análisis estadístico y comparativo de los resultados experimentales

El análisis estadístico de los resultados obtenidos y los parámetros determinados fueron:  $R$ : valor promedio de la fuerza de extracción,  $R_{max}$ : valor máximo de la fuerza de extracción,  $R_{min}$ : valor mínimo de la fuerza de extracción,  $R_k$ : valor característico de la fuerza de extracción,  $S$ : desviación estándar,  $COV = S/R$ : coeficiente de variación.

El valor característico de la fuerza de extracción en clavos y tornillos fue determinado utilizando la siguiente ecuación:

$$R_k = R \times (1 - 1.65\Delta) \quad (2)$$

La Tabla 5 presenta los valores de resistencia al arrancamiento en clavos y tornillos en madera de Pino Paraná. Las muestras utilizadas poseen una humedad entre el 10 y el 12,5 %.

Los valores de resistencia característica ( $R_k$ ) de las cargas de extracción de clavos, resultan ser

**Tabla 5: Valores de arrancamiento en clavos y tornillos en pino paraná**

**Table 5: Values of uprooting in nails and screws in pino paraná**

Parámetros	Unidad	Clavos			Tornillos		
		Tangencial	Radial	Transversal	Tangencial	Radial	Transversal
N° de ensayos		25	25	25	25	25	25
<b>R</b>	kN	0,91	1,06	0,85	4,81	4,90	3,55
<b>Rmin</b>	kN	0,45	0,52	0,44	2,53	2,42	1,67
<b>Rmax</b>	kN	1,50	1,72	1,63	8,11	7,07	6,19
<b>Rk</b>	kN	<b>0,42</b>	<b>0,51</b>	<b>0,28</b>	<b>2,79</b>	<b>2,97</b>	<b>1,65</b>
<b>S</b>	kN	0,35	0,33	0,29	1,22	1,17	1,15
<b>COV</b>		0,38	0,32	0,35	0,25	0,24	0,32

entre el 15% y 17% de los valores correspondientes a los tornillos. Esto es debido a la diferente forma y mayor superficie de contacto en la unión madera-tornillo respecto a la unión madera-clavo. En ambos casos la mayor fuerza de arrancamiento se produce en la cara radial. En las Tablas 6 y 7 se comparan los valores característicos de la fuerza de extracción ( $R_k$ ) para clavos y tornillos en las diferentes caras de las probetas, respecto de los obtenidos por (Calvo et al, 2002) en Eucaliptus Grandis y Pino Taeda/elliotti.

**Tabla 6: Comparativa de valores de arrancamiento en clavos**

**Table 6: Comparison values of uprooting in nails**

Parámetros	Unidad	Eucalipto			Pino Paraná		
		Tangencial	Radial	Transversal	Tangencial	Radial	Transversal
N° de ensayos		88	88	88	25	25	25
<b>R</b>	kN	0,82	0,813	0,599	0,91	1,06	0,85
<b>Rmin</b>	kN	0,62	0,38	0,26	0,45	0,52	0,44
<b>Rmax</b>	kN	1,29	1,51	1,13	1,50	1,72	1,63
<b>Rk</b>	kN	<b>0,52</b>	<b>0,37</b>	<b>0,3</b>	<b>0,42</b>	<b>0,51</b>	<b>0,28</b>
<b>S</b>	kN	0,18	0,27	0,18	0,35	0,33	0,29
<b>COV</b>		0,22	0,33	0,30	0,38	0,32	0,35
<b>Hp</b>	%	14	14	14	11,4	11,4	11,4

La resistencia característica  $R_k$  en clavos, es muy similar en ambas especies (0.42 KN y 0.37 KN), se comparan los menores valores de las caras radiales y tangenciales.



Tabla 7: Comparativa de valores de arrancamiento en tornillos

Table 7: Comparison values of uprooting in screws

Parámetros	Unidad	Pino Elliotti			Pino Paraná			Eucalipto		
		Tangencial	Radial	Transversal	Tangencial	Radial	Transversal	Tangencial	Radial	Transversal
Nº de ensayos		86	86	86	25	25	25	80	80	80
R	kN	2,57	2,52	1,85	4,81	4,90	3,55	2,627	1,855	1,693
Rmin	kN	1,91	1,67	1,02	2,53	2,42	1,67	1,85	1,11	1,17
Rmax	kN	3,44	3,97	3,03	8,11	7,07	6,19	3,42	2,82	2,73
Rk	kN	<b>1,70</b>	<b>1,52</b>	<b>1,06</b>	<b>2,79</b>	<b>2,97</b>	<b>1,65</b>	<b>1,94</b>	<b>1,16</b>	<b>1,05</b>
S	kN	0,53	0,61	0,48	1,22	1,17	1,15	0,413	0,419	0,391
COV		0,21	0,24	0,26	0,25	0,24	0,32	0,157	0,2261	0,231
HP	%	14,00	14,00	14,00	11,50	11,50	11,50	14,5	14,5	14,5

Comparando los mayores valores de arrancamiento en tornillos, observamos que el Pino Paraná supera en un 60% a 65% a las otras especies comparadas.

También apreciamos que en las especies de eucalipto y Pino Taeda/elliotti la humedad promedio de las probetas es del 14 % y en el Pino Paraná del 11.5%.

Al comparar los resultados de fuerza de extracción en clavos y tornillos en función de la cara ensayada, se observaron los mayores valores en la cara radial, siendo levemente menores en la cara tangencial, y sensiblemente inferior, en la cara transversal. Esto último coincide con el criterio establecido en el Eurocódigo 5, el cual no realiza una distinción entre las caras radiales y tangenciales pero aconseja que los elementos de unión no sean colocados en forma paralela a la dirección de la veta de la madera, con el fin de obtener una unión confiable mecánicamente.

Los diferentes comportamientos de los elementos de unión en función de la posición en la probeta, puede ser explicada a partir de las diferencias en la estructura de los anillos de crecimiento de las dos maderas. Es conocido que las propiedades mecánicas en la madera son una función de su densidad (Coronel, 1995). A mayor densidad, mayor será el valor de esfuerzo de extracción esperado.

### Comparación con valores del Eurocódigo 5

El Eurocódigo 5 establece valores característicos, para el cálculo de estructuras de madera. Es conveniente entonces, verificar la utilidad de estas recomendaciones para el cálculo con la madera estudiada, a partir de la comparación con los resultados experimentales obtenidos.

### Comparación con los valores de fuerza a la extracción de clavos según Eurocódigo 5:

El Eurocódigo 5 propone la siguiente expresión (Parte 1-1, Apartado 6.3.2) para calcular el valor característico de la resistencia a la extracción de clavos colocados en forma perpendicular a las fibras:

$$R_k = f_{l,k} d l \quad (\text{N}) \quad (3)$$

Donde:

$$f_{l,k} = 18 \times 10^{-6} \times \rho_k^2 \quad (\text{N/mm}^2) \quad (4)$$

$f_{l,k}$  es el valor característico de la resistencia a la extracción, por unidad de longitud de penetración,  $d$  es el diámetro del clavo (mm),  $l$  es la longitud de penetración (mm), y  $\rho_k$  es la densidad característica (kg/m<sup>3</sup>). Esta ecuación es válida para clavos colocados en las caras

tangencial o radial. La Tabla 8 compara los valores experimentales de resistencia y tensiones características, con los que propone el Eurocódigo 5. Observamos que al comparar las tensiones, los valores experimentales duplican los propuestos por la Norma.

**Tabla 8: Comparación de tensiones en clavos**

**Table 8: Comparison of tensions in nails**

Parámetros	Unidad	Clavos			
		Tangencial	Radial	Transversal	
Resultados experimentales	Rk	kN	0,42	0,51	0,28
	f	N/mm2	5,25	6,36	N/C
Eurocódigo 5	$f_{1,k}$	N/mm2	2,71	2,71	N/C
	Rk	KN	0,22	0,22	N/C

### Comparación con valores de fuerza a la extracción de tornillos según Eurocódigo 5

El Eurocódigo 5 propone una expresión para calcular el valor característico de la fuerza de extracción de tornillos colocados en forma perpendicular a las fibras (Parte 1-1 apartado 6.7.2.):

$$R_k = f_{3,k}(l_{ef} - d) \quad (\text{Nm}) \quad (5)$$

Donde,  $R_k$  es el valor de diseño de la resistencia a la extracción de tornillos,  $f_{3,k}$  es el valor característico de extracción de tornillos (N/mm),  $l_{ef}$  es la longitud de penetración de la rosca del tornillo en la madera incluyendo la punta del mismo (mm), y  $d$  es el diámetro de la caña del tornillo (mm). El valor de  $f_{3,k}$  se obtiene a partir de la siguiente ecuación:

$$f_{3,k} = (1.5 + 0.6d)\sqrt{\rho_k} \quad (\text{N/mm}) \quad (6)$$

Siendo,  $\rho_k$  es la densidad característica de la muestra de ensayo en kg/m<sup>3</sup>.

Los valores de  $R_k$  y tensión característica determinados con esta expresión, son contrastados con los valores experimentales en la Tabla 9.

**Tabla 9: Comparación de tensiones en tornillos**

**Table 9: Comparison of tensions in screws**

Parámetros	Unidad	Tornillos			
		Tangencial	Radial	Transversal	
Resultados experimentales	Rk	kN	2,79	2,97	1,65
	f	N/mm	87,26	92,73	N/C
Eurocódigo 5	$f_{3,d}$	N/mm	66,60	66,60	N/C
	Rk	KN	1,90	1,90	N/C

Del

análisis de resultados

advertimos, que los valores experimentales duplican los recomendados por esta Norma.

## CONCLUSIONES

- ✓ Los bajos valores de extracción determinados experimentalmente en la dirección transversal, son compatibles con la prescripción del Eurocódigo 5, de no utilizar clavos o tornillos en forma paralela a la dirección de la veta.
- ✓ La resistencia a la extracción en tornillos, en Pino Paraná, superan en un 60% a los datos publicados para Eucaliptus grandis y Pino Taeda/elliotti. En cambio, en clavos, estos valores no difieren entre sí.
- ✓ Se verifica en el Pino Paraná, que los valores obtenidos en la dirección radial y tangencial no poseen diferencia significativa, tanto para clavos como para tornillos. Esta afirmación se corresponde con lo establecido por la Norma Europea.
- ✓ Los resultados experimentales en clavos, duplican las expresiones de los valores característicos dados en el Eurocódigo 5 y para tornillos, este valor es superado en un

40%. Esto significaría contar en la práctica con un coeficiente de seguridad extra para el cálculo.

### **Agradecimientos**

A los graduados Ing. Perla Viglioni y el Ing. José Ibarra y alumnos de Ingeniería Civil de la Facultad Regional Venado Tuerto, que participaron en las tareas de ensayos de laboratorio y discusión de resultados experimentales, que sin su responsable y continua tarea, no se podría haber completado el presente trabajo.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- CALVO, E.O. (2002). Resistencia a la extracción de clavos y tornillos en la madera de eucalipto grandis y pino elliotti/taeda de la provincia de Entre Ríos-Argentina - VIII Encontro brasileiro em madeiras e em estruturas de madeira. Uberlândia
- CORONEL, E.O. (1995). Fundamentos de las propiedades físicas y mecánicas de las maderas. ITM, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero, ISBN 950-43-7191, Santiago del Estero-Argentina
- EUROCODIGO 5 (1995), UNE-ENV 1995 1-1 Proyecto de estructuras de madera – Parte 1-1- Reglas generales y reglas para edificación. Madrid
- INSTITUTO ARGENTINO DE RACIONALIZACIÓN DE MATERIALES. (1990). IRAM 9592, Maderas, Método para la determinación de la resistencia al arrancamiento de clavos y tornillos, Buenos Aires.
- INSTITUTO ARGENTINO DE RACIONALIZACIÓN DE MATERIALES. (1963). IRAM 9532. Maderas, Método de determinación de la humedad, Buenos Aires.
- INSTITUTO ARGENTINO DE RACIONALIZACIÓN DE MATERIALES. (1973). IRAM 9544. Maderas, Método de determinación de la densidad aparente, Buenos Aires.
- INSTITUTO ARGENTINO DE RACIONALIZACIÓN DE MATERIALES (2002) IRAM 9670 Clasificación en grados de resistencia para la madera aserrada de pinos resinosos (Pino elliotti y Pino taeda) del noreste argentino mediante una evaluación visual. Buenos Aires.
- INSTITUTO ARGENTINO DE RACIONALIZACIÓN DE MATERIALES (2005) IRAM 9661/2/3 Madera laminada encolada estructural. Clasificación visual de las tablas por resistencia. Buenos Aires

# ABSORCIÓN EN MADERA DE *Pinus taeda* M. DE DISTINTO PESO ESPECÍFICO APARENTE, IMPREGNADAS CON DIFERENTES TIEMPOS DE PRESIÓN

## ABSORPTION IN *PINUS TAEDA* M. WOOD WITH DIFFERENT APPARENT SPECIFIC WEIGHTS, IMPREGNATED, WITH DIFFERENT PRESSURE TIMES

Gamarra N. G.<sup>1</sup>, Suirezs T. M.<sup>2</sup>, Pereyra O.<sup>2</sup>

1. Técnico laboratorio tecnología de la madera- Facultad de Ciencias Forestales – Universidad Nacional de Misiones – Bertoni 124, Eldorado, Misiones. E-mail: napo677@yahoo.com.ar
2. MSc. Ing. Forestal – Facultad de Ciencia Forestales. Universidad Nacional de Misiones. Bertoni 124, (3382), Eldorado, Misiones. E-mail: Suirezs@facfor.unam.edu.ar
2. MSc. Ing. Forestal – Facultad de Ciencia Forestales. Universidad Nacional de Misiones. Bertoni 124, (3382), Eldorado, Misiones. E-mail: opereyra@facfor.unam.edu.ar

### RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue definir el tiempo óptimo de presión en el tratamiento de impregnación por el método Burnett para maderas de *Pinus taeda* M. y comparar la absorción en dos tipos diferentes de peso específico aparente (PEA). Se seleccionaron probetas de *Pinus taeda* M. estacionado en el laboratorio, cuyas dimensiones fueron de 50 mm de espesor, 50 mm de ancho y 150 mm de largo. Se determinó el volumen y el peso de cada probeta, con esto se definieron y clasificaron los PEA, de las que se tomaron 2 tipos: livianas (0,351- 0,550 kg/m<sup>3</sup>) y semipesadas (0,551-0,750 kg/m<sup>3</sup>). Las mismas fueron impregnadas en autoclave por el método Burnett sometidas a 3 tiempos distintos de presión, 1, 2 y 3 horas, y utilizándose 10 probetas por cada tratamiento de presión y por cada tipo de PEA. Se considera tiempo óptimo de presión el de 2 horas debido a que las diferencias no son significativas comparadas con el tiempo de 3 horas de presión. En cuanto a la absorción para los distintos tipos de PEA no existen diferencias significativas, si se observó, una disminución en el valor medio con el aumento de la misma.

**Palabras claves:** Burnett, Absorción, *Pinus taeda* M., Peso específico aparente, Tiempo de presión.

### SUMMARY

The objective of this work was to define the optimum time of pressure in the treatment of impregnation by the Burnett method for *Pinus taeda* M. wood and to compare the absorption in two types of different apparent specific weights. Samples of *Pinus taeda* M. kept in the laboratory, whose dimensions were: 50 mm of thickness, 50 mm of width and 150 mm of length, were selected. The volume and the weight of each sample was determined, with this, the apparent specific weights were defined and classified and two types were taken from them; Light (0,351 - 0,550 kg/m<sup>3</sup>) and Medium (0,551-0,750 kg/m<sup>3</sup>). They were impregnated in autoclave by means of the Burnett method with three different times of pressure, 1, 2 and 3 hours respectively and 10 samples were used for each pressure treatment and for each type of apparent specific weight. As a result of the work it is considered that the optimum pressure time is of 2 hours because the differences are not significant compared with 3 hours of pressure. As far as absorption for the different types of apparent specific weights, none significant differences exist, but there is a decrease in the mean value with the increase of it.

**Key words:** Burnett. Absorption. *Pinus taeda* M. , Apparent specific weight. Pressure times

## INTRODUCCIÓN

Debido a que existe una notable tendencia a la disminución de la disponibilidad de madera de alta durabilidad natural, cada vez es mayor la industrialización de maderas de baja durabilidad, pero estas, según su uso final deben ser tratadas, con el fin de obtener una vida útil mayor. Para ello se deben conocer las características físicas y anatómicas de la madera, los productos preservantes y los métodos de impregnación. Con la base de estas características y conociendo la absorción de cada especie, podremos determinar las concentraciones de los productos a utilizar según las retenciones requeridas para cada uso.

Entre los factores que afectan la impregnación de la madera son de importancia relevante las características anatómicas de la madera, que según KRAMER (1958) citado por SUIREZS (2000), la impregnación en la madera con duramen rojo es insignificante, pero la albura se impregna con facilidad. Las coníferas (duramen no diferenciado), ofrecen dificultades al ser impregnadas con creosota. Las maderas con duramen difícil de diferenciar a simple vista de la albura, son aptas para todo tipo de impregnación, pero puede ocurrir que una vez cortado el árbol, los vasos se cierran por tilides e impidan la impregnación. Las maderas que tienen grandes vasos en el leño de primavera, se caracterizan por tener abiertos solamente los vasos de los últimos años y los demás se encuentran cerrados por incrustaciones y son consideradas maderas no aptas para la impregnación a presión. Cuando los vasos grandes están distribuidos irregularmente pueden ser impregnados a bastante profundidad. Los radios medulares son importantes cuando la impregnación se realiza por métodos de desplazamiento de savia. El tejido parénquimático es más fácil de impregnar con productos hidrosolubles que oleosos. Los canales resiníferos no dificultan la impregnación, salvo casos extraordinarios, que exista gran cantidad de resina. Las maderas con PEA muy altas son difíciles de impregnar, excepto en pequeñas dimensiones.

GARCIA y GARCIA (1956) citado por CORONEL (1994), hicieron una clasificación de las maderas de acuerdo a sus PEA en: muy liviana de 0,100 a 0,350 gr/cm<sup>3</sup>; livianas de 0,351 a 0,550 gr/cm<sup>3</sup>; semipesadas 0,551 a 0,750 gr/cm<sup>3</sup>; pesadas de 0,751 a 1,000 gr/cm<sup>3</sup>; muy pesadas más de 1.000 gr/cm<sup>3</sup>.

También afectan la impregnación las características del producto preservante, su viscosidad que cuando es mayor, menor será su penetración en la madera; los productos oleosos deben ser usados con temperaturas entre 80 y 90 °C para facilitar de esta forma su penetración. Algunos productos hidrosolubles también presentan inconvenientes en la penetración, ya sea por formaciones de productos insolubles o por reacciones que ocurren entre el preservante y los extractivos de la madera (CAVALCANTE, 1986).

El proceso de tratamiento es otro factor que afecta la impregnación, según CAVALCANTE (1986), los procesos donde se realizan presiones logran una mayor penetración, pero se debe tener en cuenta que elevadas presiones pueden producir colapso en algunas especies de madera.

En tanto que, según CAVALCANTE (1986), los factores que mejoran el tratamiento son las incisiones, pero son contraproducente porque afectan la resistencia de la madera. El vapor también mejora la permeabilidad de la madera.

Las maderas de coníferas están constituidas principalmente por traqueidas longitudinales, ocupan un volumen de 90 a 94 % de la madera. Estas células en conjunto con un pequeño número de otras células (traqueidas en series verticales, parénquimas longitudinales y células epiteliales) que pueden o no estar presentes comprenden el sistema vertical o longitudinal de la madera. El sistema transversal consiste principalmente de radios parénquimáticos y pequeños números de traqueidas y células epiteliales que son encontradas en algunas especies. Son maderas relativamente homogéneas, lo que facilita la uniforme penetración y distribución de los líquidos impregnantes. (TUSET y DURAN, 1979).

El *Pinus taeda* presenta una transición brusca entre el leño temprano y tardío. Las traqueidas longitudinales del leño temprano son mayores en diámetro y tienen paredes celulares más delgadas y lúmenes mayores que las del leño tardío. Las paredes de ambos están caracterizadas por la presencia de puntuaciones areoladas con torus, estructura que permite la circulación de líquidos de traqueida a traqueida. (MUÑIZ, 1993).

KEIL *et al.* (2000) han evaluado la absorción, retención y retención efectiva del preservante hidrosoluble, Arseniato de Cobre Cromatado tipo C (CCA-C), aplicado mediante los métodos Bethell y Lowry, relacionando dichas variables con las características físicas y anatómicas de la madera de dos clones de sauces. No hallaron diferencias significativas aplicando el método de Bethell, siendo que ambos clones sí presentaban diferencias significativas en cuanto al PEA. Los valores de absorción de 380,6 kg/m<sup>3</sup> para el *Salix babilónica* x *S. alba* cv y de 388,37 kg/m<sup>3</sup> para el *S nigra*, una retención de 7,61 kg/m<sup>3</sup> para el primer clon y de 7,77 kg/m<sup>3</sup> para el segundo y una retención efectiva en kg/ m<sup>3</sup> de 5,43 y 5,62 para uno y otro clon respectivamente. Estos autores mencionan un trabajo realizado por KEIL *et al.* (1998) con distintos clones de álamos quienes arribaron a conclusiones similares. Y también otro trabajo de BAONZA MERINO *et al.* (1992) en clones de álamos, quienes si encontraron una relación directa entre el PEA de la madera y la penetración y absorción de productos hidrosolubles, concluyendo que a mayor PEA de la madera mayor retención del preservante.

BOLZON (1985) afirma que aun no existe una correlación general entre el PEA de la madera y la absorción obtenida en los tratamientos preservativos debido a las diferencias entre las especies e incluso dentro de la misma especie.

GIOVENALE y PITSCH (2003) determinaron la absorción en maderas del género *Pinus* y *Araucaria* por el método del baño caliente-frío obteniendo los siguientes resultados: 472,73 kg/m<sup>3</sup>, 393,90 kg/m<sup>3</sup>, 436,88 kg/m<sup>3</sup>, 407,572 kg/m<sup>3</sup>, 203,42 kg/m<sup>3</sup> para el *Pinus taeda* M, *Pinus taeda* L, *Pinus elliotti*, *Pinus patula* y *Araucaria angustifolia* respectivamente.

JIMENES (2004) evaluó la absorción de cuatro especies nativas de baja durabilidad natural, camboatá, rabo molle, rabo abá y canela de venado, impregnadas por el método a presión. En el mismo, también se analiza el costo del tratamiento, indicando que el tiempo de presión en dicho método es un tema a ser abordado a fin de reducir el costo de producción que fue de 52,457 \$/m<sup>3</sup> y de 77,03 \$/m<sup>3</sup> para una retención de 4 kg y 6 kg, respectivamente. El autor añade que por las bajas retenciones obtenidas, 2,81 kg/m<sup>3</sup> para el camboatá, 1,03 kg/m<sup>3</sup> para la canela de venado, 2,15 kg/m<sup>3</sup> para el rabo molle y 1,67 kg/m<sup>3</sup> para el rabo abá, son especies difíciles de impregnar.

RITTER y MEDINA (2007) evaluaron la absorción del *Pinus taeda* por medio del método baño caliente-frío obteniendo buenos resultados con absorciones de 300,44 kg/ m<sup>3</sup>. Pero es un método asociado a medios rurales donde no interesa la producción a gran escala. Los tratamientos que emplean presión artificial como es el método de Bethell son más eficientes, con resultados superiores y posibilidad de producción a gran escala comparados con los tratamientos sin presión como es el baño caliente-frío (BOLZON, 1985).

La albura de *Pinus sp* intensamente manchado por hongos puede presentar una reducción de entre 1 y 2 % en su PEA presentando mayor permeabilidad (CAVALCANTE, 1986).

La preservación de la madera envuelve tratamientos químicos o físicos que amplían la vida del material en servicio a través del aumento de su resistencia a los agentes biológicos, físicos, mecánicos y químicos (BOLZON, 1985).

Los tratamientos utilizados para la preservación de las maderas se clasifican en:

**Sin presión:** pincelado, pulverizado, inmersión, asención, ósmosis, baño caliente-frío

**Con presión:** Boucherie convencional, Boucherie modificado, Bethell, Burnett, Lowry, Ruing, doble vacío, presión oscilante o alternada, de alta presión. (TUSET y DURÁN, 1979).

Los procesos con presión presentan ventajas con penetraciones más uniformes, y profundas del preservante, mayor retención, posibilidad de control, economía del preservante y tratamiento en escala industrial. Sin embargo tiene la desventaja el elevado costo inicial de las

instalaciones y equipamiento, necesidad de mano de obra especializada. Estos procesos requieren el empleo de equipamientos bastantes complejos, como autoclave de tratamiento, tanque de almacenamiento, tanque medidor y mezclador de soluciones preservantes, bombas de vacío y bombas de presión o compresor de aire, sistema de calefacción, válvulas, tuberías y sistemas de transportes de carga y descarga de madera de la autoclave (BOLZÓN, 1985).

Los tratamientos con presión se agrupan en dos tipos: célula llena, en el que el preservante queda retenido tanto en el lumen como en la pared celular; y célula vacía, en el que la retención ocurre solo en las paredes de las células de la madera. El tipo de célula llena se diferencia por la aplicación de un vacío inicial para extraer el aire del cilindro del autoclave y de las células de la madera, facilitando la penetración del líquido en la madera (BOLZÓN, 1985).

El método de Burnett consiste en la introducción de la madera dentro del cilindro de tratamiento el cual es cerrado herméticamente, a continuación se pone en funcionamiento una bomba de vacío a modo de extraer el aire del cilindro y de la madera, para facilitar la entrada del líquido, aprovechando el vacío realizado, se llena el cilindro de tratamiento con el preservante, luego se pone en funcionamiento una bomba de presión que debe ser mantenida tanto tiempo como sea necesario para que el preservante penetre enteramente en la madera, completado el periodo de presión el líquido sobrante es bombeado hacia el tanque de almacenamiento y finalmente se hace un nuevo periodo de vacío con la finalidad de extraer el remanente de líquido que queda sobre la superficie de la madera para su manipulación (Ver figura 1) (TUSSET y DURÁN, 1978).

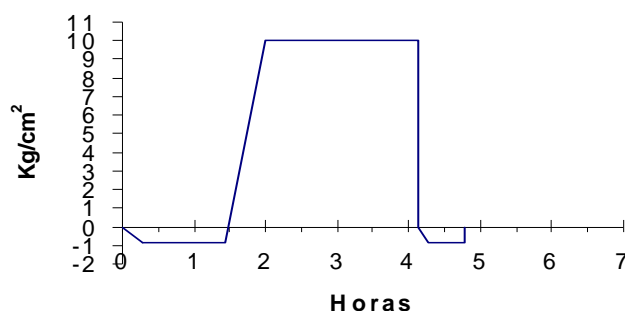


Figura 1: Método de impregnación por Presión  
Figure 2: Impregnation Method by Pressure

El objetivo del trabajo fue evaluar la absorción en madera de *Pinus taeda* M. con diferentes PEA en tres tiempos de presión.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se realizó utilizando probetas de madera de *Pinus taeda* M., de sección cuadrada de 50 mm y 150 mm de largo, estacionadas en el laboratorio de tecnología de la madera de la Facultad de Ciencias Forestales. Fueron seleccionadas las mismas considerando los PEA, para ello se midieron los volúmenes y pesos de cada probeta, con calibre y balanza de precisión respectivamente, aplicando la ecuación que establece la norma IRAM 9544.

Se tomaron maderas con dos tipos de PEA, livianas y semipesadas de acuerdo a la clasificación de GARCIA y GARCIA (1956) citado por CORONEL (1994) a fin de comparar la absorción en cada tipo de PEA y el tiempo más adecuado de presión. Estas probetas fueron impregnadas con agua en autoclave para ensayos de laboratorio, aplicando el método de Burnett, sometidas a 3 tiempos distintos de presión, 1, 2 y 3 horas. Finalmente se pesaron las

probetas impregnadas y se determinó la absorción por diferencia de peso de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$A = \frac{P2 - P1}{V}$$

**A**= Absorción en kg/m<sup>3</sup> o l/m<sup>3</sup>

**P2**= Peso de la madera después de impregnar en kg.

**P1**= Peso de la madera antes de impregnar en kg.

**V**= Volumen de la madera antes de impregnar en m<sup>3</sup>

Los tiempos de vacío y de presión empleados en los distintos tratamientos se detallan en la tabla 1.

Tabla 1: Tiempos de vacío y presión empleados en los distintos tratamientos.

Table 1: Vacuum and pressure times used in the different treatments.

Etapas de impregnación		Tratamiento	Tratamiento	Tratamiento
		1	2	3
Vacío Inicial	Valor (mm Hg)	600	600	600
	Tiempo (minutos)	20	20	20
Presión	Valor (kg/cm <sup>2</sup> )	7	7	7
	Tiempo (horas)	1	2	3
Vacío Final	Valor (mm Hg)	600	600	600
	Tiempo (minutos)	10	10	10

Se utilizó un análisis de varianza correspondiente a un experimento factorial de 2 x 3 en un diseño totalmente aleatorizado con 10 repeticiones por cada tratamiento y por cada tipo de PEA, ensayándose un total de 60 probetas, como muestra la tabla 2.

Tabla 2: Esquema del diseño experimental

Table 2: Diagram of the experimental design.

Tipos de PEA	Tiempo de presión en horas		
	1	2	3
	Nº Unidad Experimental	Nº Unidad Experimental	Nº Unidad Experimental
Liviana	10	10	10
Semipesados	10	10	10

En la tabla 3 se presenta el análisis de varianza correspondiente al diseño experimental utilizado, lo que nos permitió procesar y analizar los datos obtenidos en un programa estadístico.

Tabla 3: Análisis de Varianza del diseño experimental

Table 3: Variance analysis of the experimental design



	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>TIEMPO</b>	8371	2	4185	0,936	0,398564
<b>DENS</b>	492	1	492	0,110	0,741368
<b>TIEMPO*DENS</b>	4450	2	2225	0,497	0,610816
<b>Error</b>	241529	54	4473		

## RESULTADOS

En la tabla 4 se presenta la absorción de cada tratamiento y tipos de PEA de la madera de *Pinus taeda* M. Se puede observar que el tiempo de presión de 2 horas presentó valor medio de absorción superior al de una hora de presión, pero esas diferencias no son estadísticamente significativas como lo muestran las tablas 5 y 7. Las maderas sometidas a 3 horas de presión presentaron valor medio de absorción superior al de 2 horas pero esas diferencias no son significativas.

En cuanto a la absorción para los distintos tipos de PEA no existen diferencias significativas, como se comprueba en la tabla 6 y de acuerdo a la prueba de contraste de Tukey para un nivel de significancia del 95 % si una disminución con el aumento de la misma.

Tabla 4: Absorción en maderas livianas y semipesadas de *Pinus taeda* M. impregnadas con 1, 2 y 3 horas de presión.

Table 4: Absorption in light and medium weight woods *Pinus taeda* M. impregnated with 1, 2 and 3 hours of pressure.

Tiempo de presión	Tipos de PEA	PEA promedio gr/cm <sup>3</sup>	Absorción kg/m <sup>3</sup>
1 hora	Livianas	0,402	337,79
	Semipesadas	0,553	357,40
2 horas	Livianas	0,471	377,70
	Semipesadas	0,575	362,53
3 horas	Livianas	0,526	385,59
	Semipesadas	0,641	364,81

PEA: Peso específico aparente

Tabla 5: Prueba de mínima diferencia significativa (LSD) para tiempo

Table 5: Test of the least significant difference for time (LSD).

	TIEMPO	ABSORCION	1
1	1 Hora	348,04	****
2	2 Horas	370,47	****
3	3 Horas	375,08	****

Tabla 6: Prueba de mínima diferencia significativa (LSD) para densidades

Table 6: Test of the least significant difference for densities (LSD).

	DENS	ABSORCION	1
2	Semipesadas	361,66	****
1	Livianas	367,39	****

Tabla 7: Prueba de mínima diferencia significativa (LSD) para las combinaciones

Table 7: Test of the least significant difference for the combinations (LSD).

	TIEMPO	DENS	ABSORCION	1
--	--------	------	-----------	---

<b>1</b>	<b>1 Hora</b>	<b>Livianas</b>	<b>338,82</b>	<b>****</b>
2	1 Hora	Semipesadas	357,25	****
4	2 Horas	Semipesadas	362,93	****
6	3 Horas	Semipesadas	364,81	****
3	2 Horas	Livianas	378,00	****
<b>5</b>	<b>3 Horas</b>	<b>Livianas</b>	<b>385,35</b>	<b>****</b>

En la tabla 8 se observa la absorción para cada tratamiento de presión y se compara la obtenida en cada tipo de PEA. La letra a minúscula utilizada como superíndice de los valores indica que las diferencias no son significativas estadísticamente como lo muestra la prueba de contrastes tabla 9.

Tabla 8: Absorción en maderas livianas y semipesadas de *Pinus taeda* M. impregnadas con 1, 2 y 3 horas de presión.

Table 8: Absorption in Light and medium weights woods of *Pinus taeda* M. impregnated with 1, 2 and 3 hours of pressure.

Tiempo de presión	Absorción kg/m <sup>3</sup>	
	Maderas livianas	Maderas semipesadas
1 Hora	337,79 <sup>a</sup>	357,40 <sup>a</sup>
2 horas	377,70 <sup>a</sup>	362,53 <sup>a</sup>
3 horas	385,59 <sup>a</sup>	364,81 <sup>a</sup>

La misma letra **a** usada como superíndice de los valores indica que las diferencias no son significativas estadísticamente.

Tabla 9: Contraste de medias entre densidad livianas en 1 hora contra densidad livianas con 3 horas.

Table 9: Contrast of means between light densities in 1 hour with light densities with 3 hours.

	Sum of	Degr. of	Mean	F	p
Effect	10822,6	1	10822,58	2,419666	<b>0,125662</b>
Error	241529,0	54	4472,76		

(Las 2 combinaciones con valores extremos de absorción)

En la figura 2 se observa la absorción para cada tiempo de presión por cada tipo de PEA.

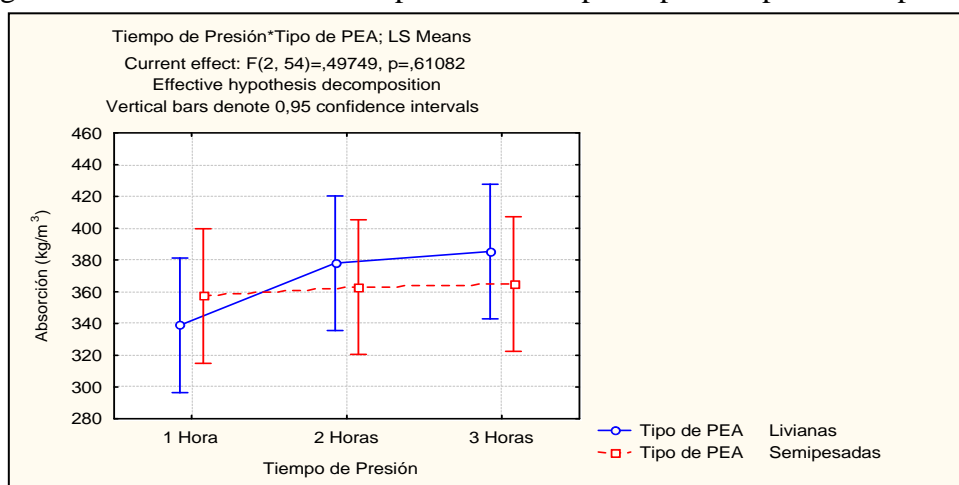


Figura 2: Absorción en maderas livianas y semipesadas de *Pinus taeda* M. impregnadas con 1, 2 y 3 horas de presión

Figure 2: Absorption in Light and medium weight woods of *Pinus taeda* M. impregnated with 1, 2 and 3 hours of pressure.

En la figura 3 se observa la absorción para los 3 tratamientos de presión sin diferenciar los tipos de PEA de la madera.

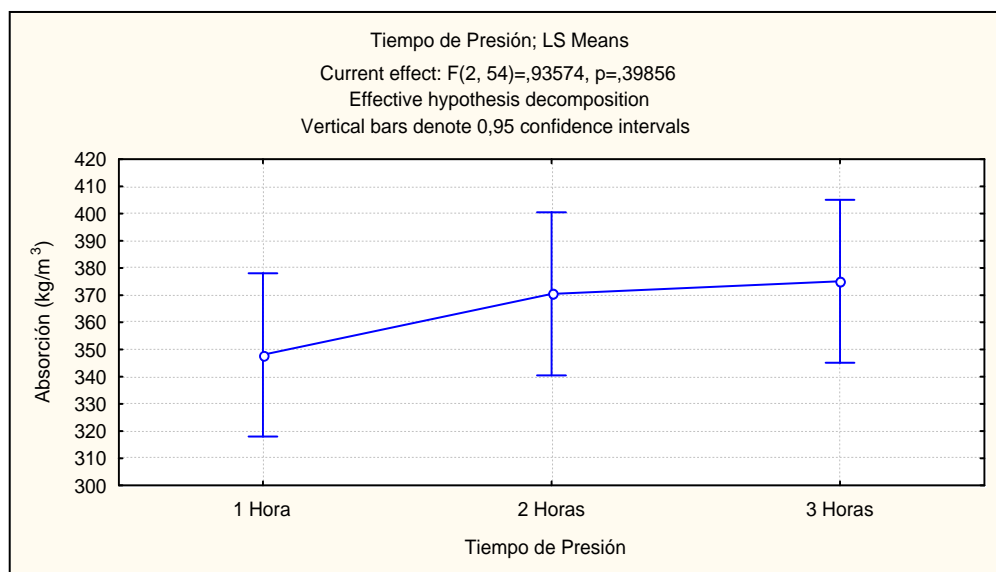


Figura 3: Absorción en madera de *Pinus taeda* M. impregnadas con 1, 2 y 3 horas de presión  
 Figure 3: Absorption of *Pinus taeda* M. woods impregnated with 1, 2 and 3 hours of pressure.

En la figura 4 se observa la absorción obtenida para cada tipo de PEA sin considerar los tiempos de presión.

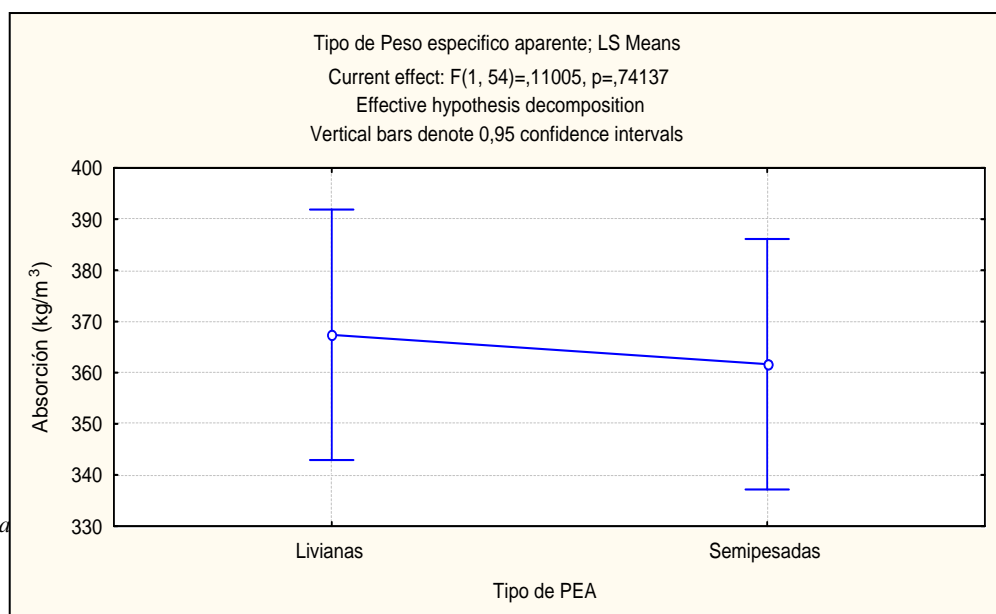


Figura 4: Absorción en maderas livianas y semipesadas de *Pinus taeda* M.  
Figure 4: Absorption in light and medium weight woods of *Pinus taeda* M.

## CONCLUSIONES

La absorción en la madera de *Pinus taeda* M. con el método de impregnación Burnett aumenta a medida que se prolonga el tiempo de presión, sin embargo, dicho aumento tiende a ser nulo.

En la madera de *Pinus taeda* M. semipesada se obtuvieron valores de absorción menores que en las maderas livianas, pero esas diferencias no son estadísticamente significativas.

## BIBLIOGRAFÍA

- BOLZON, G. (1985). Preservantes de la Madera. Serie didáctica N° 1.
- CAVALCANTE, M. S. (1986) Manual de Preservacao de Madeiras. Volumen I. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do estado de Sao Paulo. 107 pp.
- CORONEL, O. E. (1994) Fundamentos de las Propiedades Físicas y Mecánicas de las Maderas primera parte. 95 pp
- GIOVENALE, L. E. PITSCH, E. C. (2003) Determinación de la Absorción en maderas del genero *Pinus* y *Araucaria* por el Método Caliente-Frío. Integradora II. 10 pp.
- IRAM 9544. (1991) Determinación de los pesos específicos aparentes.
- JIMENEZ, J. E. (2004) Comportamiento al Proceso de Impregnación de especies Pocos Durables y Determinación del Costo del Tratamiento. Integradora II. 12 pp
- KEIL G. G.; OTAÑO, M. E.; LUNA, M. L.; MARLATS, R. M. (2000) Absorción de productos hidrosolubles en maderas de clones de sauces (*Salix* sp): relaciones con los métodos industriales de aplicación y las características físicas y anatómicas. Revista Forestal YVYRARETA. N° 10, pp. 35-39
- MUÑIZ, G. I. 1993. Caracterizacio e desenvollvimento de modelos para estimar las propiedades e o comportamiento na secagem da madeira de *Pinus elliottii* Engellm. e *Pinus taeda* L. Curitiba. 235 pp.
- RITTER, R.; MEDINA, S. (2007) Absorción de *Pinus taeda* por el Método Caliente-Frío. Integradora I
- SUIREZS, M. T. (2000) Tesis. Efecto de la impregnación con CCA (Cromo-Cobre-Arsénico) sobre las propiedades físicas y mecánicas de la madera de *Pinus taeda* L., implantado en la provincia de Misiones. 120 pp.
- TUSET, R.; DURAN, F. (1979) Manual de Maderas Comerciales, Equipos y Procesos de Utilización. Editorial Agropecuaria, Hemisferio Sur S.R.L. Montevideo. 152 pp.

# COMPARACIÓN DE MÉTODOS NO DESTRUCTIVOS Y DESTRUCTIVOS PARA VIGAS LAMINADAS

## COMPARISON OF DESTRUCTIVE AND NON-DESTRUCTIVE METHODS FOR LAMINATED BEAMS

Grabher, G.<sup>1</sup>; Weber, E.<sup>2</sup>; Pereyra, O. <sup>2</sup>; Lell, M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Alumnos Ing. Industria de la Madera. Facultad de Ciencias Forestales. Guillergrabher@yahoo.com

<sup>2</sup> Docentes de Facultad de Ciencias Forestales. Facultad de Ciencias Forestales.

### RESUMEN

El objetivo de este trabajo es determinar el coeficiente de correlación del método no destructivo de ultrasonido Sylvania y el destructivo obtenido a través de la utilización de la Máquina Universal de Ensayos. Para ello se utilizaron vigas multilaminadas de Paraíso, *Melia Azedarach* L. y Araucaria, *Araucaria angustifolia* (Bert) OK y se realizaron los ensayos para obtener los módulos de elasticidad y de rotura con los dos métodos. Con los resultados obtenidos se concluye que la correlación es muy baja entre los métodos utilizados.

**Palabras clave:** módulo de elasticidad, modulo de rotura, correlación

### SUMMARY

The objective of this work is to determine the correlation coefficient of the non-destructive method of ultrasound Sylvania and the destructive one obtained by means of the utilization of the universal testing machine. Laminated beams of Paraíso, *Melia Azedarach* and Araucaria, *Araucaria angustifolia* were used and tests to obtain the modulus of elasticity and rupture with both methods were carried out. It was concluded, with the obtained results that there is no correlation between the used methods.

**Key words:** Modulus of elasticity, modulus of rupture, correlation.

### INTRODUCCIÓN

Existen numerosos métodos destructivos para la determinación de las propiedades de la madera. Desde hace varios años la tendencia mundial está orientada hacia la evaluación mecánica no destructiva de la madera. En la actualidad existen muchos equipos y metodologías no destructivas para la estimación de dichas propiedades físico mecánicas de la madera, en árboles en pie, en trozas (toras), en rollizos o columnas, como también en vigas, tirantes y tablas, etc. (O'Neill, 2004)

La evaluación a través de ensayos no destructivos por técnicas acústicas y de ultrasonido han sido estudiadas y analizadas por más de 30 años. En el estudio de Fuentealba y Baradit ,(2000) cita los antecedentes sobre el uso de estas técnicas como el de: Detección de Fracturas: Grietas internas (Debaise, 1966); Caracterización del material: Determinación de constantes elásticas (Bucur, 1995; Preziosa 1981, Hearmon, 1956) y estudio de la anisotropía (Bucur, 1984); Calidad de madera: detección de nudos, clasificación de la madera, densidad; Deterioración de la madera: daño por hongos y termitas (Beall y Wilcox, 1987), Calidad de unión: estudio de la unión adhesiva en vigas laminadas (Reis, 1990), Fraguado de adhesivos: monitoreo del fraguado de adhesivos in situ (Beall, 1987, 1996).

Existe la necesidad de desarrollar técnicas de evaluación no destructivas de maderas y compuestos de madera con la finalidad de asegurar la integridad de un amplio rango de materiales. La utilización de estas técnicas pueden ser muy útiles para obtener información necesaria para el diseño y rendimiento de estructuras de madera, reduciendo costos y riesgos de uso final (Sandoz, 1989)

En nuestro país como método destructivo se ha usado en general el cálculo del módulo de elasticidad obtenido a través de la Máquina Universal de Ensayos.

El objetivo de este trabajo es determinar el coeficiente de correlación del método no destructivo de ultrasonido Sylvatest y el destructivo obtenido a través de la utilización de la Máquina Universal de Ensayos.

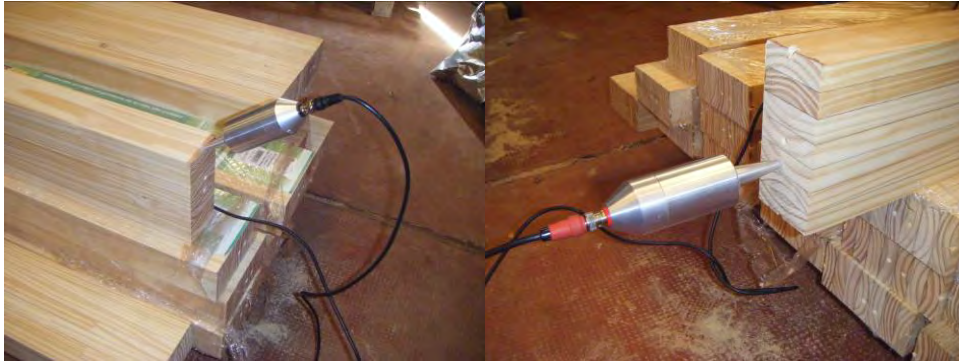
## MATERIALES Y MÉTODOS

Para realizar los ensayos no destructivos se utilizaron 20 vigas laminadas de Paraíso y Araucaria. Las dimensiones de las mismas eran de escuadría nominal de 3" x 6" x 10' (75 x 155 x 3000mm), de empresas de la zona. Para hacer las mediciones de ultrasonido se utilizó el Sylvatest (Sylvatest Duo, Psion, Sylvacon) que posee la Facultad de Ciencias Forestales, el cual es de origen Suizo (Imagen1). Consta de electrodos y un receptor de la información que registra los datos según los parámetros que se le configuren. Se efectuaron orificios con un taladro manual de 5 mm de diámetro y 10 mm de profundidad haciendo uso de una mecha especial, colocando los sensores en dos posiciones (Imagen 2) Se determinó la humedad de la madera con un medidor de humedad de contacto. Registrándose los valores de módulo de elasticidad y módulo de rotura para luego poder hacer una correlación con los ensayos destructivos.



**Imagen 1:** Medidor de ultrasonido Sylvatest colocado en las vigas multilaminadas utilizadas en el ensayo

**Picture 1:** Sylvatest ultrasound meter put on the laminated beams used for the test.



**Imagen 2:** Distintas posiciones de los sensores del Sylvatest  
**Picture 2:** Different positions of the Sylvatest sensors.

Para la determinación de los datos de los ensayos destructivos se utilizó la Máquina Electromecánica Universal de Ensayos Modelo 10407030 de procedencia Italiana fabricante DIDACTA, con capacidad de 100kN (Imagen 3). Los elementos auxiliares para este tipo de ensayo “flexión estática puntual” se colocaron en la máquina, según norma UNE 380. Se almacenaron los datos obtenidos en el programa que compone parte del equipo. Se obtuvieron los resultados de la correlación por medio de un análisis en un programa estadístico.



**Imagen 3:** Máquina Electromecánica Universal de Ensayos  
**Picture 3:** Universal Testing Electromechanic Machine

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados se obtuvieron utilizando, en el receptor electrónico la configuración de las distintas especies que trae el equipo, los cuales fueron similares por lo tanto se utilizó los datos de Firs (abetos) para hacer las estadísticas. Se utilizó la toma de los datos de MOR y MOE que calcula el Sylvatest para que de esta manera luego se pudiera determinar estas propiedades de cualquier viga in situ, en forma rápida. Por este motivo no se utilizó la velocidad de sonido. Y se registraron los datos de la Máquina Universal.



Los datos promedios para las dos especies Paraíso y Araucaria se presentan en la tabla 1 y 2 respectivamente.

**Tabla1:** Valores promedios de los datos obtenidos por los dos métodos en vigas de Paraíso.

Table 1: Mean values of the obtained data by means of the two methods in Paraíso beams.

	SILVATEST		Maquina de Ensayos	
	MOE	MOR	MOE	MOR
MEDIA (N/mm <sup>2</sup> )	5684,3	8	8483,8	38,99
DESVIO (N/mm <sup>2</sup> )	530,93	0,00	373,4	3,71
CV%	9,340	0,000	4,4	9,5

MOR: Módulo de rotura, MOE: Módulo de elasticidad; CV: coeficiente de variación

En la tabla 1 podemos observar que en el Sylvatest el módulo de elasticidad arrojó valores menores que los de la Máquina Universal y en cuanto al módulo de rotura, el mismo se repitió en todas las vigas y en las dos posiciones en el Sylvatest, siendo menor que el de la Máquina Universal.

**Tabla 2:** Valores promedios de los datos obtenidos por los dos métodos en vigas de Araucaria.

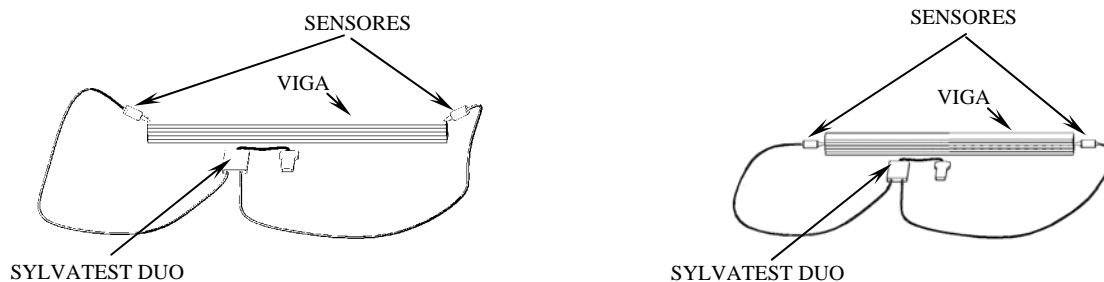
Table 2: Mean values of the obtained data by means of the two methods in Araucaria beams.

	SILVATEST		Maquina de Ensayos	
	MOE	MOR	MOE	MOR
MEDIA (N/mm <sup>2</sup> )	12986	33,96	10662,1	45,17
DESVIO (N/mm <sup>2</sup> )	3,67	3,67	917,4	4,58
CV%	0,028	10,794	8,6	10,1

MOR: Módulo de rotura, MOE: Módulo de elasticidad; CV: coeficiente de variación

En la tabla 2 podemos observar que en el Sylvatest el módulo de elasticidad y de rotura arrojaron valores mayores que los de la Máquina Universal.

En las distintas posiciones (Imagen 3) de los sensores del Sylvatest, A (indirecto) y B (directo) se obtuvieron los datos que figuran en el siguiente resumen de parámetros comparados con los de la Máquina Universal (Tabla3).



**Imagen 3:** Posiciones de los sensores del Sylvatest, A (indirecto) y B (directo)  
**Picture3:** Positions of the sensors of the Sylvatest, A (indirect) and B (direct)

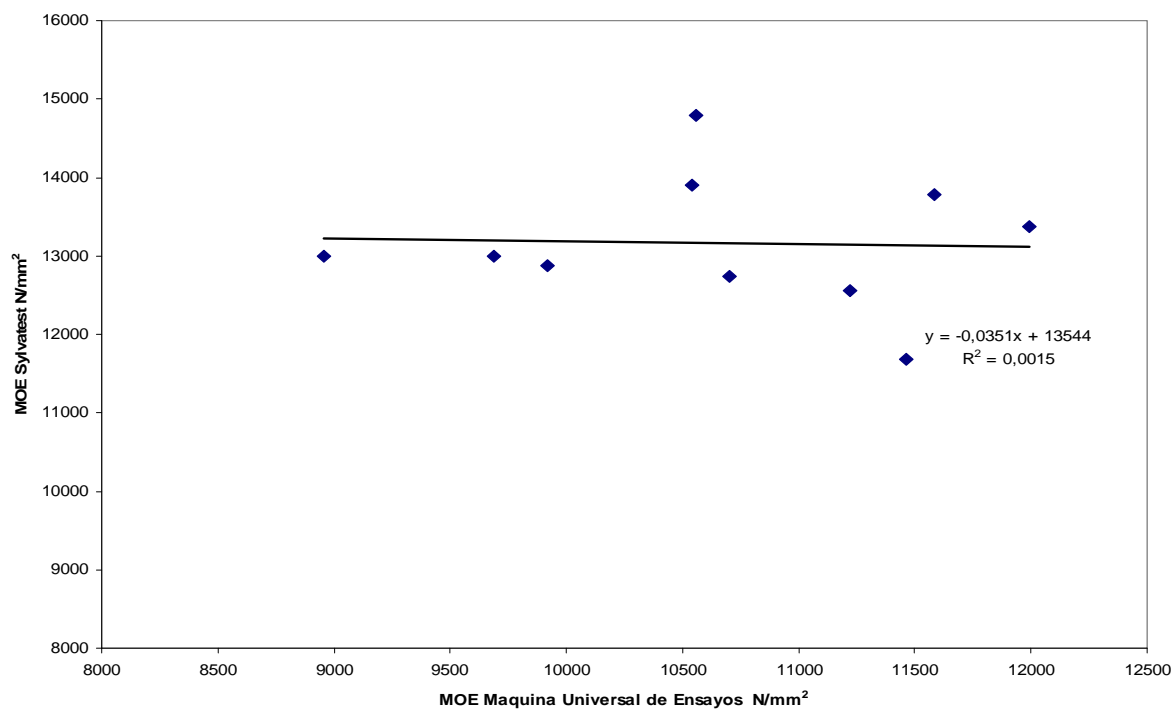
**Tabla 3:** Valores de coeficiente de correlación de las distintas especies y posiciones de los sensores  
 Table 3: Values of correlation coefficient of the different species and the sensors positions.

Especie	Posición	MOE	MOR
Paraíso	A	0,31	
	B	0,30	
Araucaria	A	0,20	-0,14
	B	-0,04	-0,37



En la tabla 3 se puede ver que debido a que en los sensores se repetía un mismo valor para el módulo de rotura con el Sylvatest, no fue posible determinar un coeficiente de correlación en esos casos.

Se presentan a continuación dos de los gráficos de todas las correlaciones realizadas. En los mismos se puede observar que no existe una buena correlación entre los valores de MOE y MOR de los distintos métodos.



**Gráfico 1:** Correlación de los módulos de elasticidad (MOE) de la Maquina Universal de Ensayos y en la posición B de sensores del Sylvatest  
Graph 1: Correlation of the modulus of elasticity (MOE) of the Universal Testing Machine and in the position B of the sensors of the Sylvatest.

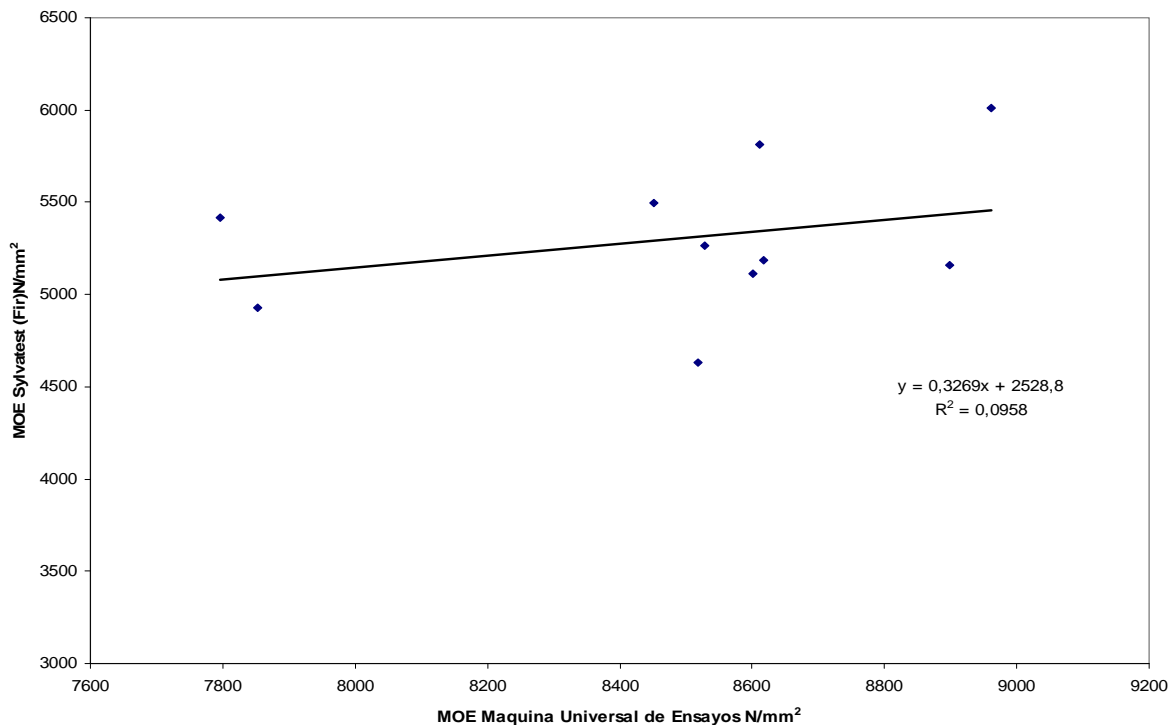


Gráfico 2: Correlación de los módulos de elasticidad (MOE) de la Maquina Universal de Ensayos y en la posición A de sensores del Sylvatest

Graph 1: Correlation of the modulus of elasticity (MOE) of the Universal Testing Machine and in the position A of the sensors of the Sylvatest.

En los gráficos 1 y 2 se puede observar que hay muy baja correlación entre los métodos utilizados. Esto puede deberse a que las fórmulas utilizadas en el cálculos del MOR y MOE que toma el Sylvatest son de especies no utilizadas en nuestro mercado.

## CONCLUSIONES

En el caso del Paraíso podemos decir que el Sylvatest no se ajusta en cuanto a la especie que tiene configurada debido a que se repite el mismo valor en todas las vigas. Podemos concluir que para este trabajo realizado no hay correlación en el método destructivo, Maquina de Ensayos Universal y el método no destructivo Sylvatest, en las vigas laminadas de Paraíso y Araucaria.

Con esta experiencia podemos sugerir que en el futuro se tendría que realizar una determinación del MOR y MOE através de ultrasonido, con una ecuación que se adapte a las características de las especies que se cultivan en esta zona del país.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ballarin, A. W.; Nogueira, M. 2002. Correlações entre módulos de elasticidade estático (flexão) e dinâmico (ultrason) para algumas espécies de eucalipto Universidade Estadual Paulista; Brasil. (mnogueira@fca.unesp.br; awballarin@fca.unesp.br)
- Demkoff, Miguel L.V . 2003. Vigas laminadas estructurales de madera, su fabricación y empleo. Concordia Entre Ríos Argentina.
- Fuentealba Cecilia, Baradit Erik A. 2000. Determinación de las Constantes Elásticas de la Madera por Ultrasonido. Parte I: Módulos de Elasticidad y Módulos de Rigidez. Departamento de Ingeniería en Maderas, Facultad de Ingeniería, Universidad del Bío – Bío, Chile
- O'Neill Hugo. 2004. Estimación de la calidad de la madera producida en el Uruguay para uso estructural y su evaluación en servicio por métodos no destructivos. Jornadas Forestales Entre Ríos. Concordia.
- Sandoz J. L. , Benoit Y. , Demay L. 2000. Wood testing using Acousto-ultrasonic
- Sandoz, J.L. 1989. Grading of construction timber by ultrasound. Wood Science and Technology, 23, pp. 95-108.

Sandoz, J.L.; Benoit, Y. y Demay, L. 2000. Wood testing using acousto-ultrasonic, 12th International Symposium on Nondestructive Testing of Wood, pp. 97-104.

# EVALUACIÓN DEL POTENCIAL FORESTAL DE LA MADERA DE TUNG (*Aleurites fordii Hemsl.*) CULTIVADO EN LA PROVINCIA DE MISIONES

## EVALUATION OF THE FOREST POTENTIAL OF THE WOOD OF TUNG (*Aleurites fordii Hemsl.*) CULTIVATED IN THE PROVINCE OF MISIONES

Morales, R. A.<sup>1</sup>; Bohren, A. V.<sup>2</sup>; Suirezs, T. M.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Ingeniera Forestal. Graduada de la Facultad de Ciencias Forestales. UNAM. Bertoni 124, 3380 Eldorado, Misiones. [rafaelamorales12@yahoo.com.ar](mailto:rafaelamorales12@yahoo.com.ar)

<sup>2</sup> MSc Ingeniera Forestal. Docente de la Facultad de Ciencias Forestales. UNAM. Bertoni 124, 3380 Eldorado, Misiones. [alicia@facfor.unam.edu.ar](mailto:alicia@facfor.unam.edu.ar)

<sup>3</sup> MSc Ingeniera Forestal. Docente de la Facultad de Ciencias Forestales. UNAM. Bertoni 124, 3380 Eldorado, Misiones. [suirezs@facfor.unam.edu.ar](mailto:suirezs@facfor.unam.edu.ar)

### RESUMEN

Se estudian las propiedades físicas y mecánicas de la madera del “tung”, cultivado en la Provincia de Misiones como oleaginoso, con la finalidad de evaluar su potencial maderable. Para la elaboración de las probetas se seleccionaron tres árboles de un rodal de Misiones, cuyo diámetro normal fue de 22 cm y 4,5 m de altura, que presentaron un buen estado fitosanitario, libres de defectos y deformaciones. Las propiedades físicas estudiadas son densidad y contracción; las mecánicas incluyen la flexión estática, compresión paralela a las fibras, dureza Janka, corte o cizallamiento y clivaje. Estas se determinaron según las normas IRAM, ASTM y DIN y los ensayos se realizaron en el laboratorio de Tecnología de la Madera de la Facultad de Ciencias Forestales. De acuerdo a la clasificación de Sallenave se concluye que el potencial maderable de la madera de “tung” se restringe a usos de ebanistería, tornería de pequeñas piezas y escultura, no apta para carpintería ni para la construcción.

**Palabras clave:** Propiedades de la Madera, propiedades físicas, propiedades mecánicas, usos.

### SUMMARY

There are studied the physical and mechanical Wood properties of “tung”, cultivated in the province of Misiones as an oleaginous, with the objective of evaluate its timber potential. In the elaboration of the tests tube, three trees where selected of a parcel of Misiones, which normal diameter 22 cm and 4, 5 m height, which presented a good phytosanitary state, without defects and deformations. The physical properties studied were density and contraction, the mechanical properties includes the static flexion, parallel compression to the fibber, Janka hardness, cut and cleavage. These were determined according to the IRAM, ASTM and DIN norms, and the test were realised in the laboratory of Technology of the wood in the Forestry Sciences Faculty. In agreement to Sallenave's classification one concludes that the wood potential of the “tung”, is restricted to the use cabinetwork, turnery of little pieces and sculpture, it's not apt for carpentry or building.

**Key words:** Wood properties, physical properties, mechanical properties, uses.

### INTRODUCCIÓN

El “tung” es una especie natural de la China Central y Occidental de la familia botánica de las Euphorbiaceae, donde se lo cultiva desde hace miles de años, conocida como de frutos pequeños, comparada con otra especie, *Aleurites montana* (Lour.) Wils., de frutos de mayor tamaño pero de menor rendimiento en aceite (Sarasola et al., 2006).

Es un árbol de porte pequeño, con una altura aproximada a 12 m, hábito de copa baja,

copa orbicular, muy ramificada, follaje caduco, hojas simples, alternas, estipuladas, cordiformes, borde entero a trilobulado pubescentes o subglabras, con látex blanquecino. Flores vistosas blancas o rojizas dispuestas en cimas apanojadas, cápsula subglobosa, semillas ovoides, se multiplica por semilla y por vía agámica (Dimitri, 1971).

Esta especie es muy exigente en lo referente a condiciones climáticas pero no en suelo. No tiene graves problemas fitosanitarios, por lo que ocasionalmente requiere tratamientos de control. Al quinto año comienza a producir frutos, su vida útil promedio es de alrededor de 30 años. La cosecha de los frutos de esta oleaginosa se realiza directamente del suelo cuando están secos, de su molturación se extrae un aceite no comestible que se utiliza en la elaboración de pinturas y barnices, (SAGPyA, 2007).

Esta oleaginosa industrial, fue introducida en Misiones en el año 1928, adquirió gran importancia particularmente en la zona conocida como “franja ribereña del tung” (ubicada por debajo de los 300 m.s.n.m. próximo al Alto Paraná). En la época dorada de su cultivo, en los años 70, Misiones llegó a contar con más de 55.000 hectáreas implantadas, luego en los noventa perdió fuerzas, en primer lugar, por la caída de los precios, y la competencia con los productos sintéticos, y en segundo por el auge de la reforestación con pinos resinosos en la provincia. A pesar de esta caída, Argentina es el tercer productor mundial. Actualmente los precios han mejorado, en el año 2003 su valor pasó de 120 \$/ton a 300 \$/ton y este año, los productores cobrarán \$400 por cada tonelada de frutos de “tung”. De esta manera se reactivaron algunas plantaciones y otros productores decidieron volver a plantar (SAGPyA, 2007).

La provincia de Misiones contaba con 8 fábricas procesadoras de los frutos de “tung” pero en la actualidad solamente una, la aceitera de la Cooperativa Agrícola Picada Libertad de Leandro N. Alem, con una gran demanda de materia prima, (SAGPyA, 2007).

Dado la existencia de importantes superficies en Misiones con plantaciones de “tung” con más de 30 años de edad, y teniendo en cuenta que a esta edad la producción de semillas es mínima, sería necesario sustituir dichas plantaciones por otras nuevas para obtener una mejor producción, pero para una mayor rentabilidad, sería interesante asignarle un uso maderable alternativo a estas plantaciones. Para ello es necesario la realización de un estudio de las propiedades de la madera del “tung”, y poder así determinar, su aptitud para uso forestal.

Los antecedentes sobre el uso maderable del “tung” son escasos, el único antecedente que se registra es el de Sarasola *et al.* (2006), que determinó la flexión estática (tensión en el límite proporcional elástico, el módulo de rotura y el módulo de elasticidad), cuyos resultados ubican al “tung” como buena alternativa para uso no estructural y decorativo.

Por lo que el objetivo del presente trabajo constituye el estudio de todas las propiedades físicas y mecánicas de la madera del “tung” para evaluar su potencial maderable.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El material utilizado para la realización de los ensayos provino de plantaciones de la localidad de San Vicente, en la provincia de Misiones.

Se seleccionaron tres árboles de un rodal de la localidad de San Vicente, en la Provincia de Misiones, cuyo diámetro a la altura de pecho (d.a.p.) medio fue de 22 cm y 4,5 m de altura, estos presentaron un buen estado fitosanitario, libres de defectos y deformaciones.

Estos rollizos se estacionaron para el secado de la madera al aire libre, hasta llegar a la humedad de equilibrio. Posteriormente se obtuvieron listones de 2 metros de longitud, los cuales se estacionaron bajo techo hasta llegar al 12 % de humedad. Sobre estos listones se marcaron e identificaron las probetas para los diferentes ensayos físicos y mecánicos, según lo establecido por las Normas IRAM, ASTM, DIN empleadas. Los ensayos se realizaron en el laboratorio de Tecnología de la madera de la Facultad de Ciencias Forestales.

Para la determinación de los ensayos físicos y mecánicos se utilizaron los siguientes elementos de trabajo: balanza eléctrica, estufa de secado con termostato para regular temperaturas de  $103 \pm 2$  °C; calibre con precisión de medidas de 0,02; clavos, martillo, bandejas. Máquina universal de ensayos marca CIFIC de 10 toneladas de capacidad, conectada a un gabinete de trabajo y control, con 4 escalas de operación (1, 2, 5, y 10 tn), que permiten apreciar cargas mínimas de 2.5 kg. Posee cilindro inscriptor de curvas de flexión y compresión (fuerza – deformación).

## Propiedades físicas

### Densidad

Para la determinación de la densidad aparente estacionada ( $D_e$ ) y anhidra ( $D_o$ ) se empleó la Norma IRAM N° 9544, y se utilizaron las siguientes fórmulas:

$$D_e = \frac{P_e}{V_e} \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

$D_e$  = Peso específico aparente estacionado, en g/cm<sup>3</sup>       $V_e$  = Volumen de la muestra estacionada, en cm<sup>3</sup>.  
 $P_e$  = Peso de la muestra estacionado, en g.

$$D_o = \frac{P_o}{V_o} \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

$D_o$  = Peso específico aparente anhidro, en g/cm<sup>3</sup>       $V_o$  = Volumen de la muestra seca, en cm<sup>3</sup>.  
 $P_o$  = Peso de la muestra seca, en g.

### Contracciones

Se utilizaron probetas según la Norma IRAM N° 9543; se determinaron las contracciones tangencial, radial y axial.

### Contracción total

$$RT = \frac{(L_s - L_o)}{L_s} \times 100$$

$RT$  = Contracción total en %       $L_o$  = Longitud anhidra en cm.  
 $L_s$  = Longitud saturada en cm.

### Coefficiente de retracción

$$CR = \frac{C}{H\%}$$

$CR$  = Coeficiente de retracción       $H\%$  = Humedad de las probetas estacionada al 12 %.  
 $C$  = Contracción del estado estacionado al 12 % de humedad al 0%.

### Anisotropía de la contracción

$$A_c = \frac{\beta_t}{\beta_r}$$

$A_c$  = Anisotropía de la contracción       $\beta_r$  = Contracción radial.  
 $\beta_t$  = Contracción tangencial.

## Propiedades mecánicas

## Flexión estática

Siguiendo la Norma DIN 52186, en el ensayo se emplearon probetas libres de defectos, con dimensiones de 36 cm de longitud y base de sección cuadrangular de 2 cm de lado. La distancia entre apoyos fue de 30 cm, la carga fue aplicada tangencialmente a los anillos de crecimiento, a una velocidad de 300 a 400 kg/cm<sup>2</sup> por minuto. Para cada probeta se tomaron los datos de carga y deformación, con los mismos se obtuvieron las curvas de plasticidad, con la que se determino el límite plástico.

## Módulo de Elasticidad

$$ME = \frac{P'L^3}{4bh^3f}$$

ME = Módulo de elasticidad, en kg/cm<sup>2</sup>

P' = Carga en el límite proporcional, en kg.

L = Longitud entre apoyos, en cm.

b = Base, en cm.

h = Altura en cm.

f = Deformación, en cm.

## Módulo de rotura

$$MR = \frac{3PL}{2bh^2}$$

MR = Módulo de rotura, en kg/cm<sup>2</sup>

P = Carga de rotura, en kg.

L = Longitud entre apoyos, en cm.

b = Base, en cm.

h = Altura en cm.

## Tensión en el límite proporcional

$$TLP = \frac{3P'L}{2bh^2}$$

TLP = Tensión en el límite proporcional en kg/cm<sup>2</sup>

P' = Carga en el límite proporcional en kg.

L = Longitud entre apoyos en cm.

b = Base en cm.

h = Altura en cm.

## Tracción perpendicular a las fibras

Se realizaron los ensayos según lo establecido en la Norma ASTM 143/52. Las probetas tienen sección cuadrada de 50 mm de lado y 60 mm de longitud. En los extremos presentan escotaduras cilíndricas de 25 mm de diámetro, donde se fijan las mordazas de tracción, cuyos centros se encuentran a 6 mm de las superficies transversales, dejando una sección útil de tracción de 25 mm, por el ancho de la probeta, 50 mm. La velocidad de aplicación de la carga es de 2,5 mm/ min. La tensión se calculó con la siguiente fórmula:

$$Tt = \frac{P}{S}$$

Tt = Tensión de corte a la tracción en kg/cm<sup>2</sup>

P = Carga de rotura en kg.

S = Sección de la probeta en cm<sup>2</sup>

## Clivaje o rajadura

Se utilizó la Norma ASTM 143/52, las probetas son prismáticas de sección cuadrada de 50 mm de lado y de 95mm de longitud, uno de sus extremos cuenta con una escotadura de 25 mm de diámetro cuyo centro se ubica a 6 mm de la superficie transversal. La carga se aplica a una velocidad de 2,5 mm/min. La tensión se calculó con la siguiente fórmula:

$$Tr = \frac{P}{L}$$

Tr = Tensión de corte a la rajadura en kg/cm.

P = Carga de rotura en kg.

L = Longitud de la escotadura en cm.

### **Dureza Janka**

Se trabajo de acuerdo a la norma ASTM 143/52. Se utilizaron probetas de sección cuadrada de 50 mm de lado y 150 mm de longitud, orientadas de forma tal que dos superficies sean tangenciales, dos radiales y dos transversales. El ensayo se realiza introduciendo una semiesfera de acero de 11.28 mm de diámetro, la que deja una impronta de sección circular de 1 cm<sup>2</sup>. La velocidad de carga es de 6 mm/min.

### **Corte o cizallamiento paralelo a las fibras**

Se utilizaron probetas prismáticas de 62,5 mm de longitud, y sección cuadrada de 50 mm de lado, de acuerdo a la Norma ASTM 143/52. En uno de los extremos la probeta presenta un escalón de 15 mm de base por 12,5 mm de altura, donde se aplica la carga por medio de un pistón. El conjunto probeta – pistón se encuentra encerrado en una armadura de acero. La velocidad del ensayo es de 0,6 mm/min. La tensión de corte se calculó con la siguiente fórmula:

$$Tc = \frac{P}{S}$$

Tc = Tensión de corte o cizallamiento paralelo a la fibra en kg/cm<sup>2</sup>

P = Carga de rotura en kg

S = Sección de la probeta en cm<sup>2</sup>

### **Compresión paralela a las fibras**

Los ensayos se realizaron de acuerdo a la Norma DIN N° 52186, utilizándose probetas prismáticas de sección cuadrada de 20 mm de lado y 60 mm de longitud. La carga se aplica por medio de un cabezal móvil con rótula esférica a una velocidad de 200 a 300 kg/cm<sup>2</sup> y 0,6 mm/min. Para cada probeta se tomaron los datos de carga y deformación para representar la curva de plasticidad y determinar el límite plástico.

### **Módulo de rotura a la compresión**

El módulo de rotura se calculó con la siguiente fórmula:

$$MR = \frac{P}{S}$$

MR = Módulo de rotura, en kg/cm<sup>2</sup>

S = Superficie en cm<sup>2</sup>

P = Carga de rotura en kg

### **Módulo de elasticidad a la compresión**

La carga en el límite proporcional y la deformación se determina con la ayuda de las curvas de deformación para cada probeta ensayada. El módulo de elasticidad se calcula con la siguiente fórmula:

$$ME = \frac{P'L}{Sf}$$

ME = Módulo de elasticidad, en kg/cm<sup>2</sup>

L = Longitud de la probeta, en cm.

P' = Carga en el límite proporcional, en kg.

f = Deformación, en cm.

S = Superficie, en cm.

### **Tensión en el límite proporcional**

La tensión en el límite proporcional se calcula con la siguiente formula:



$$TLP = \frac{P'}{S}$$

TLP = Tensión en el límite proporcional en kg/cm<sup>2</sup>

P' = Carga en el límite proporcional en kg.  
S = Superficie en cm<sup>2</sup>

### Procesamiento de datos

Los valores de las propiedades físicas y mecánicas de la madera de “tung” fueron procesados en planillas de cálculo, obteniéndose la media, el desvío Standard y el coeficiente de variación.

### Evaluación del potencial maderable

Para determinar el potencial maderable o forestal de la especie se utilizaron los criterios de clasificación propuesto por Sallenave, (1955); traducido y presentado por Pérez Galaz (1983).

Para la aplicación de los criterios se determinaron:

### Contracción volumétrica total (%)

Se calculó mediante siguiente fórmula:

$$a_v = \frac{(100 + a_a)(100 + a_r)(100 + a_t)}{10^4} - 100$$

$a_v$ : Contracción volumétrica total, [%].

$(\alpha_r)$ : Contracción total radial, [%].

$(\alpha_a)$ : Contracción total axial, [%].

$(\alpha_t)$ : Contracción total tangencial, [%].

### Contenido de Humedad en el punto de saturación de fibras

Para madera estacionada, al aire o para madera verde se calcula mediante la siguiente fórmula.

$$S = \frac{a}{v} [\%]$$

S: El contenido de humedad correspondiente al punto de saturación de fibras, [%].

$a$ : La contracción total axial ( $\alpha_a$ ), radial ( $\alpha_r$ ) o tangencial ( $\alpha_t$ ) según corresponda, [%].

$v$ : Coeficiente de contracción

### Coefficiente de contracción volumétrica (%)

Cuando la madera estacionada al aire, sufre una variación del 1 % de humedad debajo del correspondiente punto de saturación de las fibras. Se calcula mediante la siguiente fórmula

$$v = \frac{\frac{L_e - L_0}{L_0}}{H_e}$$

$L_e$ : La distancia entre clavos con la probeta de madera estacionada al aire, [mm].

$H_e$ : Contenido de humedad de la probeta estacionada al aire, [%].

$L_0$ : La distancia entre clavos, con la probeta de madera en estado seco en estufa, [mm].

### Cota dureza

Se determina con los valores obtenidos del ensayo de dureza Janka, con la siguiente fórmula:

$$Cd = \frac{Rdn}{D^2}$$

Cd = Cota de dureza

Rdn = Dureza Janka, normal a las fibras en Kg

D = Densidad aparente, para humedad igual a 12%, en g/cm<sup>3</sup>

### **Cota de Flexión**

Se calcula con los valores obtenidos en el ensayo de flexión estática, aplicando la siguiente fórmula:

$$Cf = \frac{Rf}{100 * D}$$

Cf = Cota de flexión

Rf = Cifra de ruptura, considerada al 12 % de humedad, en kg/cm<sup>2</sup>

D = Densidad aparente, para humedad igual a 12%, en g/cm<sup>3</sup>

### **Cota de Tenacidad**

Se calcula con los valores obtenidos en los ensayos de flexión estática y compresión paralela a las fibras, con la siguiente fórmula:

$$CT = \frac{Rf}{Rcp} * 1,459$$

CT = Cota de tenacidad

Rf = Cifra de modulo de ruptura a la flexión, considerada al 12 % de humedad, en kg/cm<sup>2</sup>

Rcp = Cifra de resistencia a la compresión, considerada al 12 % de humedad

### **Cota de calidad estática**

Se determina con los valores obtenidos del ensayo de compresión paralela a las fibras, aplicando la siguiente fórmula:

$$CCe = \frac{Rc}{100 * D}$$

CCe = Cota de calidad estática, en kg/cm<sup>2</sup>

Rc = Tensión máxima para un contenido de humedad de 12 %, en kg/cm<sup>2</sup>

D = Densidad aparente, para humedad igual a 12%, en gr/cm<sup>3</sup>

### **Cota de laminabilidad**

Se determina con los valores obtenidos del ensayo de clivaje o rajadura, aplicando la siguiente fórmula:

$$CL = \frac{Rcl}{100 * D}$$

CL = Cota de Laminabilidad

Rcl = Resistencia unitaria al clivaje, en kg/cm<sup>2</sup>

D = Densidad aparente, para humedad igual a 12%, en gr/cm<sup>3</sup>

### **Resultados y Discusión**

Los valores medios obtenidos de los ensayos de las propiedades físicas de la madera de “tung”, su desvío standard (DS) y coeficiente de variación (CV), se presentan en la **tabla 1** y las Propiedades mecánicas en la **tabla 2**.

Tabla 1: Propiedades Físicas

Table 1: Physical properties

Ensayo		Media	DS	CV (%)
Densidad Aparente [gr/cm <sup>3</sup> ]	Anhidra	0,351	0,03	7,29
	Estacionada CH: 12 %]	0,386	0,04	9,14
Contracción [%]	Contracciones totales			
	Axial	0,344	0,088	26
	Radial	2,23	0,59	26
	Tangencial	2,89	0,557	19
	Contracción volumétrica	5,54		
	Coefficiente de retracción			
	Radial	0,19	0,049	26
	Tangencial	0,24	0,046	19
Anisotropía de la contracción	1,29			

Tabla 2: Propiedades Mecánicas

Table 2: Mechanical properties

Ensayo		Media	DS	CV
Flexión estática [kg/cm <sup>2</sup> ]	Módulo de Elasticidad	50903,32	11792,67	23
	Módulo de Rotura	274,22	124,46	45
	Tensión en el límite Proporcional	225,00	102,70	46
Compresión paralela a las fibras [kg/cm <sup>2</sup> ]	Módulo de Elasticidad	15464,12	5616,32	36
	Módulo de Rotura	278,13	65,96	24
Dureza Janka [kg/cm <sup>2</sup> ]	Transversal	328,89	81,73	24,8
	Radial	193,06	48,21	24,9
	Tangencial	249,72	61,29	24,5
Corte o cizallamiento paralelo a las fibras [kg/cm <sup>2</sup> ]	Radial	54,04	21,59	40
	Tangencial	55,29	28,80	52
Tracción perpendicular a las fibras [kg/cm <sup>2</sup> ]	Tangencial	31,28	6,30	20
Clivaje o Rajadura [kg/cm]	Radial	41,16	10,22	25
	Tangencial	20,53	12,73	62

El valor de la densidad aparente de la madera estacionada (12%) del “tung” es de 0.386 g/cm<sup>3</sup>, (**tabla 1**), y de acuerdo a la clasificación propuesta por García y García, 1956, citada por Coronel (1994), se la ubica entre las maderas livianas, mientras que, en la de Sallenave, 1955; citado por Pérez Galaz (1983), entre las maderas muy livianas.

La contracción volumétrica total de la madera es de 5,54 %; según Sallenave (1955), citado por Pérez Galaz (1983) se encuadra en la clase de madera de pequeña contracción, cuyas piezas de madera presentan pequeñas grietas, que se pueden secar antes de su aserrío o elaboración; mientras que el coeficiente de contracción volumétrica presenta un valor de 0,293 que se la clasifica como madera poco nerviosa, apta para carpintería, ebanistería, tornería de pequeñas piezas y escultura.

La anisotropía es de 1,29 por lo que la madera de “tung” de acuerdo a la clasificación de Coronel (1994), presenta excelente estabilidad (menor a 1,5).

En la **tabla 2**, el módulo de ruptura en la flexión estática es de 274,22 kg/cm<sup>2</sup>, con una cota de flexión de 7,10, estos valores según los criterios de Sallenave (1955), citado por Pérez Galaz

(1983), califica a la madera de “tung” como de calidad pequeña, impropia para carpintería; su cota de tenacidad de 1,43; la ubica como una madera poco tenaz (que se rompe con facilidad).

En tanto que la compresión paralela a las fibras es de 278,13 kg/cm<sup>2</sup>; clase inferior, con una cota de calidad estática de 7,20 lo definen como una madera ligera

La dureza Janka normal a la fibra es de 221,39 kg/cm<sup>2</sup>, obtenida como valor medio de las durezas tangencial y radial, (**tabla 2**), se la clasifica como madera muy blanda según García y García, 1956, citada por Coronel (1994), y como madera blanda en Sallenave (1955), citado por Pérez Galaz (1983). Considerando la cota de dureza de 1485,87, Sallenave (1955), citado por Pérez Galaz (1983) la clasifica como fuerte, pudiéndose destinar la madera para usos especiales.

La resistencia al corte o cizallamiento paralelo a las fibras, radial y tangencial, presenta valores de 54,04 y 55,29 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente (**tabla 2**), estos valores indican una baja resistencia para ensambladuras, juntas y encajes requeridas para carpintería (Nutsh, 1992).

La tracción perpendicular a las fibras de la madera de “tung” en el sentido tangencial alcanza un valor de 31,28 kg/cm<sup>2</sup>, (**tabla 2**), descartándose con ello la posibilidad de uso en elaboración de piezas especiales como arcos y vigas curvas (Nutsh, 1992).

La resistencia al clivaje o rajadura presenta un valor medio (radial y tangencial) de 30,84 kg/cm<sup>2</sup>, pequeño según Sallenave (1955), citado por Pérez Galaz (1983) en tanto su cota de laminabilidad de 0,79, lo define como muy laminable y madera fácil de rajarse.

## CONCLUSIONES

Las propiedades físicas de la madera de “tung” la caracterizan como muy liviana, con una contracción volumétrica total pequeña, poco nerviosa y con excelente estabilidad. Las propiedades mecánicas la hacen no apta para su uso en carpintería y la construcción, mientras que presenta valores adecuados para su laminabilidad.

Se concluye que el potencial maderable de la madera de “tung” se restringe a usos de ebanistería, tornería de pequeñas piezas, escultura, no apta para carpintería ni la construcción.

## Recomendaciones

Se recomienda continuar con los estudios de esta madera en procesos de laminado, y encolado para evaluar su comportamiento en la fabricación de terciados o multilaminados, dado su aptitud para la laminabilidad.

## BIBLIOGRAFÍA

- American Society For Testing And Materials. ASTM** 1972. Standard method of testing small clear specimen of timber. ASTM – D 143-52. 149/52 USA.
- Centro De Desarrollo E Innovacion Tecnologica. CeDITec**, 2006. Utilización oleaginosa y forestal del tung *Aleuritis fordii* y *Aleuritis montana* (Euforbiaceae). Comité ejecutivo de Desarrollo e Innovación Tecnológica. Gobierno de la Provincia de Misiones. Posadas, Misiones.
- Coronel, E. O.** 1994. Fundamentos de las propiedades Físicas y Mecánicas de las maderas. Primera parte: Fundamentos de las propiedades físicas de la madera. Instituto de Tecnología de la Madera. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Argentina. 187 p.
- Coronel, E. O.** 1995. Fundamentos de las propiedades Físicas y Mecánicas de las maderas. Segunda parte: Fundamentos de las propiedades mecánicas de la madera. Instituto de Tecnología de la Madera. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Argentina. 335 p.
- Deutsch Industrie Norm. DIN** 1973. Prüfung von Holz; Biegeversuch. DIN N° 52186. Método para determinar flexión estática, Compresión paralela a las fibras. Alemania.
- Dimitri, M. J.** 1971. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Volúmen I. Buenos Aires. Argentina. 1028 pp.
- Galante, J.** 1981. Tecnología de las maderas. Buenos Aires. Argentina.
- Instituto Argentino De Racionalización De Materiales.** 1963. Definición de la madera. Norma IRAM 9502. Buenos Aires. Argentina. 16 p.

- Instituto Argentino De Racionalización De Materiales.** 1966. Maderas. Método de determinación de las contracciones totales, axial, radial y tangencial y el punto de saturación de las fibras. Norma IRAM N° 9543. Buenos Aires. Argentina. 6 p.
- Instituto Argentino De Racionalización De Materiales.** 1973. Determinación de densidad. Norma IRAM N° 9544. Buenos Aires. Argentina. 10p.
- Kollman, F.** 1959 Tecnología de la madera sus aplicaciones. Tomo primero. Instituto forestal de investigaciones y experiencias y servicio de la madera. Madrid. España.
- Nustch, W.** 1992. Tecnología de la Madera y el Mueble. Editorial Reverté S. A. Buenos Aires. 509 p.
- Perez Galaz V, A.** 1983 Manual de propiedades físicas y mecánicas de maderas chilenas. Investigación y desarrollo forestal. Corporación Nacional forestal. FAO. Santiago de Chile. 451 pp.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos (SAGPyA).** 2007. Informe de la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. Capturado en Diciembre 2009. [www.sagpya.mecom.gov.ar](http://www.sagpya.mecom.gov.ar)
- Suirezs, T. M.** 2002. Propiedades de la madera, Guía de clase para técnicos en industrias de la madera. Universidad Nacional de Misiones, Facultad de Ciencias Forestales. Misiones. Argentina. 22 p.
- Sarasola, M. R.; Godoy, F. y C.E. Schvezov.** 2007. Utilización oleaginosa y forestal del tung *Aleuritis fordii* y *Aleuritis montana* (Euforbiacea). CeDITec. Capturado en Diciembre 2009. [http://www.cedit.misiones.gov.ar/dmdocuments/utilizacion\\_oleaginosa\\_y\\_forestal\\_del\\_tung.pdf](http://www.cedit.misiones.gov.ar/dmdocuments/utilizacion_oleaginosa_y_forestal_del_tung.pdf)

# DESCRIÇÃO ANATÔMICA DA MADEIRA DE ESPÉCIES DO GÊNERO *Quercus*, VISANDO SUA SUBSTITUIÇÃO POR MADEIRAS ALTERNATIVAS NA FABRICAÇÃO DE BARRIS PARA ENVELHECIMENTO DE VINHOS FINOS

ANATOMICAL DESCRIPTION OF GENUS *Quercus*'s WOOD, AIMING FOR YOUR REPLACEMENT BY ALTERNATIVES WOODS IN THE MANUFACTURING OF BARRELS FOR AGING WINE

Nicoletti, M.F.<sup>1</sup>; Oliveira, J.R.<sup>2</sup>; Brand, M.A.<sup>3</sup>; Castro, T.N.<sup>1</sup>; Cunha, C.R.<sup>1</sup>, Nicoletti, G.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Engenheiros Florestais, Mestrandos em Recursos Florestais, Universidade de São Paulo, Av. Pádua Dias 11, Piracicaba-SP, CEP 13418-900, mfnicoletti@usp.br, tito.castro@usp.br, cacaflorestal@usp.br

<sup>2</sup>Acadêmicas de Engenharia, Universidade do Estado de Santa Catarina, Av. Luis de Camões, n° 2090, CEP 88520-000, Lages, Santa Catarina, joanna.rebello@hotmail.com, gabrielnicoletti@yahoo.com.br

<sup>3</sup>Engenheira Florestal, Professora Doutora, Universidade do Estado de Santa Catarina, Av. Luis de Camões, n° 2090, CEP 88520-000, Lages, Santa Catarina, martha@uniplac.net

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi descrever as características anatômicas do *Quercus* sp., para substituição deste na fabricação de barris. Fez-se a descrição anatômica da madeira, que consiste na análise das características microscópicas, através de cortes histológicos em lâminas. As espécies estudadas foram *Quercus robur* L., *Quercus pedunculata* Ehrh., *Quercus coccinea* Muenchh. e *Quercus crispula* Blume. Nesta análise obtiveram-se características qualitativas e quantitativas do lenho. Observou-se que a porosidade das espécies é em anéis porosos, o arranjo dos vasos é tangencial para o *Q. crispula* e *Q. coccinea* e radial para o *Q. pedunculata* e *Q. robur*. Os tilos no *Q. coccinea* são presentes não abundantes, e nos demais são abundantes. O parênquima axial é o paratraqueal vasicêntrico. Os raios são unisseriados e multisseriados, homocelulares. Foram obtidos os diâmetros dos vasos do lenho inicial e tardio, a frequência de vasos, a altura dos raios, a frequência destes por milímetro linear e o diâmetro das pontoações inter-vasculares.

**Palavras-chave:** Anatomia da madeira, Carvalho europeu, Tanoaria, Vinhos Finos

## SUMMARY

The aim of this paper was describe the anatomical features of *Quercus* sp., for replacement of him in the manufacturing of barrels. The anatomical description of wood was performed, wich means in the microscopic features analysis through histologic cuts in slides. The studied species were *Quercus robur* L., *Quercus pedunculata* Ehrh., *Quercus coccinea* Muenchh. e *Quercus crispula* Blume. In this analysis we obtained qualitative and quantitative characteristics of the wood. It was observed that the species porosity occurs in ring-porous, the vessels arrangement is tangential for *Q. Crispula* and *Q.coccinea*, and radial for *Q. pedunculata* and *Q. robur*. The tilos at *Q. coccinea* are present but not abundant, and in the others are abundant. The axial parenchyma is the paratracheal vasicentric. The rays are uniseriate and multiseriate, homocellular. It was obtained diameters of earlywood vessels and latewood, the frequency of vessels, the height of the rays, the frequency of the linear mm and diameter of inter-vascular pits.

**Keywords:** wood anatomy; oak; wines.

## INTRODUÇÃO

Na região de São Joaquim, Santa Catarina, vem se instalando, nos últimos anos, a cadeia produtiva do vinho. Durante o processo de manufatura do vinho é necessário o envelhecimento da bebida. Esta prática é utilizada para dar à bebida qualidade em aroma,

gosto e cor. Embora, historicamente, tenham sido usados numerosos tipos de madeira para envelhecer tais produtos, a madeira de carvalho, e em particular, o carvalho branco americano (*Quercus alba* L.) e o carvalho europeu (*Quercus robur* L.) são as espécies mais empregadas na produção dos barris, devido a sua constituição anatômica e química que confere à bebida sabor e cor particulares, agregando valor ao produto (Miller *et al.*, 1992 e Chatonnet e Durbourdieu, 1998). No entanto, estas espécies não são nativas, tão pouco cultivadas no Brasil, restritas a Europa, Ásia e Norte da África, tornando necessária a importação da madeira ou dos barris já confeccionados, para possibilitar a produção do vinho. De forma geral, o envelhecimento é responsável por melhorias nas características organolépticas das bebidas, tornando seu sabor mais agradável e suave (Cardello e Faria, 1997; Cardello e Faria, 1998; Mosedale e Puech, 1998; Duarte *et al.*, 2000; Ferreras, Fernández e Falqué, 2002; Mori *et al.*, 2003). Durante o armazenamento são incorporados compostos fenólicos às bebidas alcoólicas, gerados pela decomposição da lignina, que alteram as propriedades organolépticas da bebida (Furuya *et al.*, 2000; Isique e Franco, 2000). Desta forma, a bebida envelhecida apresenta menor teor alcoólico e maior concentração de compostos fenólicos e ésteres, características responsáveis pela melhoria em sua aceitação (Mosedale e Puech, 1998).

No entanto, o carvalho europeu, tradicionalmente utilizado no envelhecimento de bebidas, tem sido substituído por madeiras nacionais em razão da dificuldade para sua obtenção no Brasil (Dias, Maia e Elson, 1998, Duarte *et al.* 2000; Yokota *et al.*, 2003).

Neste sentido, Mori *et al.* (2003) estudaram várias espécies de eucalipto e de madeiras nativas brasileiras para a produção de barris para o envelhecimento de cachaça e chegaram à conclusão que várias espécies nativas e alguns eucaliptos testados tem potencialidade para o uso na fabricação de barris. Assim, é fundamental a análise das características anatômicas da madeira, pois segundo Burger e Richter (1991), para a madeira ser utilizada para a tanoaria esta deve apresentar tiloses, que obstruem as vias normais de circulação de líquidos e são em parte responsáveis pelas excelentes qualidades da madeira do carvalho (*Quercus robur*), na confecção de barris para armazenamento de bebidas. Além desta propriedade, a madeira precisa ter a massa específica adequada, ser impermeável, com baixos índices de anisotropia dimensional, com resistência mecânica apropriada a produção dos barris, além de ser de fácil trabalhabilidade.

Desta forma, a determinação de espécies brasileiras ou exóticas, substitutas do carvalho, que possam ser cultivadas na mesma região da produção da uva é fundamental para a otimização do processo produtivo do vinho. O êxito desta atividade promoveria a redução dos custos de produção e o estabelecimento de outras atividades componentes desta importante cadeia produtiva que está se instalando, além de fortalecer a indústria de base florestal que já tem grande importância econômica para a região. Portanto, o objetivo deste trabalho foi descrever a estrutura anatômica microscópica da madeira de espécies do gênero *Quercus* (carvalho), utilizadas na produção de barris visando à substituição desta neste processo.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho consistiu na descrição anatômica da madeira das espécies empregadas atualmente na produção de barris, utilizados para o envelhecimento dos vinhos produzidos na região de São Joaquim, Santa Catarina, Brasil.

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Botânica e Anatomia da Madeira da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), no Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV) em Lages/SC.

As lâminas utilizadas na descrição anatômica foram cedidas pelo Laboratório de Anatomia da Madeira da Universidade Federal do Paraná. Como, os barris são importados, tanto da Europa quanto da Ásia, foram descritas quatro espécies de *Quercus* predominantes destas regiões, são elas: *Quercus robur* (larga distribuição na Euroasia), *Quercus pedunculata*

(Bulgária e Itália), *Quercus crispula* (Rússia e Japão), e *Quercus coccinea* (Canadá e Estados Unidos).

A partir dos cortes histológicos a estrutura celular da madeira foi descrita, objetivando a análise detalhada das propriedades importantes para a fabricação de tonéis para o armazenamento de bebidas. Para as características qualitativas e quantitativas foram utilizadas as normas de procedimento em estudo em anatomia da madeira, conforme Muñiz e Coradin (1991).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Comparando-se as informações obtidas em literatura com as espécies descritas, percebe-se que todas as características observadas nas espécies descritas condizem com os trabalhos já desenvolvidos com a madeira do gênero ou principalmente da madeira de *Quercus robur*, a mais frequentemente estudada e com informações disponíveis. Como esta também é a mais comumente utilizada para a produção de barris, foi com base nela que foram avaliadas as outras espécies estudadas, procurando avaliar as variações nas características encontradas. Assim, a tabela 1 mostra a comparação qualitativa entre as espécies avaliadas.

Tabela 1 – Descrição anatômica microscópica qualitativa das espécies analisadas.

Table 1 – Microscopic anatomical qualitative description of studied species.

VASOS	<i>Quercus crispula</i>	<i>Quercus robur</i>	<i>Quercus coccinea</i>	<i>Quercus pedunculata</i>
<b>Porosidade</b>	Anéis porosos	Anéis porosos	Anéis porosos	Anéis porosos
<b>Arranjo dos Vasos</b>	Tangencial/dendrítico	Radial	Radial a dendrítico	Diagonal/radial
<b>Agrupamento dos Vasos</b>	Solitários	Solitários	Solitários	Solitários
<b>Forma da seção</b>	Arredondada	Arredondada	Arredondada	Arredondada
<b>Placas de perfuração</b>	Simples	Simples	Simples	Simples
<b>Tilos</b>	Abundantes	Presentes	Presentes mas não abundantes	Abundantes
<b>Pontoações intervasculares</b>				
<b>Arranjo</b>	Alternas	Alternas	Alternas	Alternas
<b>Formas</b>	Arredondadas	Arredondadas	Arredondadas	Arredondadas
<b>Ornamentações</b>	Ausentes	Ausentes	Ausentes	Ausentes
<b>Pontoações raio-vasculares</b>	Alternas	Alternas e grandes	Alternas	Oposta
<b>Pontoações parênquimo-vasculares</b>	Arredondadas	Arredondadas	Arredondadas	Arredondadas
<b>PARÊNQUIMA AXIAL</b>	<i>Quercus crispula</i>	<i>Quercus robur</i>	<i>Quercus coccinea</i>	<i>Quercus pedunculata</i>
<b>Tipo</b>	Paratraqueal vasicêntrico e apotraqueal difuso e difuso em agregado	Paratraqueal vasicêntrico e apotraqueal difuso e difuso em agregado	Paratraqueal vasicêntrico e apotraqueal difuso e difuso em agregado	Paratraqueal vasicêntrico e apotraqueal difuso e difuso em agregado
<b>Tipos de células de parênquima</b>	Quadradas em série	Quadradas em série	Quadradas em série	Quadradas em série
<b>Disposição das cél. de parênq.</b>	Não estratificadas	Não estratificados	Não estratificados	Não estratificados



RAIOS		<i>Quercus crispula</i>	<i>Quercus robur</i>	<i>Quercus coccinea</i>	<i>Quercus pedunculata</i>
<b>Largura dos raios</b>	dos	Unisseriados e multisseriados	Unisseriados e multisseriados	Unisseriados e multisseriados	Unisseriados e multisseriados
<b>Composição celular dos raios</b>	dos	Homocelulares-procumbentes	Homocelulares-procumbentes	Homocelulares-procumbentes	Homocelulares-procumbentes
FIBRAS		<i>Quercus crispula</i>	<i>Quercus robur</i>	<i>Quercus coccinea</i>	<i>Quercus pedunculata</i>
<b>Tipo de fibra</b>		Libriiformes e traqueóides vasicêntricos	Libriiformes e traqueóides vasicêntricos	Libriiformes e traqueóides vasicêntricos	Libriiformes e traqueóides vasicêntricos

Tomando-se o *Quercus robur* como referência, uma vez que esta é a espécie mais usada para a fabricação de barris, e avaliando-se as características qualitativas das espécies avaliadas não é possível perceber diferenças estruturais entre as espécies que possibilitem a diferenciação em termos de espécie.

As tabelas 2 e 3 mostram os valores quantitativos da estrutura anatômica da madeira das espécies avaliadas pelo Teste de Tukey.

Tabela 2 - Comparação da variação quantitativa dos caracteres anatômicos entre as espécies avaliadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Table 2 – Comparison of quantitative variation of the anatomical characters among the species assessed by Tukey test at 5% probability.

Espécie	Frequência poros (poros/mm <sup>2</sup> )		Diâmetro poros (µm)		Diâmetro pontoaões intervasculares (µm)
	Lenho Inicial	Lenho Tardio	Lenho Inicial	Lenho Tardio	
<i>Quercus robur</i>	30,73 a	55,27 a	196,33 b	43,42 ab	5,96 a
<i>Quercus pedunculata</i>	5,73 b	16,20 b	195,67 b	60,25 a	6,33 a
<i>Quercus crispula</i>	33,07 a	367,13 c	277,00 a	38,08 b	6,33 a
<i>Quercus coccinea</i>	17,27 c	36,53 ab	314,00 a	60,67 a	6,04 a

Nota: Valores seguidos de letras iguais não diferem significativamente a 95% de probabilidade.

Tabela 3 - Comparação da variação quantitativa dos caracteres anatômicos entre as espécies avaliadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Continua...

Table 3 - Comparison of quantitative variation of the anatomical characters among the species assessed by Tukey test at 5% probability. Continue...

Espécie	Frequência (raios/mm)		Altura (µm)	
	Raios unisseriados	Raios multisseriados	Raios unisseriados	Raios multisseriados
<i>Quercus robur</i>	11,33 b	0,93 bc	213,00 ab	3373,67 b
<i>Quercus pedunculata</i>	13,67 a	2,23 a	254,67 a	1442,00 c
<i>Quercus crispula</i>	10,97 b	0,70 c	169,33 b	1503,33 c
<i>Quercus coccinea</i>	10,40 b	1,20 b	215,67 ab	5290,67 a

Nota: Valores seguidos de letras iguais não diferem significativamente a 95% de probabilidade.

Com relação aos caracteres quantitativos das espécies avaliadas, e tomando-se a espécie *Quercus robur* como referência, pode-se dizer que esta espécie, juntamente com o *Quercus crispula* tem menor diâmetro dos vasos no lenho tardio e não apresentam diferença significativa a 5 % de probabilidade. Estas duas espécies são as que possuem a maior frequência de poros/ mm<sup>2</sup> no lenho tardio, porém apresentam diferença significativa destes elementos. O *Quercus crispula* apresentou a maior frequência de poros/mm<sup>2</sup>, fato este, que se deve a espécie possuir anéis bastante estreitos no lenho tardio. No lenho inicial não se mantém a similaridade, permanecendo o *Quercus robur* e o *Quercus pedunculata* com menor diâmetro dos vasos e o *Quercus coccinea* com maior diâmetro de poros. Desta forma, a análise estatística demonstrou que o *Quercus robur* e o *Quercus pedunculata* não obtiveram diferença significativa para o diâmetro de poros do lenho inicial, apenas o *Quercus crispula* e o *Quercus coccinea* apresentaram diferença significativa aos demais. Levando em consideração as características anatômicas importantes em madeiras para a tanoaria, o *Quercus robur* e o *Quercus pedunculata* são as espécies que possuem menor diâmetro de vasos do lenho inicial. Isto é, quanto menor o diâmetro dos poros, melhor será, pois são madeiras mais impermeáveis e mais recomendadas para este fim. Resultados semelhantes para o diâmetro dos poros foi encontrado segundo (Richter e Dallwitz, 2000) e (Olvera *et al.*, 2006). Porém, Olvera *et al.* (1998) descrevendo outras espécies de *Quercus* encontrou poros de diâmetro superior no lenho tardio (88 µm) e poros de diâmetro no lenho inicial semelhantes a este trabalho.

O diâmetro das pontoações intervaseculares não apresentou diferença significativa ao Teste de Tukey a 5%, demonstrando que as quatro espécies são muito semelhantes em se tratando de pontoações. Sabe-se que quanto maiores as pontoações, maiores são as chances de ocorrer formação de tilos. Conforme o estudo feito, foi observado que as espécies possuem pontoações grandes. Portanto, o diâmetro das pontoações é muito importante para a fabricação dos barris de vinho, já que, de acordo com Richter (1991), os tilos impedem a circulação normal de líquidos e são responsáveis pelas excelentes qualidades da madeira do carvalho.

Para a frequência dos raios unisseriados a única espécie que demonstrou diferença significativa foi o *Quercus pedunculata* as demais. Este também obteve a maior frequência para os raios multisseriados (2.23 raios/mm) entre as outras espécies, apresentando diferença significativa a 5% de probabilidade. Para a altura dos raios unisseriados a espécie que obteve menor comprimento foi o *Quercus crispula*, porém, não obteve diferença significativa em relação ao *Quercus coccinea* e o *Quercus robur*. Resultados semelhantes a estes para frequência de raios por milímetro foi obtida de acordo com (Olvera *et al.*, 1998, 2006), (Richter e Dallwitz, 2000).

Na altura dos raios unisseriados a espécie que obteve menor comprimento foi o *Quercus crispula*, porém, não obteve diferença significativa em relação ao *Quercus coccinea* e ao *Quercus robur*. Logo, a espécie que obteve maior altura para os raios unisseriados foi o *Quercus pedunculata*, porém, não demonstrou significância a 5% pelo teste de médias ao *Quercus robur* e ao *Quercus coccinea*. Para os raios multisseriados o *Quercus coccinea* possui a maior altura destes elementos, possuindo raios muito altos. O *Quercus pedunculata* e o *Quercus crispula* possuem as menores alturas de raios multisseriados, mesmo assim, são considerados raios altos segundo Olvera *et al.* (1998). Resultados semelhantes a estes para frequência de raios por milímetro e altura de raios foi obtida de acordo com (Olvera *et al.*, 1998, 2006), (Richter e Dallwitz, 2000).

Outra característica relevante em madeiras para a tanoaria é a frequência de poros, pois quanto menor a quantidade de poros mais impermeável será a mesma. Portanto, de acordo com a frequência de poros, o *Quercus pedunculata* possui os menores valores tanto no

lenho inicial (5.73 poros/mm<sup>2</sup>) como no tardio (16.20 poros/mm<sup>2</sup>). O *Quercus crispula* obteve nos dois lenhos as maiores frequências, fato este, devido possuir anéis bastante estreitos. Porém, no lenho inicial não demonstrou significância ao *Quercus robur* e no tardio apresentou diferença significativa aos demais. De acordo com Olvera *et al.* (1998) o *Quercus pedunculata* apresenta baixa porosidade, porém, as outras espécies são extremamente porosas. A figura 1 mostra o limite do anel de crescimento do *Quercus pedunculata*. Nesta, visualiza-se a diferença em tamanho dos vasos do lenho inicial e do tardio, característico das espécies de anéis porosos. Fato este, que é encontrado também nas quatro espécies descritas (*Quercus robur*, *Quercus pedunculata*, *Quercus coccinea* e *Quercus crispula*). Analisando a estrutura anatômica de cinco espécies de *Quercus* no México, Olvera *et al.* (1998), confirma a presença de anéis porosos, placas de perfuração simples e pontoações areoladas. A variação brusca de diâmetro dos poros do lenho tardio para o inicial, característica esta que os classifica em anéis porosos (Ribaliz Madeiras Ltda., 2008).

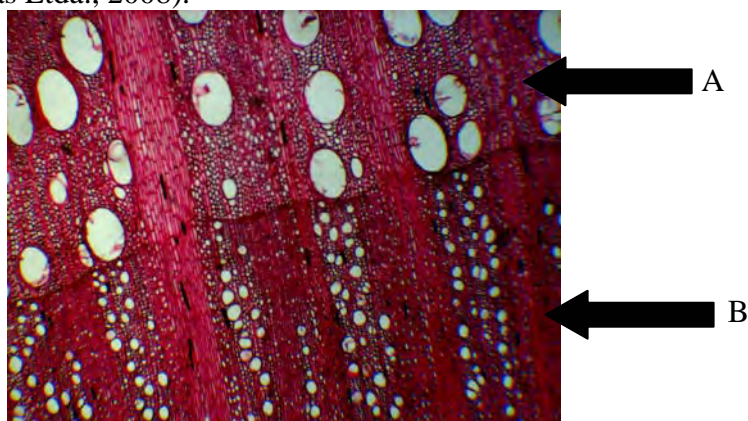


Imagem 1. Aspectos da secção transversal da madeira de *Quercus pedunculata*. Limite do anel de crescimento (lenho inicial – A e lenho tardio - B), anéis porosos, poros arredondados e solitários.

Image 1. Aspects of the transversal section of wood of *Quercus pedunculata*. Limit the growth ring (earlywood - latewood A and - B), ring-porous, pores round and solitary.

A predominância de poros para *Quercus glabrescens* Benth., *Quercus potosina* Trel., *Quercus eduardii* Trel., *Quercus ghiesbregthii* M. Martens & Galeotti e *Quercus xalapensis* Humb. & Bonpl. (Olvera *et al.*, 1998). Em outro trabalho, Olvera *et al.* (2006) descreve para *Quercus affinis* Scheidw., *Quercus conzatti* Trel., *Quercus laurina* Humb. & Bonpl., *Quercus scytophylla* Liebm., *Quercus obtusata* Humb. & Bonpl., *Quercus peduncularis* Née., *Quercus rugosa* Née. Richter e Dallwitz (2000) encontraram somente no lenho inicial vasos exclusivamente solitários e para o lenho tardio a presença de vasos múltiplos.

Na figura 2 tem-se a presença de tiloses nos exclusivamente solitários com forma arredondada na seção transversal da madeira do gênero *Quercus* nas quatro espécies estudadas demonstra ser uma característica bastante marcante, pois já foi descrita vasos e o tipo de parênquima axial da seção transversal. As tiloses são características de extrema importância para as espécies utilizadas no envelhecimento de vinhos. Os tilos foram encontrados de forma abundante em três espécies (*Quercus robur*, *Quercus pedunculata* e *Quercus crispula*) e no *Quercus crispula* é presente, mas não de forma abundante. Olvera *et al.* (1998, 2006) e Richter & Dallwitz (2000) também relatam que os tilos são presentes na maioria dos vasos.

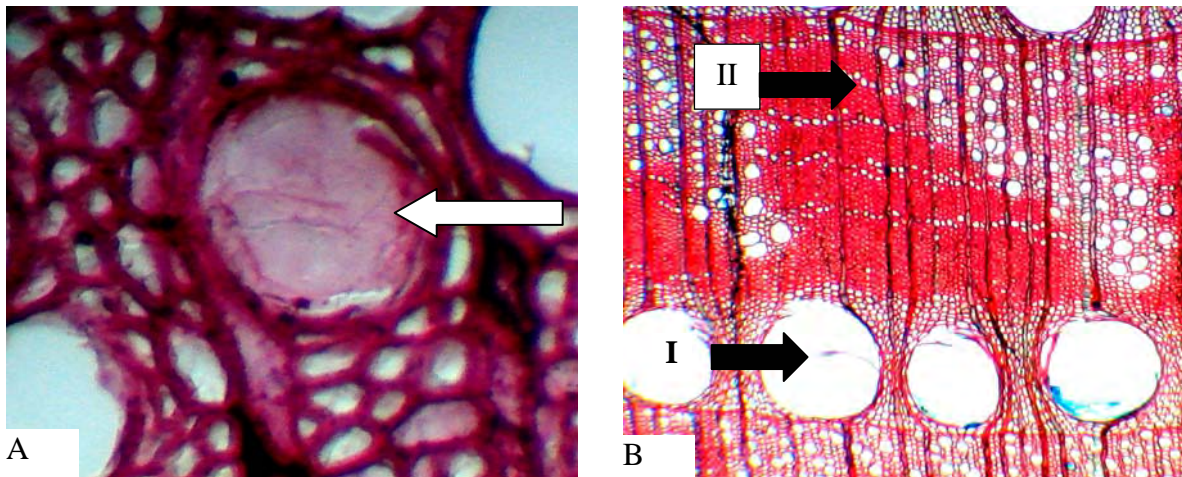


Imagem 2. (A) Tiloses presentes na secção transversal da madeira de *Quercus pedunculata*. (B) Aspectos da secção transversal do *Quercus crispula*. – Parênquima axial paratraqueal (I) confluyente e parênquima axial apotraqueal difuso a difuso em agregado (II).

Image 2. (A) Tilos present in the transversal section of wood of *Quercus pedunculata*. (B) Aspects of the transversal section of *Quercus crispula*. - Axial parenchyma paratracheal (1) apotracheal confluyente axial parenchyma diffuse to diffuse in the aggregate (2).

Conforme Olvera *et al.* (1998 e 2006) o parênquima axial é difuso em agregados. De acordo com Richter & Dallwitz (2000) o parênquima axial é apotraqueal e paratraqueal, sendo que o parênquima apotraqueal é difuso, ou difuso em agregado (em linhas tangenciais curtas, ligando os raios). O parênquima paratraqueal é escasso. O número de células por série de parênquima é de 4 a 8. O parênquima é distinto e abundante; apotraqueal em linhas concêntricas sinuosas quase contínuas; paratraqueal em todos os vasos (Ribaliz Madeiras Ltda., 2008).

## CONCLUSÕES

As espécies do gênero *Quercus* não apresentam diferenças significativas a ponto que possibilitar a identificação delas apenas através dos caracteres anatômicos da madeira.

As características mais importantes para a fabricação de barris são a presença de tilos, parênquima paratraqueal, pontuações intervasculares, parênquimo-vasculares e raio-vasculares grandes. Sendo que estas características estão presentes nas espécies avaliadas.

Para a fabricação de barris, as características quantitativas do *Quercus pedunculata* demonstraram ser igual ou melhor que o *Quercus robur*.

As quatro espécies analisadas podem ser utilizadas para a fabricação de barris, baseando-se nos caracteres anatômicos, apesar de isto não ser suficiente para a escolha de uma espécie para este fim.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BURGER, L. M.; RICHTER, H.G. **Anatomia da Madeira**. São Paulo: Nobel, 1991.
- CARDELLO, H.M.A.B.; FARIA, J.B. Análise descritiva quantitativa da aguardente de cana durante o envelhecimento em tonel de carvalho (*Quercus alba* L.). **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v. 18, p. 169-175, 1998.
- CARDELLO, H.M.A.B.; FARIA, J.B. Modificações físico-químicas e sensoriais de aguardente de cana durante o envelhecimento em tonel de carvalho (*Quercus alba* L.). **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v. 15, n. 2, p. 87-100, 1997.
- CHATONNET, P.; DURBOURDIEU, D. Comparative study of the characteristics of American white oak (*Quercus alba*) and European oak (*Quercus petraea* and *Q. robur*) for production of barrels used in barrel aging of wines. **Am. J. Enol. Vitic.** 1998, 49, 79-85.
- DIAS, S.; MAIA, A.; NELSON, D. Efeito de diferentes madeiras sobre a composição da aguardente de cana envelhecida. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** v. 18, p. 169-175, 1998.

- DUARTE, R.M.; NOBUKUNI, S.L.; MUTTON, M.A.; MUTTON, M.J.R. Analysis of sugar cane spirit submitted to the process of aging in different wood. In: BRAZILIAN MEETING ON CHEMISTRY OF FOOD AND BEVERAGES, 3, 2000, São Carlos. **Book of Abstracts ...** São Carlos: Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2000. p. 1.
- FERRERAS, D.; FERNÁNDEZ, E.; FALQUÉ, E. Note: Effects of oak wood on the aromatic composition of *Vitis vinifera* L. var. treixadura wines. **Food Science Technology Int.** v. 8. n. 6. 2002. p. 343-349.
- FURUYA, S.M.B.; BENASSI NETO, M.; LIMA NETO, B.S.; FRANCO, D.W. Analysis of phenolic compounds in alcoholic beverages. In: BRAZILIAN MEETING ON CHEMISTRY OF FOOD AND BEVERAGES, 3, 2000, São Carlos. **Book of Abstracts ...** São Carlos: Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2000. p. 38.
- ISIQUE, W.D.; FRANCO, D.W. Phenolic compounds present in sugar cane spirits. In: BRAZILIAN MEETING ON CHEMISTRY OF FOOD AND BEVERAGES, 3, 2000, São Carlos. **Book of Abstracts ...** São Carlos: Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2000. p. 63.
- MILLER, D. P.; HOWELL, G. S.; MICHAELIS, C. S.; DICKAMNN, D. I. The content of phenolic acid and aldehyde flavor compounds of white oak as affected by site and species. *Am. J. Enol. Vitic.* **1992**, *43*, 333-338.
- MORI, F.A.; MENDES, L.M.; TRUGILHO, P.F.; CARDOSO, M. G. Utilização de eucaliptos e de madeiras nativas no armazenamento da aguardente da cana-de-açúcar. **Ciência e Tecnologia de Alimentos.** Campinas. v. 23. n. 3. 2003. p-396-400.
- MOSEDALE, J.R.; PUECH, J.L. Wood maturation of distilled beverages. **Trends in Food Science & Technology**, v. 9, p. 95-101, 1998.
- MUÑIZ, G. I. B. e CORADIN, V.T.R **Normas de procedimentos em anatomia da madeira: I. Angiospermae e II. Gimnospermae.** Brasília, 1991.
- OLVERA, *et al.*, **Estudio anatómico de la madera de cinco especies del genero *Quercus* (Fagaceae) del estado de Veracruz.** Madera y Bosques, p. 45-68, 1998.
- OLVERA, *et al.*, **Anatomía de La madera de ocho especies de *Quercus* (Fagaceae) de Oaxaca, México.** Madera y Bosques. p. 63-94, 2006.
- YOKOTA, S.R.C.; CHAVES, J.B.P.; COSTA, M.S.; MINIM, V.P.R.; SILVA, P.H.A. Mapa de preferência interno de cachaças envelhecidas em barril de carvalho ou tonéis de madeiras brasileiras. In: EXPOCACHAÇA2003, 2003, Belo Horizonte. **Anais ...**Belo Horizonte: Rede Mineira de Tecnologia da Cachaça, 2003. p. 27.
- RICHTER e DALLWITZ, 2000. **Biodiversity and Biological Collections.** <http://delta-intkey.com/wood/en/www/fagqu-me.htm>. Capturado em 19/08/2008.
- RIBALIZ MADEIRAS LTDA. 2005. [http://www.rib.pt/produtos/produto\\_detalhe.asp?idproduto=22&idcategoria=1&idsubcategoria=2](http://www.rib.pt/produtos/produto_detalhe.asp?idproduto=22&idcategoria=1&idsubcategoria=2). Capturado em 19/08/2008.

# PRODUCCIÓN DE BRIQUETAS EN TIERRA DEL FUEGO PARA USOS ENERGÉTICOS A PARTIR DE RESIDUOS DE LA INDUSTRIA DE LA MADERA

## BRIQUETTE PRODUCTION IN FIRELAND WITH SAWMILL WOOD WASTE FOR BIOENERGY USES

Pantaenius, P.M.<sup>1</sup>; Urquía, N.<sup>2</sup>; Villena, P.<sup>3</sup>; Zaderenko, C.<sup>4</sup>; Fernández, M.V.<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Ing. Ftal. Coordinador Proyecto PFIP 2006-1. Docente UNP" SJB". Investigador CIEFAP. Ruta 259, km 4, (9200) Esquel, Chubut [ppantaenius@ciefap.org.ar](mailto:ppantaenius@ciefap.org.ar)

<sup>2</sup>Ing. Ftal. Dirección de Bosques. Brigada Incendios. Av. San Martín 1401, (9410) Ushuaia, Tierra del Fuego [nestorurquia@speedy.com.ar](mailto:nestorurquia@speedy.com.ar)

<sup>3</sup>Ing. Ftal., Municipalidad de Tolhuin, Los Ñires 1032, (9420) Tolhuin, Tierra del Fuego. [unitolhuin@hotmail.com](mailto:unitolhuin@hotmail.com)

<sup>4</sup>M.Sc. Investigador – Docente UNAM. Bertoni s/n. (3382) Eldorado [zaderenko@facfor.unam.edu.ar](mailto:zaderenko@facfor.unam.edu.ar)

<sup>5</sup>Lic. Econ. Investigador CIEFAP. Docente UNP" SJB". Ruta 259, km 4, (9200) Esquel, Chubut [mfernandez@ciefap.org.ar](mailto:mfernandez@ciefap.org.ar)

### RESUMEN

En el Parque Industrial de Tolhuin se encuentran siete establecimientos madereros que generan alrededor de 500 toneladas/mes de residuos secos compuestos por costaneros, corteza, despuntes, aserrín y virutas, los cuales son acumulados y quemados al aire libre. No existen en la Provincia plantas de trituración, centrales térmicas para generar energía a partir de los residuos de madera, fábricas de carbón u otros. Estos residuos podrían ser utilizados como fuente de energía calórica para lo cual es necesaria su densificación. Una alternativa es la producción de briquetas de madera que se elaboran básicamente triturando, secando y compactando el material leñoso.

Con el proyecto se espera ofrecer un producto noble para calefacción a un costo competitivo. El proyecto, que en su primera etapa debe funcionar a plena capacidad para ser financieramente viable, se torna seguro a partir de la implementación de la etapa industrial.

**Palabra clave:** Costanero, corteza, despunte, aserrín, viruta

### SUMMARY

In Tolhuin's Industrial Park there are seven sawmills who generate 500 tons / month of dry residues composed for coastal, bark, top pieces, sawdust and shavings, which are accumulated and burned outdoors. Plants of crushing do not exist in the Province, thermal power stations to generate energy from the residues of wood, coal factories or others. These wastes could be used as a source of caloric energy for which is required its densification. An alternative is the production of briquettes of wood that are elaborated basically crushing, drying and compact the wood material. The project is expected to offer a noble product for heating at a competitive cost. The project, which in its first stage must operate at full capacity to be financially viable, it becomes safe from the implementation of the industrial stage 2.

**Keywords:** Coastal, bark, top piece, sawdust, shaving

### MATERIALES Y MÉTODOS

Para alcanzar el objetivo de producir briquetas en Tolhuin se previó la realización de las siguientes actividades:

- Seleccionar los mejores presupuestos para la producción.
- Seleccionar los mejores presupuestos para la construcción del edificio que alojará las maquinas.
- Establecer el sentido de circulación de la materia prima dentro de la fábrica.



- Definir el sistema de transporte en las distintas etapas del proceso.
- Diseñar la infraestructura necesaria para el acopio de material astillado, costanero y de briquetas.
- Calcular el costo de operación de la planta y el punto de equilibrio para cada escala productiva.

### Unidad de estudio, de análisis y herramientas de investigación:

Tabla 1. Detalle de la unidad de estudio, de análisis y herramientas de investigación para cada objetivo. Detail of the unit of study, unit of analysis and tools of research for every aim

Objetivo	Unidad de Estudio	Unidad de Análisis	Metodología
Dimensionar y seleccionar una línea de producción de briquetas en un escenario planteado	Misiones, Neuquén, Chubut	Fábricas de briquetas y proyectos de montaje	Entrevista personales, telefónicas y visita a las plantas.
	Tierra del Fuego	Empresas transportistas y proveedores de materiales y servicios	Entrevistas personales y pedidos de presupuestos.
	Argentina y Brasil	Proveedores de equipos y fábricas	Contacto y pedido de presupuestos.
Establecer los costos de producción de las briquetas	Tierra del Fuego	Sindicato de madereros y proveedores de materias primas y servicios.	Pedido de presupuesto y del convenio colectivo de trabajo en el sindicato de trabajadores.

Nota: la Fuente de todas las tablas 1 – 15, es por elaboración propia

Desde 2007 integrantes del equipo, establecieron contactos en la mesopotamia y Brasil con posibles proveedores de equipos y fábricas proveedoras de partes. Una vez delineado el lay out de la planta, en función del volumen de materia prima disponible, y seleccionadas las máquinas acordes a esa escala de producción, se realizó una estimación de los costos de funcionamiento de la planta. Para ello se utilizó el esquema de costos fijos y variables para luego determinar el punto de equilibrio. La información de base para el cálculo de los costos se obtuvo en Tierra del Fuego, Neuquén y Misiones.

## RESULTADOS

Para definir la escala de producción se tuvieron en cuenta fundamentalmente tres aspectos:

- a) el acceso a la materia prima,
- b) los consumidores potenciales del producto terminado
- c) información sobre la escala mínima que asegura la rentabilidad del negocio.

El material disponible para briquetear en el “Parque Industrial Tolhuin consiste en:

1. Aserrín verde, costaneros y despuntes verdes, provenientes del proceso de aserrado.
2. Aserrín y virutas y taquitos de saneado secos, provenientes del proceso de remanufactura.

Con respecto al mercado, se asume a las briquetas como producto sustituto perfecto en la zona de leña y no de gas, puesto que éste cuenta con subsidios que hacen que su costo sea muy bajo en relación con la briqueta y la leña. Para pensar en alcanzar mercados de exportación, como Chile, habría que realizar un análisis de sus exigencias sobre el producto y además asegurarse previamente una escala mínima de abastecimiento constante. Es por ello que se consideró primordial instalar el producto primero en la isla y una vez asegurado este mercado, pensar en la posibilidad de avanzar sobre otros.

Finalmente, en un trabajo realizado por Pereyra et al en 2008, se determinó la escala mínima de producción de la planta de briquetas a partir de la cual el negocio comienza a ser rentable. La planta proyectada en este caso se ajusta a esa dimensión.

Se estableció que la inversión se realizará en dos etapas, de acuerdo a los siguientes supuestos:

1. Iniciar la fabricación de briquetas con una producción de 500kg/hora (equivalentes a 88 tn/mes).
2. Minimizar las inversiones necesarias en infraestructura y equipamiento.
3. Propiciar un proceso de fabricación simplificado para reducir el tiempo de aprendizaje.
4. Planificar un nivel de producción reducido, compatible con la rentabilidad del proceso.
5. Realizar la introducción de las briquetas sin acumulaciones de stock de producto en la fábrica.
6. Consumir inicialmente el material más apto para briqueteado, -aserrín y viruta.
7. Prever un aumento de producción a 2.000 Kg/h (equivalentes a 352 tn/mes) en el segundo año incorporando material verde de mayores dimensiones que deberán ser chipeado y molido.

Luego de visitar y entrevistar a los propietarios-Gerentes de diferentes plantas de briquetas e industrias metalúrgicas, se definieron los procesos, secuencias, tamaño, potencia de máquinas y espacios dimensionales más adecuados para el proyecto de la planta en estudio en Tolhuin, Tierra del Fuego.

El Layout definitivo requiere la disponibilidad de un terreno de 25.000 m<sup>2</sup> en el parque industrial de Tolhuin rodeado con alambrado olímpico, con portones de acceso y salida. Allí se construiría una nave de 1.050 m<sup>2</sup> adecuada para contener la maquinaria de la planta.

El galpón estará rodeado por un playón consolidado destinado a la circulación, el acopio y el resguardo de los elementos de la empresa.

La etapa inicial requerirá la compra de 3 máquinas Briquex de origen Chino e Indio, que constituyen el módulo productivo rentable mínimo de producción de 500 kg/hora (Pereyra et al 2008). Este diseño es el que permite el mayor aprovechamiento de la materia prima disponible para fabricar una diversidad de productos (briquetas de distintas formas exteriores, secciones y diámetros) y la menor cantidad de personal. Estas máquinas producen briquetas por extrusión quedando un agujero central. Comparando con el método de producir briquetas por medio de un pistón, sin agujero central, observamos que el aspecto y dimensiones son mas adecuadas en el primero para reemplazar la leña domestica local por briquetas.

El secado y zarandeo de la materia prima se realizaría con el método a tambor provisto por industrias Avanti de Misiones. El triturado fino con molino de martillos. Estos dos equipos permitirán asegurar la provisión de material seco tanto para la etapa inicial, como para la futura ampliación.

La infraestructura que contendrá los equipos se proyecta y construye desde el inicio con capacidad para albergar también la capacidad ampliada. Tiene prevista la instalación del servicios eléctrico, de agua, red de incendio, báscula de camiones, depósito de material triturado seco, transportadores y silos internos de material triturado verde y a triturar, así como oficinas de administración, baño para el personal y depósito de productos.

La ampliación de la planta se basa en la incorporación de costaneros y despuntes al proceso productivo para lo cual se requerirá la compra adicional de:

1. Una chipera ó astilladora a tambor.
2. Una cuarta prensa para producir briquetas, que podrá ser otra máquina por extrusión de la mas alta capacidad ofrecida por Brikex (400Kg/h) pudiendo ser una o dos máquinas según necesidad o una briqueteadora industrial a pistón de la empresa brasilera Lippel de 1.500 Kg/h. Evaluada esta económicamente, resulto como mejor opción en su categoría de producción (Pereyra et al, 2008).

Se debe tener presente que la producción inicial se proyecta con 10 hs de trabajo por día, pudiendo extenderse a 2 y 3 turnos diarios según demanda de producto y disponibilidad adicional de aserrín y viruta en el futuro.

Respecto a la astilladora existe una variante interesante en Oberá, Misiones que se basa en el empleo de dos motores del 50% de la potencia máxima requerida funcionando en paralelo. Esta variante permite reducir el consumo de energía dado que normalmente trabaja un solo motor. Cuando ingresan piezas a triturar del rango máximo de dimensiones, la caída de tensión en el motor que funciona hace arrancar inmediatamente al segundo motor quien ayuda a recuperar al primero la velocidad perdida para superar el momento de mayor carga mecánica sobre las cuchillas del tambor. Cuando recuperaron ambas motores las revoluciones normales de trabajo, se vuelve a desconectar el segundo motor en reserva.



Esta es una innovación importante ya que el costo de la energía es un insumo alto en la fabricación de briquetas. En ambas etapas se tiene prevista la tercerización del servicio de transporte para el acopio del aserrín y viruta de los aserraderos. Para ello se contratarán los servicios de camiones volcadores que trabajan en la localidad, en los que se cargarían con la cargadora frontal del aserradero los residuos que se encuentran en los bóxes de cada uno de los aserraderos.

### **Análisis de costos de producción de briquetas – Escala de producción 88 tn/mes.**

Durante el primer año la planta briquetera se conformará con 3 prensas Brikex, con un nivel máximo de producción de 0,5 tn/h de briquetas. Con una jornada de trabajo de 10 hs y una efectividad del 80% en 22 días trabajados, se podrían producir 88 tn de briquetas mensuales. Para ello se requieren 114 tn/mes de biomasa forestal más aglutinante.

La planta trabajará con 4 operarios y 1 responsable de planta a los que se les remunerará de acuerdo con el convenio colectivo de trabajo vigente y los adicionales correspondientes a la zona. Para la venta, las briquetas se presentarán en bolsas de papel de 5 kg, de arpillera plástica de 20 kg y en bolsas mega pack de 1 tn, en cantidades de acuerdo a la tabla 2. Las bolsas de 20 y 1000 kg vacías son retornables.

Tabla 2. Resumen de los datos técnicos para el cálculo de costos de operación de la fábrica de briquetas. Summary of technical data for the calculation of operating costs for briquette factory

<b>Especificación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Producción 0,5tn/h, 10 hs/día, efectividad 80%	88	tn/mes
Aserrín y virutas secas, aserrín verde, costaneros. Puestos en fábrica	114	tn/mes
Aglomerante, almidón	0.88	tn/mes
Briquetas, bolsas 5 kg	5	tn/mes
Briquetas, bolsas 20 kg (envase retornable)	20	tn/mes
Briquetas, Mega pack 1.000 kg (envase retornable)	63	tn/mes

Tabla 3. Costo mensual de la mano de obra. Monthly cost of labour

<b>Planta 88 tn por mes</b>							
	Cantidad de puestos	Remuneración bruta mensual (incluye el plus por zona) \$/mes	Cargas sociales (45%) \$/mes	Suma no remunerativa \$/mes	ART \$/mes	Gasto en ropa de trabajo (\$/año)	Remuneración mensual (incluye SAC proporcional)
Supervisión y administración	1	3,439.52	1,547.79	363.00	53.00	120.00	5,859.17
Operarios	4	2,427.35	1,092.31	257.40	53.00	120.00	16,619.24
<b>Total de remuneraciones</b>		<b>5,866.87</b>	<b>2,640.09</b>	<b>620.40</b>	<b>106.00</b>	<b>240.00</b>	<b>22,478.41</b>

Tabla 4. Requerimiento de materias primas. Requirement of raw material.

<b>Nivel de producción 88 tn mensuales</b>				
Materiales	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (en \$)	Costo mensual total (en \$)
Biomasa húmeda	1tn/tn de prod terminado	114	50,00	5.700,00

Tabla 5. Requerimientos de insumos. Requirement of inputs.

<b>Nivel de producción 88 tn mensuales</b>				
Materiales	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (en \$/mes)	Costo mensual (en \$/mes)
Almidón (aglomerante)	1%/tn	0,88	1.950,00	1.716,00
bolsas emb papel de 5 kg	unidades	400	0,39	156,00
Envases Bolsa arpil 20 kg	unidades	4	3,86	15,44
Envases. Mega-pack 1000 kg	unidades	17	15,44	262,48
Repuestos	unidades	1	785,65	785,65
<b>Total de insumos</b>				<b>2.935,57</b>

Tabla 6. Consumo y costos estimados de los servicios e impuestos. Requirement and cost of taxes and public services.

<b>Nivel de producción 88 tn mensuales</b>				
Servicios e impuestos	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (en \$/mes)	Costo mensual (en \$/mes)
Energía eléctrica	Kwh/mes	12.443	0,25	3.110,75
Agua	m <sup>3</sup> /mes	25	3,50	87,50
Teléfono	\$/mes			100,00
Gas	m <sup>3</sup> /mes	45	3,50	157,50
Impuesto inmobiliario	\$/mes			100,00
Tasa de ingresos brutos	% de ventas	1,5		753,75
<b>Total servicios</b>				<b>4.309,50</b>

Para la comercialización y distribución se contrata un camión. El costo de alquiler para transportar 88 tn mensuales es de 2.970 \$/mes a razón de 27\$/h estimándose requerir 110 hs/mes. Este costo es variable en función del nivel de producción.

El gasto administrativo y los imprevistos anuales por un monto del 6% se consideran un costo fijo. Para el cálculo de las amortizaciones se estimó un costo mensual que corresponde a la inversión en prorrata en la vida útil de los bienes de capital incluyendo los costos incurridos para el montaje de la planta (gastos de instalación, aduaneros y de transporte). En la tabla 7 se detalla el cálculo de la amortización mensual.

Tabla 7. Cálculo de amortizaciones mensuales. Calculation of monthly depreciation.

Bienes de capital	Período de adquisición (en años)	Valor (en \$)	Vida útil (en años)	Valor residual 30% o valor residual, el mayor (en \$)	Amortización mensual (en \$)
Instalaciones	0	95.608,40	30	28.682,52	185,91
Obras físicas	0	1.068.820,39	30	320.646,12	2.078,26
Equipos	0	810.594,75	10	243.178,43	4.728,47
Herramientas y equipos accesorios	0	109.914,36	5	32.974,31	1.282,33
<b>Totales</b>		<b>2.084.937,90</b>		<b>625.481,37</b>	<b>8.274,97</b>

Tabla 8. Estimación de los ingresos por venta de productos. Estimated income from sales of products

Producto	Ventas (en tn/mes)	Precio Unitario (\$/tn)	Ingresos por ventas	Unidades	Precio unitario (\$/unidad)
Briquetas, bolsas 5 kg	5	750	3.750	1.000	3,75
Briquetas, bolsas 20 kg	20	750	15.000	1.000	15,00
Briquetas, Mega pack 1000 kg	63	500	31.500	63	500,00
<b>Total</b>	<b>88</b>		<b>50.250</b>		

El precio de venta promedio, para este esquema de producción es de \$571 la tonelada.

#### **Análisis del punto de equilibrio:**

Tabla 9. Resumen de los costos fijos y variables mensuales. Summary of monthly fixed and variable costs

Costos operativos	Costos Fijos Totales	Costo Variable Unitario (en \$/tn)	Costo total para 88 tn
Mano de obra	22,478.41		22,478.41
Mantenimiento de equipos	785.65		785.65
Materias Primas		64.77	5,700.00

Insumos		24.43	2,149.92
Energía Eléctrica		16.55	1,456.50
Gas	21.21	0.10	30.22
Otros servicios (agua, teléfono)	200.00		200.00
Costos de transporte		33.75	2,970.00
Gastos de comercialización		33.75	2,970.00
Gastos administrativos (3% de los demás gastos)	1,162.22		1,162.22
Impuesto inmobiliario	100.00		100.00
Impuesto a los ingresos brutos (supongo un 1,5% de las ventas de productos)		8.57	753.75
Previsión para gastos inesperados (3% de los costos operativos)	1,222.70		1,222.70
Amortizaciones	8,274.97		8,274.97
<b>TOTAL DE EGRESOS</b>	<b>34,245.17</b>	<b>181.92</b>	<b>50,254.34</b>

El punto de equilibrio representa la cantidad producida y vendida a partir del cuál el proyecto comienza a arrojar resultados netos positivos. El supuesto que se asume es que en un rango razonable de los niveles de producción y venta los costos fijos se mantendrán constantes y que los precios de venta unitarios y los costos variables mantendrán una relación constante respecto del volumen producido y vendido.

Cuando se compra la materia prima (MP), la operación de la planta comienza a arrojar beneficios contables para niveles de producción superiores a las 88 tn/mes que equivale al 100% de la capacidad instalada.

En el caso de obtener en forma gratuita la MP y solamente asumir el costo de transporte de la misma hasta la planta, el punto de equilibrio se alcanza a las 81,5 tn/mes, que equivale al 93% de la capacidad.

### **Análisis de costos de producción de briquetas– Escala de producción 352 tn/mes.**

Para la ampliación de la planta se requiere la instalación de una nueva máquina, que aumentaría la escala de trabajo dentro de las mismas instalaciones.

Para esta escala se requieren 387,2 tn/mes de biomasa forestal como materia prima de las briquetas, 105,6 tn/mes como insumo necesario para el secado de la misma materia prima y 3,52 tn/mes de almidón, como aglutinante.

La planta trabajará con un operario más o sea 5 operarios y 1 responsable de planta. Para la venta, las briquetas se presentarán de la misma manera que en el primer año y de acuerdo con el detalle de la tabla 10.

Tabla 10. Resumen de los datos técnicos para el cálculo de costos de operación de la fábrica de briquetas. Summary of technical data for the calculation of operating cost of the briquette factory

<b>Especificación</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>
Producción 10 hs/día, efectividad 80%	352	tn/mes
Aserrín, virutas secas y verdes + costaneros en fábrica	387,2	tn/mes
Biomasa forestal para secado	105,6	tn/mes
Aglomerante, almidón	3,52	tn/mes
Briquetas, bolsas 5 kg	5	tn/mes
Briquetas, bolsas 20 kg (envases retornable)	20	tn/mes
Briquetas, Mega pack 1000 kg (envases retornables)	327	tn/mes

## Costos operativos mensuales para producir 352 tn/mes

Tabla 11. Costo mensual de la mano de obra. Monthly cost of labour

	Cantidad de puestos	Remuneración bruta mensual (incluye el plus por zona)	Cargas sociales (45%)	Suma no remunerativa	ART	Ropa de trabajo	Remuneración mensual (incluye SAC proporcional)
Supervisión y administración	1	3,439.52	1,547.78	363.00	53.00	120.00	5,859.16
Operarios	5	2,427.35	1,092.31	257.40	53.00	120.00	20,774.06
<b>Total de remuneraciones</b>		<b>5,866.87</b>	<b>2,640.09</b>	<b>620.40</b>	<b>106.00</b>	<b>240.00</b>	<b>26,633.22</b>

Tabla 12. Requerimiento de materias primas. Requirements of raw material

<b>Nivel de producción 352 tn mensuales</b>				
Materiales	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (en \$)	Costo mensual total (en \$)
Biomasa húmeda	1,1 tn/tn de prod terminado	387,2	50,00	19.360,00

Tabla 13. Requerimientos de insumos. Requirements of inputs

<b>Nivel de producción 352 tn mensuales</b>				
Materiales	Unidad de medida	Cantidad	Costo unitario (en \$)	Costo mensual (en \$)
Biomasa forestal (para secado)	tn/mes	105.6	\$ 50.00	\$ 5,280.00
Almidón (aglomerante)	1%/tn	3.52	\$ 1,950.00	\$ 6,864.00
bolsas emb papel de 5 kg	unidades	1000	\$ 0.39	\$ 390.00
Envases. Bolsarpil 20 kg	unidades	1000	\$ 3.86	\$ 3,860.00
Envases. Mega-pack 1000 kg	unidades	327	\$ 15.44	\$ 5,048.88
Repuestos	unidades	1	\$ 11,759.41	\$ 11,759.41
<b>Total de insumos</b>				<b>\$ 33.202,29</b>

Tabla 14. Estimación de los ingresos por venta de productos para capacidad máxima producción. Estimated income from sales of product for maximum production capacity

Producto	Ventas (en tn/mes)	Precio Unitario (\$/tn)	Ingresos por ventas	Unidades	Precio unitario (\$/unidad)
Briquetas, bolsas 5 kg	5	750	3.750	1000	3,75
Briquetas, bolsas 20 kg	20	750	15.000	1000	15,00
Briquetas, Mega pack 1000 kg	327	500	163.500	327	500,00
<b>Total</b>	<b>352</b>		<b>182.250</b>		

## Análisis del punto de equilibrio

Tabla 15. Resumen de los costos fijos y variables mensuales. Summary of monthly fixed and variable costs

Costos operativos	Costos Fijos Totales	Costo Variable Unitario (en \$/tn producida)	Costo total para 352 tn
Mano de obra	26,633.22		26,633.22
Mantenimiento de equipos	11,759.41		11,759.41
Materias Primas		55.00	19,360.00
Insumos		45.92	16,162.88
Energía Eléctrica		5.30	1,866.06
Gas	21.21	0.03	30.22
Otros servicios (agua, teléfono)	200.00		200.00
Costos de transporte		16.88	5,940.00

Gastos de comercialización		16.88	5,940.00
Gastos administrativos (3% de los demás gastos)	2,636.75		2,636.75
Impuesto inmobiliario	100.00		100.00
Impuesto a los ingresos brutos (1,5% de las ventas de productos)		7.77	2,733.75
Previsión para gastos inesperados (3% de los costos operativos)	2,800.87		2,800.87
Amortizaciones	13,419.39		13,419.39
<b>TOTAL DE EGRESOS</b>	<b>57,570.87</b>	<b>147.76</b>	<b>109,582.56</b>

Para el análisis del caso en el que se compra la materia prima, la operación de la planta comienza a arrojar beneficios contables para niveles de producción superiores a las 156 tn/mes, esto es el 44% de la capacidad instalada de la planta.

En el caso de obtener en forma gratuita la MP y solamente asumir el costo de transporte de la misma hasta la planta, el punto de equilibrio se alcanza a las 135 tn/mes, que representa el 38% de la capacidad instalada de la planta.

No obstante estos resultados es necesario contar con un plan de comercialización donde será necesario además agregar un plan de información sobre las virtudes y la conveniencia de poder controlar por medio del aire una combustión lenta y así optimizar la entrega de energía que contienen las briquetas ofrecidas. También deberá evaluarse la conveniencia de disponer para el potencial consumidor de un microcrédito que financie compra de estufas más adecuadas para consumir briquetas.

## CONCLUSIONES

Hemos definidos la inversión requerida, la ubicación y el tipo de máquinas, los depósitos y el costo de la fabricación de briquetas.

Las visitas a los centros fabriles y las consultas realizadas a proveedores de maquinaria específica, nos permitieron desarrollar el Lay out definitivo de la planta en Tolhuin, Tierra del Fuego para su primer año y posterior ampliación requerida, según los últimos conocimientos en la temática.

De acuerdo a observaciones técnicas y económicas se recomienda la implementación del astillado con doble motor eléctrico, un secadero a tambor continuo, dos depósitos de 100 tn uno para material seco y otro húmedo, tres maquinas briqueteras de 170 kg/hora de capacidad c/u, más una cuarta de 1500 kg/hora.

Visto la escala prudente de producción propuesta, es más conveniente un abastecimiento y comercialización en base a camiones alquilados a terceros, en lugar de utilizar medios de transporte propios.

En el primer año se requerirá un funcionamiento al tope de la capacidad de producción para no generar un déficit de caja. Luego de la ampliación de fábrica, la capacidad instalada sí aceptaría una sub-utilización importante de ser necesario. Esta mayor flexibilidad permitirá a la planta la posibilidad de graduar el nivel de producción en función del acceso a residuos y de la posibilidad de ganar mercados para un producto que es prácticamente nuevo en la zona. Por eso esta propuesta solo tiene sentido si se concreta con aserrín y viruta la primer etapa para ganar experiencia a una escala de producción relativamente baja, y luego concretar lo antes posible la segunda etapa que es la que daría la verdadera justificación a este proyecto dada la nueva escala de producción. Estamos observando las dificultades de colocación que tienen en la fabrica de Enerquén en Neuquén por haber iniciado la producción directamente con una maquina industrial en el orden de 1500 kg/hora ofreciendo briquetas de grandes dimensiones (diámetro 80 mm) para las estufas a leña en Neuquén. En nuestro caso estaríamos ofreciendo material más manuable y convincente (diámetro 50 mm) para reemplazar a la leña en las estufas de la isla.

Según el cálculo de los costos locales es previsible que se pueda competir en el mercado de Tierra del Fuego y sur de la patagonia binacional con los costos de las briquetas ofrecidas en las plantas instaladas en el norte del país. (Neuquén, Río Negro, Córdoba, Corrientes y Misiones)

## **Agradecimientos:**

A las Autoridades de la isla, a las firmas Brikex SA, Fiyoint, Lippel, LIPSIA, Enerquén SRL, Baroman, Kupsky, Weber, Eco-Iberá, Los Tres Pinos, GPEnergy, ABATEC, Tapebicua-Bronzowich, Muebles Corcovado, INTI-Bariloche que nos abrieron sus puertas y brindaron desinteresada información y apoyo.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Pereyra, Obdulio y Bohren Alicia V. 2008. Technologies and the Economical Aspects for Forest Residues Processing and for Effective Use of Residues. For Forest Residues Usage Survey under Project of Enhancement for Application of Afforestation and Reforestation of Clean Development Mechanism in the Argentine Republic. JICA.
- Tolosana, Eduardo; Ambrosio, Yolanda; Laina, Rubén y Martínez Ferrari, Rocío. 2008. Guía de la Maquinaria para el Aprovechamiento y elaboración de Biomasa Forestal. 89 pgs. ETSI Montes&EUIT Forestal. Universidad Politécnica de Madrid. [www.cesefor.com](http://www.cesefor.com)
- Tolosana, Eduardo; Ambrosio, Yolanda; Laina; Rubén; Martínez Ferrari; Rocío; Cuesta, Raquel; Martín, Marina y Venta, Manuel. 2009. Manual de Buenas Prácticas para el Aprovechamiento de Biomasa Forestal en las Cortas de regeneración de Pinares. 81 pgs. ETSI Montes&EUIT Forestal. Universidad Politécnica de Madrid. [www.cesefor.com](http://www.cesefor.com)

# **CAMBIOS EN LAS CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DE PROBETAS DE MADERA DE *Pinus taeda* L. POR ADSORCIÓN Y DESORCIÓN REPETIDA DE AGUA.**

## **CHANGES UPON THE MECHANICAL CHARACTERISTICS OF *Pinus taeda* L. WOOD PROBES DUE TO REPETITIVE ADSORPTION AND DESORPTION OF WATER.**

**Rotzen, R<sup>1</sup>.; Areco, F<sup>1</sup>.; Argüelles y Andrés, T<sup>2</sup>.; Suirezs, T.M<sup>2</sup>.; Bobadilla, E.A<sup>2</sup>.**

1. Alumnos Becarios de la FCF
2. Docentes de la carrera Ingeniería en Industrias de la Madera.
3. Facultad de Ciencias Forestales. UNaM. Calle Bertoni, 124 (3380) Eldorado. Misiones.  
arguelles@facfor.unam.edu.ar

### **RESUMEN**

Probetas de madera de *Pinus taeda* L. se sometieron a ciclos sucesivos de adsorción y desorción de agua a diferentes temperaturas. Se probaron temperaturas de 120, 100, 70 50 y 35 °C. Las curvas de sorción se desdibujan notoriamente a temperaturas de 50 y 35°C. Se determinó el efecto del tratamiento sobre la dureza y la resistencia al corte, utilizando las normas IRAM 9570 y ASTM 143/52.

**Palabras clave:** madera; sorción de agua; dureza; resistencia al corte.

### **SUMMARY**

Wooden probes of *Pinus taeda* L. were submitted to repeated cycles of adsorption and desorption of water at different temperatures. 120, 100, 70, 50, and 35 °C were tested. Sorption curves were notoriously erratic at 50 and 35°C. The effects of the treatments over hardness and shear strength were tested, using the protocols of the 9570 IRAM and 143/52 ASTM norms.

**Key words:** timber; water sorption; hardness; shear strength.

# DESCRIPCION DENDROLOGICA DE LAS PRINCIPALES ESPECIES DE LA PROVINCIA DE FORMOSA

Sanchez, V1.; Bogado, D.R.2; Gon, V.R.3

1Ingeniero Forestal. Profesor Titular Ordinario Asignatura: Sistemática Forestal. Facultad de Recursos Naturales – U.Na.F. Av- Gdor. Gutnisky 3200 - e-mail: [vsanchez30@hotmail.com](mailto:vsanchez30@hotmail.com)

2Ingeniero Forestal. Jefe de Trabajos Prácticos Ordinario Asignatura: Dasometría. Facultad de Recursos Naturales – U.Na.F. Av- Gdor. Gutnisky 3200 – e-mail: [dm\\_bogado@yahoo.com.ar](mailto:dm_bogado@yahoo.com.ar)

3Ingeniero Forestal. Ayudante de 1ª Asignatura: Sistemática Forestal. Facultad de Recursos Naturales – U.Na.F. Av- Gdor. Gutnisky 3200 - e-mail: [pomevale@yahoo.com.ar](mailto:pomevale@yahoo.com.ar)

## RESUMEN

En el presente trabajo se han estudiado los caracteres dendrológicos, de las principales especies arbóreas de interés forestal de la Provincia de Formosa. Se realizó la descripción de los caracteres Fisonómicos (Porte, copa y ramificaciones), Organográficos (Hojas, frutos y fuste), Suborganográficos (Corteza y ramas) y Accesorios (Espinass, estipulas, glándulas y contenido o no de látex). Se tuvieron en cuenta características físicas y mecánicas de las maderas, y para la descripción los cortes transversales y longitudinales de los mismos.

**Palabras clave:** Caracteres dendrológicos, fisonómicos, organográficos, suborganográficos

## SUMMARY

In the present work the dendrologists characters have studied, of the main arboreal species of forest interest of the Province of Formosa. The description of the Fisonómicos characters was made (Bearing, glass and ramifications), Organográfics (Leaves, fruits and Fuste), Suborganográfics (Crust and branches) and Accessories (Thorns, you stipulate, glands and content or not of latex). They considered characteristic physical and mechanical of wood, and for the description the cross sections and longitudinal of such.

**Key words:** dendrological characters, fisonomics, organographics and suborganographis.

## INTRODUCCIÓN

La identificación de árboles en el terreno en los Ecosistemas Forestales Tropicales y Subtropicales presentan un difícil problema a los botánicos, ecologistas, forestales y a todos aquellos que se interesan de la vegetación en estos ambientes.

En las zonas templadas, especialmente en las del Hemisferio Norte, la identificación de árboles en general de las especies leñosas, no constituye un problema de difícil solución, esta situación se ha logrado gracias a la labor que los taxónomos han desarrollado durante cientos de años en un medio en el cual las comunidades boscosas son, casi siempre, mas o menos homogéneas y los nombres vulgares sufren relativamente, pocos cambios en las distintas regiones.

Muy diferente es la situación en las regiones tropicales y subtropicales en donde la taxonomía ha tenido menos desarrollo, muchos países de estas regiones no cuentan con manuales adecuados para la identificación en el campo.

Estas circunstancias combinadas con la heterogeneidad florística en estas regiones húmedas y la enorme variabilidad sumada a la confusión que existe con los nombres regionales dificultan extraordinariamente su identificación.



Estos inconvenientes son particularmente sensibles en el caso del relevamiento florístico detallado o de Inventarios Forestales Expositivos, en donde se deben identificar muchos individuos dentro del bosque, para lo cual se deben valer de caracteres reproductivos (flores y frutos) y de caracteres vegetativos (hojas) de los cuales se vale la taxonomía clásica.

Disponer de estos caracteres por más que existan datos fenológicos es sumamente complicado debido a los hábitos intermitentes de floración y fructificación de muchas especies, también a la estructura de los bosques por la alta copa y complejo del estrato superior, resulta a menudo difícil disponer de flores, frutos y hojas, para su identificación en el momento oportuno.

No es exagerado decir que tantas dificultades para identificar árboles hayan influido negativamente el ánimo de silvicultores, ecólogos y otros especialistas parece no ser muy estimulante desarrollar investigaciones sobre estas comunidades vegetales en la que la primera dificultad es la elemental identificación de las especies.

Es por ello que en la actualidad taxónomos y especialmente dendrólogos conceden cada vez mayor importancia a caracteres fisonómicos, organográficos, suborganográficos y caracteres accesorios, para su identificación.

En las formaciones forestales del Parque Chaqueño, sobre todo en el Bosque Alto, donde existe una gran diversidad específica, y cuyas especies son de gran porte, y la mayoría caducifolios, disponer de hojas, flores y frutos en cualquier época del año resulta difícil, debido a la intermitencia de algunas fases fenológicas, por lo que los caracteres Dendrológicos, principalmente el diseño y estructura de la corteza constituyen una herramienta valiosa para el reconocimiento de las especies en forma expositiva a nivel Zonal. En cuanto a estudios de la descripción de las características tecnológicas de las maderas existen antecedentes de estudios realizados por Tortorelli (1956); Ernitz (1961); Tinto, (1978 y 1979) Lopez et al (1987) y Gimenez, A.M. y Moglia (2003).

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

En el presente proyecto se tuvo en cuenta la distribución geográfica de las especies en estudio, en la Argentina y en la Provincia de Formosa, y si corresponden al Parque Chaqueño Húmedo o al Parque Chaqueño Semiárido, ya que ambas regiones se hallan representadas en la Provincia.

Se estudiaron 40 especies arbóreas de importancia forestal de la Provincia de Formosa. Las muestras fueron recolectadas en el Parque Botánico "Lucas Tortorelli", dependiente M° de la Producción y Ambiente, ubicada a 25 km de la ciudad de Formosa, con un ecosistema representativo del Bosque Alto del Parque Chaqueño Húmedo y Bosques en Galería.

También en el Establecimiento "Santa Rosa de Lima", ubicado a 52 km. al noroeste de la ciudad de Formosa, con una formación de Sabana Parque, también característica del Parque Chaqueño Húmedo.

En la Reserva de Uso Múltiple "Teuquito", del M° de la Producción y Ambiente, ubicada a 22 km al sur de la localidad de Ingeniero Juárez, con especies representativas del Parque Chaqueño Semiárido, (Quebrachales y palosantales).

Se han estudiado de 3 a 5 ejemplares por especie, dependiendo de la variabilidad de los caracteres de cada uno. Todos fueron ejemplares adultos mayores de 25 cm de D.A.P, describiéndose los Caracteres Fisonómicos del árbol (porte, copa, ramificaciones); Caracteres Organográficos (tallo o fuste, raíces, hojas); Caracteres Suborganográficos (diseño de corteza, textura, estructura) y Caracteres Accesorios (espinas, látex, Estipulas, etc.).

Para la descripción del diseño y estructura de la corteza (Caracteres Suborganográficos), se utilizó y adaptó la nomenclatura de Gartland et al (2002) "Clave ilustrada de reconocimiento de Especies Forestales de Misiones por medio de Corteza"; y de

Gimenez\_y MOGLIA (2003) "Árboles del Chaco Argentino", incluyéndose además la descripción de los ambientes donde se desarrollan las especies.

Asimismo para la descripción de los Caracteres Fisonómicos (Caracteres Organográficos y Caracteres Accesorios se adaptó la clasificación y nomenclatura propuesta por Gartland (2001).

Se obtuvieron muestras para el herbario y de la corteza de las especies estudiadas y las mismas se hallan depositadas en el herbario de la Cátedra de Sistemática Forestal.

Las propiedades físicas y mecánicas, como los usos de las maderas se obtuvieron de la Clave de Identificación de Maderas Argentinas y de consultas a aserraderos y carpinterías de la Ciudad de Formosa y del interior provincial.

Las fotografías de árboles, hojas, frutos, diseño y estructura de la corteza y de la madera se obtuvieron con una cámara digital para PC, marca EPSON, modelo PPC 650 con Zoom de 10X., utilizándose como alternativa para algunos órganos el Escáner Artec en color, de 600 dpi.

## RESULTADOS

Se logró la descripción completa de los individuos destacándose las características propias de cada una de las especies seleccionadas, lo que permitirá una rápida identificación en el terreno.

A continuación se muestran a modo de ejemplo dos especies estudiadas, una del Chaco Húmedo y otra del Chaco Semiárido, en la Provincia de Formosa.



Imagen N° 1. Vista del Árbol

Especie: Urunday - *Astronium balansae* Eng.

Distribución geográfica. En el país esta especie se encuentra en la Provincia Paranaense (Selva Misionera), en el Distrito de las Selvas Mixtas, como componente de la comunidad climácica denominada "Selvas con Urunday", al sur de la provincia. En la Provincia Chaqueña (Parque Chaqueño), en el Distrito Chaqueño Oriental, como integrante de la comunidad climácica "Bosques de quebracho colorado y quebracho blanco".

En la provincia de Formosa se lo encuentra en la porción oriental de la Zona Húmeda, como componente fundamental de la formación boscosa identificada como Bosque Alto, como así también en el Bosque Bajo.

### I. Caracteres Dendrológicos

#### 1. Caracteres Fisonómicos: Porte, copa y ramificaciones

Árbol dioico de gran porte, pudiendo alcanzar hasta 25 metros de altura y troncos de hasta 80 cm de diámetro. Presenta hábito de copa: baja, de forma obcónica, paucifoliada, de tipo simple. Ramificación simpodial o delicuescente, con ramas delgadas glabras, a menudo péndulas.

#### 2. Caracteres Organográficos.

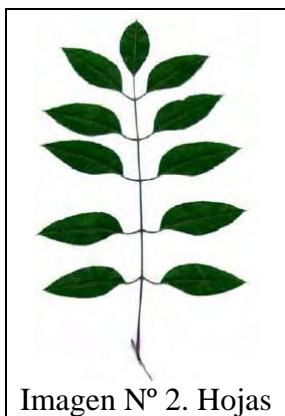


Imagen N° 2. Hojas

a. Hojas. Hojas compuestas imparipinnadas, de 3 a 5 cm de largo y de 1 a 1,8 cm de ancho, de consistencia subcoriácea, foliolos lanceolados de margen aserrado y ápice acuminado y atenuado en la base, más oscuros y lustrosos en el haz y más pálidos en el envés.

b. Fruto

Drupa subglobosa, alcanzando 2,8 a 4,3 mm de diámetro, cáliz acrescente. La semilla es única, de color castaño, de 1 a 1,5 mm de diámetro.

c. Tallo o Fuste y Raíces.

El fuste es recto, de tipo cilíndrico, con base reforzada, presentando raíces radiales.

### 3. Caracteres Suborganográficos

Ritidoma persistente presentando un diseño escamoso con placas isodiamétricas. Color castaño grisáceo. Textura fibrosa. Estructura con láminas de forma ondulada, presentando canales secretores. La coloración es castaño rosácea en la parte exterior y más clara y de color amarillento en la parte interna.



Imagen N° 3. Vista de raíces



Imagen N° 4. Diseño de ritidoma



Imagen N° 5. Diseño de corteza interna

## II. Caracteres tecnológicos

La madera es dura y pesada, con un Peso específico de  $1.100 \text{ kg/m}^3$ . Presenta diferencias de coloración entre albura y durámen. La albura es de color amarillo claro, que se oscurece con el tiempo, el durámen es de color castaño rojizo, que se oxida posterior al aserrado. El veteado es pronunciado, resultando vistoso, la textura es fina y homogénea y el grano es oblicuo.

Usos y aplicaciones:

En la actualidad es utilizada para construcciones de resistencia al aire libre y bajo el agua como vigas y pilotes para puentes, guarda ganado, bretes, postes, varillas, portones, marcos de puertas y ventanas.





Especie del Chaco Semiárido.



Imagen N° 8. Vista del árbol

Especie: Palo santo - *Bulnesia sarmientoi* Lorentz ex Gris.

Distribución Geográfica

Especie característica del Parque Chaqueño Semiárido, se la encuentra exclusivamente en las provincias de Formosa, Chaco y Salta.

Crece en formaciones puras o asociadas al Quebracho colorado santiagueño - *Schinopsis lorentzii* (Griseb). Engl. y Quebracho blanco - *Aspidosperma quebracho blanco* Schlecht.

En la provincia de Formosa se lo encuentra aproximadamente a partir del meridiano de 60° de longitud oeste, y en algunos sitios se lo encuentra formando masas casi puras, (palosantales), pero con ejemplares de menor porte de aquellos que forman el bosque con quebracho colorado y quebracho blanco.

### I. Caracteres Dendrológicos

1. Caracteres Fisonómicos: Porte, copa y ramificaciones

Árbol grande, de hasta 18 metros de altura, presentando hábito de copa baja, de forma irregular a obcónica, paucifoliada, con ramificación simpódica o delicuescente.

2. caracteres Organográficos.



Imagen N° 9.  
Hojas

a. Hojas. Compuestas, paripinadas o bifoliadas dispuestas sobre braquiblastos; pecíolos de 1 cm de largo, dos folíolos ovoides, de 1,5 a 2,5 cm de largo por 0,7 a 1,4 cm de ancho, glabros o pubescentes en los márgenes, margen entero, ápice redondeado en los extremos. Nervaduras 4 a 7 desde la base.



Imagen N° 10. Frutos

b. Frutos. Cápsula con tres alas, de 3 a 7 cm de largo por 2,5 a 4 cm de ancho, color castaño cuando madura.

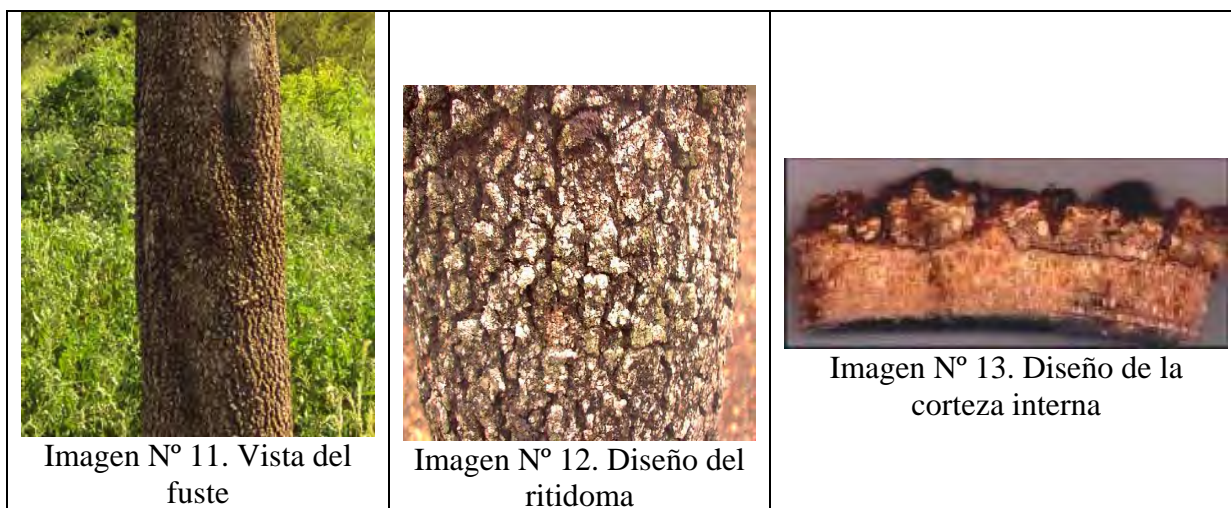
Semillas de 11 a 17 mm de largo, reniformes.

c. Tallo o Fuste y Raíces.

Fuste recto, cilíndrico, a veces acanalado próximo a la base, con base reforzada y raíces tabulares.

3. Caracteres Suborganográficos

Ritidoma persistente presentando un diseño con escamas isodiamétricas pequeñas. Color marrón a gris oscuro. Textura parenquimatosa. Estructura en aglomerados, con pequeños gránulos de color anaranjado.

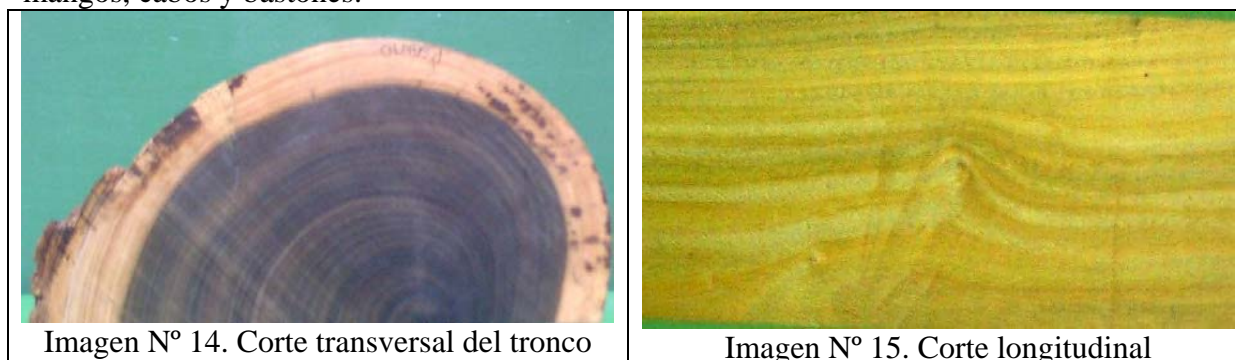


## II. Caracteres Tecnológicos

La madera es muy dura y muy pesada, con un Peso específico de 1.000 a 1.300 kg/m<sup>3</sup>. Presenta diferencias notables de coloración entre la albura y el durámen. La albura es de color blanco amarillento y el durámen es de color verde parduzco, con tonalidades castañas y azuladas. Al ser cortada desprende un olor agradable. El veteado es espigado muy vistoso, la textura es fina y heterogénea y el grano entrelazado.

Usos y aplicaciones.

La madera, por su gran resistencia es utilizada para construcciones que deben permanecer bajo tierra, asimismo para tornería, artesanías en general, carpintería naval, artículos ornamentales, bujes, instrumentos musicales, cajas y cofres de adorno, utensilios de cocina, mangos, cabos y bastones.



## Conclusiones

Al realizar una comparación entre los caracteres de ambas especies podemos observar las siguientes diferencias:

<i>Astronium balansae</i> (Urunday)	<i>Bulnesia sarmientoi</i> (Palo santo)
<p>a. Hojas. Compuestas imparipinnadas, de consistencia subcoriácea, folíolos lanceolados de margen aserrado y ápice acuminado y atenuado en la base, más oscuros y lustrosos en el haz y más pálidos en el envés</p>	<p>a. Hojas. Compuestas, paripinadas o bifoliadas dispuestas sobre braquiblastos; dos folíolos aovados, glabros o pubescentes en los márgenes, margen entero, ápice redondeado en los extremos</p>
<p>b. Frutos. Drupa subglobosa, alcanzando 2,8 a 4,3 mm de diámetro. La semilla es única, de color castaño, de 1 a 1,5 mm de diámetro.</p>	<p>b. Frutos. Cápsula con tres alas, de 3 a 7 cm de largo por 2,5 a 4 cm de ancho, color castaño cuando madura. Semillas reniformes.</p>
<p>c. Ritidoma persistente presentando un diseño escamoso con placas isodiamétricas.</p>	<p>c. Ritidoma persistente presentando un diseño con escamas isodiamétricas pequeñas.</p>

Color castaño grisáceo.	Color marrón a gris oscuro.
d. Corteza interna. Textura fibrosa. Estructura con láminas de forma ondulada, presentando canales secretores.	d. Corteza interna. Textura parenquimatosa. Estructura en aglomerados, con pequeños gránulos de color anaranjado.
e. Madera. La albura es de color amarillo claro, que se oscurece con el tiempo, el durámen es de color castaño rojizo, que se oxida posterior al aserrado	e. Madera. La albura es de color blanco amarillento y el durámen es de color verde parduzco, con tonalidades castañas y azuladas.

Asimismo se está confeccionando una clave para todas las especies estudiadas, que servirá como base para otro Proyecto de Investigación.

Como resultado del presente trabajo puede afirmarse que el mismo facilitará en gran medida los trabajos de Inventarios Forestales y evaluaciones económicas de todo tipo, principalmente aquellas que tienen en cuenta la biodiversidad arbórea de la provincia, constituyendo una valiosa herramienta para alumnos, Ingenieros Forestales y otros profesionales vinculados al quehacer forestal.

## BIBLIOGRAFÍA

- AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL DEL JAPÓN (JICA). Gobierno de la Provincia de Formosa, República Argentina – Estudio sobre el Inventario y Manejo Forestal en la Región del Parque Chaqueño en la República Argentina – Asociación de Tecnología Forestal del Japón (JAFTA), Kokusai Kogyo CO., LTD. – Enero de 1996.
- BILONI, J. S. 1990 “Árboles Autóctonos Argentinos”.
- BURKART, A. 1952. “Las Leguminosas Argentinas–Silvestres y Cultivadas”. Editorial ACME. 590 pps.
- CELULOSA ARGENTINA. 2000. “El Nuevo Libro del Árbol”. Tomos I, II y III. Editorial El Ateneo.
- DIGILIO, A. y LEGNAME, P. 1966. “Árboles Indígenas de la Provincia de Tucumán”. Opera Lilloana XV (107 Descripciones)
- DIMITRI, M. J. (1972). Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Segunda Edición. Acmé. Bs. As.
- CELULOSA ARGENTINA. 2000. “El Nuevo Libro del Árbol”. Tomos I, II y III
- FURUNO, T. 1990 “Bark structure of deciduous broad. Leaved trees grown in the san’in Region”, Japan. IAWA Bulletin n.s., Vol 11 (3): 239-254.
- GARTLAND, H.; GRANCE, L.; BOHREN, A.; MIRANDA, D. Y H. KELLER. 1998. “Reconocimiento de árboles y rollizos de las principales especies nativas de Misiones por características macroscópicas de la corteza y otros caracteres”. Proyecto de Investigación. Instituto Forestal de Investigaciones Forestales (ISIF). Facultad de Ciencias Forestales. UNaM. El Dorado, Misiones. Inédito.
- GARTLAND, H.; GRANCE, L.; BOHREN, A.; MIRANDA, D. Y H. KELLER. 2000. “Reconocimiento de especies leñosas de interés secundario de la Selva Paranaense (Misiones, Argentina) por corteza y otros caracteres dendrológicos”. Inédito.
- GARTLAND, H. M. 2001. “Apuntes de Dendrología para el Reconocimiento de Especies” – El Dorado (Misiones).
- GARTLAND, H.; BOHREN, A. y otros. 2002. “Clave ilustrada e interactiva de reconocimiento de especies forestales de Misiones, Argentina, por medio de la corteza”.
- HOLDRIDGE, R.L. 1953. “Dendrología Práctica de los Trópicos Americanos”. Turrialba, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas.
- JIMÉNEZ SAA, Humberto. 1967. “Los árboles más importantes de la Región de Upala, Costa Rica”. Manual de Identificación en el campo. San José de Costa Rica.
- KARLIN, U. y otros. 2002. “Árboles Nativos del Centro de Argentina”. Edit. L.O.L.A.
- LEGNAME, P. 1982. “Árboles Indígenas del Noroeste Argentino”. Opera Lilloana XXXIV
- LOPEZ, J. y otros. 1987. “Árboles comunes del Paraguay”. (Ñandé Yvyra Mata Kuera). Servicio Forestal Nacional. M° de Agricultura y Ganadería del Paraguay.
- METCALFE, C. y CHALK, L. 1979. “The stem. In: Anatomy of the Dicotyledons”. 2° Ed. Vol. 1. Clarendon Press. Oxford (Eds. C.R. Metcalfe y L. Chalk): 166-180.
- PEREZ, W., SANCHEZ, V. y otros 2005. “Estudios fenológicos de las especies de aptitud industrial potencial, de la Provincia de Formosa”. Facultad de Recursos Naturales. U.Na.F.
- PROVINCIA DE FORMOSA. 1978. “Inventario Forestal de la Provincia de Formosa”. Tomos I, II, III y IV.
- ROLLET, B. 1980. “Intérêt de L’étude des écorces dans la détermination des arbres tropicaux sur pied. Rev. Bois et forêt des tropiques”. 194:3-28.
- ROLLET, B. 1980. “Intérêt de L’étude des écorces dans la détermination des arbres tropicaux sur pied. Rev. Bois et forêt des tropiques”. 195:31-50.
- ROSAYRO, R.A. de. 1953. “Field characters in the identification of Tropical Forest”. Trees. Emp. For. Rev. Vol 32:124-141.

- ROTH, I. y GIMENEZ de BOLZON, A. M. 1997. "Argentine Chaco Forest. Dendrology, tree structure, an economic uso. 1. The Semi-arid Chaco". Encyclopedia of plant anatomy: Bd. XIV. Teil 5. Gebruder Borntraeger, Berlin. 180 p.
- RUBIANO, R., SANCHEZ, y otros. 2002. "Estudios Taxonómicos y Fenológicos de las especies de importancia forestal de la Provincia de Formosa". Facultad de Recursos Naturales. U.Na.F. Facultad de Recursos Naturales. U.Na.F.
- SANCHEZ, V. y otros. 2001. "Fenología y Taxonomía de las especies de importancia forestal de la Provincia de Formosa". Facultad de Recursos Naturales. U.Na.F.
- TICLI, B. 2000. "Las guías de la naturaleza. Conocer y reconocer los árboles". Editorial De Vecchi S.A. Barcelona. España.
- TINTO, J. 1978. "Clave de Identificación de Maderas Argentinas". SECYT. República Argentina.
- TORTORELLI, L. 1956. "Maderas y Bosques Argentinos". Edit. ACME.
- VALDORA, E. y SORIA, M. 1997. "Árboles de Interés Forestal y Ornamental para el Noroeste Argentino". Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo. Universidad Nacional de Tucumán.
- ZULOAGA, F.O. y MORRONE, O. 1999. "Catálogo de plantas vasculares de la República Argentina. Tomo II. Acanthaceae – Zigophyllaceae". 1269 pp. Missouri Botanical Garden Press. U.S.A.

# IMPREGNACIÓN DE MATERIAL ASERRADO DE *Copernicia alba*, Morong. Primera parte

## IMPREGNATION OF SAWN MATERIAL OF *Copernicia alba*, Morong. FIRST PART

Sosa Pinilla, C.<sup>1</sup>; D Augero, G<sup>2</sup>.; Avila, R.<sup>3</sup>; Noguera, G.<sup>4</sup>; Grossklaus, L.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Docente Investigadora. Facultad de Recursos Naturales. UNaF .Av Gutnisky 3200.Formosa.  
[sosapinilla@yahoo.com](mailto:sosapinilla@yahoo.com)

<sup>2</sup> Docente Investigadora. Facultad de Recursos Naturales. UNaF. Av Gutnisky 3200. Formosa.  
[gdaugero@hotmail.com](mailto:gdaugero@hotmail.com)

<sup>3</sup> Docente Investigador. Facultad de Recursos Naturales. UNaF Av. Gutnisky 3200 Formosa.  
[rolodpa@hotmail.com](mailto:rolodpa@hotmail.com)

<sup>4</sup>Alumnas de la carrera Ingeniería Forestal. UNaF.

### RESUMEN

La palma caranday (*Copernicia alba*, Morong), como todo material biológico de crecimiento primario, posee una gran variabilidad de sus propiedades en función al contenido de humedad, siendo una limitante que se asocia al ataque de patógenos. La impregnación con productos adecuados es uno de los procesos aplicados para aumentar la durabilidad natural de las maderas. Optimizando este proceso a través de la experimentación en laboratorio, se pretende obtener resultados reproducibles a escala industrial y comercial. Se ensayan 2 métodos de preservación: Sin Presión: baño caliente –frío y Con presión: célula llena, utilizando como agente biocida, extracto de tanino vegetal, en diferentes concentraciones y tiempos de aplicación. Los resultados preliminares correspondientes al método sin presión indican a la estípita de la especie *Copernicia alba* Morong, como un material de fácil impregnación, lográndose valores de retención media de 28 kg/m<sup>3</sup> para concentración al 5% del producto, y 44 kg/m<sup>3</sup> para concentraciones del 10 % y 15%

**Palabras clave:** Preservación, palma.

### SUMMARY

The Caranday palm *Copernicia alba*, Morong, like any other primary growing biological material has a great amount of different properties according to its humidity being this related to pathogenic attack. The impregnation with some proper products is one of the most is used process which increases the natural wood durability. This process can be improved in laboratory experiment and later use on industries or commercial scale. Two conservation methods are tested: without pressure: warm and cool bath, and with pressure: a full cell using vegetal tannin extract on different concentration end at different application times used like a biotic agent. The first preliminary results of the without pressure method present the *Copernicia alba* specie as an easy impregnation material which can get 28 kg/m<sup>3</sup> retention values for a 5 % concentration of the product, and 44 kg/m<sup>3</sup> for 10 % or 15 % concentrations.

**Key words:** Preservation, palm

### INTRODUCCIÓN:

La situación actual de los recursos forestales de la provincia de Formosa y de la región chaqueña genera la necesidad de ampliar el aprovechamiento de los mismos buscando



especies alternativas, que por su presencia y volumen son interesantes para el desarrollo tecnológico de los recursos forestales.

La palma caranday (*Copernicia alba*, Morong) es una especie de amplia distribución y presencia, constituye una formación típica del Parque Chaqueño que es el Palmar, en sus formas puras o asociada a otras especies de las llamadas de fuera del bosque, siendo eminentemente colonizadoras.

El estípite de esta especie, se ha utilizado profusamente en el tendido de líneas telefónicas y de redes eléctricas secundarias, a tal punto que se han publicado normas en cuanto a la época de apeo de los ejemplares y modo de asegurar la máxima duración en su aplicación.

Hoy, tras los estudios preliminares sobre el fuste de la especie, lo indican como un material de propiedades físicas y mecánicas adecuadas a diferentes usos (Martinuzzi, 2004) Sin embargo, como todo material biológico de crecimiento primario, posee una gran variabilidad en sus propiedades en función al contenido de humedad, siendo una limitante que se asocia al ataque de patógenos (Siri, 2004).

del desarrollo de tecnologías que permitan diversificar la utilidad de las mismas, cuyas características estructurales (físico- mecánicas) son aptas para numerosos usos, previo tratamientos que permitan competir con especies tradicionales del Parque Chaqueño.

Las tecnologías de aplicación son indispensables e ineludibles en la cadena de agregación de valor de productos maderables e indican al secado artificial y a la preservación como etapas iniciales de procesos de transformación de dichos productos. Optimizando ambos procesos a través de la experimentación en laboratorio, se pretende obtener resultados reproducibles a escala industrial y comercial.

El trabajo propone el estudio de tecnologías adecuadas para otorgar durabilidad al material aserrado del fuste de la especie *Copernicia alba*, Morong, como especie alternativa de presencia abundante en el Parque chaqueño, empleando extracto de tanino de Quebracho colorado (*Schinopsis balansae*) como agente biocida, con el objetivo de ampliar sus utilidades e introducirla en el mercado un como producto competitivo, hoy de escaso aprovechamiento. Esta circunstancia puede asociarse a un uso racional del recurso palma y a un impacto económico para las economías rurales, en las que esta especie es subutilizada.

## **MATERIALES Y MÉTODOS:**

Se utiliza para la realización de los ensayos, estípites de palma provenientes de la zona correspondiente a la mayor presencia, (Tipo forestal Palmar, Inventario Forestal de la Provincia de Formosa, Tomo III Zona A, 1.980) de las cuales se obtienen tablas para la elaboración de las probetas de los ensayos propuestos y tratamientos correspondientes.

El producto impregnante, empleado como agente biocida es el COLATAN IPG-C (formulado en base de extracto de tanino vegetal), provisto por la Empresa UNITAN SAICA, lo cual constituye una línea de investigación que innova en las sustancias utilizadas en la actualidad como preservantes de madera.

El equipamiento utilizado para la realización de los ensayos es:

Una batea de acero inoxidable, de 70 litros de capacidad con tapa.

Un quemador a gas.

Un tanque de acero inoxidable con tapa, de 50 litros capacidad.

Balanza electrónica de precisión a la decima de gramo.

Estufa de secado.

Desecador de vidrio

Xilohigómetro.

Planta piloto de impregnación de maderas.

Implementos de trabajo (guantes, mascarillas, termómetros, lupas)

Se ensayan 2 métodos de preservación:

1. Tratamiento sin presión: Baño caliente- frío.

## 2. Tratamiento con Presión: Procedimiento Bethell ó célula llena.

El desarrollo de los dos tratamientos y sus correspondientes repeticiones se realizan de acuerdo a la Norma IRAM N° 9563, calculándose la retención en  $\text{kg/m}^3$ , penetración, y efectividad del preservante empleado según normas correspondientes.

### Desarrollo de la Metodología:

- Revisión bibliográfica
- Provisión del material
- Elaboración de las probetas de ensayo.
- Identificación de las probetas de ensayo.
- Acondicionamiento.
- Pesada e identificación de los grupos
- Preparación de las soluciones impregnantes
- Proceso de impregnación
- Calculo de retención bruta y neta y penetración
- Análisis de los datos.
- Acondicionamiento.
- Exposición de las probetas.
- Inspección de las probetas.
- Elaboración de los resultados.
- Evaluación de los resultados
- Publicación de los resultados

### Primera parte del trabajo.

#### 1. Impregnación sin presión: Método baño caliente-frío

Para la realización de este tratamiento se aparearon un total de 19 palmas, de la localidad de Gral Belgrano, Departamento Patiño de la provincia de Formosa; posteriormente se aserraron en tablas de 2 medidas:

1. 1" de espesor , 3" de ancho y 2,80 - 3, 20 m de largo
2. 1" de espesor, 4" de ancho y 2,80- 3,20 m de largo.

Obteniéndose un total de 70 tablas. (imagen 1)



Imagen 1. Aserrado en tablas  
Image 1: Table sawing



Imagen 2. Clasificación por color  
Image 2. Sorting by color



Imagen 3. Control de humedad con xilohigómetro  
Image 3. Humidity control with xilohigometro.



Imagen 4. Determinación de C.H. en laboratorio  
Image 4. Determination of moisture content in laboratory

Se controló el contenido de humedad y estado sanitario de las mismas (imagen 3).

Las tablas se clasificaron por coloración en: claras, rosadas y oscuras (imagen 2). El criterio de esta primera clasificación se realizó teniendo en cuenta la variación de la densidad, asociada con el color del material de acuerdo a resultados obtenidos en ensayos preliminares realizados en el material. (Ensayos de prueba del material); luego de expuestas por un período de 30 días, alcanzaron el contenido de humedad requerido para los ensayos. El mismo se determinó por el método de las pesadas según Norma IRAM N° 9532. (imagen 4)

Se elaboraron las probetas en 2 dimensiones: 1" de espesor, 4" de ancho y 30 cm de longitud y 1" de espesor, 3" de ancho y 30 cm de longitud.

De las 70 tablas se obtuvieron 360 probetas para la realización de los tratamientos propuestos. Las mismas agruparon según densidad media equivalente de acuerdo a la Norma IRAM 9563, **G-8**. Luego se identificaron con letra y número según los distintos tratamientos y tiempos propuestos.

Se desarrollaron 3 tratamientos (1 método x 1 producto x 3 concentraciones x 3 tiempos de inmersión), más un testigo con 3 repeticiones por tratamiento; siendo el tamaño de la muestra igual a 10 probetas, por lo que se ensayaron un total de 360 probetas.

El impregnante en distintas concentraciones y tiempos se aplicó en el baño frío ( Imágenes 5 y 7).



Imagen 5. Preparación de la sustancia impregnante.  
Image 5. Preparation of impregnating substance



Imagen 6. Baño caliente  
Image 6. Hot bath



Imagen 7. Baño frío  
Image 7. Cool bath



Imagen 8. Acondicionamiento y secado.  
Image 8. Preparation and drying

Tabla 1. Tratamientos realizados en Baño caliente- frío

Producto preservante	Tratamiento / concentración del preservante	Tiempo de impregnación			Cantidad de probetas
		T1=	T2=	T3=	
Aportado por el comitente	Tr 1: concentración al 5%	10 hs	14 hs	24 hs	90
	Tr 2: concentración al 10 %	10 hs	14 hs	24 hs	90
	Tr 3: concentración al 15 %	10 hs	14 hs	24hs	90
	Tr 4: Testigo				90
Total de probetas					360

Se calcularon los valores de retención según norma IRAM N° 9563.



Según fórmula de retención:

$$R = \frac{Gf - Gi}{V} \times C$$

Donde:

R= retención en kg/m<sup>3</sup>

Gf = peso de la probeta, después del tratamiento, en kg.

Gi = peso de la probeta antes del tratamiento.

C = concentración del preservador

V = volumen de las probetas, en metros cúbicos.

El material tratado y las probetas testigos se estacionaron bajo cubierta, con ventilación natural, hasta que su contenido de humedad fuese inferior al 30% ( imagen 8) Luego se colocaron en ambiente de laboratorio (imagen 9)



Imagen 9 . Exposición en laboratorio  
Image 9. Laboratory exposure



Imagen 10. Determinación de volumen  
Image 10. Volume determination

La inspección del material se realizó cada 2 meses, observando cada una de las probetas y valorando según una escala nominal el grado de ataque y consecuente deterioro del material producido por insectos y hongos.

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos en la etapa 1 correspondiente a impregnación por el método de baño caliente- frío, fueron satisfactorios en el material ensayado.

Los valores de retención media obtenidos fueron 28 Kg / m<sup>3</sup> para concentración al 5% del producto, y 44 Kg/m<sup>3</sup> para concentraciones del 10 % y 15%.

Los resultados se muestran en la tabla 2

Tabla 2. Retenciones medias obtenidas en los tratamientos por el método sin presión en kg /m<sup>3</sup>

		Tratamiento 1 (5%)	Tratamiento 2 (10 %)	Tratamiento 3 (15 %)
Tiempo (horas)	T1 = 10 horas	25,286	44,115	43,411
	T2 = 14 horas	30,255	44,566	41,637
	T3 = 24 horas	28,493	43,428	47,029

Se observa en el cuadro que los valores de retención obtenidos con el tratamiento 1, son significativamente menores con respecto a los tratamientos 2 y 3 en el mismo tiempo. Los resultados de retención obtenidos en el tiempo 2 (14 horas), en los tratamientos 1 y 2 fueron mayores con respecto al tiempo 3 (24 horas).

La penetración fue uniforme y poco significativa, clasificando como Parcial regular (Pr), según escala utilizada en el Estudio Integral de la madera para la Construcción (JUNAC, 1983).

En las inspecciones realizadas a los 2 y 3 meses en el material expuesto bajo cubierta, (imagen 11) se observó intenso ataque de insectos en las probetas testigo de los tres lotes ensayados, mientras que las probetas tratadas no presentaron ningún tipo de alteración (imagen 12). En la segunda inspección, realizada en el material correspondiente al tratamiento 2 (10%) a los dos (2) meses de exposición las probetas presentan daños producidos por 2 tipos de insectos bien diferenciados, perteneciente a la familias *Bostrychidae* y *Líctidae*.

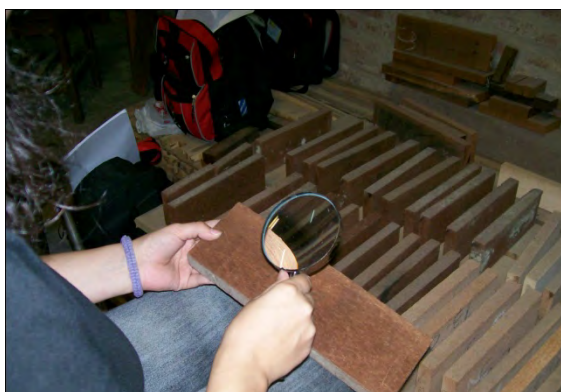


Imagen 11. Inspección del material  
Image 11. Material inspection



Imagen 12. Control y evaluación  
Image 12. Monitoring and evaluation

## DISCUSIÓN

Los valores de retención obtenidos por el método baño caliente frío son aceptables de acuerdo a los mencionados en el trabajo realizado con el mismo material por el CFI (2004). En cuanto a la coloración del material (palmas oscuras, rosadas y claras) no se observa diferencias en los valores de absorción del producto aplicado. El material es atacado por insectos y hongos rápidamente, desde el corte de los rollos a campo, y aserrado hasta obtener el contenido de humedad indicado para los tratamientos de preservación que propone el trabajo, por lo que se prevé para los próximos ensayos aplicar tratamiento térmico según NIMF 15 a las tablas aserradas.

## CONCLUSIONES

En el estado de desarrollo del trabajo se puede indicar que el material aserrado de palma Caranday, *Copernicia alba*, Morong es de fácil impregnación, considerando los valores de retención obtenidos en el primer tratamiento (baño caliente- frío), siendo la penetración una limitante, que podría ser solucionada con la aplicación del método de vacío- presión a ensayarse en la segunda etapa del trabajo.

Con respecto a la efectividad del producto, este presentó una respuesta favorable con respecto a los tratamientos testigos, a corto plazo.

Los controles realizados con una frecuencia de 2 a 3 meses fueron los correctos, y evidenciaron discrepancia en la intensidad y aparición de insectos, que estarían relacionados con las condiciones climáticas favorables para el desarrollo del ciclo biológico de las especies que atacan la estípita de la palma.

Los valores de retención obtenidos por el método baño caliente frío son aceptables de acuerdo a los mencionados en el trabajo realizado con el mismo material por el CFI (2004). En cuanto a la coloración del material (palmas oscuras, rosadas y claras) no se observa diferencias en los valores de absorción del producto aplicado. El material es atacado por insectos y hongos rápidamente, desde el corte de los rollos a campo, y aserrado hasta obtener el contenido de humedad indicado para los tratamientos de preservación que propone el trabajo, por lo que se prevé para los próximos ensayos aplicar tratamiento térmico según NIMF 15 a las tablas aserradas.

## CONCLUSIONES

En el estado de desarrollo del trabajo se puede indicar que el material aserrado de palma Caranday, *Copernicia alba*, Morong es de fácil impregnación, considerando los valores de retención obtenidos en el primer tratamiento (baño caliente- frío), siendo la penetración una limitante, que podría ser solucionada con la aplicación del método de vacío- presión a ensayarse en la segunda etapa del trabajo.

Con respecto a la efectividad del producto, este presentó una respuesta favorable con respecto a los tratamientos testigos, a corto plazo.

Los controles realizados con una frecuencia de 2 a 3 meses fueron los correctos, y evidenciaron discrepancia en la intensidad y aparición de insectos, que estarían relacionados con las condiciones climáticas favorables para el desarrollo del ciclo biológico de las especies que atacan la estípide de la palma

## Agradecimientos

A la Ing. Lidia Monzón y el alumno Nicolás Iza del Laboratorio de Sanidad Vegetal de la Facultad de Recursos Naturales. UNaF por la colaboración en la identificación de especies xilófagas

## BIBLIOGRAFÍA

- KOLLMANN, F. 1959. Tecnología de la madera y sus aplicaciones. Munchen, Alemania. 675 p
- TUSET, R. 1981. "Manual de maderas comerciales, Equipos y procesos industriales". Montevideo. Uruguay. Hemisferio Sur. 668 p.
- BROWN, N. 1975. "La industria de la madera". Limusa. México. 379 p.
- GALANTE, J. 1981. Tecnología de las maderas. Buenos Aires. Nigar. 535 p.
- MADERAS DEL NORDESTE ARGENTINO. Ficha técnica N°1. U.N.N.E. Facultad de Ingeniería. Departamento de Estabilidad. Resistencia. Chaco.
- SE. PLA. DE. 1980. Diagnóstico Provincial Formosa. Argentina. 247 p.
- CORONEL, E. 1994. "Fundamentos de las propiedades físicas de las maderas". 1ra Parte. ITM. Serie de Publicaciones 9.404. Junio 1995. UNSE, Santiago del Estero. Argentina. 187 p.
- TINTO, J. C. 1978. "Aporte del Sector Forestal a la construcción de viviendas". IFONA. Folleto Técnico N° 44. 2ª edición. Buenos Aires. 142 p.
- TINTO, J. C. 1997. "Tecnologías de las maderas argentinas y del mundo". Editorial Agrovet. Argentina. 565 p
- TINTO, J. C. 1980. Manual para tratamientos protectores de productos forestales. C.F.I. Buenos Aires. 62 p.
- COPANT 458 Maderas- Selección y colección de muestras.
- COPANT 460 Maderas: Método de determinación de la humedad.
- NORMA IRAM 9532 Maderas: Método de determinación de la humedad.
- NORMA IRAM 9505 Preservadores de Madera: Aplicaciones y retenciones aconsejables.
- NORMA IRAM 9554. Maderas. Preparación de muestras impregnadas y de soluciones de tratamiento para análisis de preservadores.
- NORMA IRAM 9511: Preservación de maderas de los agentes biológicos.
- Norma IRAM 9535: Postes de caranday para líneas aéreas de energía.
- Norma IRAM 9563: Preservadores de madera: procedimiento para el ensayo de campo.
- RAMIREZ, G; ATENCIA, M ; SIRI, M. 2004 "Proyecto de desarrollo tecnológico de la Palma blanca (*Copernicia alba*, Morong) CFI- Consejo Federal de Inversiones.
- Ministerio de Asuntos Agropecuarios y Recursos Naturales. Provincia de Formosa. "Inventario Forestal". Año 1980. Tomo II. Sección 6ta.
- Ministerio de Asuntos Agropecuarios y Recursos Naturales. Provincia de Formosa. "Inventario Forestal". Año 1980. Tomo III. Zona A. Parte Oriental húmeda, Parte occidental semiseca.

- PETERSEN, M. 1996, Conceptos sobre el aprovechamiento de la palmera *Copernicia alba*, usual en Paraguay. Fundamentos, Trabajo de Tesis Hamburgo.
- Manual del grupo andino para la preservación de maderas.1988. JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA. Ed. Carvajal SA, Colombia.419 p.
- VALENTE, H. 1958. “Estudio químico de la madera de palma *Copernicia alba* , Morong. Administración Nacional de Bosques.



# DURABILIDAD NATURAL DE LA MADERA DE *Pinus elliottii* x *Pinus caribea* var. *Hondurensis* (pino híbrido) FRENTE A LA ACCIÓN DE DOS ESPECIES DE HONGOS XILOFAGOS

## NATURAL DURABILITY OF *PINUS ELLIOTTII* X *PINUS CARIBEA* VAR. *HONDURENSIS* (HYBRID PINE) WOODS FACING THE ACTION OF TWO XYLOPHAGOUS FUNGI

Suirezs T. M<sup>1.</sup>; Bobadilla E. A<sup>1.</sup>; Stehr A. M<sup>2.</sup>; Pereyra O.<sup>1.</sup>; Arguelles T.<sup>3.</sup>; Weber E. M<sup>1.</sup>; Magnago S.<sup>2.</sup>; Martínez S.<sup>4.</sup>; Vera L.<sup>5.</sup>; Almada C.<sup>5.</sup>; Morel M.<sup>5.</sup>

<sup>1</sup> MCs. Ing. Ftal. Docentes. Investigadores. Facultad de Ciencias Forestales (U.Na.M.). Bertoni 124 (3380). Eldorado, Misiones, Argentina. suirez@facfor.unam.edu.ar

<sup>2</sup> Ing. Ftal. Docente. Investigadora. Facultad de Ciencias Forestales (U.Na.M.) sdmagnago@hotmail.com

<sup>3</sup> Doctora. Docente. Investigadora. Facultad de Ciencias Forestales (U.Na.M.). Bertoni 124 (3380). Eldorado, Misiones, Argentina.

<sup>4</sup> Docente. Investigadora. Facultad de Ciencias Forestales (U.Na.M.). Bertoni 124 (3380). Eldorado, Misiones, Argentina.

<sup>5</sup> Alumnas <sup>5</sup>o Ing. Facultad de Ciencias Forestales (U.Na.M.). Bertoni 124 (3380). Eldorado, Misiones, Argentina.

### RESUMEN

Una de las principales propiedades de las maderas, que definen las condiciones en que deben ser usadas, es la durabilidad natural frente a la acción de agentes destructores biológicos. Esto llevó a estudiar la durabilidad natural de la madera de *Pinus elliottii* x *Pinus caribea* var. *Hondurensis* (pino híbrido) frente a la acción de dos especies de hongos xilófagos *Ganoderma applanatum* y *Laetyporus sulfureus* (BAFC: 205). Las maderas estudiadas se obtuvieron al azar en una industria de la zona de la firma PINDO S.A. Los ensayos de durabilidad se realizaron bajo la norma EN N° 113 modificada. La clasificación de durabilidad se realizó según el criterio de Findlay, resultando la especie de madera bajo estudio como no resistente, frente a la acción del hongo *Ganoderma applanatum* y perecedera ante al hongo *Laetyporus sulfureus*. La pérdida de peso de la madera provocada por las especies de hongos resultó estadísticamente significativa.

**Palabras claves:** Pino híbrido, durabilidad natural, *Ganoderma applanatum*, *Laetyporus sulfureus*

### SUMMARY

One of the main wood properties that define the conditions in which they should be used is the natural durability facing the action of biological destructive agents. This was the reason of the study of the natural durability of *Pinus elliottii* x *Pinus caribea* var. *Hondurensis* (hybrid pine) woods facing the action of two species of xylophagous fungi *Ganoderma applanatum* and *Laetyporus sulfurous* (BAFC: 205). The studied woods were obtained at random from a local firm named PINDO S.A. The durability tests were done using the modified Norm EN N° 113. The durability classification was done according to Findlay criterion, giving as results that the wood species studied was non resistant to the action of the *Ganoderma applanatum* fungus and perishable to the *Laetyporus sulfureus* fungus. The loss wood weight caused by fungi was statistically significant.

**Key words:** Hybrid pine, natural durability, *Ganoderma applanatum*, *Laetyporus sulfureus*

## INTRODUCCIÓN

En la mayoría de los viveros forestales locales se están produciendo platines de *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (pino híbrido), ya que la especie logró adaptación al clima y un rápido crecimiento.

Los primeros cruzamientos del *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, se realizaron en 1968 en Futululu. Con este cruzamiento se logró una especie de mayor resistencia al frío, mayor crecimiento y densidad. En Australia y Sudáfrica, el híbrido llegó a un crecimiento volumétrico en 37 % en promedio, superior al *Pinus elliottii* y un poco inferior al *Pinus caribaea* var. *Hondurensis*. Visualmente la madera del híbrido que crece en estas regiones, presenta una diferencia entre el leño temprano y el leño tardío, un poco menos que el *Pinus elliottii*. Esta poca diferencia puede ser un aporte del *Pinus caribaea* var. *Hondurensis*, debido a que esta especie posee una textura más uniforme y la falta de contraste marcado entre leño temprano y leño tardío que caracterizan a estas especies (Malan, 1995).

Rockwood *et al.* (1991), determinaron que en el sudeste de Queensland, el híbrido está reemplazando al *Pinus elliottii*, principalmente en los sitios poco drenados y al *Pinus caribaea* var. *hondurensis* en los sitios drenados, por su adaptabilidad al medio, rápido crecimiento, además presenta un fuste recto y buenas propiedades.

Pereyra *et al.* (2007) estudiaron las propiedades de la madera del *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* (pino híbrido) obteniendo los pesos específicos aparentes estacionado, anhidro, básico y saturado: 0,514 gr/cm<sup>3</sup>, 0,478 gr/cm<sup>3</sup>, 0,421 gr/cm<sup>3</sup> y 1,006 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente.

Las maderas de *Pinus* son susceptibles al ataque de hongos xilófagos, principalmente en condiciones húmedas y en contacto con el suelo. Los hongos que atacan a las maderas se clasifican según los daños que producen, en pudriciones, manchas y mohos. Las pudriciones son producidas por hongos basidiomicetes que desintegra a la lignina por oxidación y a la celulosa por hidrólisis, causando pérdida del color natural, peso y propiedades de resistencia mecánicas de la madera (Martínez, 1952).

Bobadilla *et al.* (2007) al estudiar la durabilidad de la madera del *Pinus taeda* encontraron una pérdida de peso de 67,63 % frente a la acción del hongo *Laetiporus sulphureus* BAFC: 205 y 36,77 % ante el hongo *Ganoderma applanatum* BAFC: 1168.

La especie de hongo *Ganoderma applanatum* es conocida comúnmente como oreja de palo; está clasificado como un polyporal. También es conocido como "hongo plataforma" porque el cuerpo de fructificación forma una plataforma en los lados de los árboles y troncos. (botit.botany.wisc.edu/toms\_fungi/march99.html) Imagen 1.

Generalmente se desarrolla en frondosas, causando podredumbre blanca o amarillenta, con cavidades llenas de micelio blanco (Rollan, 1980)



Imagen 1: Cuerpos fructíferos de *Ganoderma applanatum* Foto: Milagro Mata.  
Picture 1: *Ganoderma applanatum* fruiting body

El hongo *Laetiporus sulphureus* conocido como repisa de azufre. Crece saprofiticamente sobre troncos caídos; aunque también se ha recolectado sobre árboles vivos de *Eucalyptus* sp. y *Quercus* sp. Su reproducción es por medio de esporas. (darnis.inbio.ac.cr/ubisen/FMPro?-DB=UBIPUB.fp3&-lay=WebAll&-error=norec.html) Imagen 2.



Imagen 2: Cuerpo fructífero de *Laetiporus sulphureus*  
Picture 1: *Laetiporus sulphureus* fruiting body

Es necesario conocer previamente el comportamiento de las maderas ante distintas situaciones de uso, para prolongar su vida útil mediante distintos tratamientos y protección por diseño. Por lo que éste trabajo tuvo como objetivo estudiar la durabilidad natural de la madera del híbrido *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, de entre 9 y 14 años de edad, cultivado en la zona norte de la provincia de Misiones, Argentina ante la presencia de estos hongos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La madera para este trabajo fue seleccionada al azar de árboles de entre 9 y 14 años de edad, proporcionada por la Firma PINDO S.A. de la que se realizaron las probetas para los

ensayos de durabilidad propuesta por la Norma EN 113 (modificada), métodos de laboratorio, con dimensiones de 3 x 1 x 0,5 cm.

Las mediciones de los pesos de las probetas se efectuaron antes y después de ser sometidas a la acción de los hongos, con una balanza Mettler, cuya precisión es de 0,001 miligramos.

Las cepas de los hongos xilófagos, *Laetiporus sulphureus* BAFC: 205, *Ganoderma applanatum*, BAFC: 1168, fueron proporcionadas por la Facultad de Ciencias Exactas Químicas y Naturales, Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad de Buenos Aires.

El repique de los hongos se realizó en medio de Noble, en tubos de ensayos de 200 mm de largo y 20 mm de diámetro, obturados con tapón de algodón, esterilizados en autoclave con presión de 0,5 atm. durante 5 minutos. Los tubos fueron colocados en estufa durante 14 días a  $27^{\circ} \text{C} \pm 1^{\circ} \text{C}$ , con observaciones diarias hasta que el desarrollo del micelio cubrió totalmente el pico de flauta, donde se depositaron las probetas con sus respectivas identificaciones y fueron colocados en estufa de cultivo durante tres meses, a una temperatura de  $28^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ , con controles semanales (Imagen 3). Finalizado este periodo, las probetas se retiraron de los tubos, se las limpiaron dejándolas en ambiente de laboratorio durante 48 hs, para su acondicionamiento, luego se tomó el peso final de las probetas.

Se utilizaron 5 probetas de madera por cada hongo en estudio.

La durabilidad de la madera frente al ataque de los hongos xilófagos, se determinó a partir de la diferencia de peso, antes y después de ser sometidas al ataque de los hongos. Para la clasificación de la durabilidad de la madera de la especie bajo estudio se utilizó el criterio de FINDLAY, (1938) que se presenta en la tabla 1.

Tabla 1: Relación del porcentaje de pérdida de peso y grado de resistencia.

Table 1: Relation of percentage of loss weight and resistance grade

Porcentaje pérdida de peso	Grado de resistencia
hasta 1%	Muy resistente
2 - 5 %	Resistente
5 - 10 %	Moderadamente resistente
10 - 30%	No resistente
Superior al 30%	Perecederas



Imagen 3: Tubos de ensayos con hongos y probetas de madera

Picture 3: Fungi and wood samples test tubes.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 2 se pueden observar los valores promedios, desvío y coeficiente de variación de la pérdida de peso y su relación con el grado de resistencia de la madera del pino híbrido, y en la imagen 4 el estado de las probetas después de estar frente a la acción del hongo xilófago *Laeteporus sulfureus*.

Tabla 2: Valores promedio, desvío estándar y coeficiente de variación de pérdida de peso y grado de resistencia de la madera de *pino híbrido* frente a la acción del hongo xilófago *Laeteporus sulfureus*.

Table 2: Mean values, standard deviation, and coefficient of variation of loss weight and resistance grades of hybrid pine wood facing the action of the xylophagous fungus *Laeteporus sulfureus*.

<b>Especie de hongo</b>	<b>Promedio %</b>	<b>DS %</b>	<b>CV</b>	<b>GR</b>
<i>Laeteporus sulfureus</i>	44,83	<b>12,26</b>	27,34	Percedera

DS: Desvío estándar; CV: Coeficiente de variación; GR: grado de resistencia

Comparando con la pérdida de peso del *Pinus taeda* producido por la misma especie de hongo, estudiado por (Bobadilla *et al.* 2007), la madera del pino híbrido presenta un valor promedio menor de pérdida de peso. Imagen 4.



Imagen 4: Probetas de madera de pino híbrido después de estar 3 meses frente a la acción del hongo *Laeteporus sulfureus*.

Picture 4: Wood samples of hybrid pine after being three months facing the action of *Laeteporus sulfureus* fungus.

En la tabla 3 se presentan los valores promedios, desvío y coeficiente de variación de la pérdida de peso y su relación con el grado de resistencia, de la madera del pino híbrido. En la imagen 5 el estado de las probetas frente a la acción del hongo xilófago *Ganoderma applanatum*.

Tabla 3: Valores promedio, desvío estándar y coeficiente de variación de pérdida de peso y grado de resistencia de la madera de *pino híbrido* frente a la acción del hongo xilófago *Ganoderma applanatum*.

Table 3: Mean values, standard deviation, and coefficient of variation of loss weight and resistance grades of hybrid pine wood facing the action of the xylophagous fungus *Ganoderma applanatum*.

<b>Especie de hongo</b>	<b>Promedio %</b>	<b>DS %</b>	<b>CV</b>	<b>GR</b>
<i>Ganoderma applanatum</i>	22,64	6,39	28,22	No resistente

DS: Desvío estándar; CV: Coeficiente de variación; GR: grado de resistencia

Si se compara la pérdida de peso de *Pinus taeda* (Bobadilla *et al.* 2007) de 36,77 % con el del híbrido, este presenta valor medio menor, ante el hongo *Ganoderma applanatum* BAFC: 1168.



Imagen 5: Probetas de madera de pino híbrido después de estar 3 meses frente a la acción del hongo *Ganoderma applanatum* BAFC: 1168.

Picture 5: Wood samples of hybrid pine alter being three months facing the action of *Ganoderma applanatum* fungus BAFC: 1168.

Se presenta en el gráfico 1 la comparación de medias del porcentaje de pérdida de peso de la madera del pino híbrido frente a la acción de las especies de hongos xilófagos *Laeteporus sulfureus* y *Ganoderma applanatu*.

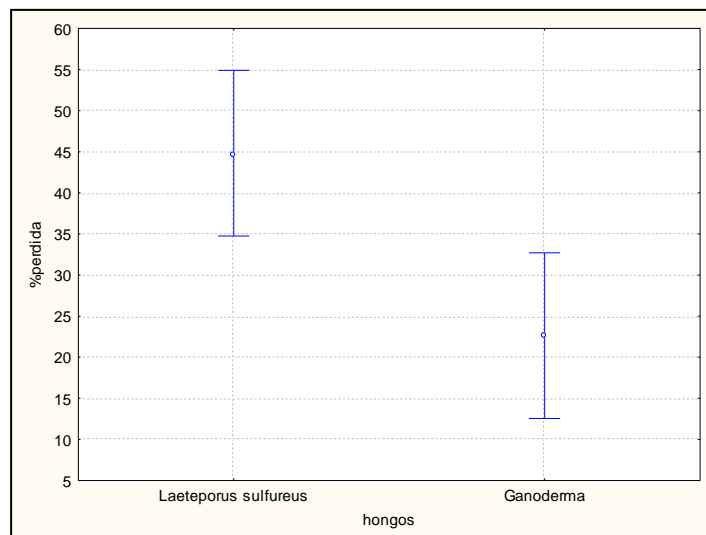


Grafico 1: Comparación de medias de pérdida de peso provocada por dos hongos xilófagos.  
Graph 1: Comparison of loss weights means caused by the two xylophagous fungi.

En la tabla 4 se muestran los resultados de la comparación de medias del test de Tukey al 5% los cuales dan diferencias significativas entre las medias de ambas especies.

Tabla 4: Test de comparación de medias de las diferentes especies de hongos  
Table 4: Comparison means test of the different fungi species.

Especies de hongos	N	Media	Desvío	CV%
<i>Laeteporus sulfureus</i>	5	44,83	12,26	27,34
<i>Ganoderma</i>	5	22,64	6,39	28,23

## CONCLUSIONES

La madera de *Pinus elliottii x Pinus caribea var. Hondurensis* (híbrido) es perecedera en estado natural, frente a la acción de hongo xilófago *Laeteporus sulfureus* y no resistente frente a la especie de hongo *Ganoderma applanatum* en uso exterior y húmedo, por lo que no se debería usar a la intemperie sin algún preservante, pero como es un madera que tiene buena absorción, sería fácil aplicar algún producto que aumente su vida útil.

La diferencia de pérdida de peso de la madera del híbrido, producida por las dos especies de hongos es estadísticamente significativa.

## BIBLIOGRAFÍA

- BOBADILLA, E.; SUIREZS, T.; PEREYRA, O.; WEBER, E.; SILVA, F.; STEHR, A. 2007. Durabilidad de la madera del *Pinus taeda*. L. impregnado con cupro-cromo-arsenicales, frente a hongos xilófagos. Misiones. Argentina. Revista FLORESTA Volumen 37 número 1. FUPEF. Universidad Federal do Paraná.
- FINDLAY, W. P. K. 1938. The value of laboratory test on Wood preservative. Convention British Wood Preserving Association
- MALAN F.S. 1995. The Basic Wood Properties and sawtimber quality. South African grown *Pinus elliottii x Pinus caribea*. Division of Forest Science and Technology CSIR, Suid-Afrikaanse Bosboutydskrif-nr 173.
- ROLLAN M. G. 1976. Hongos de la Madera. Editorial: Graficas Ajenjo. pp 243
- MARTINEZ, J. B. 1952. Conservación de madera en sus aspectos teóricos, industrial y económico. Volumen I. Ministerio de Agricultura. Instituto forestal de investigaciones y experiencias. Madrid. Pg.550.
- PEREYRA, O.; SUIREZS, T.M.; BOBADILLA, E.A.; WEBER, E.M.; GAMARRA, N.G. 2007. Estudio de los pesos específicos aparentes, contracciones, hinchamiento, anisotropía y punto de saturación de fibras de la madera del híbrido *Pinus elliottii x Pinus caribaea var. Hondurensis*. III Congreso Iberoamericano de productos forestales. Buenos Aires. ISSN 1851 – 0965
- ROCKWOOD, DL; HARDADING, K.L; NICLES, D.G. 1991. Variation in the Wood Properties of the *Pinus elliottii x Pinus caribaea var. Hondurensis* F1 Hybrid, Its Parental Species, and Backcross to *Pinus elliottii* in Australia.  
[www.botit.botany.wisc.edu/toms\\_fungi/march99.html](http://www.botit.botany.wisc.edu/toms_fungi/march99.html)  
[www.darnis.inbio.ac.cr/ubisen/FMPro?-DB=UBIPUB.fp3&-lay=WebAll&-error=norec.htm](http://www.darnis.inbio.ac.cr/ubisen/FMPro?-DB=UBIPUB.fp3&-lay=WebAll&-error=norec.htm)



# PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA MADERA DE *Helietta apiculata* Benth. (RUTACEAE)

## PHYSICAL AND MECHANICAL WOOD PROPERTIES OF *Helietta apiculata* Benth. (RUTACEAE)

Zaderenko, C.<sup>1</sup>; Bohren, A. V.<sup>2</sup>; Aguilera, M. A.<sup>3</sup>; Grance, L.<sup>4</sup> y S. Martínez<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Magister en Ciencias de la Madera, Celulosa y Papel, docente de la Facultad de Cs. Forestales UNaM.

[zaderenko@facfor.unam.edu.ar](mailto:zaderenko@facfor.unam.edu.ar)

<sup>2</sup> Magister en Ciencias de la Madera, Celulosa y Papel, docente de la Facultad de Cs. Forestales. UNaM, Eldorado, Misiones, Argentina. [alicia@facfor.unam.edu.ar](mailto:alicia@facfor.unam.edu.ar)

<sup>3</sup> Estudiante de Ingeniería Forestal, UNaM.

<sup>4</sup> Ingeniero Forestal, Docente, Facultad de Cs. Forestales, UNAM. [lgrance@facfor.unam.edu.ar](mailto:lgrance@facfor.unam.edu.ar)

<sup>5</sup> Prof. Ciencias Básicas, Facultad de Cs. Forestales, UNAM [balada@arnet.com.ar](mailto:balada@arnet.com.ar)

## RESUMEN

Este trabajo estudia las propiedades físicas y mecánicas de la madera de *Helietta apiculata*, conocida como “yvirá oví”, árbol nativo de Misiones (Argentina), con la finalidad de establecer sus aptitudes y cualidades maderables. Se recolectaron muestras de madera de cinco árboles adultos en el departamento General San Martín. Para la determinación de las propiedades físicas y mecánicas se aplicaron las normas IRAM, ASTM y DIN. Para establecer su potencial maderable se utilizó la clasificación de Sallenave. Los ensayos y estudios de las características de la madera se realizaron en los laboratorios de Anatomía de la Madera y Tecnología de la Madera de la Facultad de Ciencias Forestales, Eldorado, Misiones. Se concluye que la madera es apta para carpintería, madera industrial, madera de despiece radial, piezas curvas y poco laminable.

**Palabras claves:** Propiedades físicas de la madera, y propiedades mecánicas de la madera, usos.

## SUMMARY

This work is a study of the physical and mechanical properties for *Helietta apiculata* wood, known as "yvyra ovi", a native tree of Misiones (Argentina), done with the aim to establish the aptitudes and workability of this lumber. Wood samples were collected from five adult trees in the department of General San Martín. IRAM, ASTM and DIN standards were applied to determine physical and mechanical properties of the wood. To establish lumbering potential, Sallenave's classification has been used. Specimen tests and study of wood characteristics were done at the Wood Anatomy and Wood Technology laboratories of the Forestry Sciences Faculty, Eldorado, Misiones. It was concluded that this lumber is suitable for woodworking, as industrial lumber, for radial sewing, for bent components and has little laminability.

**Key words:** Physical wood properties, mechanical wood properties, uses.

## INTRODUCCIÓN

El “yvyra ovi” o “canela de venado” (*Helietta apiculata*), es un árbol perteneciente a la familia Rutaceae que se distribuye en América del Sur, en Brasil, Paraguay y nordeste de Argentina (Zuloaga & Morrone, 1996). En nuestro país se lo encuentra la región fitogeográfica denominada Provincia Paranaense de Misiones y Corrientes, (Cabrera, 1994).



En la Selva Paranaense el “yvyra ovi” es un árbol pionero y colonizador, de rápido crecimiento, de temperamento heliófito y selectiva higrófito, su frecuencia es variable, con tendencia a formar comunidades con predominio de la especie y de *Astronium balansae* Engl., fundamentalmente en zonas bajas, húmedas, pedregosas y en especial en la porción sur de la Provincia, (Fontana, 1998).

Presenta porte pequeño a mediano, fuste recto, cilíndrico y base reforzada, alcanzando alturas y diámetros comprendidos entre 10 a 20 metros y 30 a 50 cm d.a.p. (diámetro a la altura de pecho) respectivamente; de follaje perenne, hojas compuestas, opuestas y decusadas, exstipuladas. Hojas trifolioladas, de 5-12 cm de longitud. Pecíolo muy fino de 2 a 4 cm de longitud. Los foliolos presentan lámina elíptica ú oblanceoladas, sésiles, de 3 a 7 cm de longitud y de 1 a 2 cm de ancho; mesófilos foliolares con abundantes puntos glandulares traslúcidos, al restregarlas presentan un olor característico. De ápice apiculado, base aguda, borde entero, superficie lisa y glabra. Las inflorescencias son en tirsos terminales de 5-8 cm de longitud, flores pentámeras de 3-4 mm de diámetro, fruto alado, compuesto de 3-5 sámaras, monospermazos, soldados por la base, cáliz persistente. (Spichiger & Stutz de Ortega, 1987; Cowan & Smith, 1973; Gartland & Bohren, 2009).

Sobre el uso de la madera del “yvyra ovi”, esta se remonta ya en la comunidades guaraníes, quienes utilizaban los fustes de esta especie para columnas y vigas horizontales en la construcción de sus habitaciones y quinchos (Keller, 2008), y también se utiliza para carpintería en general, artículos de utilidad rural, revestimientos, cabos de herramientas, leña y carbón (Tinto, 1987)

Entre otro usos, mencionamos que la corteza del “yvyra ovi” presenta propiedades antileishmaniásicas y antiinflamatorias (Ferreira *et. al.*, 2009). Los árboles reúne buenas aptitudes como ornamental debido a su follaje brillante (Lorenzi, 1998).

Entre las referencias sobre estudios de las características y propiedades de la madera mencionamos a Tinto (1978) que caracteriza macroscópicamente a la madera y determina únicamente su peso específico al 15 % de humedad 0,865. Se estableció también que la madera del “yvirá ovi” se asierra, cepilla y moldura sin inconvenientes; resulta dura para clavar y atornillar, pero acusa muy buena retención de los elementos incorporados. Acepta mejor los lustres y barnices, que las pinturas. Es madera dura, pesada; poco penetrable; con veteado suave; brillo suave; textura fina y homogénea; grano oblicuo; poco durable.

No se registran estudios sobre las propiedades físicas y mecánicas de esta madera para determinar su potencial maderable, siendo este el objetivo del presente trabajo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en cinco individuos arbóreos de *Helietta apiculata*, obtenidos de la propiedad de la Compañía Forestal Puerto Rico S. R. L., ubicada en el Departamento Libertador General San Martín, Colonia Garuhapé, correspondiente a la zona central de la Provincia de Misiones, región que conserva la estructura original de los bosques nativos.

Para el estudio se seleccionaron cinco árboles adultos, con diámetro a la altura de pecho superior a 30 cm, de las que se obtuvieron las muestras de madera para la confección de probetas, de acuerdo a la Norma IRAM 9523, también se recolectaron las correspondientes muestras de herbario que se hallan depositados en la Cátedra de Dendrología de la Facultad de Ciencias Forestales, de la UNAM, en Eldorado, Misiones.

La determinación de las propiedades físicas y mecánicas de la madera se realizaron de acuerdo a las Normas IRAM N° 9502, 9532, 9543 y 9544; ASTM D 143-52 y DIN N° 52186. Los ensayos se llevaron a cabo en el Laboratorio de Tecnología de la Madera de la Facultad de

Ciencias Forestales. Las probetas se elaboraron en el Centro Tecnológico de la Madera Montecarlo. El ensayo de cada una de las propiedades físico-mecánicas se realizó con 10 repeticiones, determinándose en cada caso el valor medio, la varianza y el coeficiente de variación en planilla de cálculo Excel.

Para realizar el presente estudio se utilizaron los siguientes materiales: balanza eléctrica, estufa de secado con termostato para regular temperaturas de  $103 \pm 2$  °C; calibre con precisión de medida de 0,02 mm; clavos, martillo, bandejas. Máquina universal de ensayos marca CIFIC de 10 toneladas de capacidad, conectada a un gabinete de trabajo y control, con 4 escalas de operación (1, 2, 5, y 10 tn), que permiten apreciar cargas mínimas de 2,5 kg. Posee cilindro registrador de curvas de flexión y compresión (fuerza – deformación).

El potencial maderable de la especie se determinó aplicando los criterios de clasificación propuestos por Sallenave (1955); texto traducido y presentado por Pérez Galaz (1983).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Propiedades físicas y mecánicas de la madera

Los valores obtenidos de los ensayos de las propiedades físicas se presentan en la Tabla 1 y de las propiedades mecánicas en la Tabla 2.

Tabla 1: Propiedades físicas

Table 1: Physical properties

Ensayo		Media	DS	CV[%]
Densidad Aparente [gr/cm <sup>3</sup> ]	Anhidra	0,87	0,02	2,6
	Normal [CH: 12 %]	0,90	0,01	2,2
	Saturada	1,09	0,01	1,6
	Básica	0,75	0,01	2,4
Contracción [%]	Contracciones totales			
	Axial	1,13	0,2	17,4
	Radial	6,68	1,0	15,0
	Tangencial	9,49	1,4	14,5
	Contracción volumétrica	17,3		
	Coefficientes de contracción			
	Radial	0,21	0,0	13,0
	Tangencial	0,32	0,1	17,1
	Anisotropía de la contracción	1,42		
PSF [%]	32,07	3,2	10,25	

DS: Desvío estándar; CV: Coeficiente de Variación

Tabla 2: Propiedades Mecánicas

Table 2: Mechanical properties

Ensayo		Media	DS	CV[%]
Flexión estática [kg/cm <sup>2</sup> ]	Módulo de Elasticidad	155.533	2.537,6	166,5
	Módulo de Rotura	1105,7	124,3	11,3
Compresión paralela a las fibras [kg/cm <sup>2</sup> ]	Módulo de Elasticidad	58.978	10.377,6	17,6
	Módulo de Rotura	510	54,0	10,6
Dureza Janka [kg/cm <sup>2</sup> ]	Transversal	815	19,0	2,3
	Radial	738	13,7	1,9
	Tangencial	775	24,7	3,2
Corte o cizallamiento paralelo a las fibras [kg/cm <sup>2</sup> ]	Radial	116	3,6	3,1
	Tangencial	150	9,5	6,4
Tracción perpendicular a las fibras	Radial	74	5,1	6,9

[kg/cm <sup>2</sup> ]	Tangencial	53	5,5	10,3
Clivaje o rajadura [kg/cm]	Radial	127	30,5	24,0
	Tangencial	77	18,2	23,6

DS: Desvío estándar CV: Coeficiente de Variación.

Tabla 3: Clasificación de la madera de *Helietta apiculata* según los criterios de Sallenave (Pérez, 1985)

Table 3: Classification of wood of *Helietta apiculata* according Sallenave's criteria (Pérez, 1985)

Propiedad	Valor	Clase
Densidad aparente 12 %	0,90 gr/cm <sup>3</sup>	Pesada
Contracción volumétrica total	17,3 %	Gran contracción
Coefficiente de contracción volumétrica total	0,539	Madera nerviosa
Higroscopicidad	0,0041	Fuerte
Módulo de rotura a la flexión estática	1105,7 kg/cm <sup>2</sup>	Mediana
Cota de flexión estática	12,28	Mediana
Cota de tenacidad	3,16	Muy tenaz
Módulo de ruptura a la compresión paralela a las fibras	510 kg/cm <sup>2</sup>	Inferior
Cota de calidad estática	5,6	Inferior
Dureza normal a las fibras	756,5 kg/cm <sup>2</sup>	Semidura
Cota de dureza	945	Normal
Resistencia al clivaje o rajadura	102 kg/cm <sup>2</sup>	Media
Cota de laminabilidad	1,13	Poco laminable

En la **tabla 1** se observa que la densidad de la madera “estacionada” es de 0,90 gr/cm<sup>3</sup>, y de acuerdo a la clasificación propuesta por García & García (1949) se encuentra en el rango de madera “pesada” (0,751 a 1 gr/cm<sup>3</sup>), coincidente con la de Sallenave, **tabla 3**, entre las pesadas (0,800 a 0,950 gr/cm<sup>3</sup>).

La contracción volumétrica total de la madera es de 17,3 %; según Sallenave, **tabla 3**, se encuadra en la clase de madera de gran contracción, cuyas piezas de madera presentan grandes grietas de secado, que se deben aserrar antes de su secado; mientras que el coeficiente de contracción volumétrica presenta un valor de 0,539 que se la clasifica como madera nerviosa, apta para despiece radial.

La anisotropía es de 1,42 (**tabla 1**), por lo que la madera de “yvyra ovi” de acuerdo a la clasificación de Coronel (1994), presenta excelente estabilidad (menor a 1,5).

La higroscopicidad de la madera de “yvyra ovi” es de 0,0041, y Sallenave, **tabla 3**, la clasifica como “fuerte”, es decir que presenta una fuerte variación de la densidad cuando aumenta o disminuye su contenido de humedad en un 1 %.

En la **tabla 2** se registra un módulo de rotura a la flexión estática de 1105,7 kg/cm<sup>2</sup>, lo que según la clasificación de Sallenave, **tabla 3**, la sitúa en la clase de resistencia “mediana”; la cota de flexión de 12,28 y el mismo autor la ubica como madera “mediana”, apta para carpintería.; la cota de tenacidad es de 3,16 calificando la madera como “muy tenaz”, apta para piezas curvadas.

El módulo de ruptura a la compresión paralela a las fibras es de 510 kg/cm<sup>2</sup> (**tabla 2 y 3**) y la cota de calidad estática es de 5,6 y según Sallenave la clasifica como “inferior”.

La dureza normal a las fibras es de 756,5 kg/cm<sup>2</sup>, obtenida de la **tabla 2** como valor medio de las durezas tangencial y radial, Sallenave, **tabla 3**, la clasifica como madera “semidura”, mientras que en la clasificación de García & García (1949) entra en la categoría de maderas “duras”. La cota de dureza es de 945, “normal” según Sallenave, apta como madera para uso industrial.

Los valores de resistencia al corte o cizallamiento paralelo a las fibras, radial y tangencial, presentan valores medios, de 116 y 150 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente (**tabla 2**); aptos para ensambladuras, juntas y encajes empleadas en carpintería.

La tracción perpendicular a las fibras de la madera de “yvyra ovi” alcanza valores medios, de 74 y 53 kg/cm<sup>2</sup>, en los planos radial y tangencial respectivamente (**tabla 2**); apta para la elaboración de piezas especiales como arcos y vigas curvas.

La resistencia al clivaje o rajadura es de 102 kg/cm<sup>2</sup>, valor promedio de las resistencias en los planos radial y tangencial (**tabla 2 y 3**), y que según Sallenave representa valores “medios”, mientras que su cota de laminabilidad es de 1,13 la califica como “poco laminable” pero apta como madera industrial o para usos especiales.

## CONCLUSIONES

Las propiedades físicas y mecánicas de “yvyra ovi” indican que es una madera pesada, semidura, con excelente estabilidad, presenta valores “medios” tanto en resistencia a la flexión estática, al corte o cizallamiento paralelo al grano, al clivaje o rajadura como a la tracción perpendicular al grano, mientras que su resistencia a la compresión es de clase “inferior”.

Debido a su gran contracción volumétrica y su alta higroscopicidad, el potencial maderable del “yvyra ovi”, se restringe a carpintería y madera industrial. Es conveniente evitar el secado en rollizos debido a la tendencia a la formación de grietas, por lo que es aconsejable aserrarla antes del secado. Dado su alto coeficiente de contracción volumétrica (madera nerviosa) es indicada para despiece radial; su gran tenacidad la hace apta para piezas curvas; y su cota de laminabilidad la califica como poco laminable.

## BIBLIOGRAFÍA

- American Society For Testing And Materials. 1972. Standard method of testing small clear specimen of timber. ASTM – D 143-52. USA.
- Cabrera, A. L.** 1994. Regiones Fitogeográficas *Argentinas*. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Tomo II. Fascículo 1. Editorial ACME S. A. C. I. Primera reimpresión. Buenos Aires. 85 p.
- Coronel, E. O.** 1994. Fundamentos de las Propiedades Físicas y Mecánicas de las Maderas. Primera parte. Fundamentos de las Propiedades Físicas de la Madera. Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Santiago del Estero. Argentina. 187 p.
- Cowan, R. S. y L. Smith.** 1973. Rutáceas. Flora Ilustrada Catarinense. Itajaí. Santa Catarina. Brasil. 89 p.
- Deutsch Industrie Norm.** 1973. Prüfung von Holz; Biegeversuch. DIN N° 52186. Alemania.
- Ferreira, M.; Rojas de Arias, A.; Yaluff, G.; de Bilbao, N.; Nakayama, H.; Torres, S.; Schinini, A.; Guy, I.; Heinzen, H. y A. Fournet.** 2009. Antileishmanial activity of furoquinolines and coumarins from *Helietta apiculata*. *Phytomedicine*, Volume 17 (5): 375-378.
- Fontana, J. L.** 1998. Análisis sistemático-ecológico de la flora del sur de Misiones (Argentina). *Candollea* 53: 211-300.
- García, R. R. & J. J. M. García.** 1949. “Glosario de términos relacionados con las propiedades físicas y mecánicas de la madera”. Lilloa. Revista Botánica. Universidad Nacional de Tucumán. Tomo XVIII:111-132.
- Gartland, H. M. & A. V. Bohren.** 2009. Dendrología Especial. Árboles Forestales de Argentina. Colección: Cuadernos de Cátedra. ISBN: 978-950-579-095-1. Posadas, Misiones. Editorial Universitaria, UNaM. 130 p.
- Instituto Argentino De Racionalización De Materiales.** 1963. Método de determinación de humedad. Norma IRAM N° 9532. Buenos Aires. Argentina. 16 p.
- Instituto Argentino de Racionalización de Materiales.** 1966. Maderas. Método de determinación de las contracciones totales, axial, radial y tangencial y el punto de saturación de las fibras. Norma IRAM N° 9543. Buenos Aires. Argentina. 6 p.
- Instituto Argentino de Racionalización de Materiales.** 1973. Determinación de densidad. Norma IRAM N° 9544. Buenos Aires. Argentina. 10p.
- Instituto Argentino de Racionalización de Materiales.** 1977. Maderas, definiciones. Norma IRAM 9502. Buenos Aires. Argentina. 47 p.
- Instituto Argentino de Racionalización de Materiales.** 1977. Maderas. Selección y colección de muestras. Norma IRAM N° 9523. Buenos Aires. Argentina. 10 p.
- Keller, H. A.** 2008. Las plantas usadas en la construcción y el acondicionamiento de las viviendas y templos guaraníes en Misiones, Argentina. *Bonplandia* 17(1): 65-81.
- Lorenzi, H.** 1998. Árvores Brasileiras. Manual de identificação Cultivo de Plantas Arbóreas do Brasil. Vol 1, 2da. Edición. Instituto Plantarum de Estudos Da Flora Ltda. Brasil. 368 p.
- Perez Galaz V, A.** 1983 Manual de propiedades físicas y mecánicas de maderas chilenas. Investigación y desarrollo forestal. Corporación Nacional forestal. FAO. Santiago de Chile. 451 pp.

- Spichiger, R. y L. Stutz de Ortega.** 1987. Flora del Paraguay. Rutaceae. Missouri Botanical Garden. Conservatoire et Jardin Botanique de la Ville de Genève. 50 p.
- Tinto, J.** 1978. Aporte del Sector Forestal a la Construcción de Viviendas. Instituto Forestal Nacional. Folleto Técnico Forestal N° 44. Bs. As. 142 p.
- Tinto, J.** 1987. Clave de Identificación de Maderas Argentinas. Sistema de Regionalización. Secretaría de Ciencia y Técnica. Subsecretaría de Coordinación y Planificación. República Argentina. 58 p.
- Zuloaga, F. & O. Morrone.** 1996. Catálogo de las Plantas Vasculares de la República Argentina. I. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. 60.

# DENSIDADE DO SOLO EM UMA CRONOSEQUÊNCIA DE PLANTIOS DE *Pinus taeda* L. NA REGIÃO NORDESTE DO RIO GRANDE DO SUL - BRASIL

## SOIL DENSITY IN A CRONOSEQUENCE OF *Pinus taeda* L. STANDS IN NORTHEAST REGION OF RIO GRANDE DO SUL STATE - BRAZIL

Brun, E. J.<sup>1</sup>; Brun, F. G. K.<sup>2</sup>; Schumacher, M. V.<sup>3</sup>; Truby, P.<sup>4</sup>; Meyer, E. A.<sup>5</sup>

1 – Eng. Florestal, Dr., Professor do curso de Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos. Estrada p/ Boa Esperança, km 4 – CEP: 85660-000. Dois Vizinhos, PR. E-mail: [eleandrobrun@utfpr.edu.br](mailto:eleandrobrun@utfpr.edu.br).

2 – Eng. Florestal, M.Sc., doutoranda em Recursos Florestais na ESALQ/USP. Laboratório de Silvicultura Urbana, Centro de Métodos Quantitativos, Depto. de Ciências Florestais. Av. Pádua Dias, 11. Piracicaba, SP. CEP: 13419-900. E-mail: [fgkbrun@esalq.usp.br](mailto:fgkbrun@esalq.usp.br).

3 – Eng. Florestal, Dr., Professor do Depto. de Ciências Florestais da UFSM. Av. Roraima, 1000 – Camobi. Santa Maria, RS. CEP: 97105-900. E-mail: [schumacher@pq.cnpq.br](mailto:schumacher@pq.cnpq.br).

4 – Eng. Florestal, Dr. Professor do Instituto de Solos e Nutrição florestal da Universidade de Freiburg – Alemanha. E-mail: [Peter.Trueby@bodenkunde.uni-freiburg.de](mailto:Peter.Trueby@bodenkunde.uni-freiburg.de).

5 – Eng. Florestal, Mestrando do Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal da UFSM. E-mail: [eam.meyer@gmail.com](mailto:eam.meyer@gmail.com).

### RESUMO

Estudou-se a densidade do solo em plantios de *Pinus taeda*, objetivando verificar a influência do histórico de uso das áreas nessa variável. As testemunhas foram: campo natural queimado anualmente (CNQA) e Floresta Ombrófila Mista (FOM). Nos plantios de *Pinus* estudaram-se: P-BQ-CNQ (*Pinus*/biomassa-queimada-campo-nativo-queimado); P-BR-CNQ (*Pinus*/biomassa-retirada-campo-nativo-queimado); P-BE-FNQ (*Pinus*/biomassa-enleirada-floresta-nativa-queimada); e P-BQ-FNQ (*Pinus*/biomassa-queimada-floresta-nativa-queimada). Em 6 mini-trincheiras cada área, coletaram-se amostras de solo nas profundidades 0-10; 10-20; 20-40 e 40-60 cm. A densidade do solo aumentou proporcionalmente à profundidade do solo, porém sem variações significativas na floresta nativa e no P-BE-FNQ. Essa área também apresentou os maiores valores de densidade do solo, porém muito semelhantes às demais áreas com *Pinus taeda* e pouco superiores às testemunhas. Os valores de densidade do solo encontrados em ambas as áreas não são considerados limitantes ao desenvolvimento radicular, apresentando boas condições ao plantio de florestas e com necessidade mínima de preparo do solo para plantio.

**Palavras-chave:** *Pinus*, solos florestais, qualidade do solo, compactação do solo.

### SUMMARY

It was studied the soil density in *Pinus taeda* with the objective to verify the influence of the use historic of the areas in this variable. The witnesses were: grassland burned annually (CNQA) and Araucaria forest (FOM). In *Pinus* were studied: P-BQ-CNQ (*Pinus* / biomass-burned-native-field-burned), P-BR-CNQ (*Pinus*/biomass-removed-native-field-burned), P-BE-FNQ (*Pinus*/biomass-stacked-native-forest-burned), and P-BQ-FNQ (*Pinus*/biomass-burned-native-forest-burned). On 6 mini-trenches each area were collected soil samples at depths 0-10, 10-20, 20-40 and 40-60 cm. The soil density increased in proportion to the depth of soil, but no significant variations in the native forest and the P-BE-FNQ. This area also had the highest values of soil density, but very similar to other areas with pine plantations and little more than the witnesses. The values of soil density found in both areas are not considered critical for root development, with good conditions for planting of forests and with minimum need for soil tillage for planting.

**Key-words:** Pine, forest soils, soil quality, soil compression.

## INTRODUÇÃO

O planejamento do uso da terra é a alternativa mais adequada para melhorar, em termos quali-quantitativos, a eficiência da produção florestal e a preservação dos recursos naturais. Existem várias referências sobre insucessos no estabelecimento de plantios de *Pinus*, causados pela seleção e uso inadequado de sítios, principalmente quando se seleciona determinadas áreas para plantios florestais por não serem adequadas para outras culturas, fato que pode trazer sérias conseqüências sobre o êxito da plantação (Dedecek, 2008).

Além da seleção do sítio adequado, o sistema de manejo do solo em plantios florestais tem merecido atenção por parte dos pesquisadores, visando a sua não degradação e manutenção da capacidade produtiva, de acordo com as características de cada região edafoclimática. De acordo com Castro (1995), entende-se como sistema de manejo a associação de práticas silviculturais como calagem, preparo do solo, rotação de culturas e adubação verde, entre outras, que podem ser utilizadas em uma área de modo a aumentar e/ou manter sua capacidade produtiva.

No que se refere à densidade do solo, como indicador de compactação, existe uma variação muito grande em plantios florestais, com valores entre  $0,64 \text{ g cm}^{-3}$  em *Pinus taeda* em primeira rotação, com 12,5 anos de idade, sobre Cambissolo (Konig, 2004) até  $1,48 \text{ g cm}^{-3}$  em *Eucalyptus* sp. com 4,5 anos, em segunda rotação, sobre Argissolo (Suzuki, 2008). Estes dados refletem a diversidade de situações onde são implantados esses reflorestamentos.

Muitos estudos indicam que quanto mais intensas forem as práticas de manejo, principalmente relacionadas ao preparo do solo, a densidade tende a aumentar, principalmente em camadas mais superficiais (vários autores, citados por Castro, 1995). Contudo, em áreas sob plantio direto ou cultivo mínimo, a densidade do solo ao longo do perfil tende a ser mais homogênea, fazendo com que outros fatores físicos sejam melhorados, propiciando maior produtividade dos plantios.

Com base nesses aspectos, este estudo teve por objetivo avaliar a densidade do solo em áreas de cultivo de *Pinus taeda* L. com diferentes históricos de manejo, buscando averiguar possíveis impactos do uso do solo na compactação do mesmo.

## MATERIAIS E MÉTODOS

As áreas estudadas foram plantios de *Pinus taeda*, um fragmento de Floresta Ombrófila Mista e uma área de campo natural, no município de Cambará do Sul, o localiza-se no nordeste do estado do Rio Grande do Sul, região fisiográfica dos Campos de Cima da Serra. Os locais estudados apresentavam altitude média de 1020 m.

O clima dominante da região, segundo a classificação climática de Köppen, é do tipo Cfb, temperado úmido, sem estação seca e com verão de temperaturas amenas, as quais se situam com uma média anual de  $14,8^\circ\text{C}$ , temperatura mínima anual de  $10^\circ\text{C}$  e a máxima de  $21,3^\circ\text{C}$ , com uma precipitação média anual de 1.787 mm. A umidade relativa do ar fica em torno de 80%, com a ocorrência de nevoeiros freqüentes durante todo o ano, muitas geadas no inverno e ocorrência eventual de neve (Moreno, 1961).

Conforme Mota et al. (1971), os ventos dominantes na região são alísios, sopram do mar para a terra, devido à região situar-se próxima ao litoral norte do estado do Rio Grande do Sul.

O solo tem sua constituição e origem a partir de rochas extrusivas básicas, intermediárias e ácidas (basalto, riolitos ou riolitos), resultantes dos derrames do período Triássico Superior, predominando solos rasos com horizonte A espesso e de coloração escura,

rico em matéria orgânica, o que se dá devido ao clima frio e úmido da região, de tal forma que podem ser classificados como húmicos (Brasil, 1973). Dessa forma, o solo da região classifica-se, predominantemente, como Cambissolo Húmico. Ocorrem também Neossolos Litólicos distróficos típicos (Streck et al., 2002).

Os Cambissolos são solos profundos, moderadamente drenados, com cores bruno-avermelhadas, argilosos, friáveis e desenvolvidos a partir de rochas extrusivas básicas (basalto). Esses solos são fortemente ácidos, com saturação e soma de bases baixa e teores altos de alumínio trocável e matéria orgânica (Streck et al., 2002). O horizonte B apresenta coloração tipicamente brunada, nos matizes 7,5YR e 10YR, com valores e cromas geralmente baixos. Tem seqüência de horizontes A, (B) e C bem diferenciados, com baixo gradiente textural e valores relativamente baixos de relação silte/argila. A textura desses solos é comumente argilosa ao longo de perfis, podendo ser muito argilosa no horizonte B. De acordo com Streck et al. (2002), a principal limitação de uso desses solos se deve à elevada acidez e aos altos teores de alumínio trocável, mesmo a soma de bases sendo alta, devido aos altos teores de matéria orgânica e à textura argilosa. Apresentam acidez potencial muito elevada, exigindo, dessa forma, quantidades elevadas de corretivos da acidez para a produção de colheitas satisfatórias. Outros fatores limitantes dizem respeito ao relevo e/ou fase de rochoso e pedregosidade que podem ocorrer, restringindo a mecanização nas áreas de maior declive.

A vegetação que ocorre naturalmente na região é formada por Campo natural, Floresta Ombrófila Densa e Floresta Ombrófila Mista, com a presença de muitas araucárias (HUECK, 1972). Os plantios florestais de *Pinus* ocupam majoritariamente as áreas de campos naturais e pastagens antigamente implantadas.

A seleção das áreas amostrais observou primeiramente o critério de busca das áreas com maior tempo de uso com cultivo de *Pinus*. Posteriormente a isso, usou-se o critério de divisão das áreas amostrais em função das condições de manejo a que os diversos talhões foram submetidos. Em nenhum dos tratamentos ocorreu a aplicação de adubação no momento do plantio ou em cobertura. O preparo do solo em todos os povoamentos foi realizado através de marcação e coroamento (“espelho”, com a limpeza manual de uma pequena área, cerca de 0,5 m<sup>2</sup>, onde é plantada a muda ao centro dessa área).

Visando-se evitar efeitos de bordadura nos resultados do estudo, todas as amostras coletadas observaram uma distância mínima de 10 metros entre o início do povoamento estudado e ponto de início da aleatorização das coletas. As mini-trincheiras foram instaladas de forma aleatória, visando abranger toda a extensão do talhão em estudo, os quais apresentavam áreas médias entre 15 e 20 ha cada.

### **Áreas estudadas**

a) CNQA e FOM (Campo nativo queimado anualmente e Floresta Ombrófila Mista secundária): como testemunhas de ambas as situações, foram avaliadas áreas, seguindo a mesma metodologia aplicada aos plantios de *Pinus taeda*, onde ocorre campo natural sob queima periódica e utilização como pastagem para bovinos e bubalinos (CNQA), a qual é prática secular na região dos Campos de Cima da Serra. Nessa área, a carga animal usada é variável, porém, sendo geralmente superior a 1 animal/ha. A outra testemunha foi uma floresta nativa da região (fragmento de Floresta Ombrófila Mista em estágio avançado de regeneração (Resolução Conama 33/94), denominada de FOM, onde também foi verificada a presença de pastejo bovino, uma vez que a floresta nativa em questão é usada como área de pastejo alternativo, principalmente no período de inverno, quando a vegetação do campo fica seca em função das geadas.

b) P-BQ-CNQ (*Pinus* – biomassa queimada – campo nativo original queimado): povoamento de *Pinus taeda* em segunda rotação, plantado com mudas de raiz nua e saco plástico, onde o solo foi preparado através de queima, marcação e coroamento (espelho).



Nesse tratamento, o plantio atual se encontrava com 12,5 anos de idade no momento da coleta dos dados, tendo sido plantado em espaçamento 3 x 2 m. A área original é de campo nativo manejado tradicionalmente, com queima periódica, geralmente anual, e pastejo permanente, com maior lotação de animais no verão e menor no inverno. Nessa área, a biomassa de resíduos da colheita da primeira rotação foi queimada. A primeira rotação foi cortada com 18 anos de idade, tendo sofrido 3 desbastes e nenhuma desrama. A segunda rotação já sofreu duas desramas, aos 4 e aos 7 anos e um desbaste aos 10 anos de idade. A área alcança um tempo total de cultivo com Pinus de cerca 30,5 anos.

c) P-BR-CNQ (Pinus – biomassa retirada – campo nativo original queimado): povoamento de *Pinus taeda* com duas rotações terminadas, onde os plantios haviam sido feitos com mudas em raiz nua e de saco plástico e o solo preparado com queima (1ª rotação) e marcação e coroamento (2ª rotação). O espaçamento de plantio foi de 2,5 x 1,6 m nas duas rotações. No momento da coleta das amostras, ainda não havia ocorrido o novo plantio da terceira rotação. A área era originalmente de campo nativo manejado tradicionalmente (queima anual e pastejo – mesmo manejo de P-BQ-CNQ), com os resíduos da 1ª e 2ª colheitas retirados e picados para serem usados como energia nos processos industriais da empresa. O tempo total de cultivo de Pinus nessa área é de aproximadamente 36 anos, equivalendo a duas rotações de 18 anos cada. A primeira rotação não sofreu desramas e sim três desbastes. A segunda rotação da área sofreu uma desrama e três desbastes.

d) P-BE-FNQ (Pinus – biomassa enleirada – floresta nativa original queimada): instalado em um plantio de *Pinus taeda* em 2ª rotação, o qual se encontrava com 7,5 anos de idade no momento da coleta dos dados, em área original de floresta nativa que foi cortada e queimada. Na primeira rotação, o plantio foi realizado com mudas em saco plástico, em espaçamento 2,5 x 1,6 m. Na segunda rotação, o plantio foi realizado com mudas produzidas em tubetes, em espaçamento 3 x 2 m. Nessa área, o resíduo da primeira colheita de *Pinus taeda* foi enleirado, ou seja, mantido na área, em faixas equidistantes de cerca de 20 metros. Essa área apresenta um tempo total de cultivo de Pinus de, aproximadamente, 25,5 anos. Nessa área, a aleatorização das coletas de amostras não considerou as áreas sob as leiras, em função da dificuldade da realização das coletas nesse caso, coletando-se amostras apenas nos espaços entre as leiras.

e) P-BQ-FNQ (Pinus – biomassa queimada – floresta nativa original queimada): plantio de *Pinus taeda* em 2ª rotação, que se encontrava com 9,5 anos de idade, na coleta das amostras. A área era, originalmente, floresta nativa, que foi cortada e queimada, e os resíduos da 1ª rotação de *Pinus taeda* também tinham sido queimados. Essa área apresenta um tempo total aproximado de cultivo com Pinus de 27,5 anos. A primeira rotação foi implantada com mudas em raiz nua, em espaçamento 2,5 x 1,6 m e a segunda, em raiz nua e de saco plástico, em espaçamento 3 x 2 m. Na primeira rotação, não foram realizadas desramas, somente três desbastes. Na segunda rotação, até o momento, foi realizada uma desrama e um desbaste.

Nessas áreas, de forma aleatória e independente da posição em relação ao alinhamento do plantio, foram abertas seis (06) mini-trincheiras, onde em cada uma delas, o solo foi coletado nas profundidades 0-10 cm; 10-20 cm; 20-40 cm e 40-60 cm. Em cada uma dessas quatro profundidades, foram coletadas amostras de solo para a determinação da densidade do solo, com uso de anel de Kopecky (Embrapa, 1997).

No laboratório de Ecologia Florestal da UFSM, as amostras foram postas a secar em estufa de circulação e renovação de ar a 105°C até atingirem peso constante. Após isso, foram pesadas, em balança digital, o conjunto solo + anel + lata. Após essa pesagem, o solo foi retirado do anel. O conjunto anel + lata foi então lavado, seco e novamente pesado. Do peso do primeiro conjunto foi subtraído o do segundo, obtendo-se, então, o peso de solo seco. Este peso de solo seco (g), dividido pelo volume do anel (cm<sup>3</sup>), forneceu a densidade do solo.

Todos os dados foram tabulados e analisados quanto à análise de variância e teste de comparação de médias ao nível de 5% de probabilidade de erro com o uso do software SPSS v.8.0, em delineamento inteiramente casualizado. Todas as médias obtidas foram relacionadas com o histórico de uso da área, visando determinar a influência desse aspecto na densidade do solo.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta as densidades do solo e a variabilidade dos dados para os seis diferentes tratamentos avaliados, em quatro diferentes profundidades do solo. Comparando-se os tratamentos, na camada superficial de solo, a densidade foi superior estatisticamente no P-BE-FNQ, em relação às duas áreas testemunhas. As demais áreas com Pinus, nessa camada, não se diferenciaram das testemunhas e nem do P-BE-FNQ.

Mesmo assim, em valores absolutos, as demais áreas com Pinus apresentam valores superiores às testemunhas, fato esperado, em função das atividades de implantação e manejo que ocorrem nas áreas cultivadas e pelo crescimento do sistema radicular das árvores de Pinus, o que tende a aumentar a densidade do solo, pelo efeito da pressão de adensamento de raízes exercida sobre o solo.

Tabela 1: Densidade do solo ( $\text{g cm}^{-3}$ ) e variação (CV%) nas diferentes áreas estudadas, em quatro profundidades do solo. Camará do Sul, RS, Brasil. 2007.

Table 1: Soil density ( $\text{g cm}^{-3}$ ) in different studies areas, in four soil depths. 2007.

Prof. (cm)	CNQA	FOM	P-BQ-CNQ	P-BR-CNQ	P-BE-FNQ	P-BQ-FNQ
Densidade do solo ( $\text{g cm}^{-3}$ )						
0-10	0,67 *c B	0,70 a B	0,83 b AB	0,83 c AB	0,96 a A	0,82 c AB
10-20	0,76 c B	0,83 a AB	0,94 b AB	0,89 bc AB	0,98 a A	0,87 bc AB
20-40	0,91 b AB	0,81 a B	0,94 b AB	0,97 b AB	1,03 a A	0,97 ab AB
40-60	1,09 a A	0,78 a B	1,12 a A	1,07 a A	1,11 a A	1,03 a A
<b>Média</b>	<b>0,86 BC</b>	<b>0,78 C</b>	<b>0,95 AB</b>	<b>0,94 AB</b>	<b>1,02 A</b>	<b>0,92 AB</b>
Coeficiente de variação (%)						
0-10	15,1	9,9	11,0	7,8	16,5	6,6
10-20	16,7	21,6	7,8	8,7	13,4	4,7
20-40	5,4	18,7	4,6	5,1	15,9	11,5
40-60	5,4	19,2	12,1	13,4	16,5	12,7
<b>Média</b>	<b>10,7</b>	<b>17,4</b>	<b>8,9</b>	<b>8,8</b>	<b>15,6</b>	<b>8,9</b>

\* Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

CNQA: campo nativo queimado/pastejado anualmente; FOM: Floresta Ombrófila Mista;

P-BQ-CNQ: Pinus-Biomassa de resíduos da 1° rotação queimada e campo nativo original queimado;

P-BR-CNQ: Pinus-Biomassa de resíduos da 1° e 2° rotações retiradas e campo nativo queimado;

P-BE-FNQ: Pinus-Biomassa de resíduos da 1° rotação enleirada e floresta nativa original queimada;

P-BQ-FNQ: Pinus-Biomassa de resíduos da 1° rotação queimada e floresta nativa original queimada.

Na segunda camada de solo, o comportamento da densidade foi semelhante, ocorrendo apenas uma elevação no valor na FOM, a qual não apresentou diferenças em relação aos tratamentos com Pinus. Na terceira camada, essa situação ocorreu para o CNQA, com a FOM apresentando a menor densidade entre todos os tratamentos. Na última camada de solo, os valores de densidade foram estatisticamente iguais nas áreas de campo nativo e plantios de Pinus, sendo novamente inferiores na FOM.

Todos os valores de densidade do solo não podem ser considerados limitantes ao crescimento das raízes, uma vez que o valor máximo encontrado, igual a  $1,12 \text{ g cm}^{-3}$ , na

última camada do tratamento P-BQ-CNQ é bem inferior aos limites citados por Pritchett (1990), igual a  $1,75 \text{ g cm}^{-3}$  em solos arenosos e  $1,55 \text{ g cm}^{-3}$  em solos argilosos.

Os menores valores de densidade ocorreram na camada superficial, algo esperado em áreas que sofrem atividades de manejo do solo de forma pouco intensiva, ou com intervalo de alguns anos, como é o caso de áreas florestais. Em profundidade, os valores aumentam proporcionalmente, mas não chegam a atingir valores que possam ser considerados altos, até mesmo na última camada avaliada.

De acordo com Castro (1995), o aumento da densidade do solo com o aumento da profundidade é algo esperado, em função da pressão exercida pelas camadas superiores sobre as subjacentes, diminuindo a porosidade e provocando adensamento.

Em termos gerais, pode-se perceber que os menores valores de densidade do solo ocorrem no CNQA e na FOM. Nesse sentido, acredita-se que estes valores levemente superiores nas áreas com *Pinus taeda* podem ser decorrentes das atividades de manejo florestal e do adensamento do solo em função da pressão exercida pelo crescimento das raízes das árvores de Pinus. Pode-se também justificar os valores relativamente baixos de densidade em função dos altos índices de matéria orgânica deste solo, relação já amplamente conhecido na ciência do solo (Kiehl, 1978; Brady, 1989). Acredita-se que este fator, o elevado índice de matéria orgânica do solo, é o principal responsável pela baixa densidade do mesmo, uma vez que os teores variaram de 40 a  $68 \text{ g kg}^{-1}$  na camada 40-60 cm até 7,9 a  $15,5 \text{ g kg}^{-1}$  na camada 0-10 cm, valores considerados altos a muito altos (Brun, 2008).

Além de ser um dos sítios onde o crescimento de árvores de pinus se dá melhor (Dedecek, 2008), nos Cambissolos Húmicos também são relatados valores relativamente baixos de densidade. Em trabalho realizado em quatro florestas de *Pinus taeda* com idades diferentes, todas em primeira rotação, em área original de campo nativo, König (2004) apresentou dados de densidade do solo que se enquadram dentro do intervalo de valores desse estudo. A autora relatou valores entre  $0,64 \text{ g cm}^{-3}$  na camada 0-5 cm de uma floresta com 12,5 anos e  $0,89 \text{ g cm}^{-3}$  na camada 10-20 cm de uma floresta de 4,5 anos de idade, não encontrando correspondência entre a idade da floresta e a densidade do solo.

Em um trabalho de avaliação do solo de um campo nativo que futuramente seria destinado ao plantio de *Pinus taeda*, em Cambará do Sul, RS, Schumacher et al. (1999) relataram valores variando entre 0,91 a  $0,96 \text{ g cm}^{-3}$ , nos primeiros 40 cm de solo, sem a ocorrência de variação significativa com a profundidade.

Jussof (1988) afirma que árvores em plantios de *Eucalyptus grandis* tiveram o crescimento das raízes inibido quando os valores da densidade do solo superaram  $1,25 \text{ g cm}^{-3}$  e em *Pinus taeda*, o crescimento de raízes ficou comprometido quando a densidade ficou acima de  $1,30 \text{ g cm}^{-3}$ .

Em trabalho realizado visando à obtenção de padrões físico hídricos do solo em área de Argissolo Vermelho distrófico no RS, Suzuki (2008) estudou área de floresta nativa degradada, pastagem, plantio de eucalipto com 20 anos em primeira rotação e plantio de eucalipto com 4,5 anos, em segunda rotação, com a colheita da primeira rotação realizada aos 8,5 anos, relatando, em valores médios para as camadas avaliadas, que a densidade do solo foi superior na área de eucalipto em segunda rotação ( $1,48 \text{ g cm}^{-3}$ ), sendo seguida pela área com pastagem ( $1,38 \text{ g cm}^{-3}$ ), floresta nativa degradada ( $1,33 \text{ g cm}^{-3}$ ) e plantio de eucalipto com 20 anos em primeira rotação ( $1,32 \text{ g cm}^{-3}$ ), apontando o efeito da colheita florestal da área em segunda rotação, como um dos fatores que influenciaram diretamente a maior densidade.

Mendes et al. (2006) relatam que padrões críticos de densidade do solo são difíceis de serem definidos, no entanto, valores em torno de 1,0; 1,1 e  $1,3 \text{ g cm}^{-3}$  podem ser encontrados em solos sem interferência antrópica, em solos cultivados ou sob intenso tráfego, respectivamente. Mas para uma adequada avaliação, devem-se comparar os valores obtidos nas áreas em estudo com outros valores de áreas comprovadamente não compactadas, preferencialmente com o mesmo tipo de solo e relevo.

A variabilidade dos dados apresentou-se entre baixa e aceitável, com valores de coeficiente de variação (CV%) variando entre 4,6% e 21,6%. A maior variação ocorreu na FOM, nas duas camadas superiores do CNQA e P-BE-FNQ.

## CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos no presente trabalho, conclui-se que:

- A densidade do solo tende a aumentar com o aumento da profundidade do solo, porém não apresentando variações significativas na floresta nativa e no plantio de *Pinus taeda* com biomassa enleirada em área original de floresta nativa queimada;
- A área de *Pinus taeda* com biomassa enleirada em área original de floresta nativa queimada apresentou os maiores valores de densidade do solo, porém com valores muito semelhantes às demais áreas com *Pinus taeda* e pouco superiores aos dados obtidos nas áreas testemunhas;
- Em termos gerais, os valores de densidade do solo encontrados em ambas as áreas, não são considerados limitantes ao desenvolvimento radicular, apresentando boas condições ao plantio de florestas e com necessidade mínima de preparo do solo para plantio.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à empresa Cambará Celulose S.A. pela disponibilização das áreas de estudo, bem como pelo apoio logístico durante a coleta de dados. Também aos Engenheiros Florestais Lucas Zancan Pissinin, Eduardo Kneipp Londero e Márcio Carlos Navroski, que muito colaboraram para este trabalho, na coleta e processamento das amostras.

## BIBLIOGRAFIA

- BRADY, N. C. 1989. Natureza e propriedades dos solos. Freitas Bastos. Rio de Janeiro. 7. ed. 878 p.
- BRASIL-MAPA, D. P. P. 1973. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul. DNPEA. Recife. (Boletim Técnico, 30). 431p.
- BRUN, E. J. 2008. Matéria orgânica do solo em plantios de *Pinus taeda* e *P. elliottii* em duas regiões do Rio Grande do Sul. 122 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Santa Maria-UFSM. Santa Maria, RS, Brasil.
- CASTRO, O. M. 1995. Cultivo mínimo e propriedades físicas do solo. In: Seminário sobre cultivo mínimo em florestas, 1, Curitiba. Anais... IPEF. Piracicaba. p. 34-42.
- DEDECEK, R. A. 2008. Meio físico para o crescimento de *Pinus*: limitações e manejo. p. 75-110. In: Shimizu, J. Y. 2008. *Pinus* na Silvicultura Brasileira. Embrapa. Colombo. 223 p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 1997. Manual de métodos de análise de solos. CNPS. Rio de Janeiro. 2. ed. (Série Documentos, 1).212 p.
- HUECK, K. 1972. As florestas da América do Sul. Polígono. São Paulo. 466 p.
- JUSSOF, K. 1988. Soil compaction from off-road transportation machine on Hill Forest Land. Pertanika Univ. Malásia, Selangor, v. 11, n.1.
- KIEHL, E. J. 1978. Manual de Edafologia. Ceres. São Paulo. 230 p.
- KÖNIG, F. G. 2004. Carbono Orgânico no solo e serapilheira ao longo de uma rotação de *Pinus taeda* L., no município de Cambará do Sul, RS. 72 f. Relatório de Estágio (Graduação em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Santa Maria-UFSM. Santa Maria, RS, Brasil.
- MENDES, F. G.; MELLONI, E. G. P.; MELLONI, R. 2006. Aplicação de atributos físicos do solo no estudo da qualidade de áreas impactadas, em Itajubá/MG. Cerne, v. 12, n. 3, p. 211-220.
- MORENO, J. A. 1961. Clima do Rio Grande do Sul. Secretaria da Agricultura. Porto Alegre. 73 p.
- MOTA, F. S.; BEIRSDORF, M. I. C.; GARCEZ, J. R. B. 1971. Zoneamento agroclimático do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Normais agroclimáticas. Ministério da Agricultura/Instituto de Pesquisa Agropecuária. Pelotas: v. 1 (Circular, 50).
- PRITCHETT, W. L. 1990. Suelos forestales: propiedades, conservación y mejoramiento. Limusa. Cidade do México. 634 p.
- SCHUMACHER, M. V.; HOPPE, J. M.; ZANCAN, M. V. 1999. Caracterização física e química de um solo em uma área de campo nativo, destinada ao plantio de *Pinus taeda* L. Laboratório de Ecologia Florestal/FATEC/UFSM. Santa Maria. 37 p.
- STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; SCHNEIDER, P. 2002. Solos do Rio Grande do Sul. UFRGS. Porto Alegre. 107 p.
- SUZUKI, L. E. A. S. 2008. Qualidade físico-hídrica de um Argissolo sob floresta e pastagem no Sul do Brasil. 138 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

# COMPARACIÓN PRELIMINAR DE RESULTADOS FINANCIEROS Y ECONÓMICOS DE PROYECTOS FORESTALES, GANADEROS Y SILVOPASTORILES EN MISIONES

## PRELIMINARY COMPARISON OF FINANCIAL AND ECONOMIC RESULTS OF AFORESTATIONS, CATTLE GROWING AND SYLVOPASTORAL PROJECTS IN MISIONES

Colcombet, I.<sup>1</sup>; Crechi, E.<sup>2</sup>; Keller, A.<sup>2</sup>; Pachas, N.<sup>2</sup>; Fassola, H.<sup>2</sup>; Lacorte, S.<sup>3</sup>; Esquivel, J.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>INTA-EEA Montecarlo, extensión, correo electrónico: lcolcombet@montecarlo.inta.gov.ar

<sup>2</sup>INTA-EEA Montecarlo, investigadores.

<sup>3</sup>INTA-CA El Zaimán, investigador.

<sup>4</sup>Asesor CREA y consultor independiente.

### RESUMEN

El objetivo del trabajo es ofrecer algunas respuestas financieras y económicas a personas que partiendo de un proyecto forestal o ganadero primario en la provincia de Misiones, analizan una reconversión a un Sistema Silvopastoril (SSP). Para ello se condujo una encuesta a productores capitalizados y PyME's forestales, ganaderos y SSP de Misiones que disponen de registros. En base a la información real recabada, se construyeron modelos realistas de producción forestal, ganadero y SSP en base a un establecimiento con 240 ha en producción y se calculan indicadores financieros y económicos. Analizados ellos, se concluye que la inversión financieramente más conveniente en este momento, es el ganadero tecnificado que beneficia de precios diferenciales. La inversión económicamente más conveniente es el modelo SSP en las mismas condiciones, asumiendo una duplicación de la inversión. Al mismo tiempo, un proyecto SSP tecnificado, mejora sensiblemente un proyecto forestal primario distanciado 152 km de la industria.

**Palabras clave:** Forestación, ganadería, silvopastoreo, VAE, TIR

### SUMMARY

The works objective is to offer financial and economical clues to does persons that starting up from forestations or cattle projects in Misiones, analyze their conversion to Silvopastoral systems (SSP). With that in mind, a survey to small and medium class producers who register their forest, cattle growing and SSP activities was conducted. With the data recollected, realistic forest, cattle and SSP models based on 240 ha of productive land where as constructed and financial and economic indexes calculated. Once analyzed, the study concludes that, at this moment, the financially most convenient alternative is the high tech cattle project that beneficiates of differential prices. The economically most convenient projects are the high tech SSP's, in the same conditions, provided that a double investment is affordable. At the same time, a high tech SSP project can substantially improve a forestation project distanced 152 km from the industries it supplies.

**Key words:** Forestation, cattle, silvopasturing, AEV, IRR

### INTRODUCCIÓN

En Misiones tradicionalmente se han implementado sistemas silvopastoriles (SSP's). A partir de 1997 creció el interés por parte de la comunidad productiva de implementar SSP's en plantaciones forestales, triplicándose en la última década la superficie que hoy supera las

20.000 ha en la provincia. Paralelamente se implementaron parcelas de ensayo que han y siguen brindando información crítica para manejar la luz que atraviesa el dosel forestal y alcanza el estrato forrajero. Las observaciones, análisis e interpretación acumulan hoy aproximadamente las  $\frac{3}{4}$  partes del ciclo forestal/SSP, permitiendo incluso arriesgar algunas inferencias sobre las productividades de los componentes en los últimos años del ciclo. Tanto aquellos que implementan SSP's como potenciales nuevos actores analizan las alternativas y sus resultados económico financieros.

## **ALCANCE Y OBJETIVO**

El objetivo de este trabajo es reflejar un primer avance realista de resultados financieros y económicos esperables de SSP's pinos - pasturas de alta productividad en Misiones, implementados en predios de 100 a 400 ha. Los análisis se realizan dentro del marco de precios y costos vigentes en el otoño del año 2010.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Teniendo en cuenta el alcance y objetivo del trabajo, se procedió a relevar información real de campo, mediante una encuesta semi-estructurada a operadores forestales, ganaderos y silvopastoriles de la provincia de Misiones. Los comunes denominadores de los encuestados fueron: 1) Realizar un seguimiento físico y financiero de sus actividades; 2) responder a los perfiles de productores capitalizados y/o PyME's; 3) utilizar materiales genéticos reconocidos en la región como buenos y/o superiores y 4) realizar planteos de engorde de ganado vacuno.

Por otro lado, ya que ninguno de los productores SSP encuestados arribó a la edad de rotación del componente forestal (si bien están cerca de ello), se ha debido modelar sus etapas finales. Para ello se recurrió a la aplicación de los aprendizajes alcanzados a través de la integración de los siguientes ensayos y sistemas: 1) Los resultados finales del ensayo de raleos de una plantación de *Pinus taeda* or. Columbia a intensidades del 33% y 66% del Área Basal (AB) e intervalos de 2, 4 y 6 años con más de 23 años de edad (Crechi *et al*, 2009); 2) los resultados del crecimiento forrajero del ensayo de densidades de Pario-Pá (Fassola *et al*, 2002 y 2005); 3) los resultados del crecimiento forrajero y forestal de ensayos SPP en los Dptos. Lib. Gral. Manuel Belgrano e Iguazú (Colcombet *et al*, 2009); 4) simulación de las etapas finales de crecimiento forestal mediante la utilización del Simulador Forestal desarrollado por INTA-FCF-Productores forestales en la década del 90 (Crechi *et al*, 1999) y 5) la experiencia construida por los autores en sus múltiples ensayos de campo desde el Norte Misionero hasta el NE Correntino.

Finalmente, se construyeron dos modelos síntesis de manejo forestal, uno correspondiendo a un manejo forestal orientado hacia la maximización de la madera con destino a aserrío (tabla 1) y otro SSP (tabla 2). El primero recorre un camino muy similar a la intensidad de raleo de 33% antes mencionado. El segundo recorre un camino similar a la intensidad 66% del AB del mismo ensayo, al cual se modificó en sus etapas iniciales introduciendo un raleo precomercial (a los 2 años y medio de edad) y adelantando el 1<sup>er</sup> raleo comercial del 5<sup>to</sup> al 4<sup>to</sup> año de la plantación forestal. Las tablas 1 y 2 especifican sus principales rasgos.

**Tabla 1: Evolución de la plantación de *Pinus taeda* manejada con objetivo “aserrío”**Table 1: Evolution of *Pinus taeda* plantation managed for a “saw mill” objective

Edad (años)	Operación	Densidad inicial/final (árb./ha)	Longitud de copa (km/ha)	Extracciones de madera N° árboles (árb./ha)	Vol. total (tn/ha)
0	Implantación árboles	1.700	n/c	---	---
2½	1 <sup>era</sup> Poda a 2,50 m	1.600		---	---
3-4	2 <sup>da</sup> Poda a 3,75 m	600		---	---
5	1 <sup>er</sup> Raleo	1.600/900	7,1/4,2	700	34
5	3 <sup>era</sup> Poda a 5 m	400		---	---
9	2 <sup>do</sup> Raleo	900/650	10,0/7,2	250	57
o 13	Tala Rasa	650/0	10,5	650	355
o 15	Tala Rasa	650/0	11,7	650	407
o 13	3 <sup>er</sup> Raleo	650/500	10,6/8,1	150	45
o 17	Tala Rasa	500/0	9,8	500	426
o 19	Tala Rasa	500/0	10,5	500	467
o 21	Tala Rasa	500/0	11,1	500	513

**Tabla 2: Evolución de la plantación de *Pinus taeda* manejada con objetivo SSP**Table 2: Evolution of *Pinus taeda* plantation managed for SPS objective

Edad (años)	Operación	Densidad inicial/final (árb./ha)	Longitud de copa (km/ha)	Extracciones de madera N° árboles (árb./ha)	Vol. total (tn/ha-tn/ha)
0	Implantación	1.250 / 1.000	n/c	---	---
1½	Implantación pasturas				
2	Introducción del pastoreo				
	Raleo precomercial	1.150 / 900		567/317	s/valor com.
2½	1 <sup>era</sup> Poda a 2,50 m	583			
3½	2 <sup>da</sup> Poda a 3,75 m	600			
4	1 <sup>er</sup> Raleo comercial	583		166	40
4½	3 <sup>era</sup> Poda a 5 m	417	2,3		
6	4 <sup>ta</sup> Poda a 6,25 m	417	2,2		
7	2 <sup>do</sup> Raleo comercial	417 / 231		186	44 – 0,25
	5 <sup>ta</sup> Poda a 7,25 m	231	1,8		
9	3 <sup>er</sup> Raleo comercial	231 / 150	2,1	81	38 – 0,49
11	4 <sup>to</sup> Raleo comercial	150 / 100	1,8	50	41 – 0,87
o 13	Tala Rasa	100 / 0	1,4	100	164
o 15	Tala Rasa	100 / 0	1,6	100	226
o 17	Tala Rasa	100 / 0	1,8	100	285
o 19	Tala Rasa	100 / 0	1,9	100	309
o 21	Tala Rasa	100 / 0	2,0	100	350

## RESULTADOS

### Producciones de carne y de madera acumulada a las edades de rotación forestal de 13, 15, 17, 19 y 21 años

De las encuestas realizadas y los ajustes de producción maderera de los dos perfiles de manejo forestal, surgen los datos físicos básicos que se consignan en la tabla 3. Estos fueron posteriormente utilizados para el cálculo de los resultados financieros y económicos de las distintas alternativas. Los precios de todos los insumos fueron los relevados en las mismas

encuestas en el transcurso del mes de Marzo de 2010. Analizando los resultados físicos consignados en la tabla 3, se constata que:

1) Comparando la producción física de madera de *Pinus taeda* de una forestación “pura” con objetivo “maximizar madera para aserrío” versus un manejo SSP de la misma especie, en la medida que se incrementa el turno de corta forestal de 13 a 21 años, a) el volumen de madera del manejo SSP es del 32% al 26% menor al manejo forestal puro y b) la proporción de madera con destino a láminas del manejo SSP se incrementa del 20% al 34% versus del 2% al 12% del manejo forestal puro respectivamente (tabla 3).

2) Si bien se han medido mayores productividades forrajeras con grados de sombreado del 20% respecto al de cielo abierto, al manejar el SSP en condiciones reales de producción a menudo surgen franjas de manejo con ligeros sobresombramientos. Por ende, la productividad global de carne en los SSP encuestados resulto ser un 8% a 9% menor a que la de los sistemas ganaderos puros a cielo abierto (tabla 3).

**Tabla 3: Resumen de las producciones físicas de los sistemas forestales y ganaderos puros y silvopastoriles analizados**

Table 3: Physical productions of the SPS and pure forestry and cattle systems analyzed

Horizonte / Turno de rotación:		13	15	17	19	21
<b>SISTEMA FORESTAL PURO</b>						
Madera	IMA (tn/ha y año):	33,3	32,2	32,1	30,8	30,0
Destino madera	Aserrío (%):	48%	48%	49%	51%	54%
	Láminas (%):	2%	4%	6%	9%	12%
<b>SISTEMA GANADERO DE INVERNADA PURO</b>						
Base forrajera	“Horqueta”	75 kg/ha y año				
	“Jesuita común”	110 kg/ha y año				
	“Jesuita gigante / Brachiaria sp.”	385 kg/ha y año				
	“Idem, suplementado”	428 kg/ha y año				
<b>SISTEMA SILVOPASTORIL (sobre pasturas de alta productividad suplementadas o no)</b>						
Madera	IMA (tn/ha y año):	22,8	23,5	23,9	22,5	22,1
Destino madera	Aserrío (%):	57%	54%	52%	51%	51%
	Láminas (%):	20%	25%	29%	32%	34%
Carne	“Jesuita gigante / Brachiaria sp.”	350 kg/ha y año				
	“Idem, suplementado”	393 kg/ha y año				

### Resultados económicos de los manejos forestal, silvopastoril y ganadero a las edades de rotación forestal de 13, 15, 17, 19 y 21 años

Del análisis de la tabla 4, surge que:

❖ **Costos de producción de madera:** El costo promedio de producción de madera en pie es del orden de los 20 \$/tn, independientemente del régimen de manejo forestal o SSP. Ello se explica porque el incremento de costo que implica la pérdida de producción de madera del manejo SSP respecto del forestal es absorbido por el prorrateo de los costos fijos en concepto de impuestos y administración en partes iguales entre los componentes forestal y ganadero de los manejos SSP.



### ❖ **Costos de producción de carne:**

- ♦ Se escucha con frecuencia que los proyectos ganaderos no son rentables. Ello es cierto para los planteos en base a pasturas degradadas por sobrepastoreo y de “jesuita convencional” donde sus costos de producción de 12,69 y 8,91 \$/kg en pie respectivamente son hasta 4 veces superiores a lo que típicamente se paga al productor por un animal terminado en esas condiciones ambientales, que puede implicar más de 32 meses de engorde.
- ♦ No obstante, los costos de la producción de carne hecha sobre pasturas de alta productividad (*Axonopus catarinensis* y *Brachiaria brizantha*), suplementada o no en su etapa final, son iguales o inferiores a los precios pagados para el ganado en pie logradas en estas condiciones, a los largo de los 13 a 15 meses de engorde que se requieren.
- ♦ El prorrateo de los costos fijos de los planteos SSP entre los componentes forestal y ganadero implican una disminución de los costos de producción de carne del orden del 11% respecto de los planteos ganaderos puros.

### ❖ **Tasas Internas de Retorno (TIR):** La TIR es la remuneración al capital invertido en el proyecto, a lo largo de su vida útil. Del análisis de las TIR, surge que:

- ♦ Las TIR de proyectos forestales ubicados a un promedio de 12 km de las industrias consumidoras de rollizos para trituración, aserrío y laminados superan el 8% y alcanzan el 10,6%-10,7% con horizontes de planificación de 17 a 21 años.
- ♦ La TIR para proyectos forestales ubicados a 152 km de las industrias es negativa a los 13 años de edad y alcanza el 6% recién a un turno de rotación de 21 años.
- ♦ Las TIR de los engordes sobre pasturas convencionales y sobre-pastoreadas son muy negativas. Estas se tornan positivas sobre pasturas de alta productividad recién a los 21 años de proyecto.
- ♦ Las mayores TIR se logran en los SSP, superando siempre el 8% a pesar de una distancia de 152 km a industria forestal.
- ♦ Las mayores TIR los logran los proyectos SSP, con óptimos claros con horizontes de proyecto de 15 a 17 años. Alcanzan a superar el 17% anual en condiciones ideales de distancia a industria forestal (12 km) y suplementación intensiva final del ganado.

### ❖ **Madurez Financiera (MF):** Se trata de la remuneración de un proyecto por extenderla por un período x. Se calcula dividiendo la diferencia de valor del proyecto entre el año n+x y n sobre el valor del proyecto el año n, en porcentaje $[(\text{Valor}_{n+x} - \text{Valor}_n) / \text{Valor}_n \times 100]$ .

- ♦ La MF de las alternativas forestales a 12 km y 152 km de industria forestal disminuye del orden del 19 – 31 % anual con horizontes de proyecto de 15 a 17 años al orden de 10-15% para proyectos con horizontes de planificación de 19-21 años.

**Tabla 4: Comparación de los costos medios de producción, Tasas Internas de Retorno (TIR) y Madurez Financiera de los modelos de manejo forestales, silvopastoriles y ganaderos**

Table 4: Comparison of the medium production costs, internal rates of return and financial maturities of the forestry, cattle and Silvopastoral Systems models

	Costo medio de producción en pie		TIR y Madurez Financiera en función del horizonte de planificación (años)				
	Madera (\$/tn)	Carne (\$/kg)	13	15	17	19	21
<b>FORESTACIÓN PURA</b>							
♦ 12 km de industria, TIR:	20,20	n/c	8,4%	9,7%	10,6%	10,7%	10,6%
Madurez financiera:			---	20%	19%	10%	11%
♦ 152 km de industria, TIR:			Neg.	0,5%	4,3%	5,0%	6,0%
Madurez financiera:			---	26%	31%	13%	15%
<b>MANEJO SSP</b>							
<b>❖ Madera + Engorde 100% "a pasto"</b>							
♦ 12 km de industria, TIR:	19,57	4,09	12,8%	14,0%	14,0%	12,8%	12,2%
Madurez financiera:			---	23%	14%	1%	6%
♦ 152 km de industria, TIR:			8,0%	10,4%	10,9%	9,9%	9,5%
Madurez financiera:			---	28%	14%	1%	6%
<b>❖ Madera + Engorde "a pasto" con suplementación intensiva final durante 45 días</b>							
♦ 12 km de industria, TIR:	19,57	3,65	16,9%	17,7%	17,6%	16,5%	16,0%
Madurez financiera:				22%	13%	1%	6%
♦ 152 km de industria, TIR:			12,5%	14,3%	14,5%	13,6%	13,2%
Madurez financiera:				27%	14%	1%	6%
<b>❖ MANEJO GANADERO PURO</b>							
• Horqueta sobrepastoreado:	n/c	12,69	¡Resultados muy negativos!				
• Jesuita bien pastoreado:		8,91					
• Pasturas alta productividad:		4,08	-5,6%	-3,3%	-1,5%	-0,2%	+0,7%
• Idem c/suplement. final:		4,10	8,8%	10,2%	11,1%	11,7%	12,2%

- ♦ La MF de las 4 alternativas SSP disminuye marcadamente desde horizontes de planificación de 15 años (22 - 28% anual) hasta 19 años (1% anual), re-elevándose ligeramente con horizontes de planificación de 21 años (6% anual). Lo anterior sugiere que el período de rotación de los manejos SSP podría ser más acotado en el tiempo (15 - 17 años) que los manejos forestales puros.

### Resultados financieros de los manejos forestales, silvopastoriles y ganaderos a las edades de rotación forestal de 13, 15, 17, 19 y 21 años

Se consignan en la [tabla 5](#) los resultados financieros básicos de las alternativas forestales, ganaderas y SSP comparadas. De ellos, surge:

❖ **INVERSIÓN NETA:** En este trabajo se considera que la inversión neta es la suma de la inversión bruta necesaria para instalar el sistema (plantación forestal, base forrajera, instalaciones para el manejo del ganado, ...) al cual se le suma las erogaciones necesarias de realizar hasta que el flujo de caja del proyecto se torna positivo. Esta última puede ser mayor o menor al monto de inversión bruto y, en forma genérica, cuanto más tarde el flujo de caja anual se torna positivo, mayor es el monto de la inversión neta a realizar.

- ♦ Los menores montos de inversión neta corresponden a los proyectos ganaderos.
- ♦ Los proyectos forestales exigen inversiones netas del 42% (a 12 km de industria) al 137% (a 152 km de industria) mayores que los proyectos ganaderos con pasturas de alta

productividad. Los mayores montos de inversión de los proyectos a 152 km respecto de aquellos a 12 km se originan en que los precios de los rollizos de diámetros en punta fina inferiores a 23 cm no cubren sus costos de elaboración y flete, postergando en el tiempo el momento en el cual los flujos de caja se tornan positivos.

- ♦ Los proyectos SSP requieren inversiones netas superiores (más 110-126%) respecto de las inversiones netas de los proyectos ganaderos sobre pasturas de alta productividad.

❖ **BREAK EVEN:** Se trata del momento (año) en que el flujo de caja anual se torna positivo y permite costear los costos futuros sin nuevas erogaciones de capital del inversor.

- ♦ Los proyectos ganaderos tradicionales siempre arrojan saldos anuales negativos.
- ♦ Los *break even's* más cortos se logran con los proyectos ganaderos sobre pasturas de alta productividad (2 años), siguiéndole los proyectos SSP (4 - 5 años).
- ♦ Los proyectos forestales a 12 km de industrias forestales lo consiguen a los 9 años de iniciada la inversión y los que se ubican a 152 km, recién a la Tala Rasa de la plantación.

❖ **PAY BACK:** Se trata del momento (años) en que los ingresos generados por el proyecto pagan las erogaciones invertidas en él. Se determina identificando el año en que el flujo de caja acumulado actualizado a tasa cero se torna positivo.

- ♦ Los proyectos ganaderos “a cielo abierto” sobre pasturas de alta productividad logran el *pay back* a los 20 años, reduciéndose este a 8 años en el caso de suplementar la dieta animal los 45 días previos a su envío a frigorífico. Este resultado se explica porque los sobrepuestos que logran los animales en pie de este tipo de proyectos que compensan ampliamente los costos que demanda la suplementación.
- ♦ El *pay back* de los proyectos SSP con suplementación intensiva final se logra a los 10 años de iniciado el proyecto. Se trata de un incremento de solo 2 años respecto al proyecto ganadero puro, a pesar de haber algo más que duplicado la inversión inicial.

**Tabla 5: Comparación de los montos de Inversión Neta, Break Even, Pay Back y Valor Anual Equivalente (VAE) a una tasa de descuento del 8% anual de los modelos forestales, silvopastoriles y ganaderos relevados**

Table 5: Comparison of Net Investment, Break Even, Pay Back and Annual equivalent Values at an annual 8% rate of the forestry, SPS and cattle models

	INV. NETA (\$/ha)	Break even (años)	Pay back (años)	VAE (\$/ha y año) en función del horizonte de planificación (años)				
				13	15	17	19	21
<b>FORESTACIÓN PURA</b>								
♦ 12 km de industria:	7.257	9	A la TR <sup>1</sup>	33	149	280	306	329
♦ 152 km de industria:	12.131	A la TR	A la TR	-603	-483	-306	-282	-217
<b>MANEJO SSP</b>								
❖ <b>Engorde 100% “a pasto”</b>								
♦ 12 km de industria:	10.779	4	A la TR <sup>1</sup>	642	933	1.032	808	738
♦ 152 km de industria:	11.570	5	A la TR <sup>1</sup>	4	368	482	311	266
❖ <b>Engorde “a pasto” con suplementación intensiva final durante 45 días</b>								
♦ 12 km de industria:	10.799	4	10	1.197	1.500	1.623	1.411	1.349
♦ 152 km de industria:	10.799	4	10	559	943	1.073	914	876
❖ <b>GANADERÍA PURA (invernada)</b>								
♦ Pasto sobrepastoreado:	4.205 <sup>2</sup> /	¡Nunca!	¡Nunca!					

<sup>1</sup> TR: Tala Rasa.

• Jesuita bien pastoreado:	>17mil			¡Resultados muy negativos!				
• Pasturas alta product.:	5.109	2	20	-323	-228	-147	-77	-13
• Idem c/suplem. final:	5.109	2	8	481	637	779	912	1.039

- ♦ Los *pay back* de los proyectos forestales y SSP sin suplementación intensiva se logran al realizar la tala rasa de la plantación forestal, independientemente de la edad de rotación (de 13 a 21 años).

❖ **VALOR ANUAL EQUIVALENTE:** Se trata de una herramienta para comparar los valores actuales de proyectos que se desarrollan con distintos horizontes de planificación. El Valor Anual Equivalente (VAE) devuelve el Valor Actual Neto (VAN) en forma de cuotas anuales. El VAE expresa entonces cuál es el retorno anualizado de la inversión realizada en el proyecto por encima (o debajo si es negativo) del retorno que implica la tasa de corte elegida (en este caso 8% anual). De la lectura de los resultados, apreciamos que:

- ♦ Cuánto más largos son los proyectos forestales y ganaderos, mayores (o menos negativo) son las VAE de los mismos.
- ♦ Los VAE's de los proyectos SSP arrojan un claro mayor valor con un turno de rotación forestal de 17 años.
- ♦ Solo un proyecto ganadero con pasturas de alta productividad y suplementación final resiste una tasa de descuento del 8% anual, a igualdad de monto invertido.
- ♦ A los 13 años, un proyecto ganadero con suplementación intensiva final dispone de un VAE más que 10 veces superior al de un proyecto forestal a 12 km de industria, con una inversión del orden del 30% menor.
- ♦ Los VAE's de los proyectos forestales a 152 km de industria no soportan una tasa de descuento del 8%. A la misma tasa de descuento, este se convierte en positivo al agregarse el componente ganadero, sin o con suplementación final del ganado.
- ♦ Con un horizonte de planificación de 17 años, un proyecto SSP a 12 km de industria con suplementación final que requiere una inversión de 2,11 veces lo invertido en un proyecto ganadero a cielo abierto con pasturas de alta productividad y suplementación final del ganado, obtiene un VAE 2,08 veces superior. En este caso, las magnitudes extra a invertir y de retorno son entonces comparables.

## CONCLUSIONES

Desde el punto de vista financiero y sin tener en cuenta otras consideraciones ambientales y sociales un proyecto ganadero implementado con pasturas de alta productividad y suplementación final intensiva durante 45 días que beneficia de los precios diferenciales que el mercado actual retribuye las carnes con distribución pareja de la grasa sobre las medias reses, sería la más atractiva (inversión de 5.109 \$/ha con *break even* y *pay back* de 2 y 8 años respectivamente). Ello no ha sucedido en el trienio 2007 – 2009.

Económicamente, asumiendo que se es capaz de afrontar una inversión doble a la anterior, con un proyecto SSP con suplementación final del ganado y beneficiando de los precios diferenciales antes mencionados, es posible lograr un VAE equivalente al 15% de la

<sup>2</sup> La inversión bruta para instalar el sistema ganadero es de 4.205 \$/ha. No obstante, ya que los saldos anuales de estos proyectos nunca alcanzan a ser positivos, la inversión neta se incrementa año a año, alcanzando cifras que superan los \$17.000 al cabo de los 21 años de proyecto.

inversión neta del proyecto con un horizonte de planificación de 17 años. Ello se logra retrasando el *break even* y *pay back* (4 y 10 años respectivamente) en solo 2 años.

Una vez más, se comprueba que los resultados financieros y económicos de proyectos forestales puros son sensibles a la distancia entre esta y las industrias que proveen. No obstante, es posible que un proyecto forestal a 152 km de la industria resista holgadamente tasas de descuento del 8% anual, en la medida que se la convierta a un proyecto SSP sobre pasturas de alta productividad con suplementación final del ganado.

## AGRADECIMIENTOS

- ✓ Al Señor todopoderoso por haber todo dispuesto para realizar el presente trabajo.
- ✓ A todas aquellas personas que de algún modo u otro, contribuyeron generosamente con la provisión de datos y su análisis.

## BIBLIOGRAFÍA

- Crechi, E.; Fassola, H.; Maestropaolo, J. 1999. Simulador Forestal *Pinus taeda* (Versión 2.0). Programa Cooperativo Simulador de Crecimiento. EEA-Montecarlo (INTA) - Empresas Forestales de Misiones y NE de Corrientes – Subsecretaría de Bosques y Forestación del Ministerio de Ecología de Misiones y Facultad Ciencias Forestales (UNaM).
- Crechi, E. ; Keller, A.; Colcombet, L.; Fassola, H. 2009. Raleo en *Pinus taeda* origen Columbia. Jornada Técnica Pos XIII Congreso Forestal Mundial. Buenos Aires – Argentina. 18 al 23 Octubre 2009. LIPSIA - Puerto Esperanza, Dpto. Iguazú, Misiones. 28-10-2009.
- Colcombet, L., Pachas A. N. A., Carvallo, A. E. 2009. Evolución de sistemas silvopastoriles de *Pinus elliottii* - *Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf y *Penisetum purpureum*, en predios de pequeños productores en el NE de Misiones. Actas del 1<sup>er</sup> Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles 2009, pág. 239-245. Mayo 2009. ISBN 978-987-521-350-0
- Colcombet, L., Pachas A. N. A., Fassola, H. E. Sistemas silvopastoriles de *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *caribaea* var. *hondurensis* (F2), *Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf y *Axonopus catarinensis* Valls, a diferentes densidades arbóreas em el NO de Misiones. Actas del 1<sup>er</sup> Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles 2009, pág. 271-276. Mayo 2009. ISBN 978-987-521-350-0
- Fassola, H. E.; Lacorte S. M.; Pachas, A. N.; Pezzutti, R. 2005. Factores que influncian la producción de biomasa forrajera de *Axonopus jesuiticus* Valls bajo dosel de *Pinus taeda* L. en el nordeste de Corrientes. RIA 34 (3):21-38 issn EDICIÓN IMPRESA 0325-8718. Diciembre 2005. ISSN edición en línea 1669-2314, INTA, Argentina.
- Fassola H. E., Ferrere, P., Lacorte S. M., Rodríguez A. Franciscos ex. At. Equo. 2002. Predicción de la producción de un pastizal bajo distintas estructuras de canopia de *Pinus taeda* L. en el nordeste de Corrientes, Argentina. RIA, 31 (2): 73-96. ISSN 0325-8718. INTA. Argentina.

**CRECIMIENTO DE 3 ESPECIES LATIFOLIADAS NATIVAS A CIELO ABIERTO Y BAJO DOSEL DE PINO HASTA LOS 12 AÑOS DE EDAD, EN MISIONES ARGENTINA (*Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steudel, *Balfourodendron riedelianum* (Engl.) Engl., *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.)**

**GROWTH OF 3 NATIVE BROADLEAF SPECIES TO OPEN SKY AND UNDER CANOPY OF PINE UP TO AGE 12, IN MISIONES ARGENTINA (*Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steudel, *Balfourodendron riedelianum* (Engl.) Engl., *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.)**

**Crechi, E.<sup>1</sup>; Hennig, A.<sup>2</sup>; Keller, A.<sup>1</sup>; Hampel, H.<sup>2</sup>; Domecq, C.<sup>3</sup>; Eibl, B.<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Técnicos. Area Forestal. INTA EEA Montecarlo. AP ESP 4 (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina. TE y FAX: 54-03751-480057/480512. E-mail: [ecrechi@montecarlo.inta.gov.ar](mailto:ecrechi@montecarlo.inta.gov.ar)

<sup>2</sup> Técnicos. Danzer Forestación S.A. Posadas, Misiones, Argentina. Casilla Correo 449 (3300) Posadas – Misiones. TE y FAX: 54-03752-480295/480557. E-mail: [danzfor@arnet.com.ar](mailto:danzfor@arnet.com.ar)

<sup>3</sup> Consultora privada. Posadas-Mnes. E-mail: [cecidomecq@hotmail.com](mailto:cecidomecq@hotmail.com)

<sup>4</sup> Docente. Facultad de Ciencias Forestales. UNAM. Bertoni 124, (3382) Eldorado, Misiones, Argentina. TE y FAX: 54-03751-431526-431780. E-mail: [beibl@facfor.unam.edu.ar](mailto:beibl@facfor.unam.edu.ar)

## **SUMMARY**

The possibility of growing three native forest tree species (*Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steudel (Peteribí), *Balfourodendron riedelianum* (Eng.) Engl. (Guatambú), and *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. (Timbó) either as monoculture of each species or mixed among them and under pine tree protection or at open sky were analyzed. The experiment was set in San Ignacio in 1997 in a split plot design with three complete random blocks, with two light levels (plots) and the three native species or mixed (subplots). The tree growth was assessed by the total height and diameter at breast height up to age 12, while the submitted values of survival (S) are obtained at the age of 12 years. Significant differences were found in the height and diameter at breast height among species and between shaded under *Pinus elliottii* and open sky plots. All the species, independently of the cultural system, had an satisfactory growth rate, except for Timbó under open sky. The Timbó under pine tree had the highest growth of height and diameter at breast height, but also the Guatambú and the Peteribí either on monoculture or under the pine tree had an adequate growth, but basically because of their natural form.

**Key words:** *Cordia trichotoma*, *Balfourodendron riedelianum*, *Enterolobium contortisiliquum*, growth, silviculture, Misiones

## **RESUMEN**

Este trabajo tuvo por objetivo, analizar las mediciones de un experimento a los efectos de determinar los crecimientos de 3 especies forestales nativas en plantaciones puras y mixtas (mezcladas entre ellas), *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steudel (Peteribí), *Balfourodendron riedelianum* (Engl.) Engl. (Guatambú), *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. (Timbó) con dos niveles de luz (a cielo abierto y bajo cubierta de pino). Fue instalado en San Ignacio en el año 1997, bajo un diseño experimental de parcelas divididas con 3 repeticiones. Se evaluó crecimiento en altura total (h) y diámetro a la altura del pecho (dap) hasta los 12 años de edad, mientras que los valores de sobrevivencia (S) presentados son los obtenidos a la edad de 12 años. Se observaron diferencias significativas en crecimiento en h y dap entre especies y entre sitios. Excepto el Timbó a cielo abierto, todos los demás tratamientos tuvieron crecimientos aceptables. El Timbó bajo cobertura de *Pinus elliottii*

presentó el mayor crecimiento en h y dap, mientras que los tratamientos con Peteribí y con Guatambú, se destacaron de sobremanera por su forma.

**Palabras claves:** *Cordia trichotoma*, *Balfourodendron riedelianum*, *Enterolobium contortisiliquum*, crecimiento, silvicultura, Misiones

## INTRODUCCION

Si bien históricamente, la región templada ha sido la fuente mundial de madera para transformación, la escasez de madera en el mercado mundial tiende a orientar la producción forestal hacia países de climas tropicales y subtropicales, donde las especies en general presentan un potencial de crecimiento relativamente rápido, rotaciones más cortas y rentabilidad mayor que las inversiones (Zobel, B. 1972).

De Jesus (1992) citando a Yared et al. (1980), afirma que el uso de especies tropicales en programas de reforestación es aun incipiente, principalmente por el poco conocimiento del comportamiento silvicultural de las especies. El cultivo con especies forestales nativas en la provincia de Misiones, tiene escasos antecedentes, mayormente en enriquecimiento de montes, algunos carentes de continuidad, y otros a nivel de ensayo (Eibl et al., 1993,1994; Corradini E. y Pérez, A., 1988; Maiocco et al., 1993).

El primer desafío para el establecimiento con éxito de estas plantaciones es identificar las especies y las técnicas de establecimiento a utilizar. En este sentido, y por la reconocida aptitud para la industria del debobinado, faqueado y mueblería fina, reforzado por el hecho de que en el Foro Forestal de la región Misiones - Norte de Corrientes fueran identificadas como prioritarias (INTA EEA Montecarlo, 1995), se decidió trabajar con las especies: *Balfourodendron riedelianum* (Engl.) Engl. (Guatambú blanco), *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steudel (Loro negro o Peteribí) y *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (Timbó colorado).

Estas especies, en anteriores ensayos han manifestado características biológicas y silvícolas que permiten suponer la factibilidad de su establecimiento en masas mixtas y/o puras en condiciones de cielo abierto y/o bajo cubierta (Gurgel Filho O. et al., 1982; Kageyama, P. et al., 1989; Sánchez, R. et al., 1988, 1993; Fernández et al., 1994; Eibl, B. et al., 2000; Montagnini et al., 2005; Barth et al., 2008). Además, Crechi et al., 2005, presentaron los resultados de este ensayo hasta los 4 años de edad, mostrando preliminarmente la factibilidad de su cultivo.

El objetivo de este trabajo, es presentar los valores de sobrevivencia, dap y altura hasta los 12 años de edad, mostrando el efecto que la cobertura y las especies poseen sobre la evolución de estas variables, a los efectos de poder contribuir a la diversificación silvícola del sector forestal de Misiones.

## MATERIALES Y METODOS

### Descripción del área de estudio

El ensayo se implantó en el Establecimiento San Ignacio, propiedad de la empresa Danzer Forestación S.A., ubicado en el Departamento San Ignacio, Misiones, entre los 55° 35' de longitud Oeste y 27° 11' de latitud Sur, a una altitud de 120 m.s.n.m. El clima se caracteriza por una temperatura media anual de 21°C y una precipitación media anual de 1800 mm, con régimen uniforme.

El relieve es suavemente ondulado, con pendientes inferiores al 15%. Se trata de suelos de color rojo cuya profundidad efectiva supera los 2 metros, en términos comparativos con otros suelos de la provincia pueden ser caracterizados como relativamente pobres en

materia orgánica, nitrógeno fósforo y otros nutrientes. Para mayor información ver lo descrito en Crechi et al., 2005.

### Producción de plantines. Establecimiento del ensayo. Diseño

Tal lo descrito en Crechi et al., 2005; la siembra se realizó en almácigo y las plántulas se repicaron a maceta cuando contaron con uno o dos pares de hojas definitivas. Se utilizó como sustrato una mezcla de tierra y corteza de pino molida (2:1) y las macetas utilizadas fueron de polietileno de 1 litro. Las semillas se obtuvieron del Banco de Semillas Forestales de la Facultad de Ciencias Forestales, UNaM. Los plantines en maceta permanecieron en el vivero hasta que alcanzaron entre 40 y 60 cm de altura.

El ensayo se estableció a campo en el mes de Septiembre de 1997, bajo un diseño experimental de parcelas subdivididas en 3 bloques completos al azar, donde los dos niveles de luz son las parcelas y las especies (3 especies y mixto) las subparcelas, compuestas por 36 plantas cada una, con bordura perimetral simple, resultando de esta manera 16 árboles de medición. El espaciamiento utilizado fue de 4 m entre líneas y de 2,5 m entre plantas, siendo necesarias 288 plantas por especie para un área experimental de 8640 m<sup>2</sup>. No se realizaron reposiciones debido a la alta tasa de sobrevivencia inicial.

Los tratamientos evaluados fueron combinaciones de a) Sitios experimentales: Bajo cubierta de *Pinus elliottii* (BP) y a cielo abierto (CA) y b) Especies: Timbó (Tb), Peteribí (Pb), Guatambú blanco (Gu) y Mixto (Mx) (mezcla de las 3 especies), tal lo observado en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Diseño en Parcelas Subdivididas

	BAJO PINO				CIELO ABIERTO			
I	Tb	Pb	Gu	Mx	Pb	Mx	Gu	Tb
II	Gu	Mx	Pb	Tb	Tb	Mx	Pb	Gu
III	Mx	Pb	Tb	Gu	Pb	Gu	Mx	Tb

(Parcelas Correspondientes a Sitios y Subparcelas a Especies)

### Manejo del dosel superior

Según Crechi et al., 2005, entre las incógnitas a resolver en el corto plazo, estaba referido a la apertura del dosel superior a efectos de permitir el ingreso de mayor luminosidad necesaria para el desarrollo de los árboles del estrato inferior. Ello implicaba decidir la intensidad del raleo y la modalidad del apeo de los pinos. En este sentido, se realizaron dos raleos con apeos dirigidos, uno de aproximadamente el 50% de los individuos (unas 150 pl/ha) al 6° año, contado desde la implantación de las especies nativas; y otro apeando casi todos los pinos remanentes al 10° año.

### Registro de datos



El registro de datos correspondiente a los primeros años fueron descritos en Crechi *et al.*, 2005. Se adjuntan los datos de altura total (h), diámetro altura de pecho (dap) y sobrevivencia (S) registrados hasta los 12 años de edad.

Tanto la evaluación de la radiación solar como del daño causado por bajas temperaturas y por *Epicauta adspersa* (bicho moro), fueron presentados en Crechi *et al.*, 2005. Posteriormente no se continuó con estas observaciones.

### Análisis de datos

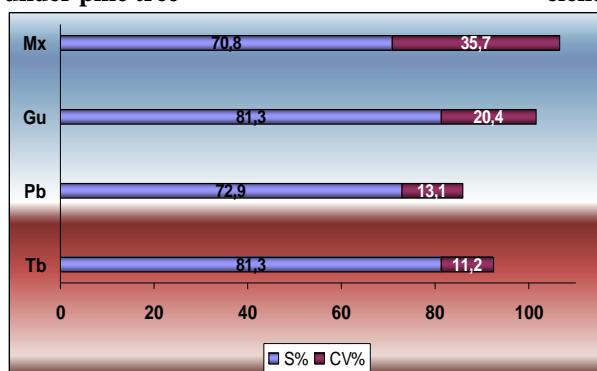
Los datos de h y dap hasta los 12 años, se analizaron a través de los análisis de variancias correspondientes al diseño utilizado. Dicho análisis se realizó con un programa estadístico (InfoStat, 2007) empleando en la prueba de “F”, valores críticos al 1 y al 5 %. Posteriormente se aplicó la prueba de Duncan para probar la significación de todos los contrastes entre pares de promedios por tratamiento, con valores críticos al 1 y al 5 %. Además se hicieron gráficos para observar el patrón de comportamiento de éstas y otras variables. Para la variable S, sólo se analizaron sus estadísticas descriptivas a la edad de 12 años.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las Figuras 1 y 2 muestran los resultados de S y coeficiente de variación (CV) obtenidos, expresados en porcentaje, a la edad de 12 años.

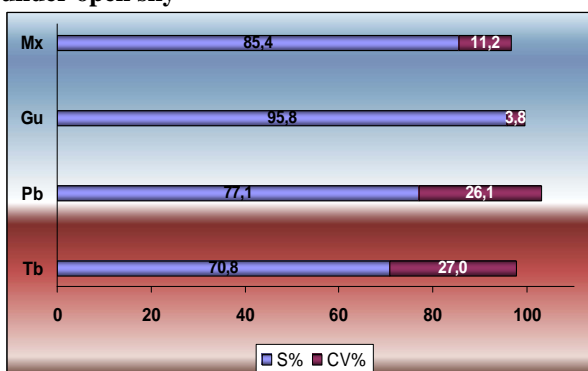
**Figura 1: Sobrevivencia (S) y Coeficiente variación (CV) bajo pino**

**Figure 1: Survival and variation coefficient under pine tree**



**Figura 2: Sobrevivencia (S) y Coeficiente variación a cielo abierto**

**Figure 2: Survival and variation coefficient under open sky**



En la Tabla 1 se observan los resultados del análisis de variancia para la variable h y dap.

**Tabla 1: Resultados del análisis de variancia para h y dap para diferentes especies a cielo abierto y bajo cubierta de pino.**

**Table 1: ANOVA results for total height and diameter at breast height (dbh) for different species under open sky and under pine tree protection**

		CUADRADO MEDIO							
		h				dap			
FV	GL	2° año	4° año	6° año	12° año	2° año	4° año	6° año	12° año
REP	2	0,123ns	0,091ns	0,02ns	0,13ns	0,092ns	1,777ns	6,24ns	0,65ns
SITIO	1	1,330*	4,293*	2,41*	4,94*	0,000ns	3,161ns	2,64ns	9,76ns
ERROR 1	2	0,017	0,146	0,13	0,56	0,048	1,797	5,52	1,69
ESPECIE	3	0,204*	0,843**	2,24*	7,27*	0,377*	2,162*	6,91*	59,86**

INTERAC	3	1,134**	2,299**	1,35*	0,14ns	0,565**	1,621*	2,32ns	1,75ns
ERROR 2	12	0,039	0,121	0,49	1,36	0,082	0,656	2,00	2,87

ns=no significativo, \*=significativo (a nivel del 5%), \*\*=altamente significativo (a niveles del 1 y 5%)

Se observaron diferencias significativas en h entre especies para todas las edades, a excepción del 4º año que resultó altamente significativa. La interacción sitio-especie, resultó altamente significativa hasta el 4º año inclusive (estas diferencias altamente significativas se deben principalmente al contraste observado entre timbó a cielo abierto comparativamente con timbó bajo cubierta de pino) según lo observado por Crechi et al., 2005, mientras que posteriormente fue significativa hasta el 6º año, pasando a no significativa a los 12 años.

Las diferencias en dap entre especies fueron significativas hasta el 6º año, mientras que a los 12 fue altamente significativa. La interacción especie-sitio fue altamente significativa al 2º año, significativa al 4º y no significativa al 6º y al 12º año. Tanto el sitio como las repeticiones no presentaron diferencias significativas para todo este período.

### Evolución de la altura total

Haciendo un análisis global para esta variable (Figuras 3 y 4), se observó que el sitio, la especie y la interacción sitio-especie tuvieron un efecto estadísticamente significativo sobre la evolución de la altura total, excepto esta última a los 12 años.

Al analizar la interacción edad-sitio, se observó que el máximo valor se manifestó para la situación bajo cubierta de pino (Figura 5).

En las Figuras 3 y 5, se observa que si bien el Timbó bajo cubierta de pino es el que presentó mayor crecimiento en altura para casi todas las edades, a los 12 años no presenta diferencias significativas en relación a Mx y Gu, mientras que la mayor diferencia significativa de este grupo de especies se presenta en relación a Pb.

Por otro lado, se observa que el Gu y el Mx a cielo abierto presentan los mayores crecimientos en altura para todas las edades (Figura 4), aunque a los 12 años no se diferencian significativamente del Tb (Figura 5), sí en cambio para esta última edad, este grupo de especies presenta diferencias significativas en relación al Pb.

Si bien en los primeros años, el mayor contraste observado en la interacción sitio-especie, fue con Tb cielo abierto y Tb bajo pino (Crechi et al., 2005), ya a los 12 años, la interacción Sitio-especie (Figura 5), no presentó diferencias estadísticamente significativas entre Tb, Gu y Mx, sí de este grupo en relación a Pb, este último tampoco presentó diferencias estadísticas cuando se lo comparó bajo cubierta de pino y a cielo abierto (Figura 5).

Es de destacar el crecimiento homogéneo en altura del Gu, situación ésta observada también por Sánchez, R. et al., 1988.

Figura 3: Altura (h) bajo cubierta de pino

Figure 3: Height (h) under pine tree protection

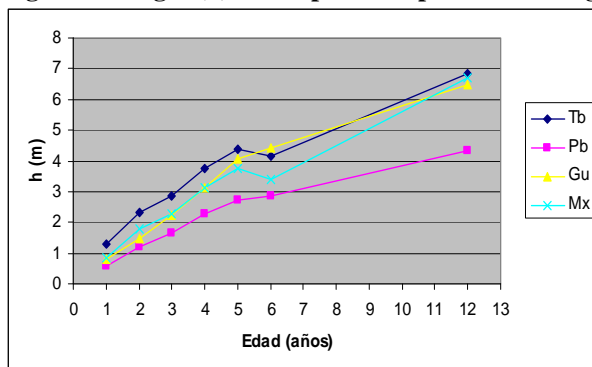
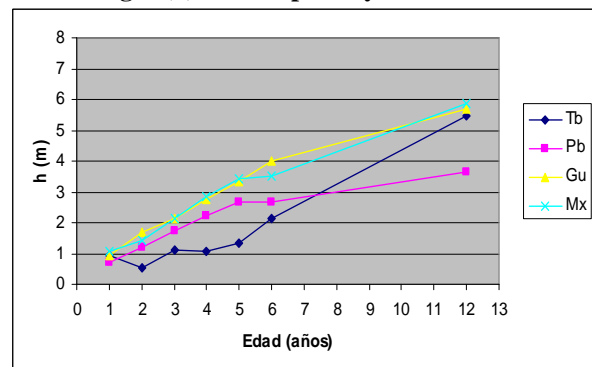
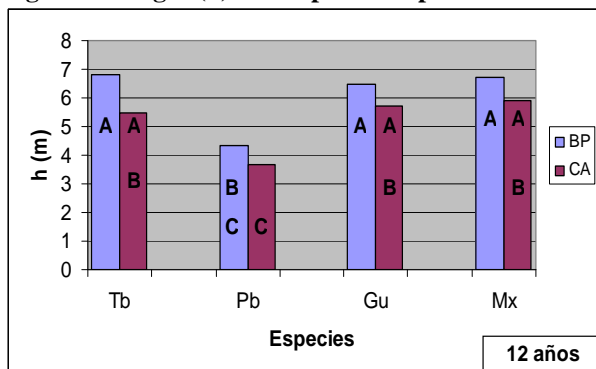


Figura 4: Altura (h) cielo abierto

Figure 4: Height (h) under open sky



**Figura 5: Altura (h) bajo cubierta de pino y a cielo abierto**  
**Figure 5: Height (h) under pine tree protection and under open sky**

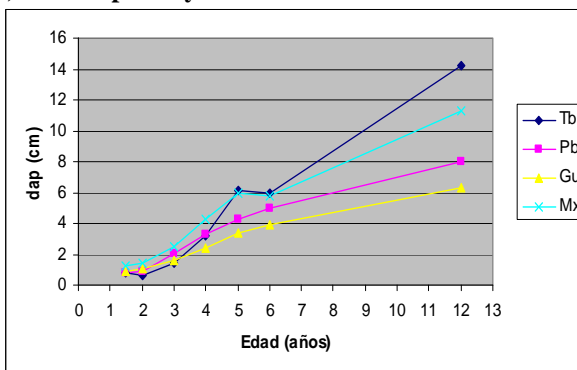
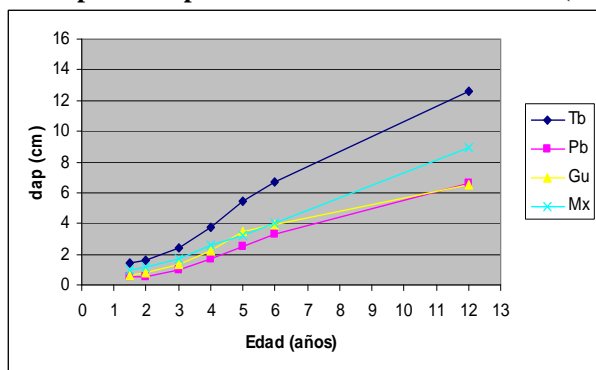


### Evolución del dap

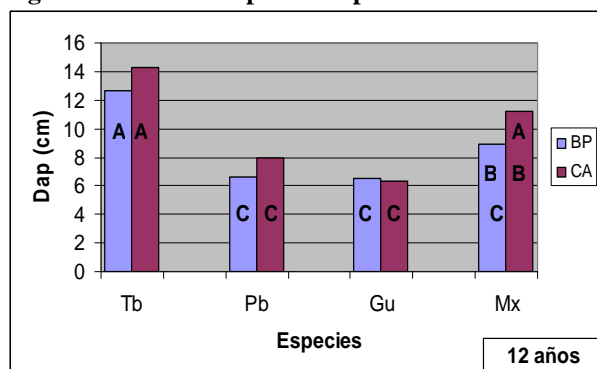
En las Figuras 6 y 8, se observa que el Tb bajo cubierta presenta diferencias significativas en dap para todas las edades, respecto de las otras especies, presentando a su vez estas últimas escasa diferencia entre sí; mientras que a cielo abierto se observó un reordenamiento entre especies de esta variable hasta el 5°-6° año y luego hasta los 12 años, se destacaron en orden decreciente pero sin diferencias estadísticas entre ellos el Tb, Mx y Gu, diferenciándose estadísticamente en relación a Pb (Figuras 7 y 8).

Ya a los 12 años, la interacción Sitio-especie (Figura 8), presentó los mayores valores de dap y sin diferencias estadísticas a Tb cielo abierto con Tb bajo pino y con Mx a cielo abierto, mientras que este grupo de tratamientos se diferenció estadísticamente de los demás. Por otro lado, Gu y Pb no presentaron diferencias significativas cuando se los comparó a cielo abierto y bajo cobertura de pino, a los 12 años.

**Figura 6: Diámetro (dap) bajo cubierta de pino**      **Figura 7: Diámetro (dap) cielo abierto**  
**Figure 6: Diameter at breast height (dbh) under pine tree protection**      **Figure 7: Diameter at breast height (dbh) under open sky**



**Figura 8: Dap bajo cubierta de pino y a cielo abierto**  
**Figure 8: Dbh under pine tree protection and under open sky**



## CONCLUSIONES

Las sobrevivencias, tanto bajo cubierta de pino como a cielo abierto fueron superiores al 70% a la edad de 12 años, destacándose el Guatambú a cielo abierto con el 95,8% y bajo cobertura de pinos con el 81,3%.

El Peteribí bajo cubierta de pino y a cielo abierto, presentaron las menores alturas cuando fueron comparadas con el Timbó, el Guatambú y el Mixto

El Guatambú y el Peteribí, bajo cubierta de pino y a cielo abierto, presentaron los menores dap cuando fueron comparados con el Timbó y el Mixto

El Timbó bajo cubierta de pino mostró árboles con buen crecimiento en diámetro, en altura y aceptable porte forestal pero sin presentar fuste recto, mientras que el timbó a cielo abierto recién al 12º año presentó diámetros y alturas similares, pero sin lograr árboles con porte forestal.

El Peteribí y el Guatambú presentaron diámetros similares, tanto a cielo abierto como bajo cobertura de pino, mientras que el Guatambú presentó mayor altura.

El Peteribí presentó mayor diámetro y menor altura a cielo abierto que bajo cubierta.

El Guatambú presentó mayor altura bajo cubierta de pino, mientras que los diámetros fueron similares en ambas situaciones de cobertura.

El Guatambú y el Peteribí presentaron crecimiento monopodial y fuste recto, resultando en implantadas promisorias para la industria del debobinado-faqueado.

## BIBLIOGRAFIA

- BARTH, S. R.; EIBL, B. I.; MONTAGNINI, F. Adaptabilidad y crecimiento de especies nativas en áreas en recuperación del noroeste de la provincia de Misiones. XIII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM – EEA Montecarlo, INTA. Eldorado, Misiones, Argentina. Junio 2008.
- CORRADINI, E.; PÉREZ A. 1988. Reflexiones sobre forestación bajo cubierta en San Miguel de la Frontera, Dpto. Guaraní, Provincia de Misiones. El Soberbio. 17 p.
- CRECHI, E.; FERNÁNDEZ, R.; DOMEQ, C.; HENNIG, A.; EIBL, B. 2005. Crecimiento inicial de 3 especies latifoliadas nativas de interés económico en Misiones (*Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. Ex Steudel, *Balfourodendron riedelianum* (Engl.) Engl., *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.). Revista Yvyrareta. 13 (2005). P. 1-9. Publicado en diciembre de 2006.
- DE JESUS, R.M.; GARCIA, A.; TSUTSUMI, Y. 1992. Comportamiento de doze espécies florestais da Mata Atlantica em povoamentos puros. 2º Congresso Nacional sobre Essências Nativas, Rev. Inst. Flor. Sao Paulo, v.4, único, p. 491-496.
- EIBL, B.; MORANDI, F.; MUÑOZ, D.; MARTINEZ, L. 1993. Enriquecimiento en fajas con especies forestales nativas en San Pedro, Misiones, Argentina. VII Jornadas Técnicas: Ecosistemas Forestales Nativos, Uso, Manejo y Conservación. ISIF-FCF. Eldorado, Misiones. Actas I, p. 268- 277.

- EIBL, B.; SILVA, F.; CARVALLO, A.; CZEREPAK, R.; KEHL, J. 1994. Ensayos de germinación y análisis cuantitativo en semillas de especies forestales nativas de Misiones, R.A. *Yvyretá*. 5, p. 33-48.
- EIBL, B.; FERNANDEZ, R.; KOZARIK, J.; LUPI, A.; MONTAGNINI, F AND NOZZI, D. 2000. Agroforestry systems with *Ilex paraguariensis* (American holly or yerba mate) and native timber trees on small farms in Misiones, Argentina. *Agroforestry Systems* 48, p.1-8.
- FERNANDEZ, R.; EIBL, B.; MONTAGNINI, F.; O'LERY, H.; FRIEDL, R. 1994. Plantaciones de especies forestales nativas a cielo abierto en áreas degradadas de la Provincia de Misiones, Argentina. Resultados preliminares. Resumen. I Simpósio Sul-Americano e II Simpósio Nacional. Recuperación de áreas degradadas. FUFEP. Foz de Iguazú, Paraná, Brasil.
- GURGEL FILHO, O.; MORALES, J. L. ; GURGEL GARRIDO, L. 1982. Silvicultura de essencias indigenas sob povoamentos homoclitos coetaneos experimentais. VI Pau Marfim (*Balfourodendron riedelianum* Eng.). Silvicultura em Sao Paulo. Instituto Florestal. 16A Pt.2, p. 867-871.
- INFOSTAT. Software estadístico. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Córdoba.
- INTA. EEA Montecarlo. 1995. Documento Reunión para establecer líneas de Investigación para el Proyecto Forestal de Desarrollo - ForestAR. Montecarlo. 14 p.
- KAGEYAMA, P. Y.; DE ABREU CASTRO, C. F. 1989. Sucessão secundária, estrutura genética e plantacões de espécies arbóreas nativas. IPEF, Piracicaba (41/42), San Pablo, Brasil, p. 83-93.
- MAIOCCO, D. C.; GRANCE, L. A.; ROBLEDO, F. 1993. Implantación bajo cubierta con especies forestales nativas en el área experimental Guaraní - Misiones. VII Jornadas Técnicas: Ecosistemas Forestales Nativos, Uso, Manejo y Conservación. ISIF-FCF. Eldorado, Misiones. Actas I, p. 278-283.
- MONTAGNINI, F.; EIBL, B.; FERNÁNDEZ, R. 2005. Adaptabilidad y crecimiento de especies forestales nativas de bosque húmedo subtropical en sitios degradados de Misiones, Argentina. *Yvyretá* 13, (2005), 10-16.
- SÁNCHEZ, R. J.; GÖTZ, I.; SEGOVIA, W. 1988. Enriquecimiento de bosques nativos de Misiones. Implantaciones bajo cubiertas. Segunda comunicación. VI Congreso Forestal Argentino. Santiago del Estero. Tomo I, p. 193-195.
- SÁNCHEZ, R. J.; GÖTZ, I.; SEGOVIA, W. 1993. Enriquecimiento de bosque nativo. Implantación bajo cubierta. Tercera comunicación. VII Jornadas Técnicas: Ecosistemas Forestales Nativos, Uso, Manejo y Conservación. ISIF-FCF. Eldorado, Misiones. Actas I, p. 300-308.
- YARED, J. A. G.; CARPANEZZI, A. A.; CARVALHO FILHO, A. P. 1980. Ensaio de espécies florestais no planalto do Tapajós. Belém, EMBRAPA/CPATU. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 11). 22 p.
- ZOBEL, B. J. 1972. Las crecientes y cambiantes necesidades industriales de maderas. En: 7º Congreso Forestal Mundial. Buenos Aires. Actas N° 2, p. 1489-1493.

# ESTUDIO DE TIEMPOS Y PRODUCTIVIDAD DE UN HARVESTER FORESTAL EN 2DO. RALEO DE *PINUS TAEDA* L. EN EL NORTE DE MISIONES – ARGENTINA

## TIME STUDIES AND PRODUCTIVITY FOR A HARVESTER IN A THINNING OPERATION OF LOBLOLLY PINE IN NORTHERN MISIONES - ARGENTINA

Dalprá, L. A.<sup>1</sup>; Reis, H. D.<sup>2</sup>; Scherer, R. A.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ms.Sc. Ing. Ftal. ([ldalpra@arnet.com.ar](mailto:ldalpra@arnet.com.ar)); <sup>2</sup>Ing. Ftal, Jefe Forestal Pindó S.A. ([hugoreis@pindosa.com.ar](mailto:hugoreis@pindosa.com.ar)); <sup>3</sup> Ph. D. Director Pindó S.A. ([rafaelscherer@pindosa.com.ar](mailto:rafaelscherer@pindosa.com.ar))

### RESUMEN

Se ha realizado un estudio de tiempos y rendimientos de un *harvester* forestal en un segundo raleo comercial (edad 9 años) de *Pinus taeda* en el norte de Misiones, Argentina. Los resultados indican una producción de 15,1 tn/hora efectiva, sobre un relevamiento de 270 ciclos, se obtuvieron 69 árboles volteados, desramados y trozados por hora efectiva de trabajo. Los resultados obtenidos permiten ser utilizados en el costeo de la operación de segundo raleo donde se desarrolló el presente trabajo.

**Palabras clave:** mecanización, forestal, productividad, tiempos, costos

### SUMMARY

A time and productivity study has been undertaken in a loblolly pine plantation during a commercial thinning at age 9 years, in the north of Misiones province, Argentina. Results show a production of 15,1 ton per effective hour of labor corresponding to 69 trees felled and processed per net hour. 270 cycles have been studied. The observed results allow the company to estimate costs of the thinning operation.

**Key words:** mechanization, forestry, productivity, time study, costs

### INTRODUCCIÓN

La mecanización de las tareas forestales es una realidad que se ha instalado en las principales empresas de la región, debido a una serie de factores, entre ellos: la necesidad de disminuir los índices de siniestralidad de tareas intrínsecamente riesgosas, tales como volteo, desrame y trozado de árboles, en las que intervienen tradicionalmente motosierras; la intención de mejorar las condiciones ergonómicas de los puestos de trabajo, la necesidad de aumento de la productividad debido a la mayor demanda de madera, y una marcada disminución de la oferta de mano de obra rural-forestal en virtud de la demanda en tareas de la construcción y otros rubros urbanos.

Aún así, el costo por unidad de materia producida no necesariamente transita este mismo camino de mejoras, ya que la inversión en sistemas mecanizados es cuantiosa en relación a los sistemas manual-mecánicos. En la ecuación de costos tiene una importante incidencia la amortización y mantenimiento de los equipos, los mayores salarios correspondientes a operarios más calificados, la más compleja logística de campamentos, abastecimiento de combustible y traslados de maquinaria, y la asistencia mecánica especializada. Es por ello que se torna prioritario optimizar los tiempos de operación de las máquinas, su rendimiento, la capacitación de los operarios (maquinistas), la correcta estructuración del sistema de trabajo (equipos de extracción de las trozas, clasificación, carga

y transporte) y la adecuación del rodal a la mecanización (distancia entre vías de saca dependiendo del espaciamiento).

En general, se puede indicar que en la mayoría de los casos el tamaño volumétrico del árbol (volumen del árbol medio) explica significativamente la productividad del harvester. Así lo demuestran diversos estudios donde, además, se incluyen en el análisis variables como: DAP (diámetro altura del pecho) y altura del árbol, características del fuste (forma, número y tamaño de ramas, bifurcaciones), densidad de árboles por superficie o espaciamiento, experiencia del operador, razón entre fustes no comerciales y comerciales, condición topográfica, sotobosque, entre otras (Parra y Carey, 2000). Como respuesta parcial a esta situación, en el ámbito de una empresa forestal integrada del Norte de Misiones, se realizó en Mayo de 2009 un estudio de tiempo y rendimientos para una máquina forestal cortadora-procesadora (*harvester*) en un segundo raleo de *Pinus taeda* L. en el norte de Misiones, Argentina.

El presente trabajo pretende mostrar los resultados del estudio de tiempos y producción de un harvester operando en tareas de volteo, desrame y trozado de árboles en un segundo raleo de una forestación de *P. taeda*, en el Norte de la Provincia de Misiones. Estos resultados permitirán identificar las variables que incidan en la productividad del equipo, como así también servirán de base para el costeo de la operación y para la eventual introducción de mejoras en el método de trabajo.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Características del pinar

La experiencia se realizó en una plantación de *P. taeda*, de 9 años de edad en ocasión de un 2do raleo comercial, de tipo selectivo, en la zona de Puerto Esperanza, Misiones. El espaciamiento entre líneas es de 3,0 m. La plantación tiene, al iniciarse el 2do raleo, las vías de saca distanciadas cada 10 líneas. Durante el 1er raleo se volteó el décimoprimer línea. En este 2do raleo, el harvester realizó el volteo de una vía de saca adicional, resultando finalmente en 4 y 5 líneas en pie a cada lado de las vías de saca. Por lo tanto el brazo de la máquina se debe extender de 2 hasta 3 líneas a cada lado de las vías de saca respectivamente, a efectos del raleo selectivo. El sistema se halla comprendido en lo que se conoce como *harvester-forwarder*, consistente en volteo, desrame y trozado a medida en el bosque y extracción a camino por medio de forwarder (autocargador).

Tabla 1. Situación inicial y final del pinar. *Description of the plantation status.*

Variable	DAP (cm.)	N/ha	AB (m <sup>2</sup> /ha)	Vol. individual (tn/árb)
Sit. inicial	23,4	651	29,5	
Extraído	21,5	288 (44%) <sup>1</sup>	10,9 (37%) <sup>1</sup>	0,218
Remanente	25,2	363	18,6	

<sup>1</sup> % del inicial





**Imagen 1. Estado del pinar posterior al raleo**

### **Características del harvester y del sistema de trabajo**

El harvester es un *Logman 801 4x4*, con ruedas neumáticas y pluma telescópica de 10 m de alcance. Está equipado con un cabezal *Keto 150 supreme* con rodillos traccionadores. Se trata de un equipo usado, con unas 20.400 horas de uso, reacondicionado e importado desde Finlandia.

La extracción se realiza con tractor, cachapé y grúa (autocargable). El equipo de extracción realiza una clasificación de trozas pulpables y aserrables previo a la extracción a camino. En esta operación es asistido por un trineumático dentro del bosque. El turno de trabajo es de 10 hs totales.

Se han relevado 270 ciclos del harvester (árboles volteados, desramados y procesados), por medio del método de cronometraje discontinuo o multimomento.



**Imagen 2. El harvester operando en el pinar**



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla a continuación se observan los principales resultados.

**Tabla 2. Resultados de la toma de tiempos. *Relevant outcomes of time study***

	Árb/He <sup>1</sup>	Tn/He	Tn/día	Tn/mes <sup>2</sup>	He/día
Volteo, desrame y trozado	69	15,1	124,5	2.490	8,25

<sup>1</sup> He: hora efectiva. <sup>2</sup> Días/mes: 20

Las toneladas de producción estimadas para el mes concuerdan con lo esperado para el equipo en la planificación previa, para los turnos de trabajo planteados.

**Tabla 3. Composición de tiempos productivos. *Distribution of work elements observed during time study***

Elementos del ciclo de trabajo	%
Acomoda y posiciona el cabezal al pie del árbol	14
Volteo del árbol y posición semisuspendido y horizontal, inicio del proceso	11
Desrame y trozado trozos aserrables	8
Desrame y trozado del resto del fuste	36
Desplazamiento al siguiente árbol	18
Corte árboles no comerciales o arbustos mayores	1
No operativos	
Mantenimiento máquina (cambio cadena, etc.)	11
Otras	1
	100
Tiempo para procesar un árbol (segundos)	52

Se observa un tiempo importante en el desplazamiento hacia el árbol siguiente, influenciado por la particularidad planteada en el presente caso en la conformación de las vías de saca existentes. Se considera que este ítem se vería mejorado si las vías de sacas por donde circula el harvester estuvieran dispuestas cada cuatro líneas, trabajando en este caso sobre dos líneas a cada lado, sin abandonar la vía de saca.



**Imagen 3. Cabezal Keto 150**



**Imagen 4. Cuchillas desramadoras**

## **CONCLUSIONES**

El estudio de tiempos permitió conocer los factores mas importantes en la productividad del harvester, en las condiciones estudiadas. Los resultados obtenidos permiten ser utilizados en el costeo de la operación de segundo raleo donde se desarrolló el presente trabajo.

Es importante extender estos estudios hacia operaciones con otras características de los árboles. En particular, analizar el comportamiento con una disposición diferente de las vías de saca.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a la empresa Pindó S.A. por facilitar los datos para la publicación, así como a la empresa de servicios cuyo trabajo se relevó.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Lopes, E. da S. et al. 2007. Avaliação técnica e econômica do corte de madeira de pinus com cabeçote harvester em diferentes condições operacionais. FLORESTA, v. 37, n. 3, 305-313.

Parra O, M; Carey B, P. 2000. Consideraciones metodológicas para la evaluación de la cortadora-procesadora (harvester) en operaciones forestales, BOSQUE 21(2): 137-146.

Freitas, K. E. 2005 Análise técnica e econômica da colheita florestal mecanizada. Disertación de Tesis de Grado. Univ. Federal de Vinosa. Minas Gerais, Brasil. 27 p.

# EFFECTOS DE LOS RALEOS SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS DEL CANOPEO EN PLANTACIONES DE *Pinus elliottii* var. *elliottii* Engelm. x *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Morelet. EN LA PROVINCIA DE MISIONES.

THINNING EFFECTS ON CANOPY CHARACTERISTICS IN PLANTATIONS OF *Pinus elliottii* var. *elliottii* Engelm. x *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Morelet. IN MISIONES PROVINCE.

de la Vega, M. A.<sup>1</sup>; Pinazo, M. A.<sup>2</sup>; Marquina J.<sup>3</sup>; Crechi E.<sup>4</sup>.

1. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. Email: acuol1@yahoo.com.ar.
2. INTA EEA Montecarlo. Av. Libertador 2472, (3384). Misiones. Argentina. Email: mpinazo@montecarlo.inta.gov.ar
3. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. Email: jmarqui@agro.unlp.edu.ar
4. INTA EEA Montecarlo. Av. Libertador 2472, (3384). Misiones. Argentina. Email: ecrechi@montecarlo.inta.gov.ar

## RESUMEN

Las forestaciones juegan un rol determinante en el ambiente productivo de Misiones y el pino híbrido ha cobrado una mayor importancia en la provincia. El presente trabajo tiene por objeto evaluar el efecto de diferentes esquemas de raleos sobre las características del canopeo de estas forestaciones. Se realizaron estimaciones de la cobertura, radiación total (PAR) e Índice de Área Foliar (IAF). Los valores de las variables estudiadas reflejan el efecto de los raleos respecto al testigo. La radiación (PAR) y la cobertura manifestaron cambios significativos en los raleos del 50 % del área basal. Las diferencias en IAF entre los diferentes grupos resulto no significativa, pero la tendencia mostro que la frecuencia tendría un mayor efecto respecto a la intensidad. El coeficiente de agrupamiento de acículas resulto significativamente diferente entre grupos de intensidad de raleo. Las combinaciones de intensidad y frecuencia de raleos generan cambios en el canopeo de las forestación del híbrido. Sin embargo, estudios que involucren una serie de años pueden arrojar resultados mas certeros respecto a las variables estudiadas.

**Palabras clave:** silvicultura, radiación, cobertura, IAF.

## SUMMARY

Afforestation play a determining role in the productive scenario of Misiones and the hybrid pine grown in importance in the province. The present study aims to assess the effect of different thinning patterns on the canopy characteristics of these forests. We estimate, total radiation (PAR), Leaf Area Index (LAI) and canopy cover. The values of the studied variables reflect the effect of thinning respect the control treatment. Radiation (PAR) and canopy cover showed significant changes in the thinning of 50% of basal area. The differences in LAI between the different groups was not significant, but the trend showed that the frequency would have a greater effect respect the intensity. The clustering coefficient of needles was significantly different between groups, intensity of thinning. The combinations of thinning intensity and frequency driving changes in the canopy of the afforestation of the hybrid pine. However, studies that involve a number of years can yield more accurate results regarding the variables studied.

**Key words:** silviculture, radiation, canopy cover, LAI

## INTRODUCCIÓN

Según la estimación publicada por el Ministerio de Ecología de la provincia de Misiones, para el año 2001 la superficie forestada en la provincia con el género *Pinus* abarcaba 260.000 ha (MERNRyT, 2001); las forestaciones estaban constituidas en su mayoría con *Pinus taeda* L. y *Pinus elliottii* Engel. A partir de la década del noventa, con la introducción del pino híbrido (*Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* Morelet. var. *hondurensis*) desde Australia, este ha sido el preferido por los forestadores para su plantación y ya suman unas 6.000 las hectáreas. implantadas en la región. Mayores crecimientos del pino híbrido frente a materiales de *Pinus taeda* y *Pinus elliottii* son reportados por Pezzutti (2004), Rodríguez (2003) y Báez *et al* (2003). Además de la mayor producción, otras características elevan la demanda por este híbrido: buena rectitud de fuste, pocas ramas y de diámetro reducido, favorable ángulo de inserción y muy buena permeabilidad a la luz (Niella & Rocha, 2008); esta última característica hace al híbrido muy deseable para los sistemas silvopastoriles. En estos sistemas, el dosel de árboles reduce la cantidad y calidad de luz disponible para el forraje, afectando su productividad y calidad (Peri, 1999).

La luz del sol que pasa a través del dosel de árboles en las plantaciones, altera su calidad debido a la absorción preferencial por la luz en las longitudes de onda entre los 400-700 nm por parte de las hojas. Las longitudes de onda azul y roja se reducen considerablemente en contraposición con a las de verde y rojo-lejano (Holmes, 1981 citado por Peri 1999). El grado de atenuación de la Radiación Fotosintéticamente Activa (PAR) probablemente varía entre especies de árboles, dependiendo de la transmisividad de sus hojas (Peri, 1999). Así también la cantidad de luz que llega al piso forestal dependerá del tipo de dosel que ésta atraviesa, de la densidad de plantación, la altura y la edad (Chen *et al.*, 1997).

El aumento del número de árboles o la edad de los mismos son la principal fuente de generación de competencia directa por recursos con los pastizales en los sistemas silvopastoriles; luz, nutrientes del suelo y agua son los recursos más requeridos (Peri, 1999). Las prácticas silviculturales afectan de manera directa la competencia, al modificar principalmente el porcentaje de cobertura de copas (Hale, 2003; Chen *et al*, 1997) y otros parámetros estructurales del canopy como el Índice de Área Foliar (IAF) (Will *et al*, 2005; Leblanc *et al*, 2005).

Conocer la cantidad de luz que atraviesa el dosel y llega al suelo, permitirá conocer la disponibilidad de este recurso para el cultivo de pasturas, y estudiar su impacto en las características microclimáticas bajo dosel como temperatura del aire, humedad relativa, temperatura y contenido hídrico del suelo, que a su vez influyen sobre la actividad microbiana (Cabrelli *et al*, 2006).

El objetivo del presente trabajo fue analizar la variación en cantidad de luz transmitida en relación a la estructura del dosel arbóreo en forestaciones de Pinos híbridos sometidos a 6 tratamientos de raleo, y comparar los valores estimados de la apertura del dosel y de IAF entre los tratamientos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### *Área de Estudio:*

El ensayo está localizado en Campo Casualidad, propiedad de la empresa LIPSIA S.A., en la localidad de Esperanza, Departamento de Iguazú, Provincia de Misiones, Argentina. Se encuentra instalado sobre un suelo “kandiudult” (Soil Survey Staff, 1987), caracterizado por un desarrollo de suelo mayor de 2 metros, secuencia de horizontes A-Bt-C, rojo, libre de pedregosidad, permeabilidad moderada, bien drenado, relativamente insaturado (Crechi *et al.*, 2004). Según Golfari (1965) la región donde se sitúa el ensayo pertenece a un clima subtropical o montano bajo, subhúmedo, húmedo o perhúmedo, con régimen uniforme.



Las mediciones fueron realizadas sobre un ensayo montado para evaluar la intensidad y oportunidad de raleo en una plantación de *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, que ocupa un total de 5 ha y cuenta con 12 años de edad. Fue tratado con 2 intensidades de raleo (T), 25% y 50% del área basal respecto al testigo, en 3 oportunidades distintas (F), a los 2, 4 y 6 años. La densidad inicial fue de 1736 pl/ha (2,4m x 2,4m). El diseño fue de bloques completos al azar con tres repeticiones, con parcelas de 864 m<sup>2</sup>.

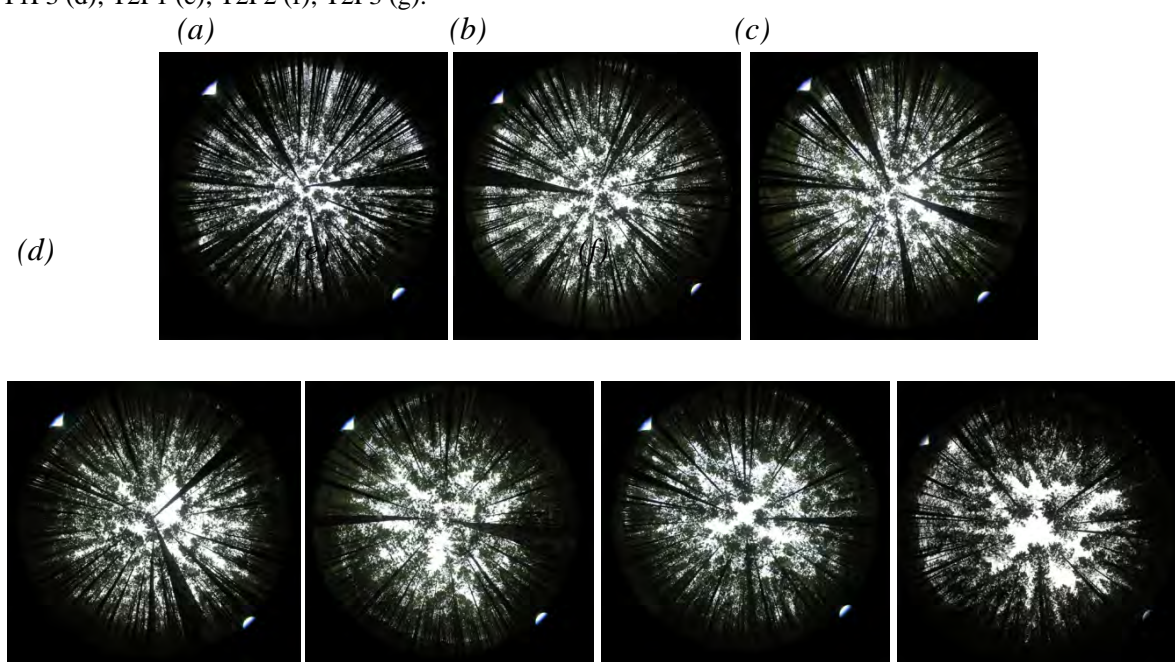
#### Determinación de la relación entre la luz transmitida y variables estructurales:

Para las determinaciones de la radiación transmitida y la cobertura del dosel, se tomaron 4 fotografías hemisféricas por parcela mediante la utilización de un lente ojo de pescado de 180° Nikon FC-E9 incorporado al sistema auto nivelante SML-6 (Delta T Devices) y cámara digital Nikon Coolpix 8400 adaptada al lente mediante adaptador UR-E16 de Nikon.

Las fotos hemisféricas se tomaron realizando un cuadrado de 5 m de lado, siendo los vértices los puntos de toma de las fotos. Las fotos fueron analizadas mediante el programa Hemiview (Delta-T Devices Ltd, Cambridge, UK). Las fotografías fueron tomadas en condiciones de cielo cubierto para aumentar el contraste entre el cielo y las copas (**figura 1**). Para evitar posibles efectos o errores debido a subjetividad durante el proceso de clasificación de cada imagen, la determinación del umbral se realizó mediante el programa Sidelook (Nobis, 2005), que permite lograr un valor umbral de clasificación de las fotos mediante un algoritmo que maximiza el contraste de los píxeles de la fotografía (Nobis, 2005).

**Figura 1:** Ejemplos de fotografías hemisféricas para cada tratamiento. Testigo (a); T1F1 (b); T1F2 (c); T1F3 (d); T2F1 (e); T2F2 (f); T2F3 (g).

**Figure 1:** Examples of hemispherical photographs of the different treatments: Control (a); T1F1 (b); T1F2 (c); T1F3 (d); T2F1 (e); T2F2 (f); T2F3 (g).



La estimación del IAF se realizó mediante la toma de fotos digitales planas siguiendo la metodología propuesta por Mcfarlane et al. (2007) modificada por De la Vega *et al.* (en preparación). Para ello se tomaron 9 fotos por parcela (3 fotos entre filas, 3 en la fila y 3 en el centro de plantación) (**figura 2**).

Las fotos planas fueron analizadas mediante software Adobe Photo-Shop ® 7.0, de acuerdo a la metodología propuesta por Mcfarlane et al. (2007), seleccionando primero las aperturas

grandes del dosel y registrando el número de píxeles que ocupan en la fotografía (gL). Posteriormente se registra la totalidad de aperturas y los píxeles que ocupan (gT).

La estimación de Área Foliar implica la estimación de parámetros del canopeo como “Cobertura del Suelo” ( $f_c$ ) y “Cobertura de Copas” ( $f_f$ ); el primero asume a las copas como sólidos mientras que el segundo estima la superficie del suelo cubierta por ramas y hojas.

$$1) f_c = 1 - \frac{gL}{\text{Píxeles totales}} ; f_f = 1 - \frac{gT}{\text{Píxeles totales}}$$

Con estos parámetros se estimó la “Porosidad de Copas” ( $\Phi$ ) como la inversa de la cobertura del canopeo.

$$2) \Phi = 1 - \frac{f_f}{f_c}$$

El índice de Área Foliar Efectiva ( $L_t$ ) se calculó entonces con una ecuación derivada de la ecuación de Lambert-Beer.

$$3) L_t = -f_c - \frac{\ln(\Phi)}{k} * \alpha$$

Donde  $\alpha$  es la relación entre la superficie leñosa (ramas y tronco), respecto a la superficie total (ramas, tronco y hojas) (Kucharik, et al. 1998) y k es el coeficiente de transmisión del canopeo.

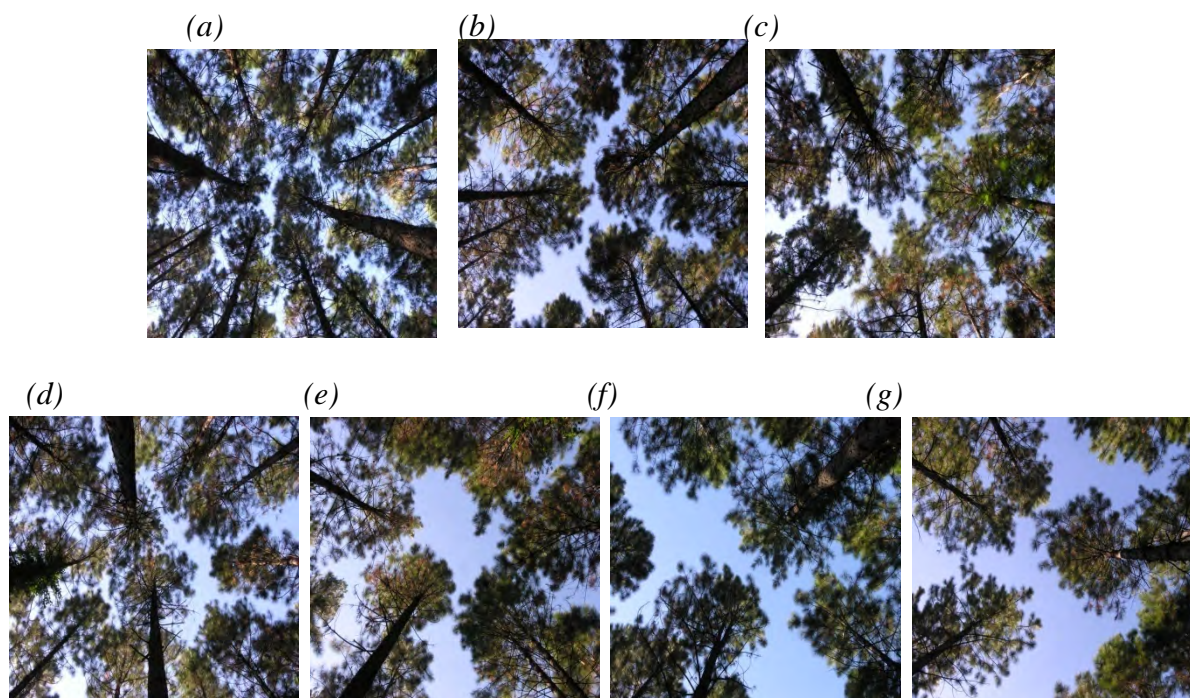
Por último, se estimó el “Índice de Agrupamiento” ( $\Omega(0)$ ) al Cenit mediante la siguiente ecuación.

$$4) \Omega(0) = \frac{(1 - \Phi) \ln(1 - f_f)}{\ln(\Phi) f_f}$$

Este índice equivale al índice de agrupamiento corregido según lo sugerido por Leblanc et al. (2005) y es un parámetro ampliamente utilizado para realizar las correcciones de IAF estimados mediante métodos indirectos como fotos hemisféricas y Licor-LAI 2000 (Chen, 1996; Stenberg, 1996; Chen et al., 1997; Kucharik et al., 1998; van Gardingen et al., 1999; Leblanc et al., 2005). El  $\Omega(0)$  es la proporción entre el IAF efectivo y el IAF, siendo el valor más cercano a 1 cuando el follaje se encuentra distribuido al azar y menor a 1 cuando se encuentra más agrupado. Es especialmente importante calcular este índice en coníferas puesto que tienen como característica de sus copas que las acículas se encuentran agrupadas en las ramas. Esto provoca una subestimación en el IAF porque al estar las acículas agrupadas, aumenta la superficie de aperturas del dosel (Stenberg, 1996).

**Figura 2:** Ejemplos de fotografías planas para cada tratamiento. Testigo (a); T1F1 (b); T1F2 (c); T1F3 (d); T2F1 (e); T2F2 (f); T2F3 (g).

**Figure 2:** Examples of digital photographs of the different treatments: Control (a); T1F1 (b); T1F2 (c); T1F3 (d); T2F1 (e); T2F2 (f); T2F3 (g).



Los análisis estadísticos se realizaron mediante ANOVA, la comparación de medias mediante test de Tukey y se ajustaron regresiones para las variables dasométricas y la luz (Zar, 1999). En todos los casos los análisis se realizaron con el programa estadístico STATGRAPHICS 3.0.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La **tabla 1** resume las características dasométricas para cada tratamiento, mostrando diferencias entre los mismos (Testigo, los T1 y los T2) en las cuatro características evaluadas: Densidad, Área Basal, DAP y Diámetro Cuadrático.

**Tabla 1:** Valores de Densidad, Área Basal, DAP y Diámetro Cuadrático para todos los tratamientos. Entre paréntesis el desvío estándar .(\*)

Table 1: Tree density, basal area, DHB and quadratic diameter values of the different treatments (mean  $\pm$  standard error).

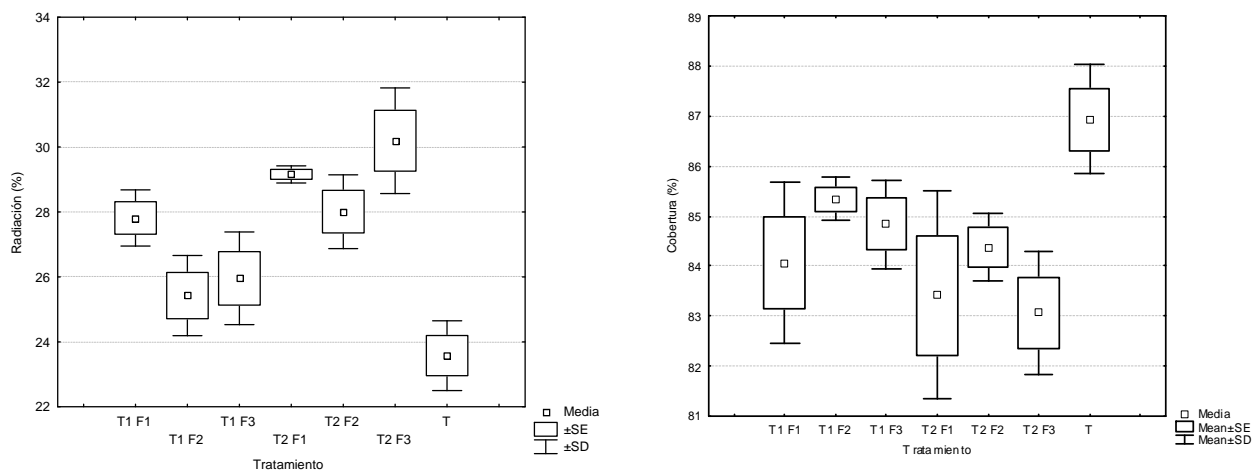
	TESTIGO	T1 F1	T1 F2	T1 F3	T2 F1	T2 F2	T2 F3
<b>Densidad(N/ha)</b>	1339 ( $\pm 97$ )	683 ( $\pm 40$ )	764 ( $\pm 20$ )	729 ( $\pm 50$ )	343 ( $\pm 7$ )	386 ( $\pm 24$ )	347 ( $\pm 12$ )
<b>Area Basal (m<sup>2</sup>/ha)</b>	47,5 ( $\pm 0,6$ )	37,3 ( $\pm 0,8$ )	39,7 ( $\pm 1,0$ )	37,1 ( $\pm 1,1$ )	26,8 ( $\pm 0,4$ )	29,3 ( $\pm 0,8$ )	25,5 ( $\pm 1,2$ )
<b>DAP (cm)</b>	20,8 ( $\pm 0,7$ )	26,1 ( $\pm 0,6$ )	25,5 ( $\pm 0,5$ )	25,3 ( $\pm 1,1$ )	31,4 ( $\pm 0,1$ )	30,9 ( $\pm 0,8$ )	30,4 ( $\pm 0,7$ )
<b>Diam. Cuad. (cm)</b>	21,3 ( $\pm 0,7$ )	26,4 ( $\pm 0,5$ )	25,7 ( $\pm 0,6$ )	25,5 ( $\pm 1,1$ )	31,5 ( $\pm 0,1$ )	31,1 ( $\pm 0,9$ )	30,5 ( $\pm 0,7$ )

\*Crechi, E.: datos no publicados

Las diferencias en los parámetros estructurales de los tratamientos (**tabla 1**) no se reflejaron con claridad en el análisis de la radiación total que llega bajo el dosel, en el IAF, como así también en la cobertura.

Analizando la radiación pudieron detectarse diferencias significativas ( $F=11,7$   $p=0,0001$ ) entre los tratamientos. La tendencia general resulto en una menor disponibilidad de radiación en el testigo, seguido por el tratamiento de raleo de 25% del área basal y el tratamiento de raleo del 50% del área basal, como el tratamiento de raleo que genera mayor disponibilidad de luz. Las diferencias encontradas fueron: el tratamiento Testigo se diferenció de los T2 y del T1F1, así también el T1F2 del T2F1 y del T2F3. El T1F3 se diferenció del T2F3. Estas diferencias pueden observarse en el gráfico de cajas (**figura 3A**) donde se quedan definidos 3 grupos, los T1, los T2 y el testigo. Si bien era esperable un escalonamiento de mayor a menor desde las F1 a F3 (mayor a menor frecuencia de intervención), esto no se verificó, posiblemente debido a que las F2, tanto para el T1 como el T2, marca que se ralearán el año próximo, mientras que en el caso de las F1 fueron raleadas el año anterior a la realización del presente estudio. Por lo tanto T1F2 y T2F2 presentarían doseles más cerrados por la expansión de las copas post tratamiento, mientras que T1F1 y T2F1 reflejarían aun el efecto del tratamiento realizado el año anterior. En el caso particular de T1F3 y T2F3, si bien no existen diferencias significativas respecto a T1F1 y T2F1 respectivamente, la tendencia de los valores promedios reflejarían el efecto de la intensidad del raleo sobre la estructura del canopeo. Los tratamientos de 50 % de área basal realizados cada 6 años tenderían a generar doseles muchos más abiertos por sobre los tratamientos realizados cada 2 años. En contrapartida los tratamientos de 25 % del área basal realizados cada 6 años no generarían ambientes más luminosos respecto a los tratamientos realizados cada 2 años.

Figura 3: Gráfico de cajas de valores de Radiación (A) y Cobertura (B) entre los tratamientos.  
Figure 3: Box plots of radiation (A) and canopy cover (B) of the different treatments.



La cobertura presentó la misma tendencia al igual que los parámetros analizados anteriormente. En este caso se presentaron diferencias significativas ( $F=3,23$   $p=0,332$ ) solo para el testigo respecto de los tratamientos T2F1 y T2F3. La dificultad para hallar diferencias entre los tratamientos puede deberse a que el rango de valores es muy pequeño (83 a 87%) como se observa en la **figura 3B**, y a que los raleos se realizan preferentemente por lo bajo.

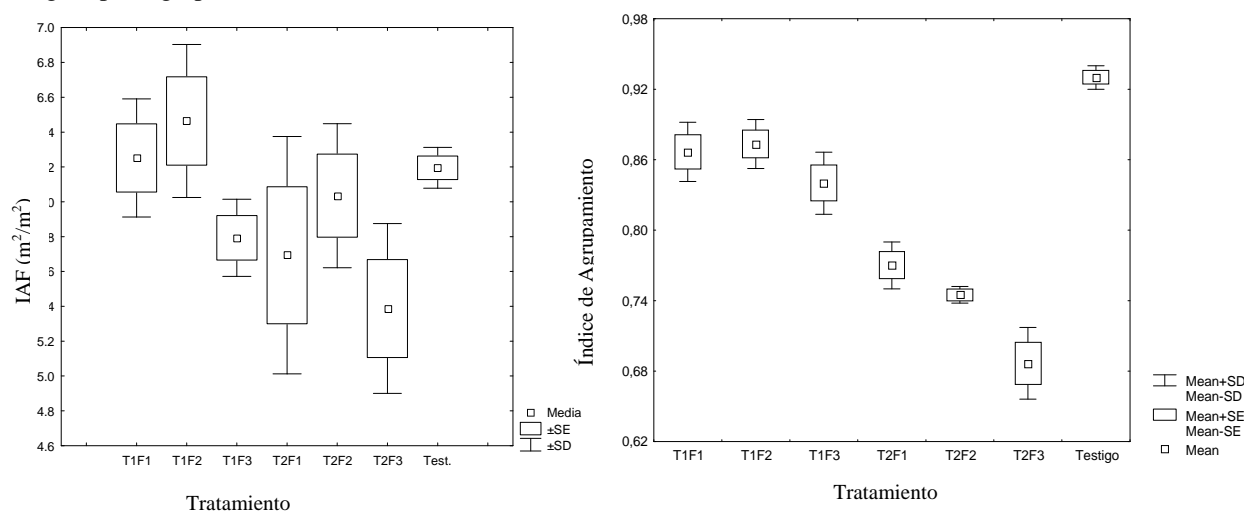
La estimación de IAF mediante fotografías planas no reflejó diferencias significativas entre los tratamientos ( $F=2,32$   $p=0,0914$ ) y esto puede deberse a diferentes causas: el valor de  $k$  no fue estimado para cada tratamiento, puesto que no se dispone de un IAF estimado por algún método directo para hacerlo, por lo que fue utilizado un valor de  $k$  de 0,245 como promedio para todas las parcelas; el testigo debiera tener un valor más alto y como contrapartida el T2F3 más bajo que el valor asumido. Para densidades altas, la superposición de hojas es mayor, y esto puede derivar al momento de la estimación en una subestimación del valor real.



Si bien no pudieron hallarse diferencias entre los tratamientos, en la figura 4A se puede observar las tendencias generales. El grupo con menor raleo (T1) presenta una tendencia a tener mayor área foliar que el grupo con un mayor raleo (T2), pero lo que más parece afectar no es la intensidad del raleo sino su frecuencia, como se observa en las F1y F2, con una rápida respuesta en el desarrollo o recuperación del área foliar que incluso llega a igualar o superar el área foliar del testigo (teniendo en cuenta también que particularmente el IAF del testigo puede estar siendo subestimado al utilizar un bajo valor de  $k$  considerando su alta densidad ). Al contrario, las frecuencias más espaciadas (F3) parecerían demorar más su respuesta, apartándose de los demás valores.

Figura 4: Gráfico de cajas de valores de IAF (A) y valores el Índice de Agrupamiento ( $\Omega$ ) (B) estimados por fotografías planas entre los tratamientos.

Figure 4: Box plots of LAI (A) and clumping index ( $\Omega$ ) (B) of the different treatments estimated by means of digital photographs.



El análisis de los valores de  $\Omega$  resultó en diferencias significativas ( $F=41,87$   $p=0,0000$ ). Los tratamientos de 50 % de área basal se diferenciaron de todos los demás tratamientos, y dentro de estos, el T2F1 se diferenció del T2F3. No se presentaron diferencias dentro de los tratamientos de 25% de área basal, pero si T1F1 y T1F3 se diferenciaron del testigo; T1F2 no lo hizo. En la **figura 4B** se observan las tendencias generales, donde los tratamientos con un mayor porcentaje de raleo generan mayor agrupamiento al igual que las frecuencias más continuas. Este comportamiento probablemente tenga relación con la cantidad de luz disponible para la acículas, pudiéndose agrupar cuando disponen de abundante luz, no así para los doseles más cerrados, donde se agrupan con menor intensidad para poder recibir la luz suficiente. Estos  $\Omega$  coinciden con los reportados por Chen (1995) y Bréda (2003) para *Pinus*, con valores entre 0,70 y 0,95.

## CONCLUSIONES

La elección de una combinación adecuada de los tratamientos silviculturales que hacen a la estructura del rodal, deberá atender entre otras cuestiones al impacto que las mismas producen sobre el área foliar del mismo, característica que define el nivel de productividad.

Aquellos tratamientos que generan doseles más abiertos y más permeables a la radiación, favorecen el crecimiento de especies herbáceas y especies nativas, incrementando la biodiversidad en estos sistemas monoespecíficos característicos de la provincia de Misiones.

Para lograr una comprensión más precisa de la dinámica de las características del rodal analizadas en el presente estudio, las observaciones deberían extenderse por un periodo de tiempo que abarque al menos uno de los raleos prescritos para cada frecuencia.

### **Agradecimientos**

Los autores agradecen a la Ing. Nardia Bulfe por colaborar en la gran cantidad de mediciones realizadas. A todo el personal de INTA Montecarlo por su predisposición a colaborar, especialmente al Ing. Aldo Keller, Ing. Sarah Bart, Sr. Otto Knebel y Sra. Iris Figueredo.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Baez, M., Austin, R. y Dalprá, L. 2003. Implementación y mantenimiento de *Pinus taeda* y *Pinus elliottii* var *elliottii* en suelos arenosos del centro este de la provincia de corrientes. X Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Eldorado, Misiones.1-10.
- Bréda, N. 2003. Ground-based measurements of leaf area index: a review of methods, instruments and current controversies. *Journal of Experimental Botany*. 54 (392) 2403-2417.
- Cabrelli, D.; Rebottaro S.; Efron D. 2006. Caracterización del dosel forestal y del microambiente lumínico en rodales con diferente manejo, utilizando fotografía hemisférica. *Quebracho* N° 13: 17-25.
- Crechi, E.; Moscovich, F.; Friedl, R.; Fassola, H.; Fahler, J. 2004. Efectos de la intensidad del 1° raleo en *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis* sobre el incremento y la producción en el noroeste de Misiones, Argentina. XI Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales – FCF, UNaM – EEA Montecarlo, INTA. Eldorado, Misiones, Argentina.
- Chen, J. 1996. Optically-based methods for measuring seasonal variation of leaf area index in boreal conifer stands. *Agricultural and Forest Meteorology*. 80: 135- 163.
- Chen, J.; Rich, P.; Gower, S.; Norman, J.;Plummer, S. 1997. Leaf area index of boreal forests: Theory, techniques, and measurements. *Journal of Geophysical Research*. 102 (24): 429-443.
- Golfari, L. 1965. Regiones potencialmente aptas para plantaciones de *Pinus* y otras coníferas en América Latina. IDIA Suplemento Forestal 2: 19-48.
- Hale, S. 2002. The effect of thinning intensity on the below-canopy light environment in a stika spruce plantation. *Forest Ecology and Management* 179: 341-349.
- Kucharik, C.; Norman, J.; Gower,S. 1998. Measurements of branch area and adjusting leaf area index indirect measurements. *Agricultural and Forest Meteorology*. 91: 69-88.
- Leblanc, S.; Chen, J.; Fernandes, R.; Deering, D.; Conley, A. 2005. Methodology comparison for canopy structure parameters extraction from digital hemispherical photography in boreal forests. *Agricultural and Forest Meteorology*. 129: 187-207.
- Macfarlane, C.; Hoffman, M.; Eamus, D.; Kerp, N.; Higginson, S.; McMurtrie R.; Adams, M. 2007. Estimation of leaf area index in eucalypt forest using digital photography. *Agricultural and Forest Meteorology*. 143: 176-188.
- Machado, J.L.; Reich, P. 1999 Evaluation of several measures of canopy openness as predictors of photosynthetic photon flux density in deeply shaded conifer-dominated forest understory. *Canadian Journal of Forest Research*. 29: 1438-1444.
- Ministerio de Ecología, Recursos Naturales Renovables y Turismo. Subsecretaría de Bosques y Forestación. Estimación del Área de Bosques Plantados en la Provincia de Misiones y NE de Corrientes (2001). Consulta del día 15 de Agosto del 2008 en:  
<http://www.misiones.gov.ar/ecologia/Todo/Bosques/Bosques%20cultivados/FOLLETO%20MISIONES%20FORESTAL.pdf>
- Niella, F.; Rocha, P. 2008. Multiplicación axilar in vitro de *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. XIII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales - Facultad de Ciencias Forestales, UNAM - EEA Montecarlo, INTA. Eldorado, Misiones, Argentina. 1-11.
- Nobis, M.; Hunziker, U. 2005. Automatic thresholding for hemispherical canopy-photographs based on edge detection. *Agricultural and Forest Meteorology*, 128 : 243-250.
- Peri, P. 1999. Effects of shade on pastures in Agroforestry Systems. Publicación Técnica Forestal N° 15. Convenio UNPA-INTA-CAP. 1-20.

- Peduzzi, A. 2007. Leaf area assessments of the overstory and understory vegetation in Pine plantations located in South Georgia and North Florida, US. Tesis de Maestría en Ciencias Forestales – Universidad de Carolina del Norte. 1-51.
- Pezzutti, R. 2004. El mejoramiento genético forestal en Bosque del Plata. Actas jornadas de mejoramiento genético para productores forestales, Posadas, Misiones. 52-58.
- Pierce, L.; Running, S. 1988. Rapid estimation of coniferous forest leaf area index using a portable integrating radiometer. Ecology 69 (6): 1762-1767.
- Rodriguez, G. 2003. Jornadas técnicas foresto-industriales. Híbrido de PEE x PCH. INTA EEA. Montecarlo. Ensayo Comparativo de Pinos Mejorado.
- Soil Survey Staff. 1987. Keys to soil taxonomy. Technical Monography 6.
- Stenberg, P. 1996. Correcting LAI-2000 estimates for the clumping of needles in shoots of conifers. Agricultural and Forest Meteorology 79: 1-8.
- van Gardingen, P.; Jackson, G.; Hernandez-Daumas, S.; Rusell, G.; Sharp, L. 1999. Leaf area index estimates obtained for clumped canopies using hemispherical pothography. Agricultural and Forest Meteorology 94: 243–257.
- Will R.; Narahari N.; Shiver B.; Teskey R. 2005. Effects of planting density on canopy dynamics and stem growth for intensively managed loblolly pine stands. Forest Ecology and Management 205: 29-41.
- Zar, J.H. 1999. Biostatistical Analysis. Prentice-Hall. New Jersey. 663 p.

# VARIACIÓN DEL ÁREA FOLIAR ESPECÍFICA EN *Pinus elliottii* var. *elliottii* Engelm. X *Pinus caribaea* var *hondurensis* Morelet. Y SU EXTRAPOLACIÓN AL CÁLCULO DEL ÁREA FOLIAR PROYECTADA

SPECIFIC LEAF AREA VARIATIONS IN *Pinus elliottii* var. *elliottii* Engelm. X *Pinus caribaea* var *hondurensis* Morelet. AND UPSCALING TO PROYECTED LEAF AREA ESTIMATIONS

De la Vega, M.<sup>1</sup>; Pinazo, M.<sup>2</sup>; Barth, S.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. Email: acuol1@yahoo.com.ar.

<sup>2</sup> INTA EEA Montecarlo. Av. Libertador 2472, (3384). Misiones. Argentina. Email: mpinazo@montecarlo.inta.gov.ar

<sup>3</sup> INTA EEA Montecarlo. Av. Libertador 2472, (3384). Misiones. Argentina. Email: sbarth@montecarlo.inta.gov.ar

## RESUMEN

El área foliar específica es un parámetro que permite realizar estimaciones del área foliar de las plantas y caracteriza a las especies y su performance en la productividad de los ecosistemas. Se realizaron determinaciones del AFE en diferentes secciones o tercios de la copa de 18 individuos del *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var *hondurensis* en tres rodales de 7-10-15 años de edad. Las diferencias del AFE resultaron significativas para los tercios y edades con una clara tendencia de aumento desde la sección superior hacia la inferior. El área foliar proyectada (AFP) del tercio medio, calculada a partir del AFE, resultó significativamente diferente respecto al tercio superior e inferior. Las variaciones de AFE responderían a adaptaciones al ambiente y a cambios ontogénicos en los individuos. La mayor AFP del tercio medio podría responder a una estrategia de compensación de tasas de fotosíntesis entre los tercios, particularmente entre los tercios superiores.

**Palabras clave:** variación intra copa, relación diamétrica, Pino híbrido, Misiones

## SUMMARY

The specific leaf area is a parameter that allows estimates of leaf area of plant species and characterize its performance in the productivity of ecosystems. SLA determinations were performed in different sections or crown-thirds of 18 individuals of *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var *hondurensis* in three stands of 7-10-15 years old. SLA differences were significant for third and ages with a clear tendency of increase from the upper to the lower section. Projected leaf area (PLA) from the middle third, calculated from the SLA, was significantly different with respect to upper and lower third. The SLA variations may be due to respond to changes in environment and adaptations to ontogenetic changes in individuals. Most of the middle third PLA could respond to a compensation strategy of photosynthetic rates between the crown-thirds, particularly among upper thirds.

**Key words:** within crown variation, diametric relationship, hybrid pine, Misiones

## INTRODUCCIÓN

Los procesos fisiológicos determinados a nivel de hoja extrapolados a nivel de la copa o el canopeo exigen determinaciones precisas del área foliar (Martin & Jokela, 2004; Marshall & Monserud, 2003; Pataki *et al.*, 1998). Mediante el área foliar es posible inferir procesos de transpiración, fotosíntesis, absorción de carbono, intercepción de radiación a nivel de árbol

individual, bosque o ecosistema (Breda, 2003; Lin *et al.*, 2002; Chen, *et al.*, 1997) y esta estrechamente relacionada con el crecimiento y productividad de los individuos (Nouvellon *et al.*, 2010; McGarvey *et al.*, 2004).

Las mediciones directas del área foliar resultan extremadamente dificultosas, por lo cual su estimación mediante métodos indirectos resultan de importancia práctica y económica (Breda, 2003; Chen *et al.*, 1997). En este sentido, las estimaciones mediante el empleo de funciones alométricas en diferentes especies y en coníferas han demostrado ser un método confiable, sencillo y rápido (Marshall and Monserud, 1999, Porté *et al.*, 2000; Xiao *et al.*, 2006).

La determinación del área foliar específica es un paso fundamental para la determinación de área foliar (Nouvellon *et al.*, 2010; Breda, 2003; Dalla Tea & Jokela, 1991) inclusive es un parámetro que caracteriza a las especies y su performance en la productividad de los ecosistemas (Villar & Merino, 2001). La distribución del follaje y la morfología de las acículas varía dentro de la copa de los árboles (Xiao *et al.*, 2006; Marshall & Monserud, 2003), con la edad de las acículas (Xiao *et al.*, 2006) y con la edad de los individuos (Delzon *et al.*, 2005).

En los últimos años se ha incrementado la superficie implantada con pino híbrido (*Pinus elliotti* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en la provincia de Misiones debido a su rápido crecimiento y a su aptitud para la implementación de sistemas silvopastoriles (Pahr *et al.*, 2002; Colcombet *et al.*, 2009).

Los objetivos del presente trabajo son, evaluar la variación del área foliar específica en diferentes secciones de la copa y en individuos de diferentes edades; explorar las relaciones entre el diámetro al pecho y la superficie foliar proyectada a nivel individual.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El muestreo se realizó en propiedades de la empresa LIPSIA, en la localidad de Puerto Esperanza, Departamento de Iguazú, Provincia de Misiones, Argentina. Las plantaciones estudiadas se encontraban sobre un suelo “kandiudult” (USDA, 2001), caracterizado por un desarrollo de suelo mayor de 2 metros, secuencia de horizontes A-Bt-C, rojo, libre de rocas, permeabilidad moderada, bien drenado, relativamente insaturado (Crechi *et al.*, 2001). La región posee un clima subtropical o montano bajo, subhúmedo, húmedo o perhúmedo, con régimen de precipitaciones uniforme.

Para la estimación del área foliar específica se aparearon 6 árboles por rodal en plantaciones de 7, 10 y 15 años implantadas en sitios similares. En cada rodal el apeo se realizó cubriendo el rango diamétrico y se determinó la biomasa de hojas en campo mediante pesadas. La copa de cada individuo se dividió en tres secciones y se tomó una muestra de acículas de cada tercio para la determinación de la relación peso seco/peso húmedo y las determinaciones del área foliar de las acículas; las muestras para la determinación del área foliar fueron colocadas en bolsas plásticas identificadas, y almacenadas en frío; mientras que la muestra para la determinación de peso seco fueron pesadas en campo y colocadas en estufa a 70 °C hasta peso constante. El área foliar específica (AFE) puede expresarse mediante la siguiente relación matemática:  $AFE = \text{área foliar} / \text{peso seco}$  y puede expresarse en  $\text{cm}^2/\text{g}$ ,  $\text{cm}^2/\text{mg}$  o  $\text{m}^2/\text{kg}$ . El área foliar de cada acícula se determinó mediante la medición del diámetro con calibre digital y el largo (medido con regla milimetrada) de cada una de ellas. Posteriormente se determinó el área foliar asumiendo la forma del fascículo como un cilindro y analizando 30 fascículos por tercio. Para el cálculo del AFE se sumaron las áreas de las acículas de cada tercio y dividieron por la sumatoria de los pesos húmedos de las mismas multiplicados por el factor peso seco/peso húmedo, obtenido a partir de las muestras de campo secadas en estufa y utilizado para convertir el valor de biomasa del tercio a peso seco. El valor de área foliar específica de cada tercio, multiplicado por la biomasa del total de

acículas del tercio correspondiente, arroja el valor de área foliar individual. Para obtener el área proyectada de las acículas, el área de las mismas fue dividida por 2.36 de acuerdo a Niimenets, et al, 2001.

Los datos se analizaron mediante análisis de la varianza factorial, considerando a la edad y tercio de la copa como los factores (Zar, 1999). Posteriormente se realizaron ajustes de regresión entre el diámetro a la altura del pecho (dap) y el área foliar proyectada total y por tercios para cada individuo apeado.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de AFE promedio (Tabla 1) resultaron elevados respecto a otras especies del género *Pinus sp.* (Xiao *et al.*, 2006; Porté *et al.*, 2000; Reich *et al.*, 1998) aunque los valores se aproximaron a los reportados por McGarvey *et al.* (2004) para *Pinus elliottii* y resultaron menores a los reportados para *Pinus taeda*. El AFE está fuertemente ligado al crecimiento de las plantas y es atribuido como una de las principales características competitivas (Reich *et al.*, 1992) tanto a nivel de individual como a nivel ecosistémico (Reich *et al.*, 1997), pudiendo esta variable explicar hasta un 80 % de las diferencias en tasa de crecimiento de diferentes especies (Villar *et al.*, 2004). Estos elevados valores podrían explicar en parte los altos rendimientos del pino híbrido reportados por Pahr *et al.* (2002) respecto a otras especies cultivadas en la región. Por otra parte es posible observar que un 40-50 % del área foliar proyectada se concentra en el tercio medio de la copa y un aumento en los tercios superiores a medida que avanza la edad de los individuos.

**Tabla1.** Valores de área foliar específica (AFE) ( $\text{cm}^2 \cdot \text{gr}^{-1}$ ) por tercio, promedio del árbol y valores de área foliar proyectada (AFP) ( $\text{m}^2$ ) por tercio y total a nivel de árbol individual. Tercio 1: tercio inferior; Tercio 2: tercio medio; Tercio 3: tercio superior.

**Table 1.** Specific leaf area values (SLA) ( $\text{cm}^2 \cdot \text{gr}^{-1}$ ) from different crown positions, mean values and projected leaf area values (PLA) ( $\text{m}^2$ ) from different crown positions and total values from individual trees. Third 1: lower crown position; Third 2: middle crown position; Third 3: upper crown position.

EDAD	Área Foliar Específica (AFE) ( $\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ )				Área Foliar Proyectada (AFP) ( $\text{m}^2$ )			
	Tercio 1	Tercio 2	Tercio 3	Promedio	Tercio 1	Tercio 2	Tercio 3	Total
7	127.04	116.34	109.19	117.53	30.71	31.94	11.18	73.83
10	135.49	125.61	124.84	128.65	26.66	49.95	32.13	108.74
15	131.45	123.06	113.32	122.61	26.91	61.59	34.96	123.45

El análisis de los valores de AFE entre los diferentes sectores de la copa y edades de los individuos arrojó diferencias significativas para edad del individuo y tercio de la copa, mientras que la interacción resultó no significativa (Tabla 2). La comparación de medias entre las diferentes edades resultó en diferencias significativas del AFE promedio a los 7 años respecto al verificado a los 10 años, mientras que no se verificaron diferencias respecto al AFE a los 15 años (Gráfico 1A). Por otra parte, la diferencias entre los tercios resultó significativa para el primer tercio respecto al tercio 2 y 3, con una clara tendencia de aumento del valor desde el tercer tercio o porción superior hacia la base de la copa (Gráfico 1B). Esta tendencia coincide con lo reportado para diferentes especies de coníferas (Xiao *et al.*, 2006; Ishii *et al.*, 2007; Greenwood *et al.*, 2008) y que, en líneas generales, es atribuido a la menor disponibilidad de luz en los tercios inferiores como respuesta fenotípica a los cambios del ambiente (Ishii *et al.*, 2007; Greenwood *et al.*, 2008) y a la edad de las acículas debido cambios ontogénicos de las mismas (Xiao *et al.*, 2006).

**Tabla 2.** Análisis de la varianza para el AFE ( $\text{cm}^2 \cdot \text{gr}^{-1}$ ) en individuos de diferentes edades y tercio de la copa. Tercio 1: tercio inferior; Tercio 2: tercio medio; Tercio 3: tercio superior.

**Table 2.** Two -way ANOVA of SLA ( $\text{cm}^2 \cdot \text{gr}^{-1}$ ) of trees from different ages and crown positions. Third 1: lower crown position; Third 2: middle crown position; Third 3: upper crown position.

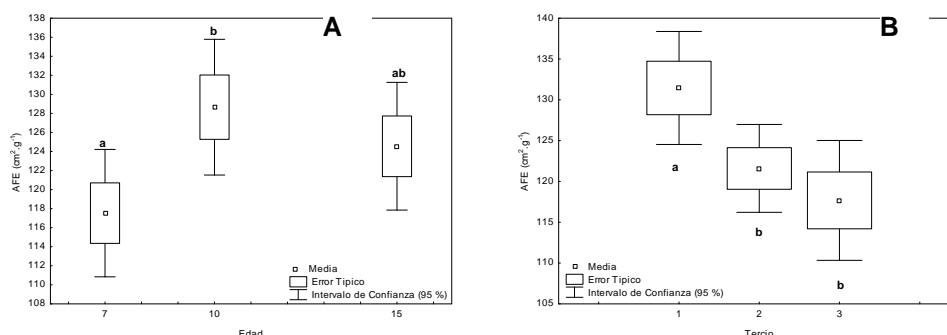
	SS	Grados de libertad	Cuadrado Medio	F	p
Intercepto	824602.4	1	824602.4	4789.105	0.000000
Edad	1139.4	2	569.7	3.309	0.045645
Tercio de copa	1813.1	2	906.5	5.265	0.008819
Edad * Tercio de copa	98.3	4	24.6	0.143	0.965300
Error	7748.2	45	172.2		

La respuesta del AFE en relación a la edad de los individuos no responde a lo reportado por Greenwood *et al.* (2008) en *Picea rubens* Sarg., Xiao et al (2006) en *Pinus sylvestris* y Richardson *et al.* (2001) en *Tsuga heterophylla*, que mencionan una disminución del AFE a medida que aumenta la edad debido a pérdida de plasticidad fenotípica y cambios ontogénicos de los arboles. En cambio la respuesta aquí encontrada se ajustaría a lo reportado por Richardson *et al.* (2000) que encontró, para el híbrido *Picea engelmannii* Parry  $\times$  *Picea glauca* (Moench) Voss  $\times$  *Picea sitchensis* (Bong.) Carr, diferentes respuestas en la morfología de las acículas como adaptación a la competencia por luz y estrés hídricos en edades intermedias y cambios debidos al estrés hídrico en edades adultas, mientras que en el caso de rodales jóvenes no se manifestaría competencia por agua o luz. Si bien en el caso aquí presentado las edades pueden considerarse como pequeñas, es probable que estos cambios se manifiesten tempranamente debido al gran desarrollo de los individuos, aun a edades de 15 años.

La falta de interacción entre la edad y el tercio indica la independencia de los factores, lo que significaría que no habría cambios en las diferencias de los tercios a medida que avanza la edad.

**Grafico 1:** Valores promedio de AFE ( $\text{cm}^2 \cdot \text{gr}^{-1}$ ) para las diferentes edades (a) y diferentes tercios de la copa (b). Tercio 1: tercio inferior; Tercio 2: tercio medio; Tercio 3: tercio superior. Letras diferentes indican diferencias significativas al 95%.

**Graphic 1:** Mean values of SLA ( $\text{cm}^2 \cdot \text{gr}^{-1}$ ) from different ages (a) and different crown positions (b). Third 1: lower crown position; Third 2: middle crown position; Third 3: upper crown position. Different letters indicate 95 % significant differences.



El análisis del área foliar proyectada resultó significativo para el tercio de copa, mientras que la edad y la interacción resultaron no significativas (Tabla 3). Por otra parte, el tercio 2 resultó mayor a los tercios superior e inferior de acuerdo a lo expresado anteriormente, siendo esta diferencia significativa (Tabla 1; Gráfico 2).

Las diferencias del tercio 2 podrían reflejar la estrategia de compensar dentro de la copa las variaciones en las tasas de fotosíntesis de las acículas de los tercios medio y superior,

y con ello la ganancia de carbono. Las acículas del tercio superior presentan un AFE menor, posiblemente debido a situaciones ambientales estresantes como exceso de radiación en individuos jóvenes y estrés hídrico junto con exceso de radiación en individuos maduros (Richardson *et al.*, 2000). Las acículas más jóvenes, posiblemente con mayor proporción en el tercio superior, presenten tasas fotosintéticas mayores que las del tercio inferior inmediato. Por otra parte, las acículas del tercio medio compensarían la tasa de fotosíntesis con una mayor área foliar en el tercio.

Las coníferas presentan la particularidad de generar estructuras agrupadas de acículas y de esta manera poseer copas permeables a la radiación hacia los niveles inferiores de la copa (Chen *et al.*, 1996). Este híbrido presenta copas profundas de 12 m de longitud, valor muy superior a los observados en la región para *P. taeda* (Fassola *et al.*, 2005). Esta profundidad podría indicar que la estructura de ramas y el agrupamiento de las acículas permite la entrada de luz en cantidades suficientes a niveles inferiores para de esta manera, poder mantener ramas en el perfil de dicha copa y reflejar la estrategia de concentrar área foliar en el tercio medio y así compensar una menor tasa fotosintética (Greenwood *et al.*, 2008; McGarvey *et al.*, 2004).

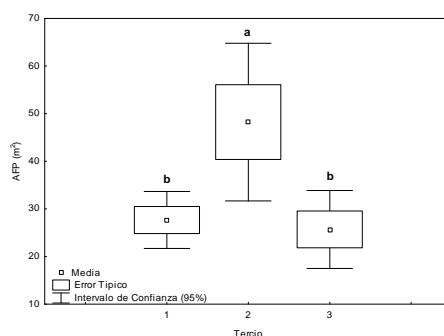
**Tabla 3:** Análisis de la varianza para el AFE (m<sup>2</sup>) en individuos de diferentes edades y tercio de la copa. Tercio 1: tercio inferior; Tercio 2: tercio medio; Tercio 3: tercio superior.

**Table 3:** Two -way ANOVA of PLA (m<sup>2</sup>) of trees from different ages and crown positions. Third 1: lower crown position; Third 2: middle crown position; Third 3: upper crown position.

	SS	Grados de libertad	Cuadrado Medio	F	p
Intercepto	61942.81	1	61942.81	132.5788	0.000000
Edad	2498.25	2	1249.13	2.6736	0.079956
Tercio de copa	5614.80	2	2807.40	6.0088	0.004865
Edad * Tercio de copa	2383.38	4	595.85	1.2753	0.293769
Error	21024.67	45	467.21		

**Gráfico 2.** Valores promedio de AFP (m<sup>2</sup>) para los diferentes tercios. Tercio 1: tercio inferior; Tercio 2: tercio medio; Tercio 3: tercio superior. Letras diferentes indican diferencias significativas al 95%.

**Graphic 2.** Mean values of PLA (m<sup>2</sup>) for the different crown positions. Third 1: lower crown position; Third 2: middle crown position; Third 3: upper crown position. Different letters indicate 95 % significant differences.



El ajuste de funciones para la estimación del área foliar proyectada total y por tercio arrojó valores satisfactorios para todos los casos, excepto para el primer tercio o tercio inferior donde se verificó un bajo valor de ajuste (Gráfico 3, Tabla 4).

Las funciones que presentaron mejor ajuste fueron las ecuaciones lineales por sobre las formas logarítmicas y exponenciales. La estimación mediante variables sencillas, de medición rutinaria con el dap, hacen de esta una opción viable para disponer de estimaciones rápidas del área foliar y del índice de área foliar. Sin embargo, el tercio 1 presentó un bajo



ajuste posiblemente debido al efecto de la sombra sobre las acículas de la base de la copa, que generaría valores elevados de AFE en todos los individuos independientemente del diámetro y la edad.

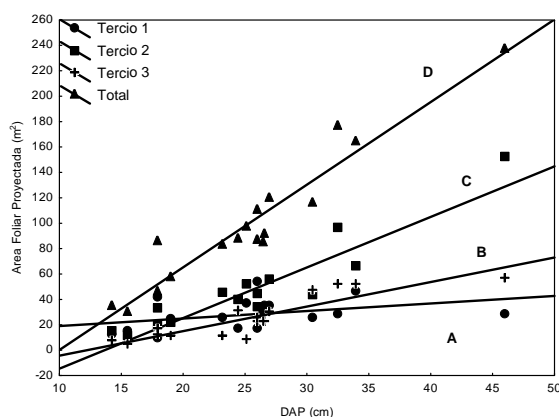
**Tabla 4.** Parámetros de las funciones ajustadas para la estimación del AFP ( $m^2$ ) para cada tercio y el total. Tercio 1: tercio inferior; Tercio 2: tercio medio; Tercio 3: tercio superior.

**Table 4.** Function parameters for PLA ( $m^2$ ) estimation from different crown position. Third 1: lower crown position; Third 2: middle crown position; Third 3: upper crown position.

		a	b	R <sup>2</sup>	Error
Tercio 1	$\text{Ln}Y = a + b * \text{Ln DAP}$	-0.712886 <sup>ns</sup> (1.147575)	1.211359** (0.364442)	0.46**	0.31997
Tercio 2	$Y = a + b * \text{DAP}$	-54.336** (12.50417)	3.9818** (0.47120)	0.82**	14.585
Tercio 3	$Y = a + b * \text{DAP}$	-23.5713** (7.080388)	1.9305** (0.266813)	0.76**	8.2585
Total	$Y = a + b * \text{DAP}$	-64.5182** (13.63166)	6.5045** (0.51369)	0.91**	15.900

**Gráfico 3.** Ajuste de funciones para la estimación del área foliar proyectada (AFP) ( $m^2$ ) a nivel de árbol individual y por tercio. A) Tercio 1: tercio inferior; B) Tercio 2: tercio medio; C) Tercio 3: tercio superior; D) Total.

**Graphic 3.** Functions for projected leaf area estimation ( $m^2$ ) from individual tree and from different crown positions. A) Third 1: lower crown position; B) Third 2: middle crown position; C) Third 3: upper crown position; D) Total.



## CONCLUSIONES

Las diferencias entre el área foliar específica (AFE) y las estimaciones del área foliar proyectada (AFP) en los tercios, evidencian las falencias de las estimaciones del IAF a partir de funciones a nivel de copa. Por lo tanto, es necesario considerar cada tercio por separado en los cálculos o estimaciones del índice de área foliar (IAF) si se pretende obtener resultados confiables.

Si bien los ajustes de las funciones de área foliar proyectada en función de una variable sencilla y de medición rutinaria como el diámetro a la altura del pecho resultaron satisfactorios, es necesario generar funciones más robustas que permitan su aplicación a nivel regional.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a la empresa LIPSIA SA y a los ingenieros Fassola Hugo, Crechi Ernesto, Keller Aldo y Bulfe Nardia.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bréda, N. 2003. Ground-based measurements of leaf area index: a review of methods, instruments and current controversies. *Journal of Experimental Botany*. 54: 2403-2417.
- Chen, J.M. 1996. Optically-based methods for measuring seasonal variation in leaf area index in boreal conifer stands. *Agricultural, Forest and Meteorology*. 80:135-163.
- Chen, J.; Rich, P.; Gower, S.; Norman, J.; Plummer, S. 1997. Leaf area index of boreal forests: Theory, techniques, and measurements. *Journal of Geophysical Research*. 102: 429-443.
- Colcombet, L.; Pachas, A.N.A., Fassola, H.E. 2009. Sistemas silvopastoriles de *Pinus elliotti var elliottii x Pinus caribaea var hondurensis* (Hochst) Stapf y *Axonopus catarinensis* Valls, a diferentes densidades arbóreas en el NO de Misiones. I Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. INTA. Posadas. Misiones. 271-276.
- Crechi, E.; Moscovich, F.; Friedl, R.; Fassola, H.; Fahler, J. 2004. Efectos de la intensidad del 1° raleo en *Pinus elliottii var. elliottii x Pinus caribaea var. hondurensis* sobre el incremento y la producción en el noroeste de Misiones, Argentina. XI Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales – FCF, UNaM – EEA Montecarlo, INTA. Eldorado, Misiones, Argentina.
- Dalla Tea, F.; Jokela, E.J. 1991. Needlefall, canopy light interception, and productivity of young intensively management of slash al loblolly pine stands. *Forest Science* 37: 1298-1313.
- Delzon, S.; Bosc, A.; Cantet, L.; Loustau, D. 2005. Variation of the photosynthetic capacity across a chronosequence of maritime pine correlates with needle phosphorus concentration. *Annals of Forest Science*. 62: 537-543.
- Fassola, H. E.; Pachas, N.; Lacorte, S. M. 2005. Estimación de la radiación fotosintéticamente activa (PAR) y niveles de sombra bajo dosel de *Pinus taeda* en la Provincia de Misiones y NE de Corrientes. III Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Corrientes. Argentina. 10 p.
- Greenwood, M.S.; Ward, M.H.; Day, M.E.; Adams, S.L.; Bond, B.J. 2008. Age-related trends in red spruce foliar plasticity in relation to declining productivity. *Tree Physiology*. 28: 225-232.
- Ishii, H.; Kitaoka, S.; Fujisaki, T.; Maruyama, Y.; Koike, T. 2007. Plasticity of shoot and needle morphology and photosynthesis of two *Picea* species with different site preferences in northern Japan. *Tree Physiology*. 27: 1595-1605.
- Lin, J.; Sampson, D.A.; Deckmyn, G.; Ceulemans, R. 2002. Significant overestimation of needle surface area estimates based on needle dimensions in Scots pine (*Pinus sylvestris*). *Canadian Journal of Botany* 80: 927-932.
- Marshall, J.D.; Monserud, R.A. 2003. Foliage height influences specific leaf area of three conifer species. *Canadian Journal of forest Research*. 33:164-170.
- McGarvey, R.C.; Martin, T.A.; White, T.L. 2004. Integrating within-crown variation in net photosynthesis in loblolly and slash pine families. *Tree Physiology*. 24: 1209-1220.
- Niinemets, Ü.; Ellsworth, D.S.; Lukjanova, A.; Tobias, M. 2001. Site fertility and the morphological and photosynthetic acclimation of *Pinus sylvestris* needles to light. *Tree Physiology* 21:1231-1244.
- Nouvellon, Y.; Laclau, J.P.; Epron, D.; Kinana, A.; Mabilia, A.; Rouspard, O.; Bonnefond, J.M.; le Maire, G.; Marsden, C.; Bontemps, J.D.; Saint-Andre, L. 2010. Within-stand and seasonal variations of specific leaf area in a clonal Eucalyptus plantation in the Republic of Congo. *Forest Ecology and Management*. 259: 1796-1807.
- Pahr N.P.; Gauchat, M.E.; Sorge, F.; Rodriguez, G.H. 2002. Ensayo comparativo de pinos subtropicales mejorados de NO de Misiones, Argentina. IX Jornadas Técnicas Forestales. FCF-UNAM-INTA-MENyR. Eldorado. Misiones.
- Porté, A.; Bosc, A.; Champion, I.; Loustau, D. 2000. Estimating the foliage area of Maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.) branches and crowns with application to modelling the foliage area distribution in the crown. *Annals of Forest Science*. 57: 73-86.
- Reich, P. B.; Walters, M. B.; Ellsworth, D. S. 1992. Leaf Life-Span in Relation to Leaf, Plant, and Stand Characteristics among Diverse Ecosystems. *Ecological Monographs* 62: 365-392.
- Reich, P. B.; Walters, M. B.; Ellsworth, D. S. 1997. From tropics to tundra: Global convergence in plant functioning. *Proceedings of National Academy of Sciences of the United State of America*. 94: 13730-13734.

- Reich, P.B.; Walters, M.B.; Ellsworth, D.S.; Vose, J.M.; Volin, J.C.; Gresham, Ch.; Bowman, W.D. 1998. Relationships of leaf dark respiration to leaf nitrogen, specific leaf area and leaf life-span: a test across biomes and functional groups. *Oecologia* 114: 471-482.
- Richardson, A.D.; Berlyn, G.P.; Ashton, P.M.S.; Thadani, R.; Cameron, I.R. 2000. Foliar plasticity of hybrid spruce in relation to crown position and stand age. *Canadian Journal of Botany*. 78: 305-317.
- Villar, R.; Merino, J. 2001. Comparison of leaf construction costs in woody species with differing leaf life-spans in contrasting ecosystems. *New Phytologist* 151: 213-226.
- Villar, R.; Ruiz-Robledo, J.; Quero, J.L.; Poorter, H.; Valladares, F.; Marañón, T. 2004. Tasas de crecimiento en especies leñosas: aspectos funcionales e implicaciones ecológicas. *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*. Editor Valladares, F. Páginas 191-227. Ministerio de Medio Ambiente, Madrid.
- Xiao, Ch. W.; Janssens, I.A.; Curiel Yuste, J.; Ceulemans, R. 2006. Variation of specific leaf area and upscaling to leaf area index in mature Scots pine. *Tree* 20: 304-310.
- Zar, J.H. 1999. *Biostatistical Analysis*. Prentice-Hall. New Jersey. 663 p.

# MODELOS REGIONALES DE BIOMASA AÉREA DE *Pinus taeda* PARA MISIONES Y NE DE CORRIENTES, ARGENTINA

## REGIONAL PREDICTION MODELS FOR ABOVEGROUND BIOMASS ESTIMATION OF *Pinus taeda* IN MISIONES AND NE CORRIENTES REGION, ARGENTINA

Fassola, H. E.<sup>1</sup>; Crechi, E. H.<sup>1</sup>; Barth, S. R.<sup>1</sup>; Keller, A.E.<sup>1</sup>; Winck, R. A.<sup>1</sup>; Martiarena, R.<sup>1</sup>; Von Wallis, A.<sup>1</sup>; Pinazo, M. A.<sup>1</sup>; Knebel, O.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> INTA EEA Montecarlo. Av. El Libertador 2472 (3384), Misiones. Tel: 03751-480057 / 480512. [intam@montecarlo.inta.gov.ar](mailto:intam@montecarlo.inta.gov.ar)

### RESUMEN

*Pinus taeda* es una de las especies más difundida en plantaciones del mundo, siendo estas reconocidas como una estrategia válida para reducir las emisiones de CO<sup>2</sup> y como fuente de bioenergía. Para estimar la capacidad de secuestro de CO<sup>2</sup> de estas plantaciones como para evaluar su potencial de generación de energía se requieren ecuaciones de biomasa. A los fines de poder efectuar estas evaluaciones a nivel regional o nacional se ajustaron modelos predictivos de biomasa para distintos compartimentos aéreos. Para ello en rodales de distintas edades, 3 a 25 años, ubicados en la región de Misiones y NE de Corrientes, se establecieron parcelas donde se aparearon 167 ejemplares de *P. taeda*. De éstos, 116 estaban ubicados en la zona norte y alta de Misiones (zona 1) y 51 en el sur de Misiones y NE de Corrientes (zona 2). De ellos se determinó la biomasa aérea total, la de fuste, la de ramas < a 5 cm y la de ramas > a 5 cm, la total de ramas, la de conos y biomasa de acículas. Mediante análisis de regresión se ajustaron modelos para predecir la biomasa de cada compartimento. Como variables independientes se emplearon el diámetro a la altura del pecho (m) (dap), la altura (h, m) y el producto (dap<sup>2</sup>\*h). También se incluyó una variable “dummy” para clasificar las zonas. De los diversos modelos ajustados se seleccionó el que permitía predecir la biomasa de los distintos compartimentos en función del dap, que incluyó la variable “dummy” (zona). Esta fue altamente significativa para la biomasa total y para la biomasa de fuste aunque no para el resto de los compartimentos. Ello indica que hay diferencias de patrón de acumulación de biomasa entre ambas zonas. El coeficiente de determinación para el modelo de biomasa total fue del 97 %, del 96 % para fuste, 91 % para total de ramas, 89% para ramas < 5 cm, para ramas > de 5 cm 72 %, 82 % para acículas y 62 % para conos.

**Palabras clave:** biomasa aérea, variables “dummy”, modelos predictivos, *Pinus taeda*.

### SUMMARY

*Pinus taeda* is one of the most used specie in the world for man made-plantations. Thus they are recognized as valid strategy for diminishing CO<sup>2</sup> emissions and for energy generation, so biomass equations are needed for the evaluation of those potentials. With the purpose of developed regional and national evaluations of biomass prediction models was fitted. Data base was obtained felling 167 trees of *Pinus taeda* in stands placed in Misiones Province and NE of Corrientes Province of Argentina. In northern and highlands of Misiones province, named zone 1, 116 trees were felled; where as in southern Misiones and NE of Corrientes province, named zone 2 , other 51 trees. Total aerial biomass for each tree was estimated and also stems biomass, biomass of branches < 5 cm, biomass of branches > 5 cm, total biomass of branches, cones biomass and needles biomass. Regression analysis was used for the prediction of the biomass of each compartment. As independent variables was used

14<sup>as</sup> Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM - EEA Montecarlo, INTA. 10, 11 y 12 de Junio de 2010 -Eldorado, Misiones, Argentina

diameter at breast height (cm) (dbh), height (m) (h) and ( $dap^2 \cdot h$ ). Also a “dummy” variable was included for the classification of the zones. Of the different models fitted it was chosen for the prediction of the biomass of the different compartments the models that used dbh as independent variable and that included the “dummy” variable. Significance of that variable was high,  $p < 0.0001$ , for the prediction of total biomass and stem biomass, but not for the other compartments. That is an indication that biomass accumulation process in both zones differ between them. Determination coefficient for the prediction model of total biomass was 97 %, 96 % for stem biomass, 91 % for total branches biomass, 82% for needles biomass, 89 % for branches < 5cm, 72 % for branches biomass > 5 cm and 62 % for cones biomass.

**Key words:** aboveground biomass, “dummy” variables, prediction models, *Pinus taeda*.

## INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

La estimación de la biomasa de los bosques es un tema relevante tanto en lo relativo al ciclo de nutrientes como en relación con el problema de calentamiento global. Por esto se ha incrementado el interés por estudiar el papel de los bosques en los ciclos de elementos biogeoquímicos, especialmente del carbono (Delaney *et al.*, 1997), y su relación con los gases de efecto invernadero (Brown, 1997). Se parte del principio de que aproximadamente 50% de la biomasa es carbono, (Brown & Lugo 1992, Brown, 1997). Por lo tanto para medir y monitorear el carbono almacenado, especialmente en el compartimento aéreo, que es el más grande, es necesario conocer la cantidad de biomasa. Las ecuaciones de biomasa son la mejor aproximación para lograr estas estimaciones, y poder cuantificar la biomasa de los bosques (Saldarriaga *et al.* 1988).

Por otra parte el aprovechamiento de los recursos biomásicos como los derivados de la industria forestal y del manejo de las plantaciones, es vista como una oportunidad para la cogeneración de energía eléctrica. Alrededor de la mitad de la población mundial sigue dependiendo de la biomasa como fuente principal de energía. En Argentina existe un gran potencial de producción de biomasa para la generación de energía eléctrica; este potencial no está siendo aprovechado adecuadamente, de tal manera, que la mayor parte de la generación de electricidad proviene de las centrales termoeléctricas basadas en combustibles fósiles. Este potencial es evidente en las provincias del noreste argentino (Misiones, Corrientes y Entre Ríos), conjuntamente con la provincia de Buenos Aires, que son las que presentan la mayor concentración de residuos aptos para su utilización energética (FAO, 1995).

Considerando que *Pinus taeda* es la conífera que más se implanta en el mundo por su alta productividad en madera, cerca de 12 millones de has, principalmente en EEUU seguido de Brasil, Argentina y Uruguay, siendo menos importante su cultivo en Sudáfrica y Australia (Du Toit *et al.*, 1998; Simpson *et al.*, 1998; Samuelson, *et al.*, 2004; De Lungo *et al.*, 2006), el conocer la acumulación de biomasa en los compartimentos del árbol es de suma relevancia para su manejo, dado que los nuevos objetivos de la producción forestal no son ya sólo madereros.

En la Argentina los estudios de biomasa en plantaciones de rápido crecimiento son recientes. A los primeros estudios exploratorios efectuados en el norte del país sobre plantaciones de *Pinus taeda* (Goya *et al.*, 2003) le han sucedido otros efectuados para determinar biomasa aérea en tres clases de edades en el Departamento Montecarlo (Goya *et al.*, 2005) y el resultante del análisis de un ensayo de intensidad y oportunidad de raleo a los 20 años de edad en el Departamento Iguazú, ambos de la provincia de Misiones, arrojando este último diferencias entre tratamientos (Pinazo *et al.*, 2007). Las relaciones alométricas desarrolladas por Goya *et al.* (2003, 2005) y Pinazo *et al.* (2007), en este último caso una general para todos los tratamientos, para distintos compartimentos y sumatoria total de la

biomasa aérea de *Pinus taeda*, se basaron en uno de los modelos más comúnmente utilizados:  $\ln y = \ln \beta_0 + \beta_1 \ln x$  (Bravo, 2007). Con posterioridad se desarrollan modelos que incluyeron el efecto de la silvicultura (Fassola *et al.*, 2009) y poseen la propiedad de ser aditivos (Fassola *et al.*, 2010), es decir que la suma de las predicciones de biomasa de los distintos componentes sea igual a la predicción para el total del árbol (Návar *et al.*, 2002; Parresol, 1999; Cunia y Briggs, 1985; Reed y Green, 1985).

Sin embargo no se cuenta con modelos regionales para la especie, que puedan aplicarse a evaluaciones de escala regional y/o nacional y que nos permitan inferir-cuantificar la cantidad de biomasa que acumulan esas plantaciones. El objetivo del presente trabajo fue verificar la posibilidad de ajustar un modelo general de biomasa para la provincia de Misiones y el noreste de Corrientes.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La zona de donde se obtuvieron las muestras se corresponde con la región fitogeográfica de la Provincia Paranaense (Dominio Amazónico, *sensu* Cabrera, 1976), donde se presentan dos distritos: el de las selvas – norte de la provincia de Misiones -y el de los campos, con extensos pastizales en el sur de la provincia de Misiones y NE de la provincia de Corrientes (Cabrera, 1976; Rodríguez *et al.*, 2004). Esta se corresponde con las zonas agroecológicas Misiones Norte-Alta Misiones (zona 1) y Misiones Sur-NE de corrientes (zona 2) (Papadakis, 1974). Los suelos derivan de la meteorización de la roca basáltica, siendo arcillosos en todo su perfil. El clima según la clasificación de Köppen es de tipo Cfa, macrotérmico, constantemente húmedo y subtropical (Rodríguez *et al.*, 2004). La precipitación media durante el período 1981-1990 fue de 1919 mm en Iguazú (N zona 1) y 1947 mm en Posadas, centro de la zona 2. La temperatura media anual fue en el mismo período de 20,7 y 21,5 °C respectivamente (Servicio Meteorológico Nacional, 2008)

El estudio fue realizado en árboles provenientes de parcelas temporales establecidas en plantaciones comerciales y ensayos ubicados en las zonas agroecológicas Misiones Norte-Alta Misiones (zona 1) y Misiones Sur-Noreste de Corrientes (zona 2) (Papadakis, 1974). En las parcelas de cada zona se procedió a la medición del diámetro a la altura del pecho (dap 1,3 m). Tanto en las parcelas de ensayo como en las instaladas en cada empresa se procedió a la medición del diámetro a la altura del pecho (dap 1,3 m). Luego los árboles fueron ordenados por diámetro y divididos por 3 en tres clases: “pequeños”, “medianos” y grandes (Köhl *et al.*, 2006). De este modo se seleccionó un mínimo de 6 árboles por parcela hasta un máximo de 15, los cuales fueron apeados. En cada ejemplar apeado se procedió a determinar a campo el peso total de acículas verdes y el de ramas vivas. La biomasa de los compartimentos ramas (Br), separada en mayores a 5 cm de diámetro (Br>5cm) y menores a 5 cm de diámetro (Br<5cm), conos (Bc) y acículas (Bac) fue determinada obteniendo de cada una de ellas alícuotas.. Estas fueron llevadas a estufa a una temperatura de 70 °C hasta peso constante, aplicando luego estos valores a los de peso verde del total de las acículas, ramas y conos. El fuste del árbol fue trozado en largos comerciales y en cada extremo de las trozas se tomaron los diámetros con y sin corteza, utilizados para determinar el volumen mediante la fórmula de Smalian. En cada uno de los extremos se cortaron discos, sobre los cuáles, desde el centro hacia la periferia en ambos sentidos, se obtuvieron probetas de 2 x 2 cm y llevadas a estufa a una temperatura de 103 +/-2 °C hasta peso constante para estimar densidad básica. Esta se determinó mediante el método de desplazamiento volumétrico. El valor de densidad básica promedio obtenido de los discos, aplicando la ecuación (1), se aplicó luego al volumen de cada rollizo para estimar peso seco de éstos (Bf) (Whittaker y Woodwell, 1968; Adeguidi *et al.*, 2002, Pinazo *et al.*, 2007).

$$D_b = \frac{P_0}{V_s} \quad \text{Ec.(1)}$$

donde:  $D_b$  : Densidad básica en  $\text{gr}/\text{cm}^3$ ;  $P_0$  : Peso anhidro en gr;  $V_s$  : Volumen saturado en  $\text{cm}^3$

La base de datos general para estimar la biomasa quedó conformada por 167 individuos, de los cuales, 116 correspondían a la zona 1, y 51 a la zona 2, en la Tabla 1 se presentan los valores de las principales variables de estado de los rodales donde se efectuó el apeo.

Tabla 1: Valores de las principales variables de estado de las parcelas de *Pinus taeda* L. por zona.  
Value of state variables of *Pinus taeda* stands by zone.

Zona		edad	densidad	DAP	H	G	Hdom	vol c.c	<i>n</i>
		años	árb/ha	cm	m	$\text{m}^2/\text{ha}$	m	$\text{m}^3/\text{ha}$	n° árb.
1	mínimo	3	122	7,8	4,7	5,64	5,8	15	143
	máximo	25	1400	46,8	28,0	47,23	28,3	558	
	promedio	13	456	28,7	18,4	22,84	20,0	233	
2	mínimo	3	625	7,9	4,8	6,95	5,9	18	24
	máximo	10	1350	25,7	16,5	40,21	17,3	321	
	promedio	6	919	16,8	10,5	20,48	11,4	131	

DAP: diámetro 1,3 m promedio, H: altura promedio; G: área basal; Hdom: altura dominante; Vol c.c: volumen con corteza; *n*: total árb. apeados

### Análisis de Datos

Se establecieron relaciones entre los compartimentos aéreos, biomasa de acículas, ramas <a 5cm de diámetro, ramas > a 5 cm de diámetro, total de ramas, conos, fuste y total, con variables del árbol como el diámetro a la altura de pecho (dap, cm), la altura total (h,m), el producto del  $\text{dap}^2 * h$ . También se procedió a ajustar una regresión única para los dos grupos de datos mediante el empleo de variables auxiliares o “dummy” (InfoStat, 2004).

En todos los modelos se aplicaron transformaciones logarítmicas de las variables dependientes e independientes para lograr la homogeneidad de las varianzas.

Posteriormente se seleccionó uno que contuviera las mismas variables independientes para los modelos correspondientes a cada compartimento aéreo, fuste, ramas, conos, acículas y biomasa total (Parresol, 1999). Como criterio de selección se empleó el coeficiente de determinación ( $R^2$ ) y el error cuadrático promedio (ECMP) de los modelos ajustados para cada compartimento. A los fines de comprobar si el modelo elegido era adecuado, se verificó la bondad del ajuste contra sus propios datos, ya que no se disponía de una muestra independiente y la empleada en el ajuste no era lo suficientemente amplia para particionar la misma. Para ello se contrastaron los valores de biomasa observados versus los predichos determinándose el error porcentual y se efectuó el test de regresión lineal entre valores de biomasa observados y predichos. En este último test si el modelo es bueno, la regresión coincide con la bisectriz del primer cuadrante, contrastándose mediante la prueba de F, al 0,05 % de probabilidades, la hipótesis nula de que el intercepto es = 0 y la pendiente = 1 en forma simultánea (Huang *et al.*, 2003).

Para corregir los errores sistemáticos ocasionados por el empleo de transformaciones logarítmicas en las ecuaciones obtenidas, se procedió al cálculo del factor de corrección de la discrepancia logarítmica (Meyer, 1941).



## RESULTADOS

En la Tabla 2 se presenta un resumen de valores de biomasa para los diferentes compartimentos Bac, Br<5cm, Br>5cm, Btr, Bc, Bf y biomasa total del árbol Bt resultantes de los trabajos de campo y laboratorio.

Tabla 2: Valores promedio, máximo, mínimo de la biomasa de los diferentes compartimentos aéreos de árboles de *Pinus taeda*.

Mean, maximum and minimum value of the compartments of aboveground biomass of *Pinus taeda* trees.

Zona		edad	Bac	Br < 5cm	Br > 5cm	Btr	Bc	Bf	Bt
		años	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
1	mínimo	3	2	2	0,1	2	0,01	3	8
	máximo	25	123	237	352	505	69	1225	1867
	promedio	13	28	57	56	87	7	353	473
2	mínimo	3	3	2	0,1	2	0,01	3	8
	máximo	10	39	58	47	86	20	209	331
	promedio	6	12	20	11	25	2	52	90

Bt: biomasa total kg; Bf: biomasa fuste kg; Bc: biomasa conos kg; Btr: biomasa total ramas kg; Br>5cm:biomasa ramas mayores a 5cm kg; BR<5cm:biomasa ramas < a 5cm kg; Bac: biomasa acículas kg

De las funciones de biomasa ajustadas, el modelo  $Ln(Y)=\beta_0+\beta_1Ln(dap)+\beta_2D+\epsilon$ , fue el que mejores ajustes presentó para todos los compartimentos, salvo para el caso de  $Ln(Bf)$ . En este caso ajustó mejor empleando como variables independientes a  $Ln(dap)+Ln(h)$ , pero por cuestiones prácticas, se optó por elegir la misma variable regresora para todos los modelos. La variable “dummy” D adoptó el valor 0 para la zona 1, mientras que para la zona 2 D=1.

En la Tabla 3 se presentan los modelos ajustados para la estimación de la biomasa Total Árbol; Biomasa de Fuste; Biomasa Conos; Biomasa Total Ramas; Biomasa Ramas > a 5cm; Biomasa Ramas < a 5 cm y Biomasa de Acículas en función del dap, por zonas, como también el factor de corrección de la discrepancia logarítmica (Fc) (Meyer, 1949). Este factor se aplica al antilogaritmo de la biomasa estimada. Mientras que en la Tabla 4 se presentan los resultados del ANOVA de las distintas funciones. En general se obtuvieron muy buenos ajustes para los distintos compartimentos excepto para el caso de biomasa de conos y biomasa de ramas > a 5 cm, que arrojaron como resultado coeficientes de determinación ( $R^2$ ) bajos, 0,62 y 0,72 respectivamente. También se puede observar que, para la biomasa total y biomasa de fuste, hubo diferencias significativas para el efecto zona (variable auxiliar), no resultando significativa para la biomasa de los demás compartimentos.



Tabla 3: Funciones de biomasa aérea para árboles de *Pinus taeda* para los diferentes compartimentos, por zona agroecológica.

Prediction models for aboveground biomass compartments of *Pinus taeda* by agroecological zone.

Compartimento	Zona 1	Zona 2	R <sup>2</sup> Aj.	ECMP	Fc
<i>Ln(Bt)</i>	- 3,09 + 2,62* <i>Ln(dap)</i>	- 3,18 + 2,62* <i>Ln(dap)</i>	0,97	0,05	1,03
<i>Ln(Bf)</i>	- 4,91 + 3,04* <i>Ln(dap)</i>	- 5,02 + 3,04* <i>Ln(dap)</i>	0,96	0,11	1,06
<i>Ln(Bc)</i>	- 16,77+ 4,91* <i>Ln(dap)</i>	- 16,95 + 4,91* <i>Ln(dap)</i>	0,62	2,57	3,61
<i>Ln(Brt)</i>	- 3,63 + 2,28* <i>Ln(dap)</i>	- 3,633 + 2,28* <i>Ln(dap)</i>	0,91	0,15	1,08
<i>Ln(Br) &gt; a 5cm</i>	- 12,78 + 4,45* <i>Ln(dap)</i>	- 12,74 + 4,45* <i>Ln(dap)</i>	0,72	0,89	1,56
<i>Ln(Br) &lt; a 5cm</i>	- 2,60 + 1,90* <i>Ln(dap)</i>	- 2,63 + 1,90* <i>Ln(dap)</i>	0,89	0,13	1,07
<i>Ln(Bac)</i>	- 1,67 + 1,44* <i>Ln(dap)</i>	- 1,69 + 1,44* <i>Ln(dap)</i>	0,82	0,12	1,06

Bt: biomasa total kg; Bf: biomasa fuste kg; Bc: biomasa conos kg; Btr: biomasa total ramas kg; Br>5cm:biomasa ramas mayores a 5cm kg; BR<5cm:biomasa ramas < a 5cm kg; Bac: biomasa acículas kg; R2 : coeficiente de determinación; EMCP: error cuadrático medio; Fc: coeficiente de Meyer; dap: diámetro a 1,3 m cm

Tabla 4: Valores de *p* correspondientes a los coeficientes de funciones de biomasa por compartimento ajustados para árboles de *Pinus taeda* en las zonas bajo estudio

*p*-value of the coefficients of the prediction models of aboveground biomass compartments of *Pinus taeda* by zone

	<i>ln(Bt)</i>	<i>Ln(BF)</i>	<i>Ln(Bc)</i>	<i>Ln(Brt)</i>	<i>Ln(Br) &gt;5cm</i>	<i>Ln(Br) &lt;5cm</i>	<i>Ln(Bac)</i>
	<i>p</i> -valor	<i>p</i> -valor	<i>p</i> -valor	<i>p</i> -valor	<i>p</i> -valor	<i>p</i> -valor	<i>p</i> -valor
Constante	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
<i>Ln(dap)</i>	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Zona* <i>Ln(dap)</i>	<0,0001	<0,0001	0,2941	0,922	0,698	0,3066	0,4799

Bt: biomasa total; Bf: biomasa fuste; Bc: biomasa conos; Btr: biomasa total ramas; Br>5cm:biomasa ramas mayores a 5cm; Br<5cm:biomasa ramas menores a 5cm; Bac: biomasa acícula

En las Figuras 1 y 2 se puede observar la dispersión de la biomasa total y de fuste, por zonas en función del diámetro (dap). En la zona 1 se observa una tendencia a mayor acumulación de biomasa en fuste. Oportunamente Fassola *et al.* (2007) habían determinado que las funciones de volumen para ambas zonas tenían pendientes diferentes, razón por la cual ajustaron un modelo para cada una de ellas al igual que para las funciones de forma. Esto está indicando que el patrón de acumulación en fuste es diferente y podrían también estar afectando con diferentes densidades básicas entre ambas zonas agroecológicas. Mientras que en las Figuras 3 y 4 se pueden observar los residuales de los modelos ajustados para la biomasa total y la biomasa de fuste de *Pinus taeda*. En la Figura 3 es posible observar que para valores bajos de biomasa total se produce una subestimación de la misma.

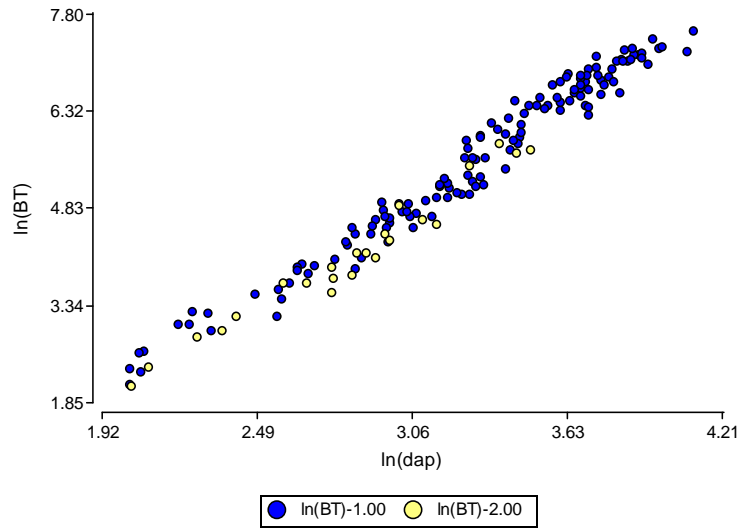


Figura 1: Biomasa total de *Pinus taeda* observada por zona en función del dap  
Observed total biomass of *Pinus taeda* by zone in relationship to dbh

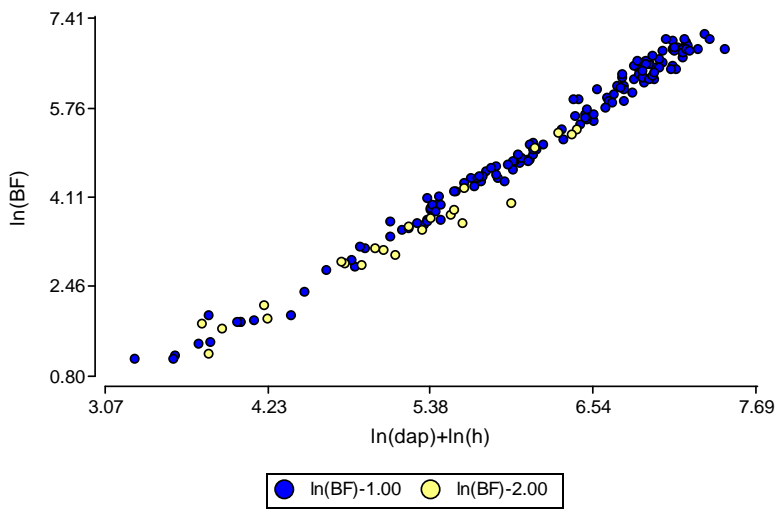


Figura 2: Biomasa de fuste de *Pinus taeda* observada por zona en función del dap  
Observed stem biomass of *Pinus taeda* by zone in relationship to dbh

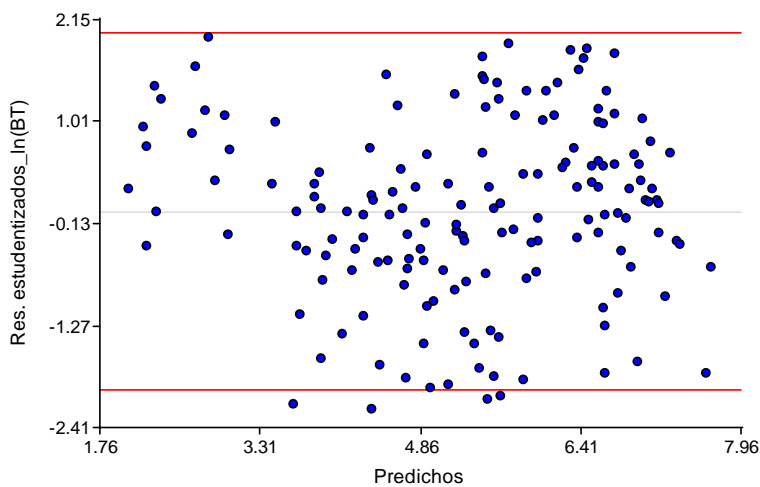


Figura 3: Residuos de la biomasa total observada versus estimada de *Pinus taeda*  
Residuals of the observed vs. predicted total biomass of *Pinus taeda*

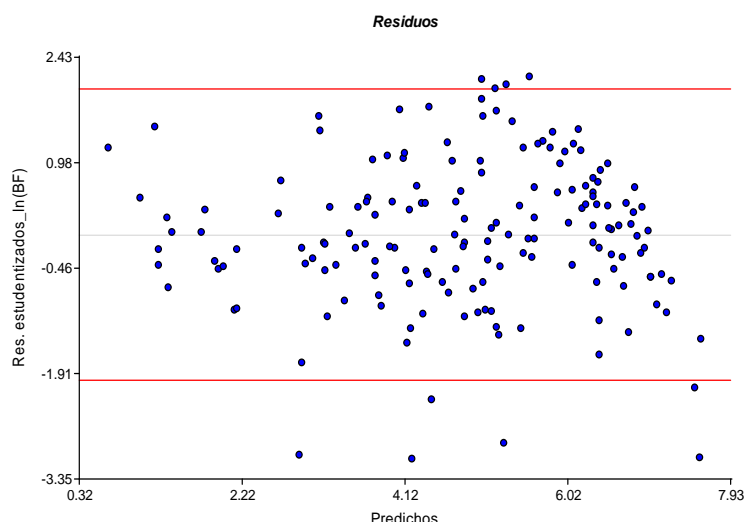


Figura 4: Residuos de la biomasa de fuste observada versus estimada de *Pinus taeda*  
Residuals of the observed vs. predicted of stem biomass of *Pinus taeda*

Efectuada la prueba simultánea de F (Huang *et al.*, 2003; Infostat, 2004), la misma arrojó como resultado que no debía rechazarse la hipótesis nula,  $\beta_0 = 0$  y  $\beta_1 = 1$ , excepto en el caso de la biomasa total y biomasa de fuste de la zona 2, Sur de Misiones y NE de Corrientes (Tabla 5).

Tabla 5. Resultados de la prueba de F simultánea para los coeficientes de la regresión entre valores observados y estimados de biomasa de los distintos compartimentos aéreos de *Pinus taeda*,

Simultaneous F-test for the coefficients of the regression model between observed and predicted values of aboveground biomass of *Pinus taeda*,

variable	zona1			zona2		
obs. vs. est.	$\beta_0$	$\beta_1$	hip. p-valor	b0	b1	hip. p-valor
<i>Ln(Bt)</i>	-0,01	1	0,994	0,26	0,9	0,0028
<i>Ln(Bf)</i>	-0,03	1,01	0,8344	0,1	0,92	0,0011
<i>Ln(Btr)</i>	0,02	1	0,951	-0,04	1,02	0,9714
<i>Ln(Br) &gt; 5 cm</i>	0,13	0,96	0,882	-0,33	1,33	0,661
<i>Ln(Br) &lt; 5 cm</i>	0,06	0,99	0,8808	-0,27	1,08	0,4662
<i>Ln(Bac)</i>	-0,08	1,01	0,5955	0,07	0,96	0,8449
<i>Ln(Bc)</i>	-0,01	1	0,9969	-0,38	0,99	0,8731

$\beta_0$ : constante;  $\beta_1$ : coeficiente de la regresión; Bt: biomasa total kg; Bf: biomasa fuste kg; Bc: biomasa conos kg; Btr: biomasa total ramas kg; Br>5cm:biomasa ramas mayores a 5cm kg; BR<5cm:biomasa ramas < a 5cm kg; Bac: biomasa acículas kg; hip. p-valor: p valor de comprobación simultánea de hipótesis  $\beta_0 = 0$  y  $\beta_1 = 1$

Si bien el test de F simultáneo “es intuitivamente el más razonable”, en numerosas ocasiones lleva a rechazar modelos apropiados (Huang, *et al.*, 2003). En la Figura 5 se observa la representación gráfica de los Ln(Bt) y Ln(Bf) observados y estimados para la zona 2, reflejando estas que debieran emplearse otros criterios para seleccionarlo o descartar estos modelos.

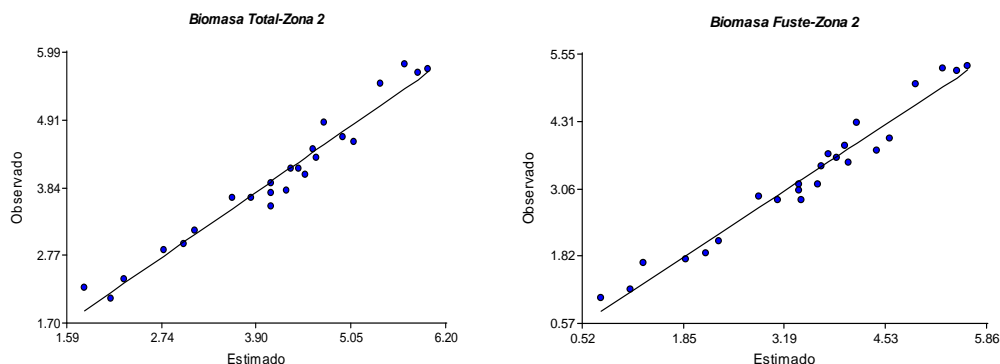


Figura 5. Ln de la biomasa total observada vs estimada y del Ln de la biomasa de fuste observada vs estimada de *Pinus taeda* para la zona 2, sur de Misiones y NE de Corrientes.

Ln of observed vs. estimated total biomass and Ln of observed vs. estimated stem biomass of *Pinus taeda* for zone, south of Misiones and NE of Corrientes.

Por ello se corroboraron los errores porcentuales de estimación de la biomasa entre los distintos compartimentos aéreos (Tabla 6). Esto evidenció que los errores de estimación de la biomasa total y de fuste para la zona 2 son lo suficientemente bajos como para emplear los modelos ajustados hasta tanto se cuente con mayor información para proceder a un nuevo ajuste, ya que sólo se cuenta con 24 ejemplares apeados. También se observa (Tabla 6) que los errores de estimación de ramas > a 5 cm y < de 5 cm para la zona 2 son elevados, al igual que el error de estimación de la biomasa de conos determinado para la zona 1, razón por la cual no se recomienda su empleo obtener cautela al hacerlo y extraer conclusiones de hacerlo.

Tabla 6. Error promedio de estimación de la biomasa de los compartimentos aéreos de *Pinus taeda* para ambas zonas.

Mean error of estimation of aboveground biomass of *Pinus taeda* by zone.

error de estimación por compartimento (%)							
Zona	Bt	Bf	Btr	Br > 5cm	Br < 5cm	Bac	Bc
Zona 1	-0,20	-0,78	-0,53	-5,13	-0,99	-5,16	43,03
Zona 2	-2,95	-4,74	-2,76	11,06	-7,79	-2,45	-1,85

Bt: biomasa total kg; Bf: biomasa fuste kg; Bc: biomasa conos kg; Btr: biomasa total ramas kg; Br>5cm:biomasa ramas mayores a 5cm kg; BR<5cm:biomasa ramas < a 5cm kg; Bac: biomasa acículas kg

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los modelos ajustados constituyen una herramienta flexible para cuantificar la biomasa aérea en plantaciones de *Pinus taeda* en evaluaciones de carácter regional, aunque debe reforzarse a futuro la intensidad de muestreo en la zona Sur de la provincia de Misiones y NE de Corrientes. Ello con miras a contar con una herramienta básica para poder determinar el CO<sub>2</sub> fijado, como también para evaluar el potencial para producir energía a partir de la biomasa de sus compartimentos aéreos.

Al respecto cabe señalar la necesidad de continuar los estudios tendientes a lograr mejores ajustes para predecir la biomasa del compartimento de ramas, discriminadas por tamaño, no con el propósito de su empleo dendro-energético, ya que se estaría alterando la sustentabilidad de las plantaciones dada la cantidad de nutrientes extraídos y la necesidad del

empleo de métodos de cosecha que concentran los residuos en sectores localizados del rodal, sino para interpretar más adecuadamente el ciclo de nutrientes, incluido el de carbono.

Estas herramientas conjugadas con simuladores de crecimiento son esenciales para contribuir a cuantificar la “huella de carbono” de la producción forestal regional, como también de la agroforestal. El determinarla contribuirá a mantener la competitividad del sector forestal y agroalimentario de la región, siendo en este último caso un requerimiento perentorio dada la importancia de los sistemas agroforestales y a que las cadenas de supermercados comenzarán a exigir la misma.

## BIBLIOGRAFÍA

- Adegbidi, H.G.; Jokela, E.J.; Comerford, N.B.; Barros, N.F. 2001. Biomass development for intensively manager lobbolly pine plantations growing on Spodosols in the Southern USA. *Forest Ecology and Management* 167 (2002) 91-102,
- Bravo, F. 2007. El papel de los bosques españoles en la mitigación del cambio climático. Fundación Gas Natural. Pp.315
- Brown, S. 1997. Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forest: a Primer, FAO Forestry. Paper 134. Roma,
- Brown, S.; Lugo, A.E. 1992. Aboveground Biomass Estimates for Tropical Moist Forests of the Brazilian Amazon. *Interciencia* 17:8-18
- Cabrera, A.L. 1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Tomo II. ACME. Buenos Aires. 85 pp
- Cunia, T.; Briggs, R. D. 1985 Forcing additivity of biomass tables use of generalized least squared methods. *Canadian Journal of Forest Research* 15(1): 23-28
- Delaney, M.; Brown, S.; Lugo, A.E.; Torrez Lezama, A.; Bello Quintero, N. 1997, The Distribution of Organic Carbon in Major Components of Forests Located in Five Life Zones of Venezuela. *Journal of Tropical Ecology* 13: 697-708
- De Lungo, A.; Ball, J.; Carle, J. 2006. Global planted forests thematic study: results and analysis. *Planted Forests and Trees*. FAO. Working Paper 38. Rome. [www.fao.org/forestry/site/10368/en](http://www.fao.org/forestry/site/10368/en)
- du Toit, B.; Smith, C.; Carlson, C.; Esprey, L.; Allen, R.; Little, K. 1998. Eucalyptus and Pine Plantations in South Africa. In *Workshop Proceedings: Site Management and Productivity in Tropical Plantation Forests*. Pietermaritzburg. South Africa. CIFOR. Pp 23-30.
- FAO. 1995. Caso de Estudio: Autoproducción de Electricidad a partir de Residuos de Madera y Leña en la República Argentina. por Ing. Beaumont Roveda Eduardo. Departamento de Montes. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/t2363s/t2363s0p.htm>
- Fassola, H. E.; Crechi, E.H.; Keller, A. E.; Barth, S.; Fernandez T., E. 2007. “Funciones y algoritmos dasométricos para manejo silvícola intensivo, de aplicación en plantaciones forestales orientadas a producción de madera de alto valor agregado”. Informe Técnico N° 61 PAN 571. Inta EEA Montecarlo.104p.
- Fassola, H.E.; Crechi, E.H.; Pinazo, M.A.; Videla, D.; Keller, A.E.; Barth S. 2009, Acumulación de biomasa y producción de madera de calidad de *Pinus taeda*: dos objetivos que imponen la silvicultura y los regímenes silvopastoriles actuales. En actas: 1er Congreso Nacional de Sistemas Silvopastoriles. Posadas 14 al 16 de Mayo de 2009. Pág 183-193. Ediciones Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Fassola, H.E.; Pando, V.; Bravo Oviedo, F. 2010. Modelos de biomasa aérea para *Pinus taeda* bajo distintos manejos silvícolas en la región subtropical sin estación seca de Argentina. Informe inédito. En preparación. INTA EEA Montecarlo.
- Goya, J.F.; Pérez, C.; Frangi, J.L.; Fernández, R.A. 2003, Impacto de la cosecha y destino de los residuos sobre la estabilidad del capital de nutrientes en plantaciones de *Pinus taeda* L. *Ecología Austral* 13(2): 139-150
- Goya, J.F.; Pérez, C.; Frangi, J.L.; Fernández, R.A.; Lupi, A.M.; Kuzdra, H. 2005, Ciclo de nutrientes en plantaciones de *Pinus taeda* L, en el norte de la provincia de Misiones. II estudio de diferentes edades de plantación. Informe final PIA (7/98) SAGPyA
- Huang, S.; Yang, Y.; Wang, Y. 2003. A Critical Look at Procedures for Validating Growth and Yield Models. En: Amaro A., Reed D., Soares P. (Eds.) *Modelling Forest Systems*. CABI-Publishings, Wallingford, pp. 271-293.
- InfoStat. 2004. *InfoStat versión 2004*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Argentina. 314 pp.
- Köhl, M.; Magnussen, S.; Marchetti, M. 2006, *Sampling Methods. Remote Sensing and GIS. Multiresource Forest Inventory*. Ed. Springer. Berlin. Heidelberg. Serie Tropical Forestry. Pp 17-69.
- Meyer, H. A. 1941. Correction for a systematic error occurring in the application of the logarithmic volume equation. *Pensylvania Forest School Research*. Paper 7. 3 p.
- Návar, J.; Nájera, J.; Jurado, E. 2002. Biomass estimation equations in the Tamaulipan thornscrub of north-eastern Mexico. *Journal of Arid Environments*. 52: 167d179
- Papadakis, J. 1974. Ecología. Posibilidades Agropecuarias de las Provincias Argentinas. Fascículo 3. Enciclopedia Arg. de Agric. y Jardinería. Ed. ACME. 86p.
- Parresol, B.R. (1999) Assessing tree and stand biomass a review with examples and critical comparison. *Forest Science*, 45:573-593.
- Pinazo, M. A.; Martiarena, R. A.; Von Wallis, A.; Crechi, E.; Pahr, N. M.; Knebel, O. 2007. Efectos de la intensidad de raleo sobre la compartimentalización y stock de carbono en plantaciones de *Pinus taeda* L. establecida sobre ultisoles de Misiones. *RIA* 36 (1): 5-20

- Reed, D.; Green, E. 1985. A method of forcing additivity of biomass tables when using nonlinear models. *Can. J. For. Res.* Vol. 15: 1184-1187.
- Rodríguez, M. E.; Cardozo, A.; Ruiz Díaz, M.; Prado, D. E. 2004. Los bosques nativos misioneros: estado actual de su conocimiento y perspectivas. Disponible en: *Ecología y Manejo de los bosques de Argentina*. Ed.: Arturi M.; Frangi J.; Goya, J. EDULP. La Plata. P.p 3-33.
- Saldarriaga, J.; West, D. C.; Tharp, M. L.; Uhl, Ch. 1988. Long-Term Chronosequence of Forest Succession in the Upper Rio Negro of Colombia and Venezuela. *Journal of Ecology* 76: 938-958.
- Samuelson, L.J.; Johnsen, K.; Stokes, T. 2004. Production, allocation and stemwood growth efficiency of *Pinus taeda* L. stands in response to six years of intensive management. *Forest Ecology and Management* 192:59-70.
- Servicio Meteorológico Nacional. 2008. Datos Estadísticos. Período 1981-1990. Ciudades de Iguazú y Posadas. Disponible en: <http://www.smn.gov.ar/?mod=clima&id=30&provincia=Misiones&ciudad=Posadas>; <http://www.smn.gov.ar/?mod=clima&id=30&provincia=Misiones&ciudad=Iguazú>
- Simpson, J.A.; Osborne, D.O.; Xu, Z. H. 1998. Pine Plantations on the Coastal Lowlands of Subtropical Queensland. Australia. In *Workshop Proceedings: Site Management and Productivity in Tropical Plantation Forests*. Pietermaritzburg. South Africa. CIFOR. Pp 61-68.
- Whittaker, R.H.; Woodwell, G. 1968. Dimension and production relations of trees and shrubs in the Brookhaven Forest. New York. *J. Ecol.* 56:1-25.

# PAUTAS PARA EL MANEJO SILVÍCOLA DE BOSQUES MIXTOS DE *Grevillea robusta* Y *Toona ciliata* EN EL SUR DE LA PROVINCIA DE MISIONES

## GUIDELINES FOR THE SILVICULTURAL MANAGEMENT OF MIXED FOREST OF *Grevillea robusta* AND *Toona ciliata* IN SOUTHERN MISIONES PROVINCE

Fassola, H. E.<sup>1</sup>; Crechi, E. H.<sup>1</sup>; Keller, A. E.<sup>1</sup>; Domeq, C.<sup>2</sup>; Hennig, A.<sup>3</sup>;  
Hampel, H.<sup>3</sup>; Pachas, N. A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> INTA EEA Montecarlo. Av. El Libertador 2472 (3384), Misiones. Tel: 03751-480057 / 480512. [intam@montecarlo.inta.gov.ar](mailto:intam@montecarlo.inta.gov.ar)

<sup>2</sup> Consultora Privada. Ex Tén. Danzer Forestal SA. [cecidomecq@hotmail.com](mailto:cecidomecq@hotmail.com)

<sup>3</sup> Danzer Forestación S.A. Casilla Correo 449 (3300) Posadas – Misiones. TE y FAX: 03752-480295/480557. [hhampel@arnet.com.ar](mailto:hhampel@arnet.com.ar)

### RESUMEN

La conformación de bosques mixtos de especies implantadas de rápido crecimiento es una práctica que ha sido incorporada en la región desde hace pocos años. Se buscó la protección principalmente de heladas de *Toona ciliata* (Toona) a partir de una plantación ya establecida de *Grevillea robusta*. Se analizó la densidad óptima de *Grevillea robusta* que favoreciera la sobrevivencia y el desarrollo de *Toona ciliata*. A tal efecto se instaló en el año 2002 una experiencia en Posadas - Misiones, en una plantación de *Grevillea robusta* de 2 años de edad, a la cual se le practicaron diferentes intensidades de raleo e inmediatamente fueron interplantadas con *Toona ciliata*. Los tratamientos fueron combinaciones de diferentes números de plantas entre estas dos especies, resultando 25, 50 y 75 % de Toona con 75, 50 y 25 % de *Grevillea* respectivamente. En el año 2003 se replicó el ensayo en una parcela vecina de similares características con *Grevillea* de 3 años. Una nueva réplica se realizó en el año 2004 con *Grevillea* de 4 años. Los resultados se vieron influenciados por déficit hídrico registrados en los años 2003 y 2004, afectando la interplantación con Toona, por lo que el replante se realizó hasta 2 meses después. Los resultados obtenidos hasta los 2 años de edad de *Toona ciliata*, muestran a los tratamientos de 25 y 50 % de Toona, con buenos desarrollos en diámetro a la altura del pecho (DAP) y altura total (H), y con sobrevivencia superior al 50% en promedio.

**Palabras clave:** bosques mixtos, *Grevillea robusta*, *Toona ciliata*, silvicultura.

### SUMMARY

Mixed plantations with fast growing species have been recently introduced to the region of Misiones and NE of Corrientes Province. The protection against frost damage of *Toona ciliata* using an existing plantation of *Grevillea robusta* was evaluated. The objective was to determine the optimum density of *Grevillea robusta* needed in order to protect *T. ciliata*. *T. ciliata* was established in 2002 underneath the canopy of a 2-year-old plantation of *G. robusta*. *T. ciliata* was planted in either 25, 50 and 75% over the area where *G. robusta* had been previously removed. In 2003 and 2004 the experiment was repeated underneath both 3 and 4 year old *G. Robusta* plantations. After two years it was found that the 25 and 50 % treatments had both higher *T. ciliata* survival rates and taller trees with higher diameter at breast height (DBH).

**Key words:** mixed forest, *Grevillea robusta*, *Toona ciliata*, silviculture.

## INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

El constante retroceso de disponibilidad de maderas nativas y nacional, a nivel mundial, abre interesantes posibilidades para maderas con veteados vistosos como el de *Grevillea robusta* y *Toona ciliata* entre otras, a efectos de posicionar a la región en el segmento de las maderas decorativas.

El objetivo de producción al cual se apunta, además de los requerimientos respecto de las características decorativas propias de la madera, implica obtener rollizos gruesos y con alta proporción libre de nudos, lo cual exige manejar las plantaciones a baja densidad. Esto abre la oportunidad de complementación con otras actividades; entre ellas la forestogranadería, las consociaciones con té y con otras especies forestales.

La conformación de bosques mixtos de especies implantadas de rápido crecimiento es una práctica que ha sido incorporada en la región desde hace pocos años (Fassola *et al.*, 2010). Es común en algunos establecimientos, que utilicen el efecto protector de plantaciones de pinos resinosos adultos para implantar bajo su dosel especies como la *Toona ciliata* (Toona), especie susceptible a heladas inferiores a  $-1^{\circ}\text{C}$  (Fassola, 1988; Hampel y Zeman, 2009). Producida la tala rasa de la conífera se espera que el rodal evolucione sin necesidad de la protección que esta le brinda. Dordel *et al.* (2010) y Hampel *et al.* (2010) analizan, en base a estudios científicos, plantaciones mixtas de Toona con coníferas, empleando bosques jóvenes de estas últimas especies.

En Australia hay antecedentes de consociación de *Grevillea robusta* con *Toona ciliata*, de larga data (Lamb y Keenan, 2001). En nuestro país a principios de la década del 2000 no se contaba con experiencias similares. Un trabajo inicial son los resultados preliminares de sobrevivencia de *Toona ciliata* bajo dosel de *Grevillea robusta* de 2 y 3 años de edad (Fassola *et al.*, 2004). Dordel *et al.* (2010) analiza, en un excelente trabajo, las interacciones entre *Toona ciliata* implantado bajo dosel de 5 años de edad de *Grevillea robusta* y coníferas, mencionado por Hampel *et al.* (2010). Como resultado surgió que *Grevillea robusta* favorece el desarrollo de Toona.

Teniendo en cuenta la diferente resistencia a heladas de ambas especies y que en las plantaciones de *Grevillea* se deben efectuar raleos, se estableció un ensayo de cultivo de *Toona ciliata* bajo su dosel (Fassola *et al.*, 2004), con la hipótesis de que bajo el misma se generan condiciones de crecimiento aptas para el desarrollo de *Toona ciliata*.

El objetivo del mismo fue determinar cual era la arquitectura de copas de *Grevillea robusta* que permite el desarrollo de *Toona ciliata* bajo dosel sin verse afectada por heladas. También determinar al cabo de dos períodos de crecimiento bajo dosel cuales eran las densidades que permitirían obtener una producción mixta de rollizos con destinos a usos especiales

## MATERIALES Y MÉTODOS

En la empresa Danzer Forestación SA se estableció un ensayo bosques mixtos bajo el dosel de una plantación de *Grevillea robusta*. Las coordenadas geográficas de este ensayo son  $27^{\circ} 30' 37.84''$  LS y  $55^{\circ} 54' 36.75''$  de LO. El paisaje es ondulado con pendientes del 3 al 5%, ubicándose las parcelas en la parte alta y media de la loma. Los suelos son rojos derivados de la meteorización de la roca basáltica. La zona agroecológica ha sido clasificada por Papadakis (1974) como subtropical sin estación húmeda, subzona del Sur de Misiones y NE de Corrientes. La flora original se corresponde con pastizales encontrándose los cursos de agua bordeados de especies forestales propias de la Selva Misionera. El uso anterior de los suelos fue para el desarrollo de la ganadería desde el establecimiento de los Jesuitas (1600 d.c.) con un breve período de cultivo de soja durante la década de 1970-1980 para volver a ser



empleados en la actividad ganadera. Las precipitaciones promedio rondan los 1800 mm y la temperatura media de 21° C (SMN, 2010).

El ensayo se implementó recurriendo a un diseño factorial, alcanzable mediante la aplicación de raleos en plantaciones de *Grevillea robusta* y la posterior implantación intercalar bajo su dosel de *Toona ciliata*. Esta operación se ejecutó en una plantación de *Grevillea robusta* de 2 años de edad (plantación marzo 2000), y en forma posterior a un raleo, de 3 distintas intensidades, se interplantó *Toona ciliata* en octubre 2002. Esta operación tuvo tres repeticiones. En los años 2003 y 2004, cuando la plantación de *Grevillea robusta* contaba con 3 y 4 años de edad, se repitió el mismo esquema (plantación marzo 2000, interplantación octubre 2003 y octubre 2004 respectivamente).

Al rodal de *Grevillea robusta*, huerto semillero Dehra Dum, que tenía un espaciamiento inicial de 4 x 3 metros, en cada año de intervención se le redujo la densidad extrayendo un 25%, un 50% y un 75% del número de plantas originales. Inmediatamente se procedió a la interplantación con *Toona ciliata*. El ensayo así establecido resultó en la siguiente configuración de factores:

Factor a) – Tratamientos: Tratamiento 25: 25 % *Toona ciliata* – 75 % *Grevillea robusta*; Tratamiento 50: 50 % *Toona ciliata* – 50 % *Grevillea robusta*; Tratamiento 75: 75 % *Toona ciliata* – 25 % *Grevillea robusta*.

Factor b) – Bloque: Bloque 1; Bloque 2; Bloque 3.

Factor c) – Año de interplantación: Plantación 2002 de *Toona*, en *Grevillea robusta* de 2 años; Plantación 2003 de *Toona*, en *Grevillea robusta* de 3 años; Plantación 2004 de *Toona*, en *Grevillea robusta* de 4 años

Los tratamientos así definidos, respondieron entonces a la combinación de diferentes números de plantas de *Grevillea robusta-Toona ciliata* y a la edad de *Grevillea robusta* a la que fueron interplantadas las *Toonas*.

Cada parcela neta tuvo una superficie de 540 m<sup>2</sup> (correspondiente a 60 plantas, 2 filas de 30 plantas cada una), con 2 líneas de bordura entre parcelas, con lo cual esta aumentó a 1224 m<sup>2</sup>, correspondiendo al bloque a 3672 m<sup>2</sup> y por año de interplantación un total de 11016 m<sup>2</sup> para las 9 parcelas. Para los 3 años, la superficie total del ensayo fue de 33048 m<sup>2</sup>. Cada tratamiento tuvo una replicación por bloque. En la Fig. 1 puede observarse el esquema de plantación de del año 2002

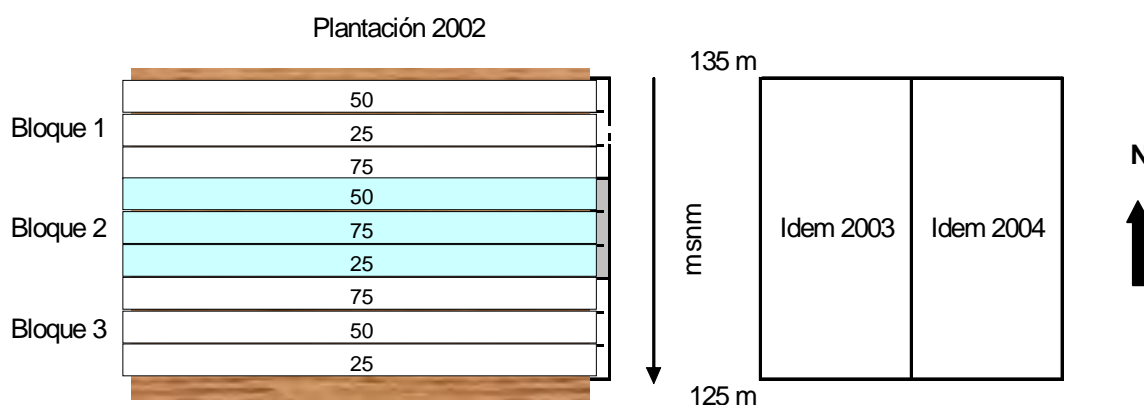


Fig. 1. Esquema del ensayo de plantación mixta de *Grevillea robusta* y *Toona ciliata* correspondiente a los bloques instalados en 2002

Lay-out of the experiment of mixed forests of *Grevillea robusta* and *Toona ciliata* based on blocks installed in 2002

Anualmente a inicios de la primavera, en el momento posterior al raleo, se medían las *Grevillea robusta* y se mapeaba cada ejemplar. De esta manera se medían anualmente los

bloques instalados el año anterior y el que se instalaba en el mismo año. A los 60 días de implantada la *Toona ciliata* se efectuó el primer conteo de las mismas. Las evaluaciones se continuaron durante 2005 y 2006, hubo un solo control anual al comienzo de la primavera, cuando el peligro de heladas ya había pasado. En cada medición se registró el diámetro a 1,3 mts (dap) y la altura total (ht). El mapeo y conteo contribuyó a evaluar la sobrevivencia (%). En el caso de que los ejemplares no alcanzaban diámetros superiores a los 5 cm se tomó sólo la altura. El ANOVA se realizó con el software Infostat (2004)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### *Rodal de Grevillea robusta a inicios de la interplantación con Toona ciliata*

Se observó gran heterogeneidad en la forma de los árboles de *Grevillea*, producto de la alta variabilidad genética del material utilizado. El comportamiento de las variables dap y h posteriores al raleo efectuado a los 2, 3 y 4 años de edad, correspondientes al rodal de *Grevillea* a inicios de la interplantación con *Toona*, se resumen en las figuras 1, 2 y 3. Estas variables son indicadores del nivel de protección para la especie favorecida.

En todas las figuras, se observa por un lado, para cada una de ellas, el efecto de la densidad (número de árboles) sobre las variables DAP y H, detectándose una relación inversa del valor promedio del DAP y de la H con la disminución de la densidad, esto como producto del raleo, ya que el mismo se orientó en el sentido de eliminar los árboles defectuosos y de menor diámetro y en consecuencia de menor altura. Por otro lado, haciendo una comparación entre las figuras, se observa la evolución de los valores promedios de las variables DAP y H, detectándose una relación directa con la edad, para cada una de las densidades.

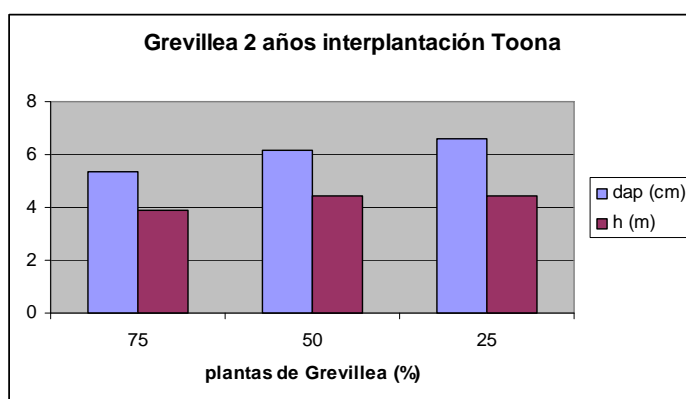


Figura 1. DAP y H promedio de *Grevillea robusta* a los 2 años de edad e inicio de la interplantación con *Toona*  
Mean D.B.H. and H of *Grevillea robusta* at 2 years old after the plantation of *Toona*

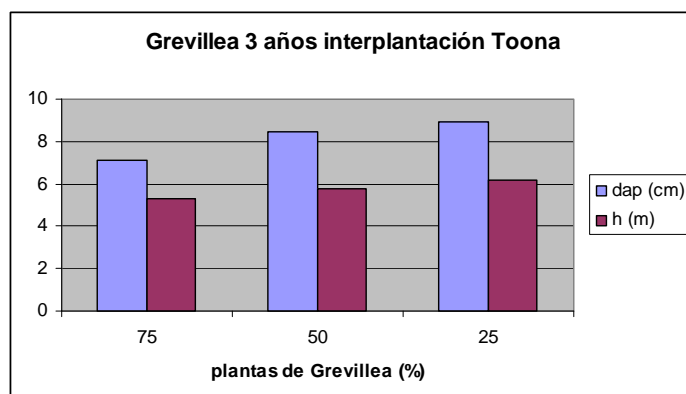


Figura 2. DAP y H promedio de *Grevillea robusta* a los 3 años de edad de inicio de la interplantación con *Toona*  
Mean D.B.H. and H of *Grevillea robusta* 3 years old after the plantation of *Toona*

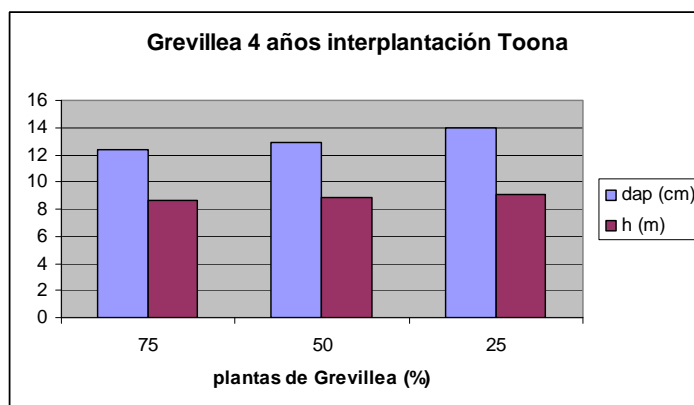


Figura 3. DAP y H promedio de *Grevillea robusta* a los 4 años de edad e inicio de la interplantación con Toona  
Mean D.B.H. and H of *Grevillea robusta* 3 years old after the plantation of Toona

Se observó una disminución de la H de *Grevillea* en los tratamientos ubicados en las zonas de menor altitud debido a una disminución en la calidad del sitio.

*Toona ciliata* bajo dosel de *Grevillea robusta* al 1° y 2° año de interplantadas. Sobrevivencia.

En las figuras 4 a 9, se observa la evolución de la variable sobrevivencia al 1° y al 2° año de instaladas, bajo dosel de *Grevillea* de 2, 3 y 4 años respectivamente. La reposición de plantines de Toona se realizó pocos meses después de interplantadas, a consecuencia de la mortandad observada. Esta probablemente fue debida probablemente a estrés hídrico o a calidad de planta, más que a consecuencias de las heladas ya que como se observa en el gráfico 10 en ningún año se registraron temperaturas por debajo de  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Fig. 10). Las precipitaciones a partir de 2003 hasta 2006 fueron inferiores a la media, incluso con fuertes caídas en 2004 y 2005 (Fig. 10). El aumento de sobrevivencia observado al 2° año en relación al 1° año, se debe tanto a la reposición realizada como al efecto de rebrote de la misma. (foto 1).

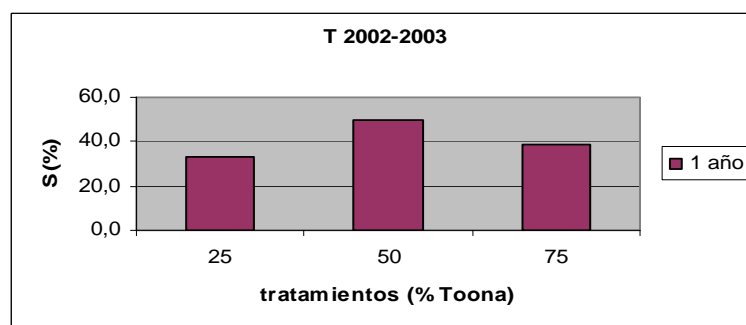


Figura 4. Sobrevivencia de *Toona ciliata* al 1° año de interplantadas bajo dosel de *Grevillea robusta* de 2 años  
Survival of *Toona ciliata* one year after planting under canopy of 2 year old *Grevillea robusta*.

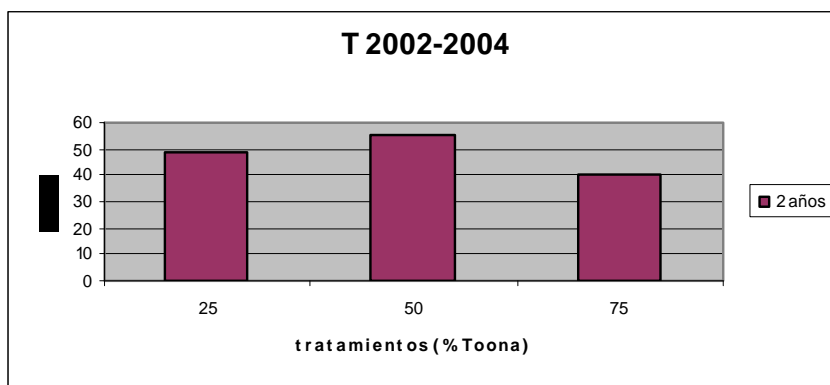


Figura 5. Supervivencia de *Toona* al 2º año de interplantadas bajo dosel de *Grevillea* 2 años  
Survival of *Toona ciliata* two years after planting under canopy of 2 year old *Grevillea robusta*

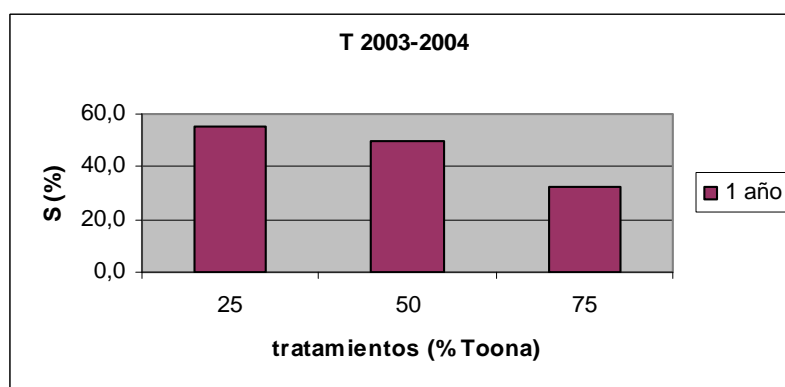


Figura 6. Supervivencia de *Toona* al 1º año de interplantadas bajo dosel de *Grevillea* 3 años  
Survival of *Toona ciliata* one year after planting under canopy of 3 year old *Grevillea robusta*

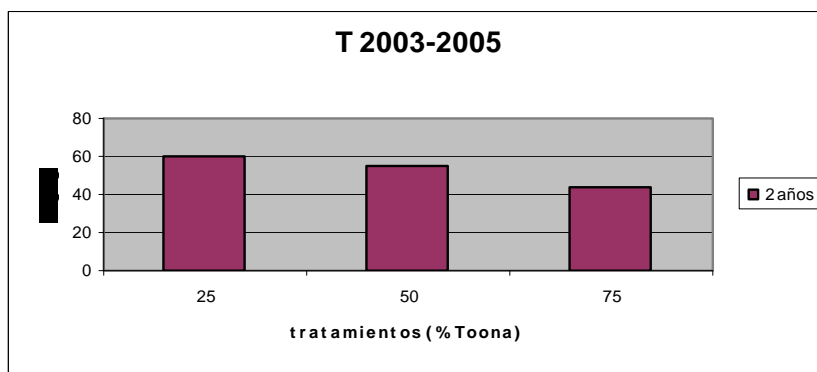


Figura 7. Supervivencia de *Toona* al 2º año de interplantadas bajo dosel de *Grevillea* 3 años  
Survival of *Toona ciliata* two years after planting under canopy of 3 year old *Grevillea robusta*

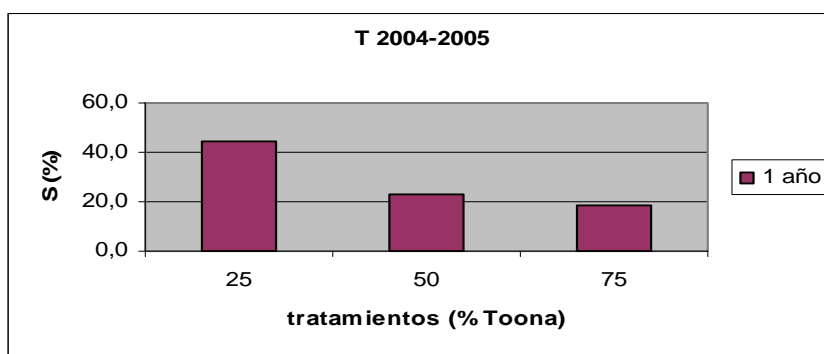


Figura 8. Supervivencia de *Toona* al 1<sup>er</sup> año de interplantadas bajo dosel de *Grevillea* 4 años  
Survival of *Toona ciliata* one year after planting under canopy of 4 year old *Grevillea robusta*

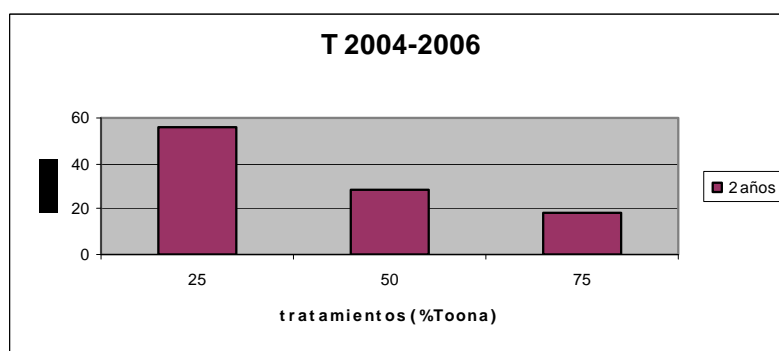


Figura 9. *Toona*. Supervivencia al 2<sup>o</sup> año de interplantadas bajo dosel de *Grevillea* 4 años  
Survival of *Toona ciliata* two years after planting under canopy of 4 year old *Grevillea robusta*

La supervivencia de la *Grevillea* fue en todos los casos superior al 96%.



Foto 1: Condiciones iniciales de interplantación  
Plantation Initial conditions

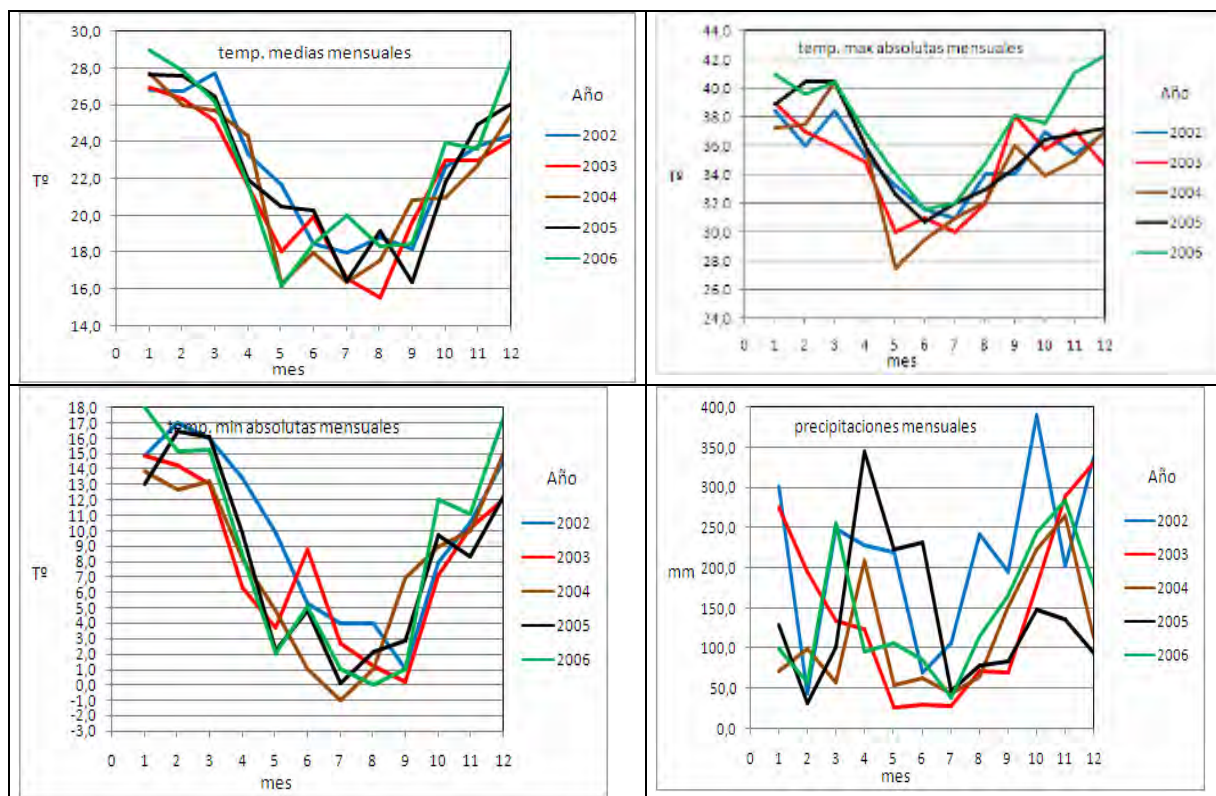


Fig. 10: Gráficos de temperaturas media, máximas absolutas, mínimas absolutas (C°) y de precipitaciones mensuales (mm) del período 2002-2006 (fuente: Inta Cerro Azul, J. Olinuk, 2010)  
 Graphics of monthly mean temperature, absolute maximum temperature, absolute minimum temperature and precipitations during the period 2002-2006

*Diámetros a la altura de pecho (DAP) y altura total (H) de Toona*

En las figuras 11, 12 y 13 se observa la evolución de las variables DAP y H de la Toona en función de la densidad y edad de la Grevillea, al momento de la interplantación (Foto 2).

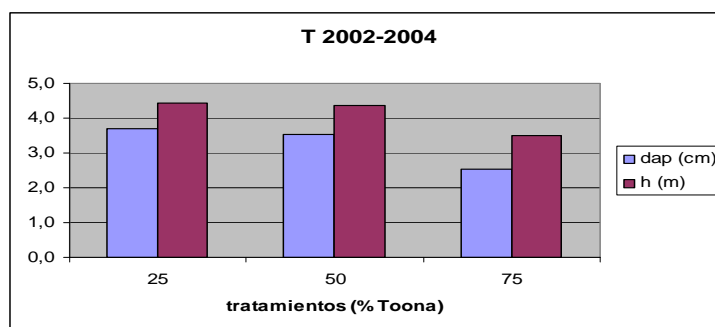


Figura 11: DAP y H promedio de Toona (2002-2004) a los 2 años de edad  
 Mean D.B.H. and H (2002-2004) of 2 year old Toona



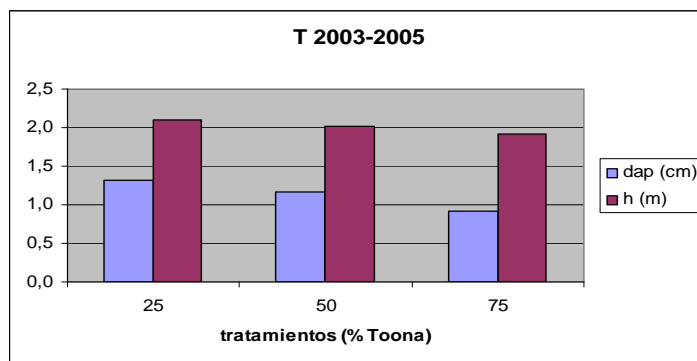


Figura 12: DAP y H promedio de *Toona* (2003-2005) de las parcelas y bloques a los 2 años de edad  
Mean DBH and H of *Toona* (2003-2005) from blocks and plots at 2 years old

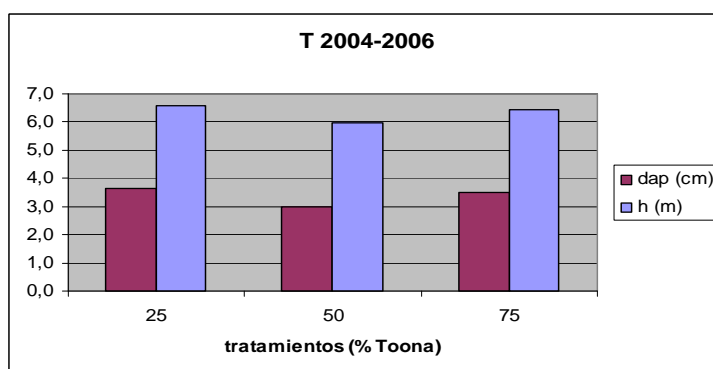


Figura 13: DAP y H promedio de *Toona* (2004-2006) a los 2 años de edad  
Mean DBH and H of 2 year old *Toona* (2004-2006)

El comportamiento de la altura de *Toona* se habría visto influenciado por las heladas y por el efecto de protección de las plantas de *Grevillea*. Las mayores alturas se registraron en la densidad intermedia de interplantación (Foto 2).



Foto 2: *Toona ciliata* (2002) al año de interplantada bajo dosel de *Grevillea robusta*  
*Toona ciliata* (2002) 1 year after planting under *Grevillea robusta* canopy

El efecto de las heladas registradas en el período de evaluación presentó baja proporción de plantas no afectadas, llegando a ser total el grado de afectación en los sectores de menor altitud. Aunque las heladas provocaron algunos daños de distinta intensidad, no pudo determinarse mortalidad por esta causa. En zonas de loma alta, fueron las mayores densidades de *Grevillea* las que presentaron mejores condiciones para el desarrollo de plantas de *Toona*. Los diferentes daños causados por las heladas mostraron un aumento hacia las zonas de menor altitud, que se debería a temperaturas más bajas y un posible menor efecto protector por el menor desarrollo de las plantas de *Grevillea*. Si bien hubo elevada mortalidad, ésta no se adjudicó al efecto de las heladas, sino a calidad de planta y/o al stress hídrico luego de la plantación.

#### *Resultados del ANOVA*

La *Toona* no presentó diferencias significativas en DAP, al segundo año de interplantada, por efecto de la edad que tenía la *Grevillea* en cada oportunidad (2, 3 y 4 años). Sí, en cambio, al usar la densidad de *Toona* como covariable, los DAP promedios de 25 y 50 % de *Toona* fueron superiores a la de 75% de la misma especie, podría interpretarse como que las densidades de *Grevillea* de 75 y 50% permiten un mejor desarrollo diámetro de *Toona*. Estos resultados difieren respecto de los resultados de Dordel *et al.* (2010) .

Tomando como co-variable las diferentes edades que tenía la *Grevillea* cuando la *Toona* cumplió 2 años desde su interplantación, siendo esta altamente significativa, se pudo observar que: a) hasta los 2 años de edad, los 2 tratamientos de 25 y 50% de *Toona* son los que presentaron mayor sobrevivencia, siendo éstas estadísticamente diferentes a la del tratamiento 75%, y sus valores resultaron 54,8, 46,3 y 34,1% de supervivencia respectivamente. Estas tasas de mortalidad son muy altas comparadas con las citadas en la literatura (Dordel *et al.*, 2010). Considerando que las heladas nunca alcanzaron temperaturas inferiores a -1 °C y que aunque hubo años con severos déficits hídricos también los hubo con excesos de humedad (Fig. 10), puede inferirse que la calidad de planta lograda en vivero influyó en los resultados.

La interacción tratamientos-bloques también resultaron estadísticamente diferentes, presentando los mayores valores de sobrevivencia los bloques 1 y 2 comparativamente con el 3, presentando valores de 50,1- 49,5 y 35,6 % respectivamente.

El ANOVA presentó como efectos principales A: tratamientos, B: Bloque y C: Edad *Grevillea*, todos ellos con efectos altamente significativos sobre la variable supervivencia. Las interacciones AB y AC también resultaron con efectos altamente significativos sobre esta variable, mientras que la interacción BC resultó no significativa.

El test de Tukey presentó las edades de 4 y 5 años de *Grevillea*, es decir las que fueron interplantadas con *Toona* cuando tenían 2 y 3 años, como las que resultaron con mayor sobrevivencia y estadísticamente diferentes en relación a la *Grevillea* de 6 años, es decir, cuando esta tenía 4 años al momento de la interplantación con *Toona*, siendo sus valores de 48,1, 52,7 y 34,3 % respectivamente. Esta respuesta no es de sorprender ya que en 2004 las precipitaciones fueron muy bajas (1416 mm) y esta escases se prolongó en 2005. A pesar que las condiciones de radiación eran menores que en las interplantaciones de 202 y 2003, el elevado déficit hídrico provocó la mayor mortalidad. Sin embargo si analizamos en particular la mortalidad bajo *Grevillea* de 4 a 6 años vemos que con un dosel constituido en un 75 % de esta especie la mortalidad fue del 55,6 % contra un 28,9 % y un 18,5 % en los tratamientos del 50 % y 25 % respectivamente. Ello indica que aun en años de muy bajas precipitaciones el dosel de *Grevillea robusta* resultante 625 plantas/ha, con altura promedio superior a los 8 metros, fue un elemento de protección eficiente para *Toona ciliata* recién plantada. Tal como sostienen Dordel *et al.* (2010) la mortalidad se incrementó a medida que la densidad de *Grevillea* disminuía, conllevando un aumento de la radiación. Aunque no tan marcado ese efecto fue observado para todos los años de plantación de este ensayo.



Al analizar bloques, el Test de Tukey, mostró a los bloques 1 y 2 con mayores valores de sobrevivencia estadísticamente diferentes comparativamente con el bloque 3, presentando valores de sobrevivencia de 50,1, 49,5 y 35,6 % respectivamente.

Al analizar el efecto de los tratamientos sobre esta variable, cada uno de ellos presentó diferencias estadísticas, siendo ellos el tratamiento 25% de *Toona* con 54,8% de sobrevivencia, 50 con 46,3% y 75 con 34,1%.

Si bien como se mencionó anteriormente no se observó mortalidad debido a heladas es de resaltar que la interplantación 2002 de *Toona* soportó una helada tardía de 0° C en 2003, mientras que la 2003 soportó -1° C en julio de 2004.

## CONCLUSIONES

Los datos obtenidos hasta aquí indican que un reemplazo de *Grevillea robusta*, cuando supera los 4 metros de altura, del 25% (3:1)- 50% (1:1) con *Toona ciliata*, daría buenos resultados en cuanto a crecimientos y protección de esta última especie fundamentalmente contra niveles de radiación que puedan afectar el balance hídrico, siempre que las temperaturas no sean inferiores a 0° C y con condiciones de precipitación normales o superiores a las normales. En condiciones de alto stress hídrico con precipitaciones inferiores a los 1600 mm anuales 625 plantas/ha de *Grevillea robusta* con alturas algo superiores a 8 metros brindan un buen nivel de protección a *Toona ciliata*.

Esos mismos niveles de sustitución en *Grevillea robusta* pero de más de 6 metros de altura promedio son suficientes para proteger la *Toona ciliata* implantada bajo su dosel de heladas de -1°C.

No se recomienda en sitios del sur de Misiones implantar *Grevillea robusta* y *Toona ciliata* en sitios de media Loma

## BIBLIOGRAFÍA

- Dordel, J.; Simard, S. W.; Bauhus, J.; Seely, B.; Pozas, L. J.; Prescott, C.; Hampel, H.. 2010. Trade-offs among establishment success, stem morphology and productivity of underplanted *Toona ciliata*: Effects of nurse-species and thinning density. *Forest Ecology and Management* 259 (2010) 1846-1855
- Fassola, H. E. 1988. Resultados de la introducción de la *Toona ciliata* M. Roem Var. Australis (F.V.M.) CDC en San Antonio, Misiones. VI Congreso Forestal Argentino, Santiago del Estero. Tomo 2, Pp. 367-368.
- Fassola, H. E.; Crechi, E.H.; Hampel, H.; Hennig, A.; Keller, A.E.; Pérez, V.R. 2010. Antecedentes y potencialidades de los bosques mixtos en el NE Argentino. Disponible en: Jornada de Campo "Silvicultura de Bosques Mixtos de Especies Nativas y Exóticas". 30 de Abril de 2010 Posadas, Misiones. INTA EEA Montecarlo. Danzer Forestación S.A. Informe Técnico n° 65:4-11. EEA INTA Montecarlo. Edición: Francisco Pascual
- Fassola, H. E.; Crechi, E.; Moscovich, F.; Pachas, N.; Keller, A.; Domecq, C.; Hampel, H. Bosques mixtos de *Grevillea robusta* y *Toona ciliata* en la provincia de Misiones. 2004. Disponible en carpeta de la Jornada de Campo: Mejoramiento, silvicultura, manejo e industrialización de *Grevillea robusta*. Posadas, Mnes. 26 de Marzo de 2004. INTA EEA Montecarlo y Bella Vista – Danzer Forestación S.A.
- Hampel, H.; Dordel, J.; Hennig, A.. 2010. Interplantación de *Toona* en Pino Taeda, *Grevillea* y Pino Híbrido. Disponible en: Jornada de Campo "Silvicultura de Bosques Mixtos de Especies Nativas y Exóticas". 30 de Abril de 2010 Posadas, Misiones. INTA EEA Montecarlo. Danzer Forestación S.A. Informe Técnico n° 65:4-11. EEA INTA Montecarlo. Edición: Francisco Pascual
- Hampel, H.; Zeman, E. 2009. 15 años de Experiencia con Especies Forestales No-Tradicionales en el Sur de Misiones, Argentina. Poster presentado en XIII CFM-2009
- InfoStat. 2004. InfoStat versión 2004. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. 314 pp.
- Lamb, D.; Keenan, R. J. 2001. Silvicultural Research and Development of plantations Systems Using Rainforest tree Species. Chapter 3: 21-34. Disponible en Sustainable Farm Forestry in the Tropics: Social and Economical Analysis and Policy. Edited by: Harrison S.R. and Herbohn J.L.. Rainforest RCR. Pp. 303. Edgar Elgar Publishing Limited. UK.

# AJUSTE DE UN MODELO PARA OBTENCIÓN DE VOLUMEN PARA ÁRBOLES INDIVIDUALES DE *Acacia mearnsii* DE WILD (Primera Aproximación)

Friedl, R. A.<sup>1</sup>; Correa, M.A.<sup>2</sup>; Toloza, R.R.<sup>2</sup>; Hennig H.<sup>2</sup>; Termachuka, M.<sup>3</sup>; Martinez, C.<sup>4</sup>; Osorio, M.<sup>4</sup>; Parodi, G.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Forestales (UNaM) Bertoní 124 (3380) Eldorado, Misiones, Argentina. [afriedl@facfor.unam.edu.ar](mailto:afriedl@facfor.unam.edu.ar)

<sup>2</sup> INTA AER Puerto Rico, Av. 9 de Julio 2667 (3334) Puerto Rico, Misiones, Argentina. [mcorrea@correo.inta.gov.ar](mailto:mcorrea@correo.inta.gov.ar), [rtoloza@correo.inta.gov.ar](mailto:rtoloza@correo.inta.gov.ar), [hhennig@correo.inta.gov.ar](mailto:hhennig@correo.inta.gov.ar)

<sup>3</sup>INDUNOR La Escondida, Chaco, Argentina. [vmorenate@indunor.com](mailto:vmorenate@indunor.com)

<sup>4</sup>Estudiantes Facultad de Ciencias Forestales (UNaM)

## RESUMEN

Se ajustaron funciones de volúmenes totales con y sin corteza, en función de la variable independiente  $d^2h/10.000$ , para datos del fuste de 17 árboles de *Acacia mearnsii* De Wild provenientes de una tala rasa de una plantación de 4 años situada en la localidad de Colonia Polana, Misiones, Argentina. Las funciones obtenidas mostraron un ajuste excelente, siendo los  $r^2$  superiores al 99 %. Para el procesamiento de datos de ensayos e inventarios forestales de la especie en cuestión se recomienda el uso de las funciones:

$$\log vcc = -0,423 + 0,945 * \log (d^2 h/10.000)$$

$$\log vsc = -0,485 + 0,959 * \log (d^2 h/10.000)$$

**Palabras claves:** Función de volumen, *Acacia*, Argentina

## SUMMARY

One model to estimate total volume functions with and without bark were adjusted, considering the independent variable  $d^2h/10.000$ . In this regard, dasometric information was taken from the main stem of 17 *Acacia mearnsii* De Wild trees, coming from a 4 years old plantation in Colonia Polana, Misiones, Argentina. The functions obtained showed an excellent result, obtaining  $r^2$  over 99%. For the processing of both research and forestry inventories' data of this specie, the recommended functions are:

$$\log vcc = -0,423 + 0,945 * \log (d^2 h/10.000)$$

$$\log vsc = -0,485 + 0,959 * \log (d^2 h/10.000)$$

**Key words:** Volume function, *Acacia*, Argentina

## INTRODUCCIÓN

La *Acacia mearnsii* De Wild, vulgarmente conocida como Acacia negra, es una especie perteneciente a la familia de las leguminosas y originaria de Australia. Se caracteriza por ser un árbol de follaje verde oscuro de 10 a 30 metros de altura, creciendo bien en cualquier tipo de suelo suficientemente profundo. Tiene hojas compuestas, bipinadas. (SCHÖNAU, 1969 en SCHNEIDER *et al.*(b), 2000). La especie se distribuye en el sudeste de Australia continental y existe en abundancia en Tasmania. En Sudáfrica es plantada en gran escala para la producción de tanino (SHERRY, 1971 en SCHNEIDER *et al.*(a), 2000). Según SCHNEIDER (2005) las primeras plantaciones en Brasil fueron realizadas hacia el año 1928, y actualmente la acacicultura constituye una sólida actividad económica.

El cultivo tiene múltiples propósitos, entre ellos la extracción de corteza para la industria del tanino, y la obtención de madera para la generación de energía a través de la leña y el carbón.

Durante los últimos años y a través de un convenio entre el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y la empresa INDUNOR, se comenzó a plantar en la provincia de Misiones, con el objetivo de evaluar su adaptabilidad a las condiciones locales. En los ensayos instalados, la evaluación de la producción de madera, corteza y tanino fue realizada con funciones desarrolladas en Brasil, surgiendo la necesidad de validar las mismas y de construir modelos locales.

Existen actualmente unas 1.200 ha de plantaciones comerciales de *A. mearnsii*, en propiedades de productores y de la Empresa Indunor SA distribuidas en Misiones y norte de Corrientes, por lo que hace necesario contar con tablas de volumen locales, para el procesamiento de los datos de inventarios forestales y ensayos experimentales de diversa índole.

El presente trabajo tiene como objetivo ajustar una función para estimar el volumen total con corteza y sin corteza, a partir de datos recolectados en plantaciones instaladas en la localidad de colonia Polana, provincia de Misiones, de manera que puedan ser utilizadas en el procesamiento de datos de inventarios y ensayos experimentales de plantaciones de Acacia en edad de cosecha o tala rasa.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Caracterización del área

*Localización.* El ensayo está localizado en el Departamento San Ignacio, Colonia Montes del Ñacanguazú, Municipio de Colonia Polana, lote B fracción del Lote A 2, Provincia de Misiones. La localización geográfica corresponde a 26° 42' 13" de Lat. S y 54° 53' 33" Long. O.

*Clima.* El clima de la provincia de Misiones se define como subtropical húmedo, con un régimen de lluvias isohigro, el promedio de lluvias anuales es de 1800 mm, la temperatura media anual es de 21 °C, siendo la amplitud térmica anual de 10,8 °C. La mayor probabilidad de ocurrencia de heladas se da entre los meses de Junio, Julio, Agosto y Septiembre (OLINUK, 2004 en CORREA *et al.*, 2008).

*Geomorfología.* Desde un punto de vista geomorfológico, Gross Braun *et al.* (1978) reconocen siete unidades geomórficas. El lote bajo estudio se ubica dentro de la región natural del Pediplano parcialmente disecado, que ocupa una franja casi continua a lo largo de los valles del Paraná y del Iguazú, con una superficie de 484.525 ha, correspondiente a una superficie del 16,45 % de la provincia.

El relieve es ondulado, con lomas bien definidas como elemento dominante, y como inclusiones sectores escarpados o inclinados con pendientes cortas hacia los curso de agua, configurando un paisaje estabilizado. La altitud promedio en el lote es de 210 msnm.

*Suelo.* El tipo de suelo presente en el ensayo, corresponde según el estudio realizado por la Compañía Argentina de Relevamiento Fotogramétrico (C.A.R.T.A.) en el año 1962-3, a la Unidad Cartográfica 9, que comprende suelos rojos profundos, muy evolucionados, lixiviados, arcillosos, permeables, ácidos o ligeramente ácidos, medianamente fértiles, derivados de basalto, y sus fases de erosión. Esta unidad contiene aquellos suelos que en Misiones reciben el nombre de "tierra colorada".

## METODOLOGÍA

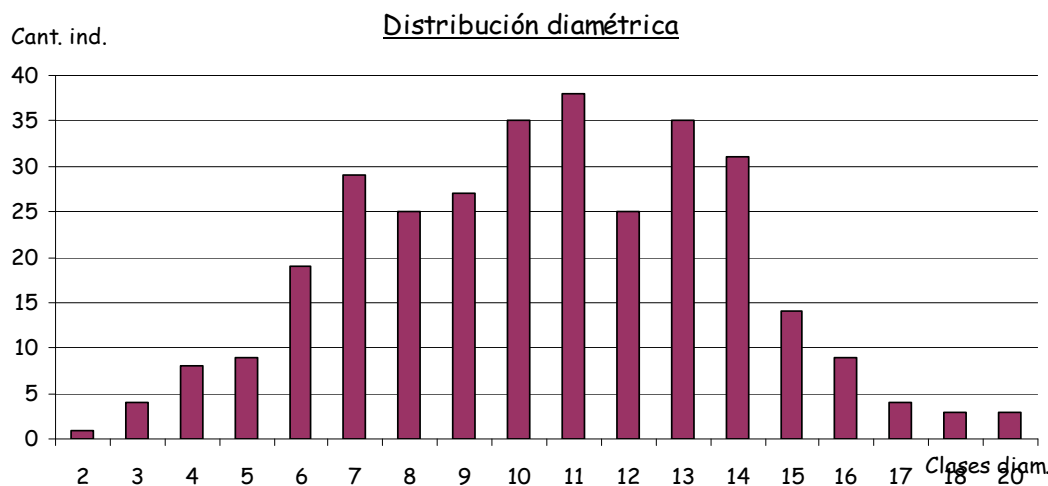
### Descripción de la metodología utilizada a campo

Durante noviembre y diciembre del año 2008, se realizó un muestreo en una plantación de *Acacia mearnsii* en la localidad de Colonia Polana. La superficie muestreada correspondió a un cuarto de hectárea (2.500 m<sup>2</sup>) con árboles de 4 años de edad.

Como primera medida, se demarcaron 10 parcelas rectangulares de 10m x 25m. En cada parcela se realizó la medición del diámetro a la altura del pecho (DAP) del total de árboles. Cada árbol fue codificado con el n° de parcela y n° de árbol.

Con base en los datos del inventario, los diámetros de los árboles fueron agrupados en clases. Los datos en el gráfico 1 corresponden a la distribución por clase diamétrica obtenida.

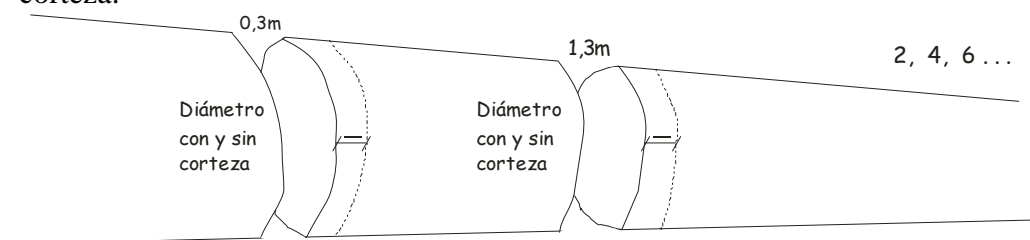
**Gráfico 1: Distribución diamétrica obtenida en el muestreo.**



En una segunda etapa se seleccionó un árbol por clase diamétrica (total 18), cuidando que los mismos queden distribuidos en forma equitativa en las parcelas.

El procedimiento seguido con cada uno de los árboles seleccionados fue el siguiente:

1. Ubicación del primer árbol seleccionado
2. Marcación con serrucho a ambos lados del tronco las alturas de 0,3m y 0,5m, de manera que atraviese la corteza y quede marcado el fuste.
3. Volteo del árbol
4. Desrame y apartado de las ramas.
5. Medición y marcación en las siguientes distancias teniendo en cuenta los 0,3m y 0,5m ya marcados: 0,8 1,3 2 4 6 ... metros, incluyendo la altura total.
6. Trozado con motosierra a las distancias de 0,3 1,3 2 4 6 hasta la altura comercial (esto se realizó para la obtención de biomasa, que no será considerado en este trabajo)
7. Medición del diámetro con corteza en todas las alturas marcadas. De coincidir con el corte de una troza, el diámetro se mide en el lado proximal (ver figura 1)
8. Descortezado de las trozas
9. Medición del diámetro sin corteza en el mismo lugar en que se midió diámetro con corteza.



**Figura 1: Esquema de trozado y toma de datos en fuste**

Tanto los diámetros como la altura total se midieron con cinta métrica, registrando los datos en centímetros en planillas previamente confeccionadas.

### Metodología para la obtención del volumen real

Para la obtención del volumen se consideraron 17 árboles, descontando el árbol perteneciente a la clase diamétrica menor, ya que para el mismo sólo se obtuvo el dap y no pudo ser descortezado.

Para la determinación del volumen con y sin corteza de cada sección se aplicó la fórmula de Smalian  $(v = \frac{g_1 + g_2}{2} \cdot L)$ , y se consideró el volumen de un cono para el extremo final, obteniendo luego el volumen total a partir de la sumatoria de los volúmenes parciales.

**Tabla 1: Datos de volúmenes reales obtenidos de la muestra**

#	Código	ht (m)	dap (cm)	Volumen c/corteza (m <sup>3</sup> )	Volumen s/corteza (m <sup>3</sup> )
1	4/6	6,9	3,6	0,004	0,003
2	9/13	6,8	4,2	0,006	0,004
3	8/6	8,0	5,5	0,012	0,010
4	2/4	11,2	7,1	0,024	0,021
5	7/33	10,3	7,8	0,032	0,024
6	4/20	11,9	8,8	0,038	0,032
7	9/36	12,7	9,2	0,047	0,039
8	3/22	14,3	10,9	0,066	0,058
9	10/1	14,0	11,3	0,080	0,066
10	2/15	15,6	12,7	0,103	0,087
11	5/24	15,2	13,5	0,103	0,091
12	8/32	15,8	13,5	0,118	0,100
13	7/3	16,4	15,9	0,159	0,139
14	6/41	14,7	13,3	0,108	0,093
15	10/44	15,8	17,2	0,183	0,155
16	1/36	15,6	19,9	0,222	0,192
17	8/37	16,0	20,3	0,268	0,234

Código 4/6: N° de parcela / N° de árbol

### Metodología para la obtención de las ecuaciones de volumen

SCHNEIDER & HOSOKAWA en 1978 verifican que la ecuación logarítmica de variables combinadas de SPURR es el modelo más conveniente para la predicción de los volúmenes con y sin corteza de árboles individuales de la acacia negra en el sur de Brasil (Ministerio da Agricultura, Inventario Florestal Nacional, 1983) y que corresponden a las utilizadas por SCHNEIDER *et al.*(b) (2000):

a) volumen total con corteza

$$\log vcc = b_0 + b_1 \cdot \log (d^2 h/10.000)$$

b) volumen total sin corteza

$$\log vsc = b_0 + b_1 \cdot \log (d^2 h/10.000)$$

donde *vcc* = volumen total con corteza; *vsc* = volumen comercial sin corteza; *d* = diámetro a la altura de pecho (1,3 m) en centímetros; *h* = altura total en metros.

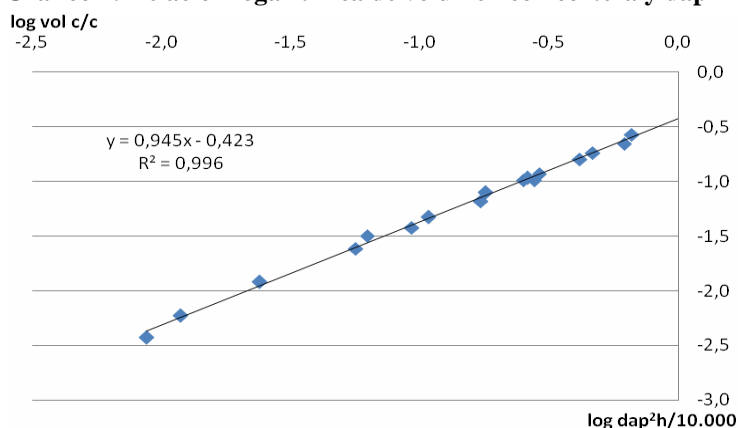
Para la obtención de los coeficientes se trabajó con los valores de la variable transformada de  $dap^2 \cdot h/10.000$  para cada árbol, y en una representación gráfica con planilla de cálculo, se

agregó una línea de tendencia o regresión de tipo lineal, para la cual se obtuvo el gráfico de la línea ajustada frente a los datos observados, la ecuación y el coeficiente de determinación ( $r^2$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos para el volumen total con corteza se presentan en el siguiente gráfico.

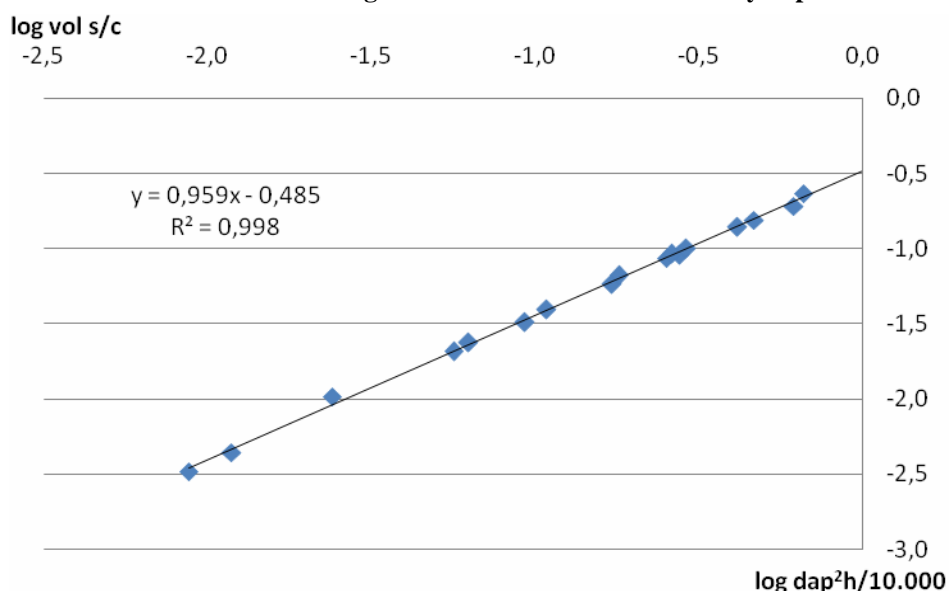
**Gráfico 2: Relación logarítmica de volumen con corteza y  $dap^2h$**



Se evidencia un excelente ajuste, el logaritmo de la variable independiente  $d^2h/10000$  explica más del 99 % de la variación del volumen con corteza y no se observa sesgo en la función ajustada.

Los resultados obtenidos para el volumen total sin corteza se presentan en el siguiente gráfico.

**Gráfico 3: Relación logarítmica de volumen sin corteza y  $dap^2h$**



Se evidencia un excelente ajuste, la variable independiente  $d^2h/10.000$  explica más del 99 % de la variación del volumen sin corteza y no se observa sesgo en la función ajustada.

La tabla siguiente sintetiza las ecuaciones coeficientes y  $r^2$  obtenidos:

Ecuación	$b_0$	$b_1$	$r^2$
$\log vcc = b_0 + b_1 \times \log (d^2 h/10000)$	-0.423	0,945	0,996
$\log vsc = b_0 + b_1 \times \log (d^2 h/10000)$	-0,485	0,959	0,998

## CONCLUSIONES

Los ajustes logrados en las funciones fueron excelentes, tanto para estimar los volúmenes con corteza como sin corteza.

De manera preliminar y hasta disponer de funciones de volúmenes con mayor base de datos, para el procesamiento de datos de ensayos e inventarios forestales de la especie en cuestión, se recomienda el empleo de las funciones:

$$\log vcc = -0,423 + 0,945 * \log (d^2 h/10.000)$$

$$\log vsc = -0,485 + 0,959 * \log (d^2 h/10.000)$$

Asimismo, se recomienda ampliar la base de datos de árboles a efectos de aumentar la solidez del modelo y el rango de aplicación, considerando la posibilidad de ajustar funciones de biomasa.

## BIBLIOGRAFÍA CITADA

- CORREA, M. A.; Toloza, R. R.; Pereyra, L., Silva, F. y R. A. Friedl. 2008. Resultados iniciales de un ensayo de acacia negra *Acacia mearnsii* De Wild en la provincia de Misiones, Argentina. XIII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM – EEA Montecarlo, INTA..
- MINISTERIO DA AGRICULTURA, Instituto Brasileiro de desenvolvimento florestal, Departamento de economia florestal. 1983. Inventário florestal nacional, Florestas nativas, Rio Grande do Sul. Ed. Gráfica Brasileira Ltda. 345 p.
- SCHEINER, P.R.(a); Dimas F., F.; Guimarães F., C.A. y J.E. Mayer K. 2000. Crescimento da acácia-negra, *Acacia mearnsii* de wild em diferentes espaçamentos. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 10, n. 2, Pp. 101-112
- SCHEINER, P.R.(b); Dimas F., F.; Guimarães F., C.A. y P.S. Pigatto S. 2000. Subsídios para o manejo da Acácia-negra, *Acacia mearnsii* De Wild. Santa Maria UFSM, FATEC, CEPEF. 71 p.
- SCHEINER, P.R.; de Oliveira F., F.; da Silva S., L.H., Dal'Col L., A., Guimarães F., C.A. y P.S. Pigatto S. 2005. Análise da mortalidade de *Acacia mearnsii* De Wild. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 15, n. 2, Pp. 137-143

# MEDIDAS DE DIÂMETRO EM ÁRVORES E SUA IMPLICAÇÃO NO CÁLCULO DO VOLUME DE MADEIRA

## TREE DIAMETER MEASUREMENT AND IMPLICATIONS FOR WOOD VOLUME

Gorenstein, M. R.<sup>1</sup>; Batista, J. L. F.<sup>2</sup>; Carloni, S.<sup>3</sup>; Vilas Boas, O.<sup>4</sup>; Max, J. C. M.<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Eng. Florestal., Dr., Professor do curso de Engenharia Florestal da UTFPR - Campus Dois Vizinhos. Estrada p/ Boa Esperança, km 4 – CEP: 85660-000. Dois Vizinhos, PR, Brasil – [mauriciorg@utfpr.edu.br](mailto:mauriciorg@utfpr.edu.br)

<sup>2</sup> Eng. Florestal. PhD, Professor Titular do Departamento de Ciências Florestais da USP - Avenida Pádua Dias, 11 - Caixa Postal 09 -Piracicaba, SP – CEP: 13418-900. [parsival@usp.br](mailto:parsival@usp.br).

<sup>3</sup> Acadêmico de Engenharia Florestal – FAEF, Estagiário da Floresta Estadual de Assis, Instituto Florestal, São Paulo, SP, Brasil - [david.helena@terra.com.br](mailto:david.helena@terra.com.br)

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, MSc, Instituto Florestal, Estrada Assis-Lutécia, Km 09 CEP: 19800-970, Caixa-Postal: 104, Assis, SP, Brasil - [osmarvb@gmail.com](mailto:osmarvb@gmail.com)

<sup>5</sup> Engenheiro Florestal, Instituto Florestal, Estrada Assis-Lutécia, Km 09 CEP: 19800-970, Caixa-Postal: 104, Assis, SP, Brasil - [jcmmax@uol.com.br](mailto:jcmmax@uol.com.br)

## RESUMO

Foi feita uma análise a fim de avaliar possíveis efeitos da medida do diâmetro na estimação da área seccional de tronco de árvores de Pinus e Eucalipto. Durante a cubagem rigorosa fez-se a medição do diâmetro do topo das seções com fita métrica, escala de medida necessária para uso em software a fim de determinar a área seccional real, e 4 medidas perpendiculares de diâmetro sem casca. As 48 seções analisadas de pinus apresentaram excentricidade média de 14%. O método de estimativa da área seccional através do diâmetro obtido na cubagem apresentou distribuição fortemente assimétrica com maior valor de superestimativa de 95,71% e subestimativa de 22,56%. Nos métodos que se utilizaram de duas medidas, os erros extremos foram reduzidos. Os métodos que utilizaram 4 medidas de diâmetro diminuíram ainda mais os erros extremos. Para as 39 seções de eucalipto a excentricidade média foi de 8%. O diâmetro da cubagem rigorosa apresentou distribuição de erros com leve assimetria à esquerda, com maior superestimativa de 31,96% e maior subestimativa de 20,66%. Os métodos que utilizaram dois diâmetros produziram significativa redução nos valores extremos de estimativas, sendo o erro médio muito próximo do zero. Nos métodos que utilizaram quatro diâmetros, ocorreu menor valor de superestimativa, porém maior valor de subestimativa. A estimação de área seccional através de apenas uma medida de diâmetro pode apresentar erro significativo. A média aritmética entre o maior e o menor diâmetro apresentou estimativa razoável, com erros bastante reduzidos.

**Palavras-chave:** medição de diâmetro, área seccional, excentricidade, cubagem rigorosa, viés

## SUMMARY

An analysis was made to assess possible effects of diameter measurement in the estimation of sectional area of tree trunks of pine and eucalyptus. During the volume scaling it was made the diameter measure of the top sections and a digital photograph was taken with the measurement scale for use in software to determine the actual sectional area, and 4 perpendicular diameter measurements without bark. The 48 sections analyzed pine had an average eccentricity of 14%. The method of estimation of cross-sectional area through the



diameter obtained in the scaling showed strongly asymmetric distribution with the highest overestimation and underestimation of 95.71% from 22.56%. The methods that it was used two measures, the extreme errors were reduced. The methods that utilized 4 diameter measures decreased even more extreme errors. For the 39 sections of eucalyptus the mean eccentricity was 8%. The diameter scaled presented distribution of errors with slight asymmetry to the left, with greater overestimation of 31.96% and 20.66% higher underestimated. The methods that used two diameters produced significant reduction in extreme values of estimates, the average error was close to zero. The methods that used four diameters measures, there was less amount of overestimation, but higher value of underestimation. The estimation of cross-sectional area with only one measure in diameter can produce significant error. The arithmetic average between the smallest and largest diameter showed reasonable estimate, with errors quite small.

**Key-words:** diameter measurement, cross-sectional area, eccentricity, scaling, bias

## INTRODUÇÃO

No inventário florestal, o principal atributo quantificado no povoamento é o volume de madeira, que é obtido através da soma dos volumes das árvores individuais amostradas na floresta. Para o seu cálculo, vários métodos de mensuração podem ser aplicados, a fim de obter as variáveis explicativas do volume, sendo elas: diâmetro, altura e forma da árvore. É comum a prática da cubagem rigorosa, onde árvores representativas da floresta são abatidas para se medir o diâmetro de várias seções em diferentes alturas do tronco até o topo da árvore. A determinação do volume da árvore é feita pela soma dos volumes das seções. Assim, torna-se possível a construção de equações cuja variável resposta é o volume, e as variáveis independentes são o diâmetro e a altura da árvore. Desse modo, através da medida dessas duas variáveis em árvores em pé, calcula-se o volume da árvore e conseqüentemente do povoamento que está sendo estudado. Portanto, percebe-se a importância da obtenção precisa de medidas dessas variáveis a fim de evitar erros no cálculo do volume. Os erros cometidos na medição do diâmetro são mais importantes que os cometidos na medição da altura, sendo que um erro de 1 cm na determinação do diâmetro corresponde a um máximo de 19% no cálculo do volume, e um erro de 1 m na medição da altura, a apenas 14% deste mesmo volume (Couto *et al.* 1989). Na pressuposição de que a árvore tenha formato circular, o cálculo da área de seção pode ser feito através de uma única medida de diâmetro. Porém, raramente as seções do tronco são circulares (Kellogg e Barber 1981, Philip 1994). A forma elíptica ou excêntrica, que significa não ter o mesmo centro, é a predominante nos troncos de árvores. Vários trabalhos foram publicados visando avaliar a precisão de equipamentos para medição de altura (Rennie 1979, Couto e Bastos 1988, Perez 1989, Williams *et al.* 1994, Freitas e Wichert 1998). Aparentemente, há poucos trabalhos na literatura visando avaliar os métodos de medição de diâmetro direto, sendo muitos antigos e realizados principalmente em países do hemisfério norte, principalmente nos EUA. Encontra-se nesses países, vários trabalhos testando métodos de medição indireta ou à distância, principalmente instrumentos ópticos ou com tecnologia a laser. No Brasil um dos poucos trabalhos encontrados foi o de Freitas e Wichert 1998, sendo mais comuns trabalhos que comparam hipsômetros ou métodos de cubagem rigorosa. Portanto, torna-se evidente a importância de se avaliar possíveis erros de estimativas na área transversal do tronco, cujo valor real pode ser obtido através de tecnologia digital disponível atualmente. O objetivo deste trabalho é avaliar a magnitude de erro

existente no cálculo da área transversal do tronco de árvores mediante o uso de diferentes medidas de diâmetro em árvores de Pinus e Eucalipto.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizado o inventário florestal em povoamentos de *Pinus elliotti* Engel. var. *elliotti* (pinus hondurenho) plantados em 1964 e manejados para resinagem e de *Corymbia citriodora* Hill & Johnson (*Eucalyptus citriodora* Hook) (eucalipto), plantados em 1989, ambos na Estação Experimental “João José Galhardo”, unidade do Instituto Florestal, localizada no município de Paraguaçu Paulista, região oeste do Estado de São Paulo. Fez-se a cubagem rigorosa de 30 árvores de eucalipto e 60 árvores de pinus, seccionadas nos intervalos de: 0,10; 0,30; 0,70; 1,30; 2,0; 3,0 m e sucessivamente em intervalos de 1 metro até a altura total da árvore. Mediu-se o diâmetro do topo das seções com casca e sem casca com o uso de fita métrica. Todas as medidas foram fotografadas com câmera digital. Através do programa “Image Tool for Windows Version 3.0”, foi feita a calibração com unidade de comprimento conhecida (geralmente um centímetro), e tomadas as medidas de área transversal, diâmetro horizontal (0°), e os diâmetros a 45°, 90°, e 135°, perfazendo assim, quatro medidas de diâmetros sem casca. Em virtude de algumas fotografias apresentarem falta de ortogonalidade ou outro motivo que acarretasse falta de precisão na análise, apenas 16 árvores de pinus e 13 de eucalipto foram analisadas. Escolheu-se as seções de 0,10; 1,3 e 5,0 metros para esse estudo, perfazendo assim para análise 48 observações para pinus e 39 para eucalipto. A área transversal sem casca (cm<sup>2</sup>) obtida através do programa foi considerada como valor real da medida. Os métodos de estimativa da área transversal estimaram através da fórmula de área da circunferência, utilizando as seguintes medidas de diâmetros: 1) Diâmetro medido pela fita métrica durante a cubagem rigorosa; 2) Média aritmética entre o maior e o menor diâmetro; 3) Média geométrica entre o maior e o menor diâmetro; 4) Média aritmética entre os quatro diâmetros; e 5) Média geométrica entre os quatro diâmetros. Calculou-se o erro absoluto e percentual que os métodos apresentaram para estimar a área real (*Sreal*) da seção utilizando a seguinte fórmula: erro de estimativa =  $\frac{Sreal - Smétodo}{Sreal}$ . Calculou-se um índice de excentricidade (IE), cuja expressão é:  $IE = \frac{d}{D}$ , onde d é o menor diâmetro medido na seção e D é o maior diâmetro medido na seção. Procedeu-se a análise da distribuição dos erros considerando a espécie (pinus e eucalipto).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 apresenta as estatísticas descritivas do índice de excentricidade e dos erros de estimativa calculadas para as 48 seções de Pinus. O índice de excentricidade apresentou valor médio de 0,8617, o que representa uma diferença de 14% entre o menor e o maior diâmetro. Há uma grande variação de excentricidade entre as seções, sendo a seção mais elíptica uma diferença de 47% e a menos, 2%.

Tabela 1 - Estatísticas descritivas da distribuição do índice de excentricidade (IE) e dos erros relativos dos métodos de estimação da área transversal para as 48 seções de árvores de Pinus.

Table 1 - Descriptive statistics of distribution of excentricity index (IE) and errors of basal area estimation methods to 39 Pinus trees sections.

IE / Método	Min	1° Quartil	Média	Mediana	3° Quartil	Max	DP	R
IE	0,5318	0,7741	0,8617	0,9183	0,9534	0,9821	0,1168	-
Diâmetro cubagem	-0,9571	-0,2901	-0,2149	-0,1456	-0,0609	0,0501	0,2256	-0,68
(D + d)/2	-0,1613	-0,0138	0,0039	0,0036	0,0225	0,1823	0,0543	0,21
(D x d) <sup>0.5</sup>	-0,1535	-0,0067	0,0149	0,0051	0,0239	0,2587	0,0613	0,46
(d1 + d2 + d3 + d4)/4	-0,0960	-0,0083	0,0067	0,0041	0,0183	0,1073	0,0317	0,14
(d1 x d2 x d3 x d4) <sup>0.25</sup>	-0,0911	-0,0021	0,0139	0,0086	0,0295	0,1480	0,0358	0,44

O método que estima a área transversal através de apenas uma medida de diâmetro, obtida na cubagem rigorosa apresentou uma distribuição de erros com forte assimetria à esquerda, com maior valor de superestimativa de até 95,71%, e a maior subestimativa de 22,56%. Em média, esse método apresentou superestimativa de 21,49%, valor bastante alto, considerando que a variável área seccional não deve apresentar erros elevados. No método da média aritmética entre o maior e menor diâmetro, a distribuição dos erros foi normal, simétrica, com a maior superestimativa de 16,13% e subestimativa de 18,23%, com o erro médio muito semelhante à mediana, e quase nulo, 0,4%. Verifica-se que a média geométrica entre o maior e menor diâmetro apresentou leve assimetria à direita, com subestimativa máxima de 25,87%, e a média das estimativas de 1,50%. A estimativa de área da seção feita pela média aritmética dos quatro diâmetros apresentou distribuição normal, simétrica com menores valores extremos, com erro médio de 0,7%. Observa-se que o uso da média geométrica entre os quatro diâmetros gerou uma distribuição levemente assimétrica à direita, com um valor extremo maior de subestimativa de 14,8%, diferente do obtido pela média aritmética, que foi de 10,73%. Ocorreu uma redução no erro de estimativa à medida que aumenta o índice de excentricidade para o método do diâmetro obtido na cubagem ( $r = -0,68$ ), o que não ocorreu com os demais métodos analisados.

Tabela 2 - Estatísticas descritivas da distribuição do índice de excentricidade (IE) e dos erros relativos dos métodos de estimação da área transversal para as 39 seções de árvores de Eucalipto.

Table 2 – Descriptive statistics of distribution of excentricity index (IE) and errors of basal area estimation methods to 39 eucalyptus trees sections.

IE / Método	Min	1° Quartil	Média	Mediana	3° Quartil	Max	DP	R
IE	0,8161	0,9013	0,9249	0,9321	0,9543	0,9769	0,0365	-
Diâmetro cubagem	-	-0,1034	-0,056	-0,0509	-0,0043	0,2066	0,1088	0,17
(D + d)/2	0,3196	-0,0001	0,0078	0,0097	0,0236	0,0452	0,0229	0,06
(D x d) <sup>0.5</sup>	0,0614	-	0,0097	0,0106	0,0260	0,0458	0,0232	0,14
(d1 + d2 + d3 + d4)/4	0,0593	0,0034	0,0126	0,0133	0,0248	0,0525	0,0204	-0,07
(d1 x d2 x d3 x d4) <sup>0.25</sup>	0,0339	-	0,0138	0,0148	0,0252	0,0533	0,0204	-0,02
	0,0305							

O índice de excentricidade para o eucalipto foi em média de 0,9249, ou seja, diferença de 8% entre o menor e o maior diâmetro, com máximo de 18% e mínimo de 2%, com desvio padrão de 0,0365, valores bastante inferiores aos de Pinus e bastante semelhantes aos encontrados por Kellogg e Barber (1981) para árvores de *Tsuga heterophylla* (western hemlock) no Canadá. O método do diâmetro obtido na cubagem apresentou distribuição de

erros com leve assimetria à esquerda, com maior superestimativa de 31,96% e maior subestimativa de 20,66%. Os métodos que utilizaram dois diâmetros também apresentaram distribuição dos erros com leve assimetria à esquerda, e significativa redução nos valores extremos de estimativas, sendo o erro médio de estimativa muito próxima de zero. Nos métodos que utilizaram quatro diâmetros, ocorreu menor valor de superestimativa, porém maior valor de subestimativa. Não ocorreu relação entre o índice de excentricidade e o erro na estimativa da área transversal para nenhum dos métodos analisados. Longo (2007) encontrou para Pinus, diferenças de até  $\pm 8$  cm na comparação dos diâmetros medidos com suta na árvore em pé com o medido com fita na seção abatida, devido aos defeitos da resinagem. Para eucalipto a diferença variou de -1,5 à 4 cm.

## CONCLUSÕES

Devido à maior excentricidade no pinus, os erros de estimação da área transversal foram maiores comparativamente ao eucalipto. A medição de apenas um sentido do diâmetro, seja durante a cubagem rigorosa ou em árvores em pé, pode acarretar em erros bastante significativos na área transversal e conseqüentemente no volume da árvore, principalmente em árvores excêntricas. O ideal, do ponto de vista matemático, seria a tomada dos 4 diâmetros, que no campo seria bastante inviável, uma vez que o tempo dispendido no inventário poderia ser o dobro do que é normalmente gasto. Finger (1992) e Philip (1994) recomendam que a média aritmética entre o menor e o maior diâmetro fornece uma boa medida para a estimativa de área transversal, o que foi verificado nesse estudo. Embora pareça ser uma conclusão básica, merece destaque os valores aqui apresentados de viés caso apenas uma medida de diâmetro seja tomada.

## BIBLIOGRAFIA

- COUTO, H.T.Z.; BASTOS, N.L.M. 1988. Erros na medição de altura em povoamentos de *Eucalyptus* em região plana. **IPEF** 39, p.21-31.
- COUTO, H.T.Z.; BATISTA, J.L.F.; RODRIGUES, L.C.E. 1989. Mensuração e gerenciamento de pequenas florestas. **Documentos florestais**, n. 5, p. 1-37.
- FINGER, C.A.G. **Fundamentos de biometria florestal**. UFSM/CEPEF/FATEC, 269p. 1992.
- FREITAS, A.G.; WICHERT, M.C.P. 1988. Comparação entre instrumentos tradicionais de medição de diâmetro e altura com o criterion 400. **Circular técnica IPEF**, 188, 1-4.
- KELLOGG, R.M.; BARBER, F.J. 1981. Stem eccentricity in coastal western hemlock. **Canadian Journal of Forestry Research**, 11(3), 715-718.
- LONGO, D.H.M. 2007. **Erros na medição de altura e diâmetro das árvores cubadas no inventário da Floresta Estadual de Assis – Instituto Florestal – SP**. 39 p. Monografia (Trabalho de conclusão de curso) – Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal, Garça.
- PEREZ R., D.N. 1989. Errores en al medicion de alturas totales com Clinometro Suunto y un vara de longitude conecida. **Tatascan**, 6(1), 25-30.
- PHILIP, M.S. **Mensuring tress and forests**. 2.ed., CAB International, 310p. 1994.
- RENNIE, J.C. 1979. Comparison of height-measurement techniques in a dense loblolly pine plantation. **Southern Journal of Applied Forestry**, 3(4), 146-148.
- WILLIAMS, M.S.; BECHTOLD, W.A.; LABAU, V.J. 1994. Five instruments for measuring tree height: An evaluation. **Southern Journal of Applied Forestry**, 18(20), 76-82.

# EFFECTO DEL DISEÑO DE PLANTACIÓN SOBRE EL CRECIMIENTO DE RODALES MIXTOS DE *Grevillea robusta* Y *Melia azedarach*, EN EL SUR DE MISIONES, ARGENTINA.

EFFECT OF PLANTATION DESIGN ON MIXED STANDS OF *Grevillea Robusta* AND *Melia Azedarach* IN SOUTHERN MISIONES, ARGENTINA

Hennig A.<sup>1</sup> Fassola H. E.<sup>2</sup>, Lacorte S.M.<sup>3</sup>, Hampel H.<sup>1</sup>, Domecq C.<sup>4</sup>, Crechi E.H.<sup>2</sup>, Keller A.<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Danzer Forestación S.A. Casilla Correo 449 (3300) Posadas – Misiones. TE y FAX: 03752-480295/480557. info@danfor.com.ar.

<sup>2</sup>INTA EEA Montecarlo. Av. El Libertador 2472 (3384), Misiones. Tel: 03751-480057 / 480512. intam@montecarlo.inta.gov.ar.

<sup>3</sup>INTA CA Zaimán. Ruta 12 km 7,5. Villa Miguel Lanús. 3300. Posadas. Misiones. 03752 480 735

<sup>4</sup>Consultora Privada. Cel. 03752 15753851. cecidomecq@hotmail.com

## RESUMEN

Una plantación mixta de *Melia azedarach* y *Grevillea robusta* fue establecida en el sur de Misiones. En la implantación se emplearon dos diseños de plantación combinando ambas especies: a) disponiéndolas en forma alterna en la línea de plantación (PA) y b) disponiéndolas en líneas puras de una de las especie alternándola con filas de la otra (PLA). En cada uno de los sectores se establecieron parcelas. A los 4 años de edad la sobrevivencia y el área basal de *Melia azedarach* fue superior en PA. El seguimiento de estas parcelas, sometidas a esquemas de ralo de distinta intensidad, como la observación del estado vegetativo de estas plantaciones, permite aseverar que se dispone de una silvicultura que favorece a *Melia azedarach*, sin incertidumbre de cosecha debido a plagas y enfermedades que la afectan. Los resultados evidenciaron la posible existencia de interacciones, las cuales hacen necesario establecer nuevos ensayos

**Palabras clave:** diseño de plantación; plantaciones mixtas; *Melia azedarach*; *Grevillea robusta*

## SUMMARY

A mixed plantation of *Melia azedarach* y *Grevillea robusta* was established in southern Misiones. Two plantation design was used: a) with alternation of both species in the plantation line (PA) and b) with alternation of pure plantations lines of each species (PLA). Plots were established in each sector. Survival and basal area was higher at four years old for *Melia azedarach* planted with PA design. After that thinnings of different intensities were applied in both sectors and also observations on its vegetative aspect were done. As result of this it can be established that a silviculture for *Melia azedarach* without uncertainty in final cut, due to pests and illness, is now available. Results also showed the possible existence of interactions between the species, that's make necessary to established new experiments.

**Key words:** plantation design; mixed plantations; *Melia azedarach*; *Grevillea robusta*

## INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

Las experiencias con plantaciones mixtas se han ido multiplicando en el mundo en los últimos años, incluso en nuestro continente y en nuestro país (Fassola et al, 2010). En la Provincia de Misiones algunas experiencias con plantaciones mixtas son mencionadas por Cozzo (1995) dando ejemplos de plantaciones mixtas de *Pinus taeda* (replante de fallas) con *Pinus elliottii* (plantación original) que en sumatoria dieron mayor rendimiento que plantaciones puras de *P. elliottii* o *P. taeda*. Según Ottone (1993) las plantaciones mixtas

permiten un mejor aprovechamiento del suelo y se disminuye el riesgo de plagas. Una experiencia operativa que puede considerarse iniciática – dado que el objetivo fue la protección contra heladas - fue la implantación en el año 1987 de 30 ha aproximadamente de *Toona ciliata* bajo dosel de *Pinus spp.* (< 200 plantas /ha) en la localidad de Puerto Rico, Misiones, por parte de Henter ICESA. A esta le sucedieron algunas similares en empresas del Consorcio Forestal Corrientes Norte (Fassola *et al.*, 2010).

Sin embargo estas experiencias empírico-operativas no respondían a algunas de las preguntas básicas como la existencia o no de interacciones, grado de protección de la especie principal. Entre los ensayos implementados *a posteriori* tratando de dilucidar algunas de estas preguntas pueden mencionarse los implementados por Crechi *et al.* (2005) con especies nativas bajo dosel de *Pinus spp.*, o los de Fassola *et al.* (2004, 2010) y Dordel *et al.* (2010) en los que se analiza el efecto protector e interacciones de *Grevillea robusta* y coníferas sobre *Toona ciliata*. El cultivo de estas especies exóticas apunta a cubrir el lugar que han dejado las nativas de valor decorativo, debe considerarse que hoy día en Argentina los montes naturales aportan el 10 % de los rollizos aserrables (Fassola *et al.*, 2010).

Quizás la participación de las especies implantadas de alto valor decorativo podría haber sido mayor si el cultivo de *Melia azedarach* (Paraíso) no se hubiera visto fuertemente disminuido por la aparición de una enfermedad. Esta, un micoplasma que provoca una alta tasa de mortalidad, hizo que el interés por su cultivo disminuyera fuertemente a pesar de contar con alto grado de aceptación en el mercado, ofreciendo como ventaja desde el punto de vista silvícola el de no requerir protección contra heladas.

A los fines de garantizar la cosecha forestal en plantaciones de *Melia azedarach* se iniciaron experiencias a nivel operativo interplantándola con otras especies. De esta forma se garantiza la cosecha de la especie acompañante si se produce la mortalidad del “Paraíso”. Como especies acompañantes en una empresa del sur de Misiones se empleó *Grevillea robusta* o *Pinus spp.*

En ese contexto se planteó una experiencia de distintos diseños de plantación para rodales mixtos de *Melia azedarach* y *Grevillea robusta* con el propósito de verificar el efecto de los mismos sobre el crecimiento y la mortalidad de ambas especies, aunque con el propósito de favorecer a la primera de estas especies.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En el año 1999 en la empresa Danzer Forestación SA se estableció un ensayo sobre una plantación mixta de *Melia azedarach* y *Grevillea robusta*. Las coordenadas geográficas de este ensayo son 27° 31' 28.38" LS y 55° 55' 10.26" de LO.

El paisaje es colinado con pendientes del 3 al 5%, ubicándose las parcelas en la parte alta y media de la loma. Los suelos son rojos derivados de la meteorización de la roca basáltica. La zona agroecológica ha sido clasificada por Papadakis (1974) como subtropical sin estación seca, subzona del Sur de Misiones y NE de Corrientes. La flora original se corresponde con pastizales encontrándose los cursos de agua bordeados de especies forestales propias de la Selva Misionera. El uso anterior de los suelos fue para el desarrollo de la ganadería desde el establecimiento de los Jesuitas con un breve período de cultivo de soja durante la década de 1970-1980 para volver a ser empleados en la actividad ganadera. La precipitación promedio anual ronda los 1800 mm y la temperatura media de 21° C (SMN, 2010).

La plantación se efectuó en 1999 empleando rastra, aplicándose herbicidas y desmalezado mecánico en la entre línea y macheteada en la línea de plantación para controlar malezas. Se emplearon dos diseños de plantación:

- a) forestación mixta, plantadas ambas especies en forma alternada en la línea (lote 40128). (PA)
- b) forestación mixta, plantada en líneas puras alternadas (lote 40133) (PLA).

La distancia entre plantas empleada fue de 3 metros y entre líneas de plantación de 4 metros. En 2003 se establecieron 12 parcelas en cada sector, cada una de ellas tuvo 33m x 40m, totalizando 1320 m<sup>2</sup> de superficie, conteniendo 110 plantas, 55 de cada especie. A la *Melia azedarach* se le practicó desbrotes y a la *Grevillea robusta*.

En la primavera de 2003, a los 4 años, se realizó la primera medición. Se tomó el diámetro a la altura de pecho (dap), altura de poda (hp) y altura total (h). Con los pares dap-h de cada parcela se ajustaron relaciones hipsométricas para ambas especies mediante regresión simple empleando en todos los casos modelos logarítmicos (ec. 1):

$$h = a + b \cdot \ln(\text{dap}) \text{ (ec. 1)}$$

h : altura total (m)

a y b : coeficientes del modelo

dap: diámetro a la altura del pecho (cm)

Esta información fue empleada para establecer las existencias por ha (narb/ha, la sobrevivencia (%)), el área basal (G/ha), el DAP cuadrático (DAPq), altura promedio de poda (HP) y total (H), la altura dominante (Hdom), tanto para el rodal como para cada una de las especies que lo componían. Con la variable  $(\text{DAPq})^2 \cdot H \cdot \text{narb/ha}$  se obtuvo la variable Índice que expresa las existencias de cada rodal y especie y el efecto de la mortalidad.

Mediante la prueba de T para muestras pareadas, 12 de cada tratamiento, se procedió a comprobar la hipótesis nula que no existían diferencias entre las medias de las diferencias de las variables analizadas en cada tratamiento ( $H_0 : \mu_d = 0$ ) a un nivel de  $p < 0,05$ . Para el análisis estadístico se empleó el software Infostat (2004).

Con posterioridad se volvió a remedir las parcelas en los años 2004 y 2006 (5 y 7 años de edad respectivamente) y a efectuar observaciones fenológicas para evaluar la dinámica del rodal y la posible evolución de la mortalidad debido al micoplasma. Durante el período 204 y 2006 se aplicaron dos raleos de distintas intensidades. Más suaves en el tratamiento con plantación de diseño alterno en la línea y más fuerte en el sector con tratamiento de diseño de plantación de líneas alternas.

## RESULTADOS

En la tabla 1 pueden observarse los valores alcanzados por las variables de estado promedio de ambos tratamientos y por tratamientos a nivel rodal y por cada una de las especies que constituían el rodal mixto de *Melia azedarach* y *Grevillea robusta*.

Tabla 1: variables de estado a los 4 años de edad de una plantación mixta de *Melia azedarach* (Par) y *Grevillea robusta* (Gr) implantada con diseño de plantación alternada en la línea (PA) y de plantación en líneas alternas (PLA) por rodal y por especie.

Stand state variables at 4 years old of a mixed plantation of *Melia azedarach* (PAR) y *Grevillea robusta* (Gr) planted with a design based in the alternation of both species in the line (PA) and with lines of each species in an alternated way (PLA).

Tratamiento	sobrevivencia	narb	G	Hdom	H	H poda	DAPq	Indice
	%		m <sup>2</sup> /ha	m	m	m	cm	m <sup>3</sup>
PA	95	788	7,43	9,4	7,9		10,9	74
PLA	90	754	7,80	10,1	8,3		11,4	81

Tratamiento	sobrevivencia	narb	G	Hdom	H	H poda	DAPq	Indice
Gr	Gr	Gr	Gr	Gr	Gr	Gr	Gr	Gr
	%		m <sup>2</sup> /ha	m	m	m	cm	m <sup>3</sup>
PA	96	402	3,17	9,1	7,5	1,8	10,0	30
PLA	94	390	3,71	9,5	8,1	1,7	11,0	38

Tratamiento	sobrevivencia	narb	G	Hdom	H	H poda	DAPq	Indice
Par	Par	Par	Par	Par	Par	Par	Par	Par
	%		m <sup>2</sup> /ha	m	m	m	cm	m <sup>3</sup>
PA	93	386	4,26	9,7	8,3	3,8	11,8	44,841
PLA	87	364	4,08	10,7	8,6	3,4	11,9	43,905

En la tabla 2 se presentan los resultados de la prueba de T para parcelas pareadas aplicada a la diferencia de medias de las muestras de los tratamientos PA y PLA. Del valor  $p$  obtenido surge que se puede rechazar la hipótesis de que no hay diferencias entre la diferencia de tasas de sobrevivencia del rodal, al igual que la diferencia de tasas de sobrevivencia de *Melia azedarach*. Este resultado se repite al analizar el número de árboles. Ello indica que el diseño de plantación alterno en la línea favoreció la supervivencia de la especie principal.

De la misma también surge que se debe rechazar la hipótesis nula para la diferencia de las medias de G de *Melia azedarach*. En base ello puede afirmarse que el diseño de plantación en la mezcla de especies bajo análisis generó algún tipo de interacción que benefició el desarrollo *Melia azedarach*. Aunque no puede afirmarse que la biomasa de fuste, resultante del número de árboles y del tamaño individual, de esta especie en el rodal se haya visto incrementado; el valor de  $p$  muy próximo al límite de rechazo de la hipótesis establecido para la variable Índice de *Melia azedarach*, permite inferir que el sistema silvícola implantado ha sido beneficioso para la misma.

También debió rechazarse la hipótesis nula para la variable altura dominante de *Grevillea robusta* (Hdom Gr) que también fue mayor con el diseño de plantación alterno en la línea (PA). Si se considera que la misma es una expresión de una mejor calidad de sitio para la especie hasta el momento no se manifestó claramente en el comportamiento general de la misma.

Tabla 2 : Prueba de T para la diferencia de medias de variables de estado de rodal y por especie de muestras pareadas de dos diseños de plantación, alterno en la línea (PA) y en líneas alternas (PLA), de rodales mixtos de *Melia azedarach* y *Grevillea robusta*.

T-test of the difference of means of stand state variables, by species for paired observations of plots of mixed plantations of *Melia azedarach* and *Grevillea robusta* planted with two different plantation ldesigns

Variables	n	media(dif)	DE(dif)	T	$p$	( $H_0 : \mu_d = 0$ )
Sobrevivencia rodal	12	5,42	5,65	3,32	0,0068	**
Sobrevivencia Gr	12	2,08	3,92	1,84	0,0926	



Sobrevivencia Par	12	10,5	8,58	4,24	0,0014	**
narb rodal	12	45,25	48,45	3,24	0,0079	**
narb Gr	12	8,83	18,01	1,7	0,1174	
narb Par	12	43,58	36,07	4,19	0,0015	**
H rodal	12	0,31	0,88	1,21	0,2526	
H Gr	12	0,2	0,85	0,82	0,4321	
H Par	12	0,45	1,08	1,44	0,1777	
Hdom rodal	12	0,12	1,46	0,28	0,7865	
Hdom Gr	12	0,49	0,74	2,3	0,042	*
Hdom Par	12	0,5	1,48	1,17	0,267	
G rodal	12	0,71	1,69	1,46	0,1718	
G Gr	12	-0,02	0,95	-0,09	0,9311	
G Par	12	0,74	0,99	2,58	0,0255	*
DAP rodal	12	0,25	1,19	0,73	0,481	
DAP Gr	12	-0,09	1,42	-0,22	0,8269	
DAP Par	12	0,46	1,15	1,38	0,194	
Indice rodal	12	9,03	24,6	1,27	0,2296	
Indice Gr	12	-3,10E-03	12,5	-8,50E-04	0,9993	
Indice Par	12	9,29	14,99	2,15	0,0549	

n: número de muestras por tratamiento; media(dif): diferencia de medias entre tratamientos; DE(dif): desvío estándar de las diferencias de medias; T : valor de la prueba de T; p: valor p; \*\*: rechazo de hipótesis nula  $p < 0,001$ ; \*: rechazo de hipótesis nula  $p < 0,05$

Las remediciones posteriores de las parcelas, efectuadas a los 5 y 7 años de edad, no permitieron inferir el efecto del diseño de plantación, ya que el área fue utilizada para aplicar distintos esquemas de control del tapiz herbáceo y se vieron afectadas por raleos de distintas intensidades, pero sí fueron útiles para conocer la evolución y posibilidades de estas plantaciones mixtas.

Respecto de los raleos, aplicados en forma previa a los 5 y 7 años, tuvieron como característica el mantener una proporción cercana al 1:1 entre las especies empleadas y que la intensidad del mismo aplicadas en el sector implantado originalmente con un diseño de plantación alternado dentro de la línea fue menos intenso que en el sector de las parcelas implantadas con un diseño de líneas alternas. Esto permitió mantener a los fines prácticos la misma denominación de los grupos de parcelas (PA y PLA). En la figura 1 se puede observar la evolución del número promedio de árboles total de las parcelas bajo ambos diseños de plantación afectados por distintas intensidades de raleo y la evolución en las mismas del número de árboles de *Melia azedarach*.

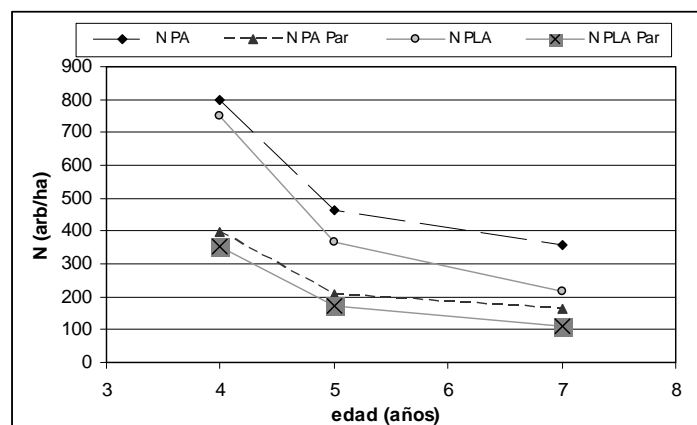


Fig. 1: Evolución del número de árboles promedio de las parcelas con menor intensidad de raleo (PA) y con mayor intensidad de raleo (PLA) de *Melia azedarach* y *Grevillea robusta* y del número de árboles promedio de *Melia azedarach* en ellas.

Evolution of the mean number of stem/ha of plots in a mixed plantation of *Melia azedarach* y *Grevillea robusta* under two thinning intensities and the number of *Melia azedarach* in the plots

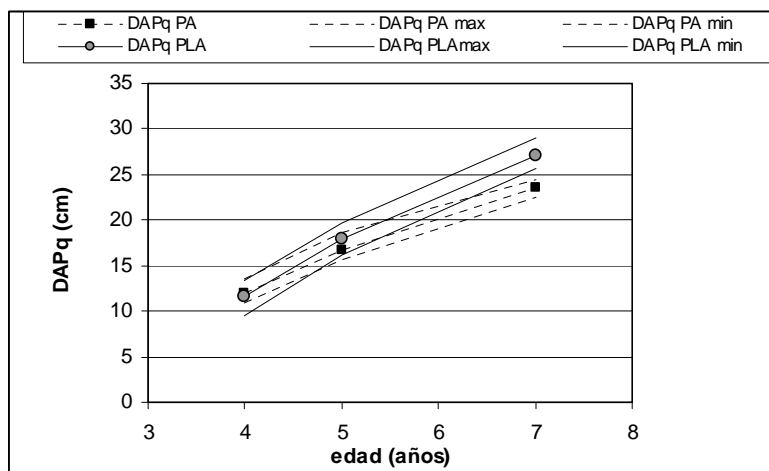


Fig. 2: Evolución del diámetro cuadrático a la altura del pecho (DAPq) promedio de *Melia azedarach* de las parcelas con menor intensidad de raleo (PA) y con mayor intensidad de raleo (PLA) en plantaciones mixtas con *Grevillea robusta*

Evolution of the mean quadratic diameter at breast height of *Melia azedarach* in plots with high and low intensity of thinning in mixed plantations and

En la figura 2 se observa la evolución del DAPq de las parcelas bajo ambas intensidades de raleos. Como consecuencia de estos raleos pudo establecerse que a los 7 años de edad, con la mayor intensidad de raleo y para el sitio en estudio, que fue aplicado en el sector de las parcelas con diseño de plantación en líneas alternas, se obtuvieron ejemplares de *Melia azedarach* con dap de dimensiones aptas para producir rollizos con destino al aserrado, en gran proporción aserrado medio (más de 25 cm de diámetro menor en punta delgada). Incluso los extremos de la distribución diamétrica de esta especie alcanzaron hasta 36 cm de dap. Resultados de ensayos de intensidades de raleo a los 10 años de edad en bosques mixtos de *Melia azedarach* y *Grevillea robusta* son coincidentes en la posibilidad de alcanzar escuadrías con destino a aserrado grueso y/o obtención de láminas y chapas (Pérez y Hampel, 2010).

A estas observaciones deben sumarse las vinculadas a aspectos fenológicos. El seguimiento del período de caída de follaje de *Melia azedarach* en rodales puros y en rodales mixtos con *Grevillea robusta* evidenció que este es más persistente en estos últimos que en rodales puros. Al 30-4-2010 el follaje de *Melia azedarach* en rodales mixtos de de con *Grevillea robusta* de 10 años de edad, presentaba un color verde intenso y recién iniciaba la defoliación, mientras que rodales puros de la misma edad ya se habían despojado totalmente de su follaje. Si bien había ejemplares que presentaban el síntoma denominado “escoba de bruja”, típico de la afectación por micoplasma, no se observó el amarillamiento temprano característico de los estadios previos a la muerte de los ejemplares.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La evolución de estas parcelas, desde el momento de su implantación, evidencia que la silvicultura de *Melia azedarach* ha dejado de ser una actividad con un alto grado de incertidumbre de cosecha debido a la mortalidad causada por el micoplasma que la afecta.

Su cultivo y manejo en forma asociada a *Grevillea robusta* dando origen a plantaciones mixtas de la misma, en una proporción 1:1, ha evidenciado la posibilidad de su cultivo con riesgos no mayores a los de cualquier bosque implantado.

La determinación de una mayor sobrevivencia y una mayor área basal de *Melia azedarach* a los 4 años de edad implantada con un diseño de plantación alterno en la línea con *Grevillea robusta*, respecto de uno de líneas alternas de plantación de ambas especies, como también su evolución tras las prácticas de raleo y la persistencia de su follaje por tiempos más prolongados que en rodales puros de *Melia azedarach* hasta los 10 años de edad pueden considerarse como indicadores de algún tipo de interacción entre ambas especies.

La mayor sobrevivencia de *Melia azedarach*, bajo el diseño de plantación mixta alternada en la línea con *Grevillea robusta*, permite plantear como hipótesis de trabajo que la causa es debido a un uso más eficiente de los recursos, incluida el agua, debido a la interacción entre las especies. La comprobación de la misma exige diseños experimentales que incluyan ambas especies en forma de monocultivo, aparte de análisis foliares y de suelo.

Otra hipótesis factible de plantear y necesaria de comprobar, es que el diseño alterno en la línea de las plantaciones mixtas entre *Grevillea robusta* y *Melia azedarach* permite el “ocultamiento” de esta última frente al ataque de plagas, como podría ser el caso de la/s “chicharrita/s” que transmiten el micoplasma. También que *Grevillea robusta* genera mejores condiciones nutricionales, debido a que posibilita una mejor movilización del fósforo (P), las cuales aparte de beneficiar el crecimiento de *Melia azedarach*, dan mayor resistencia a esta frente al ataque del micoplasma.

## BIBLIOGRAFÍA

- Cozzo, D. 1995. Silvicultura de Plantaciones Maderables; orientación Gráfica Editora S. R. L., Buenos Aires, 905 p. 2 tomos)
- Crechi, E.; Fernández, R.; Domecq, C.; Hennig, A.; Eibl, B. 2005. Crecimiento inicial de 3 especies latifoliadas nativas de interés económico en Misiones (*Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. Ex Steudel, *Balfourodendron riedelianum* (Engl.) Engl., *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.). Revista Yvyretá. 13 (2005). P. 1-9. Publicado en diciembre de 2006.
- Dordel, J.; Simard, S. W.; Bauhus, J.N.; Seely, B.; Pozas, L. J.; Prescott, C.; Hampel, H. 2010. Trade-offs among establishment success, stem morphology and productivity of underplanted *Toona ciliata*: Effects of nurse-species and thinning density. Forest Ecology and Management 259 (2010) 1846–1855
- Fassola, H. E.; Crechi, E.H.; Hampel, H.; Hennig, A.; Keller, A.E.; Pérez, V.R. 2010. Antecedentes y potencialidades de los bosques mixtos en el NE Argentino. Disponible en: Jornada de Campo “Silvicultura de Bosques Mixtos de Especies Nativas y Exóticas”. 30 de Abril de 2010 Posadas, Misiones. INTA EEA Montecarlo. Danzer Forestación S.A. Informe Técnico n° 65:4-11. EEA INTA Montecarlo. Edición: Francisco Pascual
- Fassola, H. E.; Crechi, E.; Moscovich, F.; Pachas, N.; Keller, A.; Domecq, C. M., Hampel, H. BOSQUES MIXTOS DE *Grevillea robusta* y *Toona ciliata* en la Provincia de Misiones. 2004. Disponible en carpeta de la Jornada de Campo: Mejoramiento, silvicultura, manejo e industrialización de *Grevillea robusta*. Posadas, Mnes. 26 de Marzo de 2004. INTA EEA Montecarlo y Bella Vista – Danzer Forestación S.A.
- Hennig, A.; Fassola, H. E.; Lacorte, S.M.; Hampel, H.; Domecq, C.; Crechi, E.H.; Keller, A. 2010. Efecto del diseño de plantación y del manejo del tapiz vegetal sobre el crecimiento de rodales mixtos de *Grevillea robusta* y *Melia azedarach*, en el sur de Misiones, Argentina. Disponible en: Jornada de Campo “Silvicultura de Bosques Mixtos de Especies Nativas y Exóticas”. 30 de Abril de 2010 Posadas, Misiones. INTA EEA Montecarlo Danzer Forestación S.A. Informe Técnico n° 65:38-46. EEA INTA Montecarlo. Edición: Francisco Pascual.
- InfoStat. 2004. InfoStat versión 2004. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. 314 pp.
- Ottone, J. R. 1993. Árboles Forestales; Editorial AGRO VET S.A., Buenos Aires, 571 p.
- Papadakis, J. 1974. Ecología; posibilidades Agropecuarias de las Provincias Argentinas. Fascículo 3. Enciclopedia Arg. de Agric. y Jardinería. Ed. ACME. 86p.
- Pérez, V.; Hampel, H. 2010. Efectos del raleo en el comportamiento y crecimiento del diámetro y área basal en plantación mixta de *Melia azedarach* y *Grevillea robusta*. Disponible en: Jornada de Campo “Silvicultura de Bosques Mixtos de Especies Nativas y Exóticas”. 30 de Abril de 2010 Posadas, Misiones. INTA EEA Montecarlo. Danzer Forestación S.A. Informe Técnico n° 65:32-37. EEA INTA Montecarlo. Edición: Francisco Pascual.
- Servicio Meteorológico Nacional, 2010. Datos Estadísticos. Período 1981-1990, ciudad de Posadas. Disponible en: <http://www.smn.gov.ar/?mod=clima&id=30&provincia=Misiones&ciudad=Posadas>

# BIOMASSA ACIMA DO SOLO EM ÁRVORES DE SIBIPIRUNA (*Caesalpinia pluviosa* Benth.) NA ARBORIZAÇÃO VIÁRIA DO BAIRRO CIDADE ALTA EM MARINGÁ/PR

## ABOVE GROUND BIOMASS IN URBAN TREES OF SIBIPIRUNA (*Caesalpinia pluviosa* Benth.) IN THE CIDADE ALTA NEIGHBORHOOD IN MARINGÁ/PR

König Brun, F. G.<sup>1</sup>; Silva Filho, D. F.<sup>2</sup>; Couto, H. T. Z.<sup>2</sup>; Brun, E. J.<sup>3</sup>; Batista, J. L. F.<sup>4</sup>

1. Eng. Florestal, M.Sc. Doutoranda em Ciências Florestais (Bolsista CAPES) – ESALQ/USP. Lab. de Silvicultura Urbana – Centro de Métodos Quantitativos - LCF, Av. Pádua Dias, n. 11 – Bairro Agronomia, Piracicaba – SP, Brasil. CEP: 13.419-110. E-mail: [fgkbrun@esalq.usp.br](mailto:fgkbrun@esalq.usp.br).

2. Eng. Agrônomo, Prof. Dr. do Departamento de Ciências Florestais – ESALQ/USP. Centro de Métodos Quantitativos - LCF, Av. Pádua Dias, n. 11 – Bairro Agronomia, Piracicaba – SP, Brasil. CEP: 13.419-110. E-mail: [dfsilva@esalq.usp.br](mailto:dfsilva@esalq.usp.br); [htzcouto@esalq.usp.br](mailto:htzcouto@esalq.usp.br).

3. Eng. Florestal, Professor Dr. do curso de Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos. Estrada p/ Boa Esperança, km 4 – CEP: 85.660-000. Dois Vizinhos, PR. E-mail: [eleandrobrun@utfpr.edu.br](mailto:eleandrobrun@utfpr.edu.br).

4. Eng. Florestal, Prof. Dr. do Departamento de Ciências Florestais – ESALQ/USP. Centro de Métodos Quantitativos - LCF, Av. Pádua Dias, n. 11 – Bairro Agronomia, Piracicaba – SP, Brasil. CEP: 13.419-110. E-mail: [parsival@usp.br](mailto:parsival@usp.br).

### RESUMO

Estimou-se a biomassa aérea de *Caesalpinia pluviosa* Benth., na área urbana de Maringá-PR. Mediram-se o Diâmetro à altura do peito (DAP), altura total ( $h_t$ ), altura de copa ( $h_c$ ), altura da primeira bifurcação ( $h_{bif}$ ), altura do primeiro galho vivo ( $h_{galho}$ ) e área de copa ( $A_c$ ) de todas as árvores na área amostral. 24 árvores amostra foram cortadas e pesadas quanto à biomassa fresca e seca de folhas, galhos, madeira e casca do tronco. Os modelos de regressão para estimar a biomassa, com base nas variáveis dendrométricas, foram:  $B_f = b_0 + b_1 \cdot \ln h_c$  (folhas),  $B_g = b_0 + b_1 \cdot d^2$  (galhos),  $B_c = b_0 + b_1 \cdot 1/d^2$  (casca) e  $B_m = b_0 + b_1 \cdot d^2$  (madeira). Com  $R^2$  entre baixos e médios (0,34; 0,48; 0,55; 0,64) (folhas, casca, madeira e galhos) e  $Sy_x\%$  entre 2,2% e 56,4%, os modelos mostraram-se satisfatórios na estimativa da biomassa. A poda influenciou a biomassa por modificar a arquitetura das árvores. A biomassa estocada foi 266,8 Mg (11,5% folhas; 77,9% galhos; 0,6% cascas e 10,0% madeira).

**Palavras-chaves:** Árvores urbanas, espécies florestais, biomassa.

### SUMMARY

It was estimated the biomass of *Caesalpinia pluviosa* Benth., in the urban area of Maringá-PR. Was measured the diameter at breast height (DBH), total height (ht), canopy height (hc), first bifurcation height (HBIF), first live branch height (hgalho) and canopy area (CA) of all trees in the sampled area. 24 sample trees were cut and heavy on the fresh and dried biomass of leaves, branches, wood and bark stem. Regression models to estimate the biomass, based on dendrometrical variables were:  $B_f = b_0 + b_1 \cdot \ln h_c$  (leaves),  $B_g = b_0 + b_1 \cdot d^2$  (branches),  $B_c = b_0 + b_1 \cdot 1/d^2$  (bark) and  $B_m = b_0 + b_1 \cdot d^2$  (wood). With  $R^2$  between low and medium (0.34, 0.48, 0.55, 0.64) (leaves, bark, wood, branches) and  $Sy_x\%$  between 2.2% and 56.4%, the models showed be satisfactory in the biomass estimation. Pruning influenced the biomass by modifying the architecture of trees. The total biomass was 266.8 Mg (11.5% leaves, 77.9% branches, 0.6% bark and 10.0% wood).

**Key-words:** urban trees, forest species, biomass.

### INTRODUÇÃO

As árvores, no ambiente urbano, dinamizam a paisagem, estimulam os sentidos, delimitam espaços e a percepção visual, produzem abrigo e alimentação à fauna, purificam o

ar reduzindo os teores de CO<sub>2</sub>, fixam poeira e poluentes, enriquecem o solo, absorvem ruídos, regulam a chuva, participam do ciclo hidrológico e influenciam o clima (Weingartner, 2001).

Neste sentido, Alvarez et al. (2002) colocam que os parâmetros prioritários para se criar modelos de avaliação da qualidade do verde nas cidades são: temperatura, hidrologia (permeabilidade), potencial de fixação de carbono e diversidade de espécies, uma vez que a análise do verde urbano, como subsídio para planejar cidades mais sustentáveis, no futuro, deve contemplar a minimização destes efeitos provocados pela urbanização.

Por acumular, na estrutura carbônica das árvores, elementos poluentes nocivos à qualidade de vida, cresce a cada dia que passa o interesse pelos estudos de biomassa e conteúdo de carbono em florestas. Estas estocam carbono tanto na biomassa acima como abaixo do solo e representam mais carbono do que atualmente existe em relação ao estoque na atmosfera (Silveira et al., 2008).

O presente trabalho objetivou determinar a biomassa acumulada em árvores de Sibipiruna (*Caesalpinia pluviosa* Benth.) no Bairro Cidade Alta, município de Maringá/PR e selecionar modelos de regressão capazes de estimar a biomassa da espécie no meio urbano.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado na área urbana do município de Maringá, PR, localizado a 23°25'30'' de Latitude Sul e 51°56'20'' de Longitude Oeste. A sua área urbana é de 128,26 km<sup>2</sup>, com uma população de 325.968 habitantes (IBGE, 2007).

Para a coleta do material visando à quantificação da biomassa selecionou-se o Bairro Cidade Alta, localizado na Zona Leste da área urbana de Maringá (23°27'45,5'' Sul e 51°55'9,2'' Oeste), caracterizado como predominantemente residencial. O plantio dos indivíduos avaliados é datado de 1979 e 1980, estando às árvores com cerca de 30 anos de idade.

O clima do município, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, subtropical úmido com chuvas abundantes no verão e geadas pouco frequentes no inverno (Maack, 1968). Os solos da área urbana classificam-se como Nitossolos vermelhos, Latossolos Roxos, Latossolos Vermelho-Escuro e também ocorrem manchas de Neossolos Litólicos (EMBRAPA, 2006).

A sibipiruna (*Caesalpinia pluviosa* Benth.) é árvore de médio porte, nativa da Mata Atlântica, da família Fabaceae, com folhas compostas bipinadas. As flores apresentam coloração amarelada, dispostas em racemos terminais que se destacam na copa, com grande efeito ornamental. Os frutos são legumes, cuja maturação ocorre entre julho e setembro (Marchiori, 1997). O uso da Sibipiruna na arborização de vias e espaços públicos de Maringá – PR tem uma participação de 43,6%, o que representa um total de 12.267 indivíduos (Sampaio, 2006).

Para o estudo foram selecionadas somente árvores com laudos para supressão por motivo de levantamento de calçadas e danos a construções, livres de pragas (cupins) e doenças (podridões). Após a seleção, as árvores foram avaliadas quanto as suas condições, “*in loco*”: altura total ( $h_t$ ), altura da primeira bifurcação ( $h_{bif}$ ), altura do primeiro galho vivo ( $h_{galho}$ ), avaliadas com uso de Hipsômetro Vertex III; área de copa ( $A_c$ ) calculada com base na medida de 4 raios equidistantes 90°, com o emprego de trena métrica de 30 m, e por fim o Diâmetro à altura do peito (DAP). Tais variáveis foram aferidas para a posterior construção de modelos matemáticos para quantificação da biomassa dos demais indivíduos não abatidos.

De posse dos dados das árvores amostra, selecionou-se 24, em intervalo diamétrico de 45,1 a 70,0 cm, distribuídas ao longo das vias do bairro. Para a supressão das árvores amostra usou-se um caminhão cesto e equipe de supressão do Setor de Arborização Urbana da Secretaria de Serviços Públicos da Prefeitura Municipal de Maringá/PR. Depois de abatida

cada árvore, a mesma foi separada nas frações madeira do tronco, casca do tronco, galhos e folhas.

Para galhos finos e folhas, devido às grandes dimensões das copas, optou-se pelo emprego de sub-amostragem, objetivando, posteriormente, estabelecer uma proporcionalidade de peso entre as mesmas. Uma amostra composta de galhos com folhas, de cerca de 10 kg, foi retirada de diferentes pontos da copa. Esses galhos tiveram suas folhas separadas, sendo ambas as frações pesadas em balança digital (0,01 g). Dessas duas frações originadas da sub-amostra era retirada uma alíquota cada, ambas devidamente identificadas e enviadas para laboratório.

Para a determinação da biomassa de galhos de grandes dimensões, de cada árvore foram retirados 3 discos de 3 cm de espessura cada, provenientes de galhos escolhidos aleatoriamente entre a copa. Esses discos foram igualmente pesados quanto ao seu peso úmido, embalados, identificados e enviados para laboratório.

Para a avaliação do peso úmido da copa (folhas, galhos finos e galhos grossos), após o corte da árvore e separação das frações, as mesmas foram colocadas em caminhões, de forma separada e encaminhadas para pesagem em balança de carga (10.000 kg) na Secretaria de Serviços Públicos.

Para a quantificação da biomassa de madeira do tronco (madeira existente entre o nível do solo e a primeira bifurcação), a amostragem de cada tronco e posterior aferição do grau de umidade e peso seco da biomassa foi realizada retirando-se 3 discos de 5 cm de espessura na base, DAP e a 90% da altura do mesmo, próximo à primeira bifurcação.

A casca foi separada de cada disco, sendo pesada em balança digital (5 kg) e retirada uma alíquota amostral com cerca de 500 g, para a determinação de massa seca. Após a retirada da casca, os discos foram pesados em balança de gancho digital, sendo identificados para a posterior retirada de amostras de madeira.

Após a retirada de amostras das frações, o restante da madeira do tronco foi encaminhada em caminhão guindaste para o pátio de máquinas da Secretaria de Serviços Públicos e pesada em balança de carga (10.000 kg), assim como os galhos grossos, folhas e galhos finos.

Depois do acondicionamento e identificação das amostras de cada fração (folhas, galhos, madeira e casca), as mesmas foram encaminhadas para a Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Dois Vizinhos, onde foram secas em estufa de circulação e renovação de ar a 65°C por 72 horas. A fração madeira, pelas grandes dimensões dos discos amostrais, foi sub-amostrada em uma amostra composta contendo material oriundo de todos os discos retirados da árvore, com 500 g cada amostra.

Após a secagem, amostras de folhas, galhos, casca e madeira foram novamente pesadas em balança digital (0,001 g), determinando-se o grau de umidade das amostras pela diferença de peso úmido e seco das mesmas, estabelecendo-se o peso seco de cada fração.

A modelagem da quantidade de biomassa acumulada nos indivíduos ocorreu através do teste de regressões lineares entre as seguintes variáveis: quantidade de biomassa nas frações (folhas, galhos, madeira e casca), DAP,  $h_t$ ,  $h_{bif}$ ,  $h_g$  e  $A_{copa}$ . Inicialmente, foram realizadas análises de correlação de Pearson entre as alturas, área de copa e diâmetro para as frações estudadas (folhas, galhos, madeira e casca) de forma a avaliar o padrão de inter-relação entre as variáveis independentes ( $d$ ,  $h_{bif}$ ,  $h_t$ ,  $h_g$ ,  $A_{copa}$ ) e variável dependente (Biomassa (B)). Para a análise da correlação de Pearson, foram consideradas correlações fortes a partir de 0,5.

A modelagem pelo procedimento *Stepwise* (S.A.S 8.0) foi realizado para cada fração. Os parâmetros analisados para a seleção do melhor modelo foram: Coeficiente de Determinação ( $R^2$ ), Erro padrão da estimativa percentual ( $S_{yx}\%$ ), Valor de F calculado (F) e análise gráfica da distribuição de resíduos. Após ser selecionado o melhor modelo para cada

fração, o mesmo passou a ser usado para a estimativa do estoque de biomassa nos indivíduos não abatidos.

A avaliação das variáveis dendrométricas dos indivíduos não abatidos para a quantificação da biomassa nas vias públicas do bairro foi realizado através de um censo dos indivíduos que se encontravam dentro do intervalo diamétrico das árvores amostra, ou seja, de 45,1 cm a 70 cm, onde foram mensuradas as variáveis: altura total ( $h_t$ ), altura da 1ª bifurcação ( $h_{bif}$ ), Diâmetro à Altura do Peito (DAP) e área de copa, todas tomando como base os mesmos procedimentos de levantamento de variáveis adotados para as árvores amostra. Após isso, os dados foram processados em Excel® e, com a aplicação dos modelos de regressão linear selecionados, estimaram-se as quantidades de biomassa contidas nestes indivíduos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 apresenta-se a análise de correlação entre as variáveis dendrométricas mensuradas e as frações da biomassa para a construção e seleção dos modelos de regressão com base no procedimento *Stepwise*.

Tabela 1: Análise de correlação entre as variáveis dendrométricas mensuradas e as frações da biomassa para a construção dos modelos de regressão com base no procedimento *Stepwise*.

Table 1: Correlation analysis between the dendrometric variables measured and the biomass fractions for the construction of regression models based on stepwise procedure.

Fração	Variáveis mensuradas					
	DAP	$h_t$	$h_{bif}$	$h_g$	$h_{copa}$	$A_{copa}$
BF	0,08	-0,24	0,28	0,32	<b>-0,35</b>	0,04
BG	<b>0,80</b>	0,21	0,09	0,05	0,19	0,38
BC	<b>0,47</b>	0,08	0,29	0,23	0,00	0,09
BM	<b>0,55</b>	0,21	0,35	0,29	0,13	0,12

Onde: DAP = diâmetro a altura do peito;  $h_t$  = altura total;  $h_{bif}$  = altura da 1ª bifurcação;  $h_g$  = altura do 1º primeiro galho vivo;  $h_{copa}$  = altura de copa;  $A_{copa}$  = Área de copa; BF = biomassa de folha; BG = biomassa de galho; BC = biomassa de casca do tronco; BM = biomassa de madeira do tronco; BT = biomassa total.

As correlações obtidas para as frações folhas, casca e madeira do tronco não foram fortes (significativas) com as variáveis dendrométricas independentes. Dentro deste cenário, optou-se por trabalhar na construção de modelos matemáticos usando variáveis com correlações moderadas (0,30 a 0,49) na sua forma quadrática. Essa estratégia é apoiada em Silva (1996). Para os galhos observou-se uma correlação bastante significativa (0,80) com o DAP. Na Tabela 2 são apresentados os modelos matemáticos construídos para a estimativa de biomassa de Sibipiruna no Bairro Cidade Alta, Maringá/PR.

Tabela 2: Modelos de regressão selecionados pelo procedimento *Stepwise* para estimativa da biomassa nas diferentes frações avaliadas para Sibipiruna (*Caesalpinia pluviosa* Benth.) implantadas na arborização viária do Bairro Cidade Alta, Maringá/PR.

Table 2: Regression models selected by stepwise procedure to estimate the biomass in the different fractions evaluated for Sibipiruna (*Caesalpinia pluviosa* Benth.) urban trees implanted in the Cidade Alta Neighborhood, Maringá/PR.

Modelo	Coefficientes	$R^2$	F	$S_{yx}$ %
$B_f = b_0 + b_1 \cdot \ln h_{copa}$	$b_0 = 652,98$ $b_1 = -187,32$	0,34	2,6	56,4
$B_g = b_0 + b_1 \cdot d^2$	$b_0 = 262,86$ $b_1 = 0,292$	0,64	12,9	22,2
$B_c = b_0 + b_1 \cdot 1/d^2$	$b_0 = 15,42$ $b_1 = -170.508,85$	0,48	5,8	26,8
$B_m = b_0 + b_1 \cdot d^2$	$b_0 = 45,24$	0,55	8,6	29,2

$$b1 = 0,0367$$

Onde: Bf = biomassa de folha; Bg = biomassa de galho; Bc = biomassa de casca do tronco; Bm = biomassa de madeira do tronco; d = diâmetro a altura do peito;  $h_t$  = altura total;  $A_{copa}$  = Área de copa;  $R^2$  = coeficiente de determinação; F = valor de F da equação;  $S_{y,x}\%$  = Erro padrão da estimativa percentual.

O modelo, para folhas, apresentou  $R^2$  relativamente baixo, de 0,34, assim como nas frações do tronco (casca e madeira), que obtiveram valores, respectivamente, de 0,48 e 0,55. Embora os  $R^2$  encontrados terem apresentado valores baixos, Peper et al. (2001) enfatizam que tal situação é relativamente comum no meio urbano, onde as podas não obedecem a um plano criterioso na intensidade e altura da realização, o que acaba, por sua vez, originando desconfigurações na arquitetura original da árvore e uma alta variabilidade em algumas variáveis mensuradas, tais como altura do primeiro galho vivo, bifurcação e altura total, o que gera baixos  $R^2$  para modelos matemáticos empregando tais variáveis.

Os baixos  $R^2$  para as frações do tronco (casca e madeira) (0,48; 0,55) estão relacionadas diretamente ao ritmo de crescimento e estresses oriundos da aplicação de práticas de manejo em intensidades erradas, como podas drásticas de 100% da copa ou de raízes de grandes dimensões. Isso também pode estar ligado a altos graus de compactação e impermeabilização do solo, modificando o ritmo de crescimento dos indivíduos, pois os valores de DAP encontrados no bairro para as árvores amostra variaram de 47,1 cm a 70 cm, embora o plantio das mesmas apresente 30 anos, a grande amplitude entre o maior e o menor diâmetro demonstra a influência de condições diferenciadas de estresses enfrentados pelo indivíduo.

Neste sentido, Mc Hale et al. (2009) argumentam que os ambientes urbanos podem afetar o crescimento da árvore, alocação e fenologia. Além disso, as variáveis que influenciam a árvore urbana em seu crescimento podem variar de uma cidade para outra ou de uma árvore para outra, de modo que as relações alométricas desenvolvidas também podem mudar.

A fração galhos apresentou o modelo matemático para sua predição com maior valor do coeficiente de determinação entre as frações avaliadas que foi de 0,64.

Em relação aos erros percentuais das estimativas dos modelos gerados, a fração folhas apresentou o maior (56,4%). Tal fato se deve, principalmente, à grande variabilidade de formatos de copas apresentados em função das diferentes intensidades de podas aplicadas. Segundo Rezende et al. (2006), em estudos para a quantificação de biomassa em ecossistemas naturais, a diversidade de formas de copas das espécies é uma das principais fontes de variação (erro) nas estimativas dos modelos de regressão gerados para esta finalidade.

Outro fator que influenciou consideravelmente a variação no erro percentual da estimativa na fração folhas foi a realização recente da poda de raízes em 12,5% das árvores amostra, em função de reforma das calçadas e também para a manutenção da rede subterrânea de distribuição de água tratada e esgotamento sanitário realizada pela companhia de saneamento. Essas árvores apresentavam, visivelmente, suas copas estressadas e cloróticas.

O principal impacto da poda de raízes, em nível fisiológico, no indivíduo, é que a raiz está totalmente ligada ao crescimento da copa, sendo que, após a poda das raízes, ocorre uma redução no crescimento foliar, assim como após a poda da copa, ocorre uma redução no crescimento das raízes. Esse comportamento se deve às mudanças nas prioridades de sintetização e alocação de hormônios, como a auxina, citocinina e nutrientes necessários para o desenvolvimento destes órgãos (Velasco e Lima, 2005).

No modelo de regressão selecionado para os galhos, o erro padrão da estimativa percentual foi de 22,2%. As frações do tronco (madeira e casca), apresentaram erros padrões de 29,2% e 26,8% respectivamente, o que se deve principalmente as baixas hbif e da copa causadas por vandalismos sobre as árvores no início do desenvolvimento, no local de plantio, e também à prática de podas drásticas prematuras. Isso se comprova com base nos 16,7% dos indivíduos selecionados como árvores amostra apresentaram bifurcação na altura ou abaixo do DAP.



Segundo Lacerda et al. (2009), o emprego de modelos matemáticos onde a variável preditora é o DAP tende a inflacionar o erro padrão da estimativa percentual, quando muitos indivíduos tendem a ramificar antes ou na altura de 1,3 m, devido ao DAP ser subestimado em relação ao volume da copa do indivíduo.

A Tabela 3 apresenta a quantidade de biomassa estocada nas diferentes frações das árvores de Sibipiruna (*Caesalpinia pluviosa* Benth.) implantadas na arborização viária do Bairro Cidade Alta, Maringá/PR.

**Tabela 3: Quantidade de biomassa estocada nas diferentes frações das árvores de Sibipiruna (*Caesalpinia pluviosa* Benth.) implantadas na arborização viária do Bairro Cidade Alta, Maringá/PR.**

**Table 3: Biomass stored amount in the different fractions of Sibipiruna (*Caesalpinia pluviosa* Benth.) urban trees implanted in the Cidade Alta Neighborhood, Maringá/PR.**

Fração	Quantidade de Biomassa	
	(Mg)	(%)
Folha	30,6	11,4
Galho	208,0	78,0
Casca do tronco	1,6	0,6
Madeira do tronco	26,6	10,0
<b>Biomassa Total</b>	<b>266,8</b>	<b>-</b>

Por meio do censo dos indivíduos da arborização viária do Bairro Cidade Alta, no intervalo diamétrico de 45,1 a 70,0 cm, foram mensurados 166 indivíduos, que por sua vez estocaram em suas frações uma quantidade de biomassa total de 266,8 Mg. A relação de acúmulo de biomassa para espécie, na arborização viária foi: galhos > folhas > madeira > cascas.

Tal relação de acúmulo de biomassa acima do solo apresentou-se inversa as relações conhecidas na literatura para espécies empregadas para fins de reflorestamento e encontradas em formações florestais nativas onde o padrão da relação de acúmulo se dá da seguinte forma madeira>galho>folha>casca (Silva et al, 2004; Brun 2004; Vieira et al, 2009).

O elevado percentual (78,0%) de biomassa nos galhos se deve, primordialmente, ao manejo de podas empregado, uma vez que todo exemplar sofre várias podas durante seu desenvolvimento, desde o viveiro, com podas de formação e condução, que modificam sua forma, tornando-a específica, com a formação de copas mais densas, ramificadas e mais altas em relação às espécies florestais conduzidas para fins de produção, uma vez que a poda para produção madeireira visa somente à retirada de ramos para produção de madeira livre de nós não interferindo na forma específica da árvore e no crescimento do tronco.

A ocorrência das podas no meio urbano em intensidades pesadas como as podas drásticas ou para liberação de fiação, como anteriormente ressaltado propiciam um maior desenvolvimento e acúmulo de biomassa na copa dos exemplares, pois se observarmos na Tabela 1, a copa é responsável por 89,4% do estoque total da biomassa na arborização viária da espécie implantada no Bairro, tal dado torna-se um importante fator para repensar o planejamento do manejo da intensidade de poda nos exemplares.

Um exemplo bastante elucidativo de tal comportamento pode ser visualizado através do estudo de Sampaio et al. (2005) que, avaliando o efeito da poda de copa na produção de biomassa de árvores de Pau-rosa (*Aniba roseodora* Ducke) em plantios na região amazônica, verificaram que a poda garantiu um aumento de biomassa de copa de 41,8% das árvores submetidas a tal prática de manejo em relação às árvores não podadas, revelando que a poda estimulou maior produtividade de galhos e folhas, vindo a copa destas árvores representar 85,5% da biomassa total estocada acima do solo.

A biomassa do tronco representou 10,6% do total, com 10,0% de madeira e 0,6% de casca. Com base na idade (30 anos) das árvores do bairro, o incremento médio anual de biomassa, por indivíduo, foi de 6,1 kg ano<sup>-1</sup> de para a fração folhas, 41,8 kg ano<sup>-1</sup> para a

fração galhos, 5,3 kg ano<sup>-1</sup> para a fração madeira do tronco e de 0,3 kg ano<sup>-1</sup> para a fração casca.

## CONCLUSÕES

A *Caesalpinia pluviosa* apresentou relação de acúmulo de biomassa com predomínio na fração galhos, seguido de folhas, em função do manejo, que prioriza a formação de grandes copas, posteriormente aparecendo madeira e casca.

As equações selecionadas para a estimativa da biomassa nas frações, embora com R<sup>2</sup> entre baixos (folhas, casca e madeira do tronco), e satisfatórios (galhos) e erros entre 22,2% a 56,4%, mostraram-se satisfatórias para a estimativa da biomassa da espécie no meio urbano.

A poda foi o fator principal de variabilidade nas estimativas de biomassa, pelas modificações na arquitetura das árvores, afetando a fração folhas e a altura de inserção da copa (altura de bifurcação), afetando as estimativas das frações do tronco (madeira e casca).

A quantidade total de biomassa estocada pela espécie no Bairro Cidade Alta foi de 266,8 Mg, distribuída em 30,6 Mg (folhas); 208,0 Mg (galhos); 1,6 Mg (cascas) e 26,6 Mg (madeira).

## BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ, I. A.; LIMA, A. M. L. P.; FREIRE, H. B.; RIBEIRO, R. C. S. **Desempenho ecológico: uma proposta para a avaliação da vegetação urbana.** In: VII ENCONTRO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA *Anais...* Belém, PA, 2002. p. 15 – 24.
- BRUN, E. J. **Biomassa na Floresta Estacional Decidual de Santa Tereza, RS.** Santa Maria: UFSM, 2004. 152 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, 2004.
- BRUN, F. G. K.; LONGHI, S. J.; BRUN, E. J. FREITAG, A. S.; SCHUMACHER, M. V. Comportamento fenológico e efeito da poda em algumas espécies empregadas na arborização do Bairro Camobi, Santa Maria, RS. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v. 2, n. 1, 2007, p. 44 - 63.
- EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2006. 306 p.
- LACERDA, J. S.; COUTO, H. T. Z.; HIROTA, M. M.; PASISHNYK, N.; POLIZEL, J. L. Estimativa da biomassa e carbono em área restauradas com plantio de essências nativas. **Metrum**, n. 5, 2009, 23 p.
- MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná.** Curitiba: BADEP, 1968. 350 p.
- MARCHIORI, J. N. C. **Dendrologia das angiospermas: leguminosas.** Santa Maria, RS: Editora da Universidade Federal de Santa Maria, 1997. 200 p.
- MARINGÁ. COM. **Dados sobre Maringá – mapa político.** 2 p. Disponível em: <http://www.maringa.com.br>. Acessado em: 20/07/2009.
- MCHALE, M. R.; BURKE, I. C.; LEFSKY, M. A.; PEPER, P. J.; MCPHERSON, E. G. Urban forest biomass estimates: is it important to use allometric relationships developed specifically for urban trees? **Urban Ecosystems**, n. 12, 2009, p. 95 – 113.
- PEPER, P. J.; MCPHERSON, E. G.; MORI, S. M. Predictive equations for dimensions and leaf area of Coastal Southern California street trees. **Journal of Arboriculture**, v. 27, n. 4, 2001, p. 169 – 180.
- REZENDE, A. V.; VALE, A. T.; SANQUETTA, C. R.; FIGUEIREDO FILHO, A.; FELFILI, J. M. Comparação de modelos matemáticos para estimativa do volume, biomassa e estoque de carbono da vegetação lenhosa de um cerrado *sensu stricto* em Brasília, DF. **Scientia forestalis**, n. 71, 2006, p. 65 – 76.
- SAMPAIO, A. C. F. **Análise da arborização de vias públicas das principais zonas do plano piloto de Maringá – PR.** 117 f., 2006. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia - Universidade Estadual de Maringá. Maringá – PR. 2006.
- SAMPAIO, P. T. B; BARBOSA, A. P.; VIEIRA, G.; SPIRONELLO, W. R.; BRUNO, F. M. S. Biomassa da rebrota de copas de pau-rosa (*Aniba roseodora* Ducke) em plantios sob sombra parcial em floresta primária, **Acta Amazônica**, v. 35, n. 4, 2005, p. 491 – 494.
- SILVA, H. D. **Modelos matemáticos para a estimativa da biomassa e do conteúdo de nutrientes em plantações de *Eucalyptus grandis* Hill (ex. Maiden) em diferentes idades.** 1996, 110 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.
- SILVA, H. D.; FERREIRA, C. A.; CORRÊA, R. S.; BELLOTE, A. F. J.; TUSSOLINI, E. L. Alocação de biomassa e ajuste de equações para estimativa de biomassa em compartimentos aéreos de *Eucalyptus benthamii*. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 49, 2004, p. 89 – 95.
- SILVEIRA, P.; KOEHLER, H. S.; SANQUETTA, C. R.; ARCE, J. C. O estado da arte na estimativa de biomassa e carbono em formações florestais. **Floresta**, v. 38, n. 1, 2008, p. 185 – 206.

- VELASCO, G. D. N.; LIMA, A. M. L. P. Danos em calçadas e sua relação com área permeável, circunferência a altura do peito (CAP) e poda em árvores urbanas. In: IX CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA. **Anais...** Belo Horizonte, MG, 2005, 9 p.
- VIEIRA, G.; SANQUETTA, C. R.; BARBEIRO, L. S. S. Estoque individual de biomassa e carbono em *Nectandra grandiflora* Nees (Canela-amarela). **Floresta**, v. 39, n. 3, 2009, p. 547 – 554.
- WEINGARTNER, G. **O uso climatológico da vegetação e da arborização urbana**. In: IX ENCONTRO NACIONAL DE ARBORIZAÇÃO URBANA. **Anais...** Brasília, DF, v. 2, 2001. p. 502 – 504.

# EXPORTACIÓN DE NITRÓGENO Y FÓSFORO DURANTE LA COSECHA DE UNA CRONOSECUENCIA DE *Araucaria angustifolia* (BERT) O. KTZE.

## NITROGEN AND PHOSPHOROUS EXPORTATION IN ONE *Araucaria angustifolia* (BERT) O. KTZE. HARVESTING CHRONOSEQUENCE

Martiarena, R.<sup>1</sup>; Goya, J. <sup>2</sup>; Fernández, R. <sup>1</sup>; Frangi, J.<sup>2</sup>; Lupi, A. <sup>3</sup>

<sup>1</sup> INTA, Montecarlo, Misiones. [ramartiarena@montecarlo.inta.gov.ar](mailto:ramartiarena@montecarlo.inta.gov.ar)

<sup>2</sup> LISEA, Universidad Nacional de La Plata. [jgoya@agro.unlp.edu.ar](mailto:jgoya@agro.unlp.edu.ar)

<sup>3</sup> Inst. de Suelo. Los Reseros y Las Cabañas S/N (1712). Castelar, Bs. As. [amlupi@cnia.inta.gov.ar](mailto:amlupi@cnia.inta.gov.ar)

### RESUMEN

Se estimó el contenido de nitrógeno y fósforo de tres plantaciones experimentales de *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze de 20, 30 y 40 años, en el norte de la provincia de Misiones, Argentina. La biomasa total y el contenido de nutrientes acumulados en el estrato arbóreo se relacionaron positivamente con el incremento de la edad. El N y P acumulado en 20, 30 y 40 años, fueron 638, 580 y 822 Kg.ha<sup>-1</sup> y 47, 44 y 60 Kg.ha<sup>-1</sup> respectivamente. La cosecha a diferentes edades no incrementó significativamente la exportación relativa de nutrientes, pero el aprovechamiento de los residuos podría alterar las características químicas y físicas del suelo en el largo plazo.

**Palabras clave:** Biomasa, nutrientes, cosecha, Misiones.

### SUMMARY

Nitrogen and phosphorous content were estimated for three 20, 30 and 40 years-old *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze experimental plantations in northern Misiones province, Argentina. The total biomass and nutrient content accumulation in the stand was positively related to stand age. The amounts of N and P stored in the 20, 30 and 40 years old stands were 638, 580 y 822 Kg.ha<sup>-1</sup> and 47, 44 and 60 Kg.ha<sup>-1</sup> respectively. Harvest at different ages did not significantly increase the relative nutrient exportation, but the harvesting residue management could change many the soil chemical and physical properties in the long term.

**Key words:** Biomass, nutrient, harvest, Misiones.

### INTRODUCCIÓN

En la República Argentina, la zona de ocurrencia natural de *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze. se extiende desde el centro norte de la provincia de Misiones, hasta la frontera con Brasil (Cozzo, 1980). Esta especie es conocida localmente como “Pino Paraná”, siendo histórica en el desarrollo del sector forestal y de la economía de la provincia, ya que su extracción junto con otras especies del bosque nativo, contribuyeron fuertemente con la colonización desde inicios del siglo XX (Fahler, 1981).

Esta especie presenta exigencias edáficas relativamente mayores en relación a otras especies cultivadas en la región (Blum, 1980; Fernández et al., 1988), alcanzando los mayores crecimientos en los suelos denominados comúnmente “rojos profundos”, pertenecientes a los ordenes Alfisoles y Ultisoles (Soil Survey Staff, 2006), con bajos niveles de degradación física (Fernández et al., 1999).

Los estudios que permiten valorar la pérdida de nutrientes por efecto de la cosecha, en una secuencia de edades constituye una herramienta útil para obtener información de las

funciones del ecosistema y las consecuencias del manejo. Durante el ciclo de vida del rodal la acumulación de nutrientes responde a un patrón de acumulación en los compartimentos de la copa durante los primeros años, luego su mantenimiento y mayor acumulación en el fuste; por último, pérdida de nutrientes contenidos en la copa por efecto de los raleos conjugado con una mayor acumulación en el compartimentos fuste (Alifragis et al., 2001).

Ante este comportamiento, y considerando que en la región no hay estudios de este tipo, la corta del rodal a edades tempranas podría ocasionar mayores pérdidas proporcionales de nutrientes comparado con cortas a edades avanzadas. En este sentido, el objetivo de nuestro trabajo fue cuantificar la exportación de N y P que se realizaría durante la cosecha de plantaciones de *A. angustifolia* a edades de 20, 30 y 40 años

## MATERIALES Y METODOS

Se trabajó en una plantación de *A. angustifolia* de 20, 30 y 40 años de edad. Las dos primeras en el Departamento Montecarlo, Misiones (26° 30' S y 54° 40' O) perteneciente a la empresa Puerto Laharrague y la tercera localizada en San Antonio, Departamento general Manuel Belgrano, la provincia de Misiones (26° 04' S y 53° 45 O).

El suelo de ambos sitios se clasifica como apto para la especie (Fernández et al., 1999). Corresponden al gran grupo Kandudult (Soil Survey Staff, 2006), conocidos localmente como “rojos profundos”, bien drenados, libres de pedregosidad y con profundidad efectiva superior a los 2 metros.

La región donde se realizaron los estudios posee un clima Subtropical húmedo con temperatura media entre 19 y 21° C, con máximas absolutas de 35° C, mientras que las precipitaciones son ca. 2000 mm anuales y régimen pluviométrico isohigro.

En cada rodal se instalaron tres parcelas (repeticiones) de 650 m<sup>2</sup>, similar al estudio de Ranger et al. (1995). En la Tabla 1 se observan las variables dasométricas de cada una de las parcelas evaluadas.

Tabla 1: Variables dasométricas de las plantaciones de *A. angustifolia* de 20, 30 y 40 años de edad.

Table 1: Dasometric variables of the *Araucaria angustifolia* plantations of 20, 30 and 40 old years

Edad (años)	Densidad (Arb.ha <sup>-1</sup> )	DAP (cm)	Ht (m)	AB (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )
20	336	28,1	17,1	17,5	210,7
30	210	36,0	18,8	26,3	231.1
40	257	37,5	22,7	30,6	364,7

En cada parcela (3 edades x 3 repeticiones), se determinó el contenido de nutrientes en el estrato arbóreo. Para ello se obtuvo el peso de los árboles por medio de técnicas de análisis dimensional (Whittaker & Woodwell 1968). Se apearon en total 27 árboles, distribuidos en 3 grupos, correspondiendo 9 a cada una de las edades y 3 en cada una de las parcelas de la misma edad. Para la selección de los 3 árboles de cada parcela se establecieron 3 clases diamétricas de acuerdo a la distribución existente en la parcela, obtenido por medio del inventario previo en cada uno de ellos.

Cada árbol apeado fue separado y pesado en 5 compartimentos diferentes: fuste con corteza, ramas > a 5 cm de diámetro, ramas entre 1 y 5 cm de diámetro, ramas secas, hojas.

El peso del fuste con corteza fue determinado por medio de báscula industrial comercial, mientras que el resto del material se pesó en el lugar de apeo con una balanza de mayor precisión. La corteza fue cuantificada en laboratorio sobre el porcentaje del fuste.

De cada uno de los compartimentos se extrajo una muestra representativa del total, se pesó en húmedo y luego se secó en estufa a 70° C hasta peso constante. Con el valor de peso húmedo y peso seco se obtuvo un coeficiente de razón que se aplicó a la totalidad del compartimento

correspondiente de cada uno de los árboles. De la misma muestra se extrajo una alícuota para la determinación de concentración N y P.

El contenido de N y P en cada árbol y sus respectivos compartimentos se obtuvo con el producto de la concentración de cada elemento por el peso seco de biomasa del respectivo compartimento.

El contenido de nutrientes de los árboles individuales ( $\text{g.árbol}^{-1}$ ) fue extrapolado luego, a una superficie ( $\text{Kg.ha}^{-1}$ ). Con los 9 valores de peso seco de cada árbol individual, en cada edad y para cada compartimento, se ajustó una ecuación (Fernández Tschieder et al., 2004) que se aplicó a cada uno de los individuos de cada parcela. Con los valores de biomasa en cada compartimento de cada uno de los árboles individuales de la parcela y, su producto por la respectiva concentración, se obtuvo el contenido de cada elemento. A partir de la sumatoria del contenido en cada árbol se obtuvo el contenido en los respectivos compartimentos en la parcela, que luego se extrapola a la superficie de la hectárea

La ecuación ajustada para el compartimento ramas (Fernández Tcheder et al., 2004) incluyó la totalidad de las mismas (ramas > a 5 cm, ramas < a 5 cm y ramas secas). En campo las mismas fueron separadas y su concentración también se determinó por separado. A los efectos de poder estimar correctamente el contenido en el compartimento ramas, se calculó los porcentajes de cada una de las divisiones realizadas en campo y se aplicó al valor obtenido con la ecuación y obtener los pesos secos para cada división del compartimento ramas.

A los efectos de comparar el contenido de nutrientes exportado y nutrientes remanentes en el sitio con los contenidos de N y P en cada una de las edades se calculó el índice de exportación (IE) de los respectivos elementos para cada edad.

El IE fue calculado como el cociente entre la biomasa cosechada y contenido de P en dicha biomasa. Con este índice se pudo estimar la biomasa removida por unidad de P exportado (Santana et al., 2002; Fernández, 2002).

La biomasa y, la concentración y contenido de N y P de los compartimentos arbóreos fueron comparados mediante análisis de la variancia. La comparación de medias de edades fue analizado por el test de Tukey, utilizando en ambos análisis nivel de significancia de 95% (Steel y Torrie, 1980).

## RESULTADOS

La Tabla 2 muestra los valores de biomasa para cada compartimento arbóreo en cada una de las edades estudiadas.

Tabla 2: Biomasa en plantaciones de *Araucaria angustifolia* ( $\text{Mg.ha}^{-1}$ ) de 20, 30 y 40 años de edad.

Table 2: Biomass in *Araucaria angustifolia* plantations ( $\text{Mg.ha}^{-1}$ ) of 20, 30 and 40 old years

Edad	Hojas	Ramas <5 cm	Ramas >5 cm	Ramas secas	Corteza	Fuste	Total
20	18,9 (1,8) b	18,4 (2,2) a	0,5 (0,06) b	2,4 (0,28) a	17,2 (1,6) b	78,3 (7,3) b	135,8 (13,2) b
30	17,9 (0,5) b	9,2 (0,3) b	13,9 (0,4) a	0,5 (0,01) b	17,7 (0,8) b	80,5 (3,5) b	139,8 (5,5) b
40	25,0 (1,5) a	15,3 (0,9) a	17,5 (1,1) a	0,8 (0,05) b	26,0 (1,9) a	118,1 (8,4) a	202,7 (13,9) a

Ref.: Ecuaciones utilizadas Fernández Tcheder et al. 2004. Letras diferentes indican diferencias significativas al 95% entre edades.

La biomasa total a nivel de rodal aumenta con el aumento de la edad (Tabla 2), marcándose la diferencia entre las plantaciones de 20 y 30 años versus la de 40 años, en coincidencia con lo observado por Ranger et al., (1995), al trabajar en una cronosecuencia de

*Pseudotsuga menziesii* observó que la biomasa del fuste incrementó notablemente entre los 20 y 40 años de edad.

En valores promedio de las tres edades, la biomasa aérea total se distribuyó, aproximadamente, 13% en hojas, 17% en ramas, 13% en la corteza y 57% en fuste, semejante a lo encontrado por Sanqueta et al. (2001), quienes trabajando con *A. angustifolia* de 29 a 33 años, obtuvieron respectivamente, en el mismo orden de compartimentos, 9, 19, 18 y 54% (hoja, ramas, corteza y fuste), también de la biomasa aérea total. En términos de cantidades e independientemente de la edad, el fuste acumuló mayor biomasa aérea; tendencia que coincide con lo encontrado por otros autores para esta especie (Schumacher et al., 2000) y otras especies como *Pinus sp.* (Pinazo et al., 2007; Alifragis et al., 2001) y *Eucalyptus sp.* (Brañas et al., 2000; Poggiani 1985).

Tabla 3: Concentración de N y P (mg.g<sup>-1</sup>) en los compartimentos arbóreos de las plantaciones de *Araucaria angustifolia* de 20, 30 y 40 años de edad.

Table 3: N and P concentration (mg.g<sup>-1</sup>) in *Araucaria angustifolia* plantations of 20, 30 and 40 old years

	Edad	Hojas	Ramas <5 cm	Ramas >5 cm	Ramas secas	Corteza	Fuste
N	20	14,93 a	5,27 a	n/d	4,63 a	9,2 a	1,11 a
	30	14,30 a	5,37 a	2,18 a	3,67 a	6,9 a	1,02 a
	40	15,40 a	4,74 a	1,40 a	3,50 a	7,9 a	1,06 a
P	20	1,15 a	0,54 a	n/d	0,20 a	0,56 a	0,06 a
	30	0,99 a	0,59 a	0,17 a	0,14 a	0,60 a	0,07 a
	40	1,13 a	0,42 a	0,13 a	0,21 a	0,64 a	0,06 a

Ref.: n/d: no determinado. Letras diferentes indican diferencias significativas entre edades.

La concentración de N y P en los diferentes compartimentos fue similar entre edades (Tabla 3). La concentración de N y P en las hojas hoja fue mayor a la hallada en los restantes componentes analizados, patrón que se verifica en las plantas leñosas en general (Pérez et al., 2006; Balboa et al., 2004; Goya et al., 2003; Alifragis et al., 2001; Ranger et al., 1997). Esto pone en relevancia la significativa extracción de nutrientes del sistema que sucedería si la cosecha incluye el aprovechamiento de los compartimentos de la copa.

Contrariamente a las hojas, el fuste presentó las menores concentraciones, resultado coincidente con Ranger et al. (1997). Este comportamiento hace presumir menor impacto nutricional de esta especie para el sistema, comparado con *P. taeda* (Martirena et al., 2010), siempre que la cosecha se realice de fuste solamente.

La ausencia de significancia en la concentraciones de N foliar en nuestro estudio difiere de lo encontrado por Reissmann (1977) en la misma especie al comparar rodales de 18 y 25 años de edad.

La Tabla 4 muestra el contenido de N y P en cada compartimento del estrato arbóreo de las plantaciones de *A. angustifolia* de 20, 30 y 40 años de edad, al momento de la cosecha.

Tabla 4: Contenido de N y P (kg.ha<sup>-1</sup>) en los compartimentos arbóreos de las plantaciones de *Araucaria angustifolia* de 20, 30 y 40 años de edad.

Table 4: N and P content (kg.ha<sup>-1</sup>) in *Araucaria angustifolia* plantations of 20, 30 and 40 old years

	Edad	Hojas	Ramas <5 cm	Ramas >5 cm	Ramas secas	Corteza	Fuste
N	20	282,7 (29) a	99,1 (39) a	n/d	11,3 (3) a	158,1 (49) a	87,2 (11) b
	30	274,0 (55) a	51,5 (8) a	31,8 (21) a	1,8 (0,2) b	132,0 (19) a	88,3 (14) b
	40	384,6 (45) a	72,0 (21) a	26,2 (3) a	2,9 (0,7) b	209,1 (71) a	127,1 (24) a
P	20	21,7 (2,1) b	10,1 (3,1) a	n/d	0,5 (0,2) a	9,6 (2,7) a	5,0 (1,2) a
	30	18,9 (5,5) b	5,6 (2,3) a	2,5 (2,0) a	0,1 (0,02) b	11,3 (1,0) a	5,8 (2,2) a
	40	28,3 (4,6) a	6,4 (2,1) a	2,3 (0,7) a	0,2 (0,1) b	16,8 (6,7) a	6,1 (1,4) a

Ref.: n/d: no determinado. Letras diferentes indican diferencias significativas entre edades.

El total de N en el compartimento arbóreo de las plantaciones de *A. angustifolia* de 20, 30 y 40 años de edad fue respectivamente de 638, 580 y 822 Kg.ha<sup>-1</sup>, mientras que el P lo hizo con 47, 44 y 60 Kg.ha<sup>-1</sup>, tendencia que respondió en forma análoga a la respuesta de la biomasa en estas plantaciones. El contenido de P es superior al encontrado en plantaciones adultas de *P. taeda* en la misma región (Martíarena et al., 2010; Goya et al., 2003), mientras que el de N para las edades de 20 y 30 años (Tabla 4) es similar al encontrado por Martíarena et al. (2010).

En promedio, para el N, el orden de los componentes de mayor relevancia fue: hojas>corteza>fuste>ramas, mientras que para P fue: hojas>corteza>ramas>fuste. La Tabla 5 muestra los contenidos exportados (NE; PE) y aquellos remanentes (NR, PR) en el terreno luego de la cosecha. La suma de ambos (NE+NR o PE+PR) representan las cantidades de elementos que requiere la plantación para cada uno de los turnos con el presente crecimiento alcanzado (Tabla 1).

La cosecha de esta especie en la región se realiza retirando del terreno el fuste con su respectiva corteza, por lo tanto, los nutrientes exportados serán los contenidos en ambos compartimentos. Puede observarse que los contenidos exportados de N y P presentan mayores valores absolutos a los 40 años de edad, sin diferenciarse significativamente ( $P>0,05$ ) entre edades. Los contenidos remanentes de N en el terreno muestran la misma tendencia ( $P>0,05$ ). La cantidad de P exportada es considerablemente más baja al N. Contrariamente a este último, la cantidad a los 40 años es significativamente mayor ( $P<0,05$ ) a las exportadas a menores edades. De todas maneras los porcentajes exportados y remanentes, ya sea de N o P, son similares para las tres edades.

Tabla 5: Contenido de N y P (kg.ha<sup>-1</sup>) exportado mediante cosecha y remanente de la misma en las plantaciones de *Araucaria angustifolia* de 20, 30 y 40 años de edad.

Table 5: Exported and remnant of P and N content (kg.ha<sup>-1</sup>) in *Araucaria angustifolia* plantations of 20, 30 and 40 old years

Edad	NE	NR	PE	PR
20	245,3 a	393,1 a	14,6 a	32,3 ab
30	220,4 a	359,1 a	17,1 a	27,1 b
40	336,2 a	485,8 a	22,9 a	37,2 a

Ref. NE: Nitrógeno exportado con la cosecha; NR: Nitrógeno remanente en el sitio luego de la cosecha; PE: Fósforo exportado durante la cosecha; PR: Fósforo remanente en el sitio luego de la cosecha.

Existen antecedentes donde se documenta que la eliminación de residuos de cosecha (ramas + hojas) puede producir pérdidas de materia orgánica y cambios en las cantidades y disponibilidad de los nutrientes, lo que conduciría a una disminución en la oferta nutricional en el mediano y largo plazo (Fox, 2000; Khanna y Raison, 1986). Estos impactos negativos generalmente son detectables anticipadamente en suelos de menor fertilidad, debido a su mayor capacidad de soporte.

Si se toma en cuenta que la *A. angustifolia* es una especie de altos requerimientos nutricionales (Blum, 1980; Fernández et al., 1988) y que su cultivo se realiza básicamente en suelos “rojos” altamente evolucionados, es necesario considerar estrategias de conservación de nutrientes o reposición de los mismos a efectos de sostener la productividad de los sitios en el tiempo.

En décadas anteriores la quema de residuos fue una práctica habitual. En los últimos años, los resultados locales obtenidos con otras especies ha demostrado que la conservación de los residuos de cosecha resulta una práctica adecuada para reducir las pérdidas de los nutrientes mantener la productividad del sitio.

A los efectos de estimar la biomasa removida por unidad de nutriente utilizado para producir dicha biomasa, se calculó IE para N y P. En la medida que este índice aumenta



indica mayor obtención de biomasa por unidad de nutriente utilizado. La Tabla 6 muestra los valores de IE obtenidos con la cosecha, removiendo en esta, el fuste con y sin corteza. La incorporación o no de la corteza se basa en que para determinadas especies la cantidad de nutrientes allí almacenados representa cantidades significativas respecto del total de la biomasa arbórea. Ejemplo de lo citado ocurre con el Ca en *Eucalyptus sp.* (Thiers et al., 2007). A los 40 años de edad, mejora la relación de extracción biomasa/P, lo que podría resultar interesante considerar la posibilidad de restitución de este compartimento al sitio como estrategia de mantenimiento de la capacidad productiva del sitio. Rodríguez-Soalleiro *et al.* (2004), indica que la prolongación del turno de corta tiene un efecto de reducción en la exportación relativa de nutrientes, situación que no se verificó cuando la cosecha se realiza extrayendo el fuste con su respectiva corteza.

Tabla 6: Índice de exportación de nutrientes (IE) para N y P en plantaciones de *A. angustifolia* de 20, 30 y 40 años de edad.

Table 6: Nutrients export index (IE) for N and P in *Araucaria angustifolia* plantations of 20, 30 and 40 old years

Edad	N		P	
	IE con RC	IE sin RC	IE con RC	IE sin RC
20	0,40	0,90	6,9	16,3
30	0,48	0,98	6,2	16,2
40	0,44	0,95	6,7	19,9

Ref.: RC: remoción de corteza

## CONCLUSIONES

La biomasa aérea de *A. angustifolia* de 40 años de edad fue superior a las de 20 y 30. Esto condujo a que algunos compartimentos del estrato arbóreo presenten contenidos de N y/o P diferenciales. Sin embargo no se pudo determinar que la cosecha a diferentes edades exporte cantidades relativas diferentes de los nutrientes mencionados.

La concentración de N y P en corteza ocupó el segundo lugar en orden de importancia de los compartimentos arbóreos, lo que se manifestó luego con el cálculo del IE para el contenido de P, la importancia relativa de dejar dicho compartimento en el sitio.

## BIBLIOGRAFIA

- Alifragis D.; P. Smiris; F. Maris; V. Kavadias; E. Konstantinidou; N. Stamou. 2001. The effect of stand age on the accumulation of nutrients in the aboveground components of an Aleppo pine ecosystem Forest Ecology and Management 141: 259-269
- Balboa M.; Alvarez, J.; Rodríguez-Soalleiro R.; Merino, A. 2004. Biomasa Forestal producida por la Cadena Monte-Industria. Parte II: Cuantificación e Implicaciones ambientales. Revista CIS-Madera.
- Blum W. 1980. Site-Nutrition-Growth Interrelationship of Araucaria. En: Actas problemas florestais do género Araucaria. Encontro IUFRO, Curitiba, Brasil. p. 119-131.
- Brañas J.; F. González Río; A. Merino. 2000. Contenido y distribución de nutrientes en plantaciones de *Eucalyptus globulus* del noroeste de la Península Ibérica. Invest. Agr.: Sist. Recur. For. Vol. 9 (2).
- Cozzo D. 1980. Distribución fitogeográfica en la Argentina de *Araucaria araucana* y *A. angustifolia*. In: IUFRO Meeting on Forestry Problems of the genus Araucaria, 1: p. 1-3.
- Fahler J. 1981. Variación geográfica entre y dentro de orígenes de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. a los ocho años de edad en la provincia de Misiones, Argentina. Tesis de Maestría. UFP. Curitiba, Brasil.
- Fernández R. 2002. Estrategias para minimizar los impactos de la cosecha forestal. Balance de nutrientes y condición física del suelo. XVII Jornadas Forestales de Entre Ríos, Argentina.
- Fernández R.; H. Rocha; R. Hosokawa. 1988. Criterios diagnósticos en la clasificación de aptitud de tierras para *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. Congreso Forestal Argentino. 1988. Santiago del Estero. Argentina. Tomo I: 117-118.
- Fernández R.; N. Pahr; A. Lupi. 1999. Aptitud de las tierras para la implantación de bosques. Provincia de Misiones. Yvyrareta 9: 41-49.
- Fernández Tschieder E.; R. Martiarena; J. Goya; A. Lupi; J. Frangi. 2004. Determinación de la biomasa aérea de plantaciones de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. en el norte de la provincia de Misiones. 11º Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales.

- Fox T. 2000. Sustained productivity en intensively managed forest plantation. *Forest Ecology and Management*. 138:187-202.
- Goya J.; C. Pérez; J. Frangi; R. Fernández. 2003. Impacto de la cosecha y destino de los residuos sobre la estabilidad del capital de nutrientes en plantaciones de *Pinus taeda* L. *Ecología Austral* 13:139-150. Diciembre 2003. Asociación Argentina de Ecología.
- Khana P. y Raison J. 1986. Effect of fire intensity on solution chemistry of surface soil under a *Eucalyptus pauciflora* forest. *Aust. J. Soil res.* 24: 423-434.
- Martiarena R.; M. Pinazo; A. Von Wallis; O. Knebel; N. Pahr. 2010. Implicancias de las decisiones de manejo sobre la conservación de nutrientes en sistemas forestales en Misiones, Argentina. Trabajo presentado por los 50 años de la Asociación Argentina del Ciencia del Suelo. 30 pp. En prensa.
- Pérez C.; J. Goya; F. Bianchini ; J. Frangi; R. Fernandez. 2006. Productividad aérea y ciclo de nutrientes en plantaciones de *Pinus taeda* L. en el norte de la provincia de Misiones, Argentina. *Interciencia* vol. 31 N° 11.
- Pinazo M.; R. Martiarena; A. Von Wallis; E. Crechi; N. Pahr; O. Knebel. 2007. Efecto de la intensidad de raleo sobre la compartimentalización y stock de carbono en plantaciones de *Pinus taeda* L. de 20 años en el norte de la provincia de Misiones. *RIA* 36 (1): 50-20.
- Poggiani F. 1985. Nutrient cycling in *Eucalyptus* and *Pinus* plantations ecosystems: Silvicultural implications. *IPEF*, n.31, p.33-40.
- Ranger J.; M. Renato Marques; C. Belgrand, N. Hammang. 1995. The dynamics of biomass and nutrient accumulation in a Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* France) stand studied using a chronosequence approach. *Forest Ecology and Management* 72: 167-183
- Ranger J.; R. Marques; C. Belgrand. 1997. Nutrient dynamics during the development of a Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* Mirb.) stand. *Acta Ecologica*, 18 (2), 73-90
- Reissmann B. 1977. Variação anual dos nutrientes em *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. em função da época de amostragem. *Revista Floresta* pg74-77.
- Rodríguez Soalleiro R.; M. Balboa; J. Alvares-Gonzales; A. Merino; F. Sánchez. 2004. Efecto de la silvicultura en la extracción de nutrientes a lo largo del turno en plantaciones de tres especies de rápido crecimiento en el norte de España. *Invest. Agrar: Sist. Recur. For.* Fuera de serie, 114-126
- Sanquetta C.; L. Watzlawick; M. Schumacher; A. Mello. 2001. Relacoes individuais de biomassa e conteúdo carbono em plantacoes de *Araucaria angustifolia* e *Pinus taeda* no sul do estado do Paraná, Brasil. 2º Simposio Latino Americano Sobre manejo florestal Santa María Rs. Brasil. 2001.
- Santana R.; N. Barros; J. Neves. 2002. Eficiência de utilização de nutrientes e sustentabilidade da produção em procedências de *Eucalyptus grandis* e *E. saligna* em sítios florestais do estado de São Paulo. *Árvore* vol. 26 n° 4. Viçosa. July/Aug. 2002.
- Schumacher M.; J. Hoppe; S. Barbieri. 2000. Implicações ecológicas e econômicas da utilização da biomassa do primeiro desbaste de um povoamento de *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze. Em 1º Simpósio Latino-Americano sobre manejo florestal, Santa Maria-Brasil.
- Soil Survey Staff. 2006. Keys to Soil Taxonomy, 10<sup>th</sup> ed. USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington, DC.
- Steel, R. y J. Torrie. Principles and procedures of statistics. A biometrical approach. Second Edition. 632 pg. (1980).
- Thiers O.; V. Gerding; J. Schlatter. 2007. Exportación de nitrógeno y calcio mediante raleo en un rodal de *Eucalyptus nitens* de 5 años de edad, Chile. *Bosque* vol.28, n.3, pp. 256-262.
- Vázquez S. y L. Morales.2000. Adsorción de P por suelos ácidos de Misiones (Argentina). *Ciencia del suelo* 18 (2) 89-94.
- Whittaker R. y G. Woodwell. 1968. Dimension and production relations of trees and shrubs in the Brookhaven forest, New York. *J.of Ecol.* 56: 1-25.

# DETERMINAÇÃO DO TAMANHO ÓTIMO DE PARCELA EM UM PLANTIO DE EUCALIPTO PARA ESTIMATIVA DE VOLUME.

## Optimum Plot Size Determination for eucalypt plantation to estimate volume.

Medina Sotomayor J.F.<sup>1,4</sup>; Nicoletti M.F.<sup>2,4</sup>; Couto H.T.Z do<sup>3,4</sup>.

<sup>1</sup>Engenheiro Agropecuário, Mestre em Ecologia Aplicada. Doutorando do Programa em Recursos Florestais USP-ESALQ. [sotomayo@esalq.usp.br](mailto:sotomayo@esalq.usp.br).

<sup>2</sup>Engenheiro Florestal, Mestrando do Programa em Recursos Florestais USP-ESALQ. [mfnicoletti@usp.br](mailto:mfnicoletti@usp.br).

<sup>3</sup>PhD. Professor Doutor USP-ESALQ. [htzcouto@esalq.usp.br](mailto:htzcouto@esalq.usp.br). <sup>4</sup>Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Universidade de São Paulo, Av. Páduas Dias 11, Bairro Agronomia, Piracicaba, SP. Brasil.

## RESUMO

A determinação do tamanho e forma de parcelas para estimar variáveis de produção é importante para diminuir o erro de amostragem e facilitar a coleta de dados no campo com o menor custo possível. Com o objetivo de estudar os métodos para estimativa de volume e determinar o tipo de amostragem, forma e tamanho da parcela em uma plantação de sementes de eucalipto, comparou-se os Métodos de Curvatura Máxima e Coeficiente de Correlação Intraclasse, num plantio de eucalipto de seis anos de idade semeado a 3x2 m. Selecionaram-se parcelas ao acaso e sistematicamente em diferentes tamanhos de parcelas retangulares e quadradas e comparou-se com o censo. Recomendando-se o uso do Método da Curvatura Máxima por apresentar um viés de amostragem menor que 2%, sendo as parcelas quadradas localizadas sistematicamente as que geraram o menor viés gerado e comparando com os intervalos de confiança da amostragem, com no mínimo 36 árvores por parcela.

**Palavras-chave:** Eucalipto, amostragem, coeficiente de correlação intraclasse, curvatura máxima.

## SUMMARY

Size and shape plot determination to estimate production values is important to reduce sampling error and facilitate sample gathering in the field with the less possible cost. Maximum Curvature and Intraclass Correlation Coefficient were used in an effort to study methods to estimate volume production and to determine the type of sampling, the shape and size plot in a six years old eucalyptus plantation, seed in plots (3x2m). Square and rectangular plots of different sizes were select by random and systematic sampling, and then compared with the census. Less sampling error (2%) was gave using the Maximum Curvature Method. Square plots localized systematically gave the less bias obtained and compared with the sampling confidence interval, with a minimum of 36 trees for plot.

**Keywords:** Eucalypt, sampling, intraclass correlation coefficient, maximum curvature.

## INTRODUÇÃO

Geralmente, as áreas florestais dedicadas à produção de madeira são muito extensas e não permitem a medição de todas as árvores ali existentes, devido principalmente aos custos e o tempo investido (Couto *et al.*, 1989). Por isto é necessário implementar técnicas de amostragem que permitam obter estimativas sobre características das populações florestais através de procedimentos de inventário florestal, definidos em função dos recursos

disponíveis, da precisão requerida e dos objetivos do inventário, baseadas em parcelas estabelecidas para tal fim (Farias, 2002).

A parcela é o tipo de unidade de amostragem mais frequentemente utilizado em levantamentos florestais, porém, a forma e o tamanho dependem do tipo de floresta e objetivo do levantamento florestal (Batista, 2006).

A determinação do tamanho e forma ótimos de parcelas é um tópico de constante investigação científica (Pimentel-Gomes, 1984). Para determinar tamanho ótimo da parcela sempre deve considerar alguns fatores apontados por Federer (1955): considerações práticas, a variabilidade entre indivíduos e unidades e, o custo para medição de indivíduos ou unidades e no caso de unidades experimentais a natureza do experimento, o número de tratamentos ou repetições.

As diferentes metodologias empregadas para determinar o tamanho ótimo de parcelas não consideram todos os fatores influentes. Os métodos que foram utilizados neste trabalho são o Método da Curvatura Máxima e o Método do Coeficiente de Correlação Intraclasse, que empregam a variabilidade como fator determinante.

No caso do Método de Curvatura Máxima, Ferreira *et al.* (1976) apontam que já foi empregado pela primeira vez no campo florestal em 1961 com resultados muito satisfatórios, sendo utilizado nos trabalhos de estudos de tamanho de parcelas no campo florestal com ampla aceitação, A única limitação deste método é não levar em consideração os aspectos econômicos do problema. De igual forma, Fisher (1932) já indicava o uso do Coeficiente de Correlação Intraclasse na área estatística, mas no campo florestal foi aplicado primeiramente por Pimentel-Gomes (1984).

O Objetivo deste trabalho é determinar o tamanho ótimo de parcelas para cálculo de volume de madeira em eucalipto de seis anos de idade proveniente de mudas produzidas a partir de sementes, comparando resultados com os obtidos de um censo realizado no talhão para determinar a efetividade do método e as diferenças nos tamanhos que apresenta cada método empregado.

Cabe indicar que os métodos partem de uma base desenvolvida na teoria para parcelas experimentais e deseja-se também comprovar a eficiência dos métodos para parcelas que devem ser estabelecidas em inventários florestais.

## MATERIAIS E MÉTODOS

**Área de Estudo.** – Estudou-se um talhão de uma floresta de eucalipto de seis anos de idade plantado no município de Mogi Guaçu, São Paulo, Brasil. O plantio provém de mudas produzidas por sementes e o espaçamento empregado é de 3x2 metros.

Realizou-se um censo de todas as árvores numa área de 4,49 ha. Para o cálculo do volume cilíndrico realizou-se a mensuração do Diâmetro à Altura do Peito (DAP) e Altura Total (h). Posteriormente corrigiu-se o volume cilíndrico para o volume real de madeira em m<sup>3</sup> mediante o uso do fator de forma igual a 0,5.

**Tipo de amostragem.** - Empregou-se a amostragem ao acaso e a amostragem sistemática para selecionar as parcelas no campo.

**Forma e tamanho das parcelas.** - Devido ao espaçamento empregado no plantio, escolheu-se as formas de acordo ao número de árvores distribuídos nas linhas, como indica a tabela 1. Em cada tamanho e tipo de amostragem realizou-se a medição de 10 parcelas (repetições). A forma é determinada segundo o número de árvores e não segundo a área, no caso de parcelas quadradas, por exemplo, a mesma quantidade de árvores distribuídas no mesmo número de linhas.

**Viés de Amostragem.** – O viés de amostragem somente pode ser definido quando se tem um censo da população. Neste caso, a média do volume de madeira é conhecida (74,78 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>) e

permite determinar o erro gerado pela metodologia de amostragem e análise dos dados. Por isso, para determinar se a parcela subestima ou super estima o volume de madeira calculou-se o erro de amostragem gerado para cada forma e tipo de parcela mediante a fórmula:

$$\text{Viés Amostragem} = \bar{y}_i - \bar{Y}$$

Onde  $\bar{y}_i$  ( $i = \text{forma e tipo}$ ) é a média de cada forma e tipo de parcela e  $\bar{Y}$  é a média verdadeira do talhão.

**Tabela 1.** Forma e tamanho das parcelas utilizadas neste estudo.

**Table 1.** Shape and size plots used in this study.

Forma	Tipo	Tamanho (m <sup>2</sup> )	Número árvores	Número linhas
Retangular	Acaso e Sistemático	60	10	1
		120	20	2
		180	30	3
		240	40	4
		300	50	5
		360	60	6
		420	70	7
		480	80	8
		540	90	9
		600	100	10
Quadrada	Acaso e Sistemático	54	9 (3*3)	3
		96	16 (4*4)	4
		150	25 (5*5)	5
		216	36 (6*6)	6
		294	49 (7*7)	7
		384	64 (8*8)	8
		486	81 (9*9)	9

**Método da Curvatura Máxima.** - O Método da Curvatura Máxima considera a dependência entre o coeficiente de variação e o tamanho das parcelas. Federer (1955) indica que o método consiste em fazer um gráfico do Coeficiente de Variação em função do tamanho da parcela, e posteriormente, escolhe-se como tamanho ótimo o ponto de máxima curvatura. Batista (2006) aponta que o ponto é definido por inspeção visual, dependendo, portanto, da experiência do analista.

O método foi desenvolvido para parcelas experimentais, mas outros autores já empregaram este método para determinação de parcelas para inventários, como no caso de Ferreira *et al.* (1976).

**Método do Coeficiente de Correlação Intraclasse.** - Esse método utiliza o coeficiente de correlação intraclasse relativo às árvores úteis dentro de cada parcela e define como tamanho ótimo o número k de árvores úteis que minimize a variância da média de um tratamento para um número total de árvores N, considerado fixo. Isto é equivalente a minimizar a variância da média para uma área fixa do ensaio, ou, ao contrário, tornar mínima a área do experimento, para obter uma variância dada para a média de cada tratamento (Pimentel-Gomes e Couto, 1985).

Baseado em Pimentel-Gomes (1984), realizou-se um análise de variância a partir das parcelas de 600 m<sup>2</sup> (retangulares) e 486 m<sup>2</sup> (quadradas) as quais foram divididas em subparcelas de 60 m<sup>2</sup> e 54 m<sup>2</sup> respectivamente e anotados os dados do volume de cada árvore (k=10 árvores para retangular e k=9 árvores para quadradas), segundo a Tabela 2.

**Tabela 2.** Análise de Variância do Coeficiente de Correlação Intraclasse.**Table 2.** Variance analysis of Intraclass Correlation Coefficient.

Causas de variação	g.l.	Q.M.	E (Q.M.)
Parcelas	p-1		
Subparcelas	s-1		
Resíduo (a)	(p-1)(s-1)	V <sub>1</sub> (Quadrado médio relativo entre parcelas)	$\sigma^2 [1+ (k-1)\rho ]$
Resíduo (b)	ps(k-1)	V <sub>2</sub> (Quadrado médio relativo dentro das parcelas)	$\sigma^2 (1-\rho)$

Posteriormente determinou-se a estimativa do coeficiente de correlação intraclasse ( $\rho$ ) mediante a fórmula:

$$\hat{\rho} = \frac{V_1 - V_2}{V_1 + (k-1)V_2} \quad k > 1$$

O método foi desenvolvido para parcelas experimentais, mas já foi empregado pelo mesmo autor para determinação de parcelas em inventários florestais (PIMENTEL-GOMES, 1988).

### Resultados e Discussão

O volume total de madeira segundo o censo da área foi de 335,72 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup> com uma média de produção de 74,78 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>.

**Análise de variância.** - Existe uma alta diferença significativa nas formas das parcelas, com uma média de 74,61 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup> na forma quadrada e 68,68 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup> na forma retangular. Couto et al (1989) concordam que podem ser usadas formas próximas da quadrada para florestas implantadas onde o espaçamento é retangular.

Baseado na forma e no tipo de amostragem realizou-se o teste de Tukey e não se determinou diferenças significativas nos tamanhos e nos tipos de amostragem.

Usando o teste de Dunnett realizou-se comparações de médias entre todos os tamanhos das parcelas considerando forma e tipo de amostragem e não se obteve diferença significativa entre os diferentes tamanhos das parcelas e o valor real do censo.

A análise de variância não permite escolher qual é o tamanho de parcela ótimo, ela permite conhecer se existe diferença estatística entre os diferentes tamanhos das parcelas, neste caso realizam-se sugestões por não existir diferenças entre os tamanhos, assim, recomenda-se o uso das parcelas pequenas.

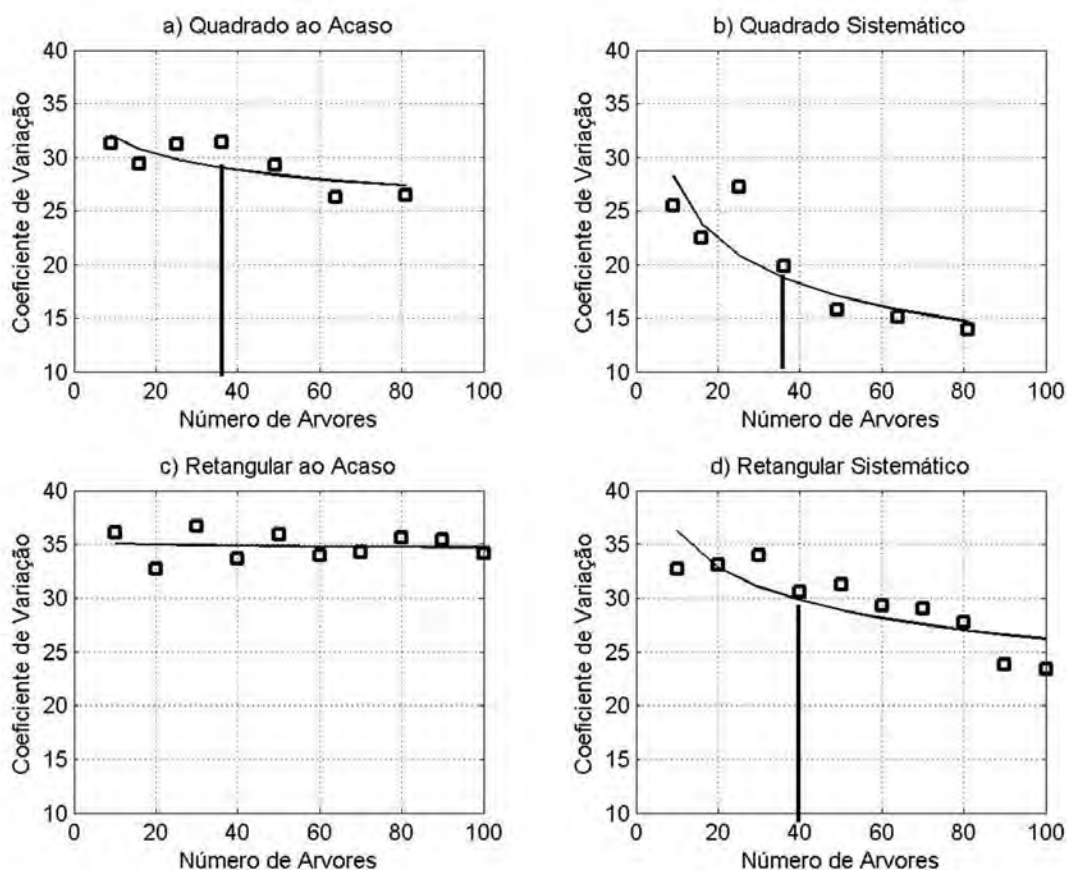
**Método da Curvatura Máxima.** - Observa-se na figura 1 que o ponto de máxima inflexão da curva é na parcela de 36 árvores (216 m<sup>2</sup>) na forma quadrada em uma amostragem sistemática. O método mostrou maior regularidade nos casos de parcelas quadradas em comparação com as retangulares. De igual forma uma maior regularidade no caso de amostragem sistemática em comparação com a amostragem ao acaso. Ferreira *et al.* (1976) apontam que parcelas de 340 a 400 m<sup>2</sup> são o tamanho ideal para inventários florestais em plantações de eucaliptos de diferentes espécies em povoamentos regenerados por alto-fuste e talhadia localizados em Mogi Guaçu-SP e plantados com mudas obtidas de sementes.

Um dos problemas deste método é que em certas plantações não se encontra uma tendência de queda no Coeficiente de Variação, como neste estudo, nas parcelas retangulares ao acaso. Batista (2006) aponta outra desvantagem deste método devido à subjetividade que apresenta ao ser analisado somente de forma gráfica, dependendo muito da experiência do pesquisador. Um outro problema deste método é que a determinação depende muito da escala usada na construção do gráfico, podendo em outra escala determinar um outro ponto de estabilização do coeficiente de variação.

**Método Coeficiente de Correlação Intraclasse.** – Pimentel-Gomes (1984) aponta que o coeficiente de correlação intraclasse deve ser:

$$-1/(k-1) < \rho < 1$$

Neste estudo, como indica a tabela 3, todos os resultados de  $\rho$  foram menores que 0. Como aponta Pimentel-Gomes (1984), quando  $\rho < 0$ ,  $k$  deve ser o maior número natural possível, compatível com um número razoável de graus de liberdade para o resíduo, trabalhando com parcelas sem bordadura, este critério de parcela experimental é mantido neste trabalho de inventário já que o valor negativo do coeficiente de correlação expressa maior heterogeneidade dentro das parcelas. Baseados nos valores de  $k$ , os tamanhos das parcelas neste estudo são: Quadrada ao acaso e sistemática 64 árvores em uma área de 384 m<sup>2</sup>, ou 81 árvores em uma área de 486 m<sup>2</sup>, Retangular ao acaso e sistemática 90 árvores em uma área de 540 m<sup>2</sup>, ou 100 árvores em uma área de 600 m<sup>2</sup>. Nem sempre este critério pode ser empregado, Batista (2006) aponta que na prática não é real a recomendação da parcela de maior tamanho como tamanho ótimo para amostrar, mas Pimentel-Gomes (1988) expressa que na prática geralmente  $\rho > 0$ , onde se pode calcular o número de árvores para cada parcela.



**Figura 1.** Método de Curvatura Máxima para estimativa de volume  
**Graphic 1.** Maximum Curvature Method to estimate volume

**Viés de Amostragem dos métodos empregados.** - Na tabela 4 se expressa o viés de amostragem obtido, em relação ao censo do talhão, e a porcentagem de erro que representa. Os inventários florestais não podem superestimar a produção de uma floresta, precisam trabalhar com dados conservadores. Para este estudo, as parcelas que apresentam um viés de subestimação menor que 2,5%, são as parcelas quadradas sistemáticas de 49, 64, 81 e 36 árvores nas áreas de 294, 384, 486 e 216 m<sup>2</sup> respectivamente. Ferreira *et al.* (1976) apontam que parcelas de 340 a 400 m<sup>2</sup> são de tamanho ideal. A parcela de 49 árvores apresentou menor erro de amostragem e não foi determinada por nenhum método de determinação de tamanho de parcela empregado neste estudo.

**Tabela 3.** Coeficiente de Correlação Intraclasse das parcelas de amostragem.**Table 3.** Intraclass Correlation Coefficient sampling plots.

Forma	tipo	Resíduo (a)		Resíduo (b)		k	$\rho$
		g.l.	$V_1$	g.l.	$V_2$		
Quadrada	acaso	72	0,12278	720	1,17462	9	-0,11049
	sistemático	72	0,07911	720	1,04311	9	-0,11443
Retangular	acaso	81	0,09624	900	1,36456	10	-0,10247
	sistemático	81	0,09188	900	1,40563	10	-0,10309

## CONCLUSÕES

A Análise de Variância determinou que não existe diferença significativa nos tamanhos das parcelas, indicando uma variabilidade mínima entre elas, por isto é necessário implementar o Coeficiente de Correlação Intraclasse, que determinou  $\rho$  negativo, indicando que a variabilidade da floresta de eucalipto é maior dentro das parcelas que entre parcelas. Sendo assim, recomenda-se aumentar o tamanho de parcelas e não trabalhar com parcelas com um número mínimo de árvores. Em todos os casos se demonstrou que em florestas plantadas com mudas oriundas de sementes com um espaçamento retangular (3x2m) as parcelas com tendência às formas quadradas são melhores para determinar o volume de uma floresta. De igual forma, recomenda-se um mínimo de 36 árvores por parcela, distribuídos uniformemente nas linhas (forma quadrada) e localizada sistematicamente.

## Agradecimentos

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Processo: 142719/2009-9).



**Tabela 4.** Intervalos de Confiança das parcelas estudadas.**Table 4.** Confidence Interval of plots.

Forma	Tipo	Número Árvores	Média m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	Viés (%)	Intervalo de Confiança			
					m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	%	Limite Superior * (%)	Limite Inferior * (%)
Quadrada	Acaso	9	71,734	-4,073	±4,376	±6.101	1.780	-9.925
Quadrada	Acaso	16	76,146	1,827	±4,353	±5.717	7.648	-3.994
Quadrada	Acaso	25	77,083	3,080	±4,683	±6.075	9.342	-3.182
Quadrada	Acaso	36	77,063	3,053	±4,711	±6.113	9.353	-3.247
Quadrada	Acaso	49	76,507	2,309	±4,355	±5.692	8.132	-3.515
Quadrada	Acaso	64	77,831	4,080	±3,980	±5.114	9.403	-1.242
Quadrada	Acaso	81	76,253	1,970	±3,927	±5.150	7.221	-3.281
Quadrada	Sistemático	9	68,484	-8,420	±3,397	±4.961	-3.877	-12.963
Quadrada	Sistemático	16	76,637	2,483	±3,358	±4.382	6.974	-2.008
Quadrada	Sistemático	25	72,282	-3,341	±3,833	±5.304	1.785	-8.467
<b>Quadrada</b>	<b>Sistemático</b>	<b>36</b>	<b>73,169</b>	<b>-2,155</b>	<b>±2,834</b>	<b>±3.874</b>	<b>1.636</b>	<b>-5.945</b>
<b>Quadrada</b>	<b>Sistemático</b>	<b>49</b>	<b>74,103</b>	<b>-0,905</b>	<b>±2,280</b>	<b>±3.077</b>	<b>2.145</b>	<b>-3.954</b>
<b>Quadrada</b>	<b>Sistemático</b>	<b>64</b>	<b>73,870</b>	<b>-1,216</b>	<b>±2,175</b>	<b>±2.945</b>	<b>1.693</b>	<b>-4.126</b>
<b>Quadrada</b>	<b>Sistemático</b>	<b>81</b>	<b>73,335</b>	<b>-1,933</b>	<b>±1,985</b>	<b>±2.706</b>	<b>0.721</b>	<b>-4.587</b>
Retangular	Acaso	10	69,779	-6,687	±4,898	±7.019	-0.137	-13.237
Retangular	Acaso	20	65,515	-12,390	±4,167	±6.360	-6.817	-17.962
Retangular	Acaso	30	69,414	-7,176	±4,960	±7.145	-0.544	-13.808
Retangular	Acaso	40	67,248	-10,072	±4,406	±6.551	-4.181	-15.964
Retangular	Acaso	50	70,097	-6,262	±4,895	±6.984	0.285	-12.808
Retangular	Acaso	60	70,702	-5,454	±4,674	±6.611	0.797	-11.704
Retangular	Acaso	70	71,586	-4,271	±4,777	±6.673	2.117	-10.659
Retangular	Acaso	80	71,231	-4,746	±4,932	±6.925	1.850	-11.342
Retangular	Acaso	90	71,644	-4,194	±4,941	±6.897	2.414	-10.801
Retangular	Acaso	100	72,171	-3,489	±4,800	±6.651	2.929	-9.908
Retangular	Sistemático	10	66,147	-11,545	±4,214	±6.371	-5.909	-17.180
Retangular	Sistemático	20	67,376	-9,901	±4,335	±6.435	-4.104	-15.699
Retangular	Sistemático	30	65,554	-12,337	±4,339	±6.619	-6.535	-18.140
Retangular	Sistemático	40	64,728	-13,442	±3,853	±5.952	-8.290	-18.594
Retangular	Sistemático	50	66,049	-11,675	±4,015	±6.079	-6.307	-17.044
Retangular	Sistemático	60	66,611	-10,924	±3,806	±5.714	-5.834	-16.013
Retangular	Sistemático	70	68,380	-8,559	±3,861	±5.646	-3.396	-13.722
Retangular	Sistemático	80	69,240	-7,409	±3,748	±5.413	-2.397	-12.421
Retangular	Sistemático	90	69,581	-6,953	±3,217	±4.624	-2.650	-11.255
Retangular	Sistemático	100	70,507	-5,714	±3,214	±4.558	-1.416	-10.011

\* % em relação a média do censo do talhão.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Batista, J. L. F. 2006. Tamanho e Forma de Parcela. Apostilas da Disciplina Métodos de Amostragem em Levantamentos Florestais do Programa de Pós Graduação em Recursos Florestais. ESALQ/USP.
- Couto, H. T. Z. do; Batista, J.L.F.; Rodrigues L.C.E. 1989. Mensuração e Gerenciamento de Pequenas Florestas. Documentos Florestais. ESALQ/USP. Piracicaba. 36p.
- Farias, C. A. de; Boëchat, S. C. P.; Souza, A. L. de; Leite, H. G. 2002. Comparação de métodos de amostragem para análise estrutural de florestas inequidistantes. *Árvore*, Viçosa. v.26, n.5. p: 541-548.
- Federer, W. 1955. *Experimental Design. theory and application*. Macmillan Company, New York. p: 58-65.
- Ferreira, C. A.; Mello, H. A.; Kajiyá, S. 1976. Estimativa do volume de madeira aproveitável para celulose em povoamentos de *Eucalyptus spp*: Estudo da determinação do tamanho ideal de parcelas. IPEF, Piracicaba. n.13. p: 47-66.
- Fisher, R. A. 1932. *Statistical Methods for Research Workers*. Oliver & Boyd, Londres.
- Pimentel-Gomes, F. F. 1984. O problema do tamanho das parcelas em experimentos com plantas arbóreas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília. v.19, n.12. p: 1507-1512.
- Pimentel-Gomes, F. F.; Chaves, R. 1988. A amostragem ótima em inventário florestal. IPEF. Piracicaba. n. 38. p: 17-22.
- Pimentel-Gomes, F. F.; Couto, H. T. Z. do. 1985. O tamanho ótimo de parcela experimental para ensaios com eucaliptos. IPEF, Piracicaba. n.31. p: 75-77.

# EFICIÊNCIA DE HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES OXYFLUORFEN E SULFENTRAZONE EM ÁREA DE *Eucalyptus* spp.

## THE EFFICIENCY OF THE OXYFLUORFEN AND SULFENTRAZONE PRE-EMERGENT HERBICIDES AT *Eucalyptus* spp. AREA.

Navroski, M. C.<sup>1</sup>; Guimarães, C. C.<sup>2</sup>; Pereira, M. O.<sup>3</sup>, Reiniger, L. R. S.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Florestal, Mestrando em Silvicultura do Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. navroskiflorestal@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Acadêmico do Curso de Graduação em Engenharia Florestal. UNIPAMPA - São Gabriel. Supervisor em Silvicultura da Empresa Stora Enso. CEP 97590-000. Rosário do Sul, RS, Brasil. claudiney.guimaraes@storaenso.com

<sup>3</sup> Acadêmica do Curso de Graduação em Engenharia Florestal. Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. maripereira.florestal@gmail.com

<sup>4</sup> Engenheira Agrônoma, Professora Adjunta, Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil [liarejanasilveirareiniger@yahoo.com.br](mailto:liarejanasilveirareiniger@yahoo.com.br).

### RESUMO

Entre as etapas de implantação e formação de florestas plantadas, o controle da matocompetição é uma operação de grande importância. Neste contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar a viabilidade, eficiência, dosagem e período de aplicação de dois herbicidas pré-emergentes usados no plantio e na condução de povoamentos de *Eucalyptus* spp. Foi realizada avaliação de eficiência dos herbicidas aos 90 dias após o plantio, com base no número de plantas/m<sup>2</sup>. O tratamento T4 (120% Sulfentrazone) foi o tratamento que obteve melhor resultado, apresentando apenas 6,1 plantas daninhas vivas/m<sup>2</sup>, seguido pelo T3 (100% Sulfentrazone), que apresentou 6,4 plantas/m<sup>2</sup>. Os resultados indicam que o herbicida Sulfentrazone obteve de forma geral um melhor resultado que o herbicida Oxyfluorfen.

**Palavras-chave:** Pré-emergência, produção florestal, matocompetição, silvicultura

### SUMMARY

Among the implantation and formation phases of the planted forests, the weed competition control is a very important activity. The objective of this study was to evaluate the viability, effectiveness, dosage and period of application of two pre-emergent herbicides used in the *Eucalyptus* spp. The herbicides efficiency was evaluated after a 90 day - planting, based on the number of living weeds per square meter (weeds/ m<sup>2</sup>). The T4 treatment (120% sulfentrazone) was the one that showed the best result, 6,1 living weeds per square meter (weeds/m<sup>2</sup>), followed by T3 (100% sulfentrazone) with 6,4 living weeds/m<sup>2</sup>. Sulfentrazone showed better results than Oxyfluorfen.

**Keywords:** Pre-emergence, forest production, weed competition, silviculture

### INTRODUÇÃO

Atualmente, o eucalipto está entre as principais fontes de matéria-prima para a produção de celulose, de carvão vegetal para siderurgia e fabricas de cimento, serrarias, postes, óleos essenciais, entre outras finalidades (Lima, 1996).

As culturas florestais, assim como qualquer população vegetal, estão sujeitas a uma série de fatores ecológicos que, direta ou indiretamente, podem afetar o crescimento das

árvores, e conseqüentemente a produção de madeira para serraria carvão e celulose, entre outros produtos (Pitelli e Karam, 1988). Dentre os fatores que afetam essas culturas, podemos citar a interferência a partir da presença de plantas daninhas, capazes de provocar mudanças em inúmeros fatores ecológicos (Alves, 1992).

O grau de interferência das plantas daninhas em povoamentos de eucalipto depende das manifestações de fatores ligados à própria cultura (espécie, variedade ou clone e densidade de plantio), à comunidade infestante (composição específica, densidade e distribuição), a época e extensão do período de convivência, além das alterações pelas condições climáticas, edáficas e dos tratos culturais (Pitelli e Karam, 1988).

Dentre os métodos que podem ser empregados para o controle de plantas daninhas, o controle químico, por apresentar resultados antecipados, vem sendo empregado em maior escala. No entanto, alguns critérios devem ser observados quando da sua utilização, tais como: a escolha do produto a ser usado; a necessidade de mão-de-obra especializada para realizar a operação de aplicação; e, ainda, os riscos de contaminação do ambiente (Gelmini, 1988).

O uso de herbicidas em pré-emergência oferece a vantagem do controle de plantas daninhas antes que essas possam competir com a cultura e provocar redução do rendimento. Dentre os herbicidas recomendados, o oxyfluorfen tem sido usado extensivamente no controle de plantas daninhas, como gramíneas e dicotiledôneas em coníferas, desde a fase de viveiro, assim como em mudas recém-transplantadas e plantas estabelecidas (Yih, 1986).

Já o herbicida a base de sulfentrazone possui um uso mais atual, controlando várias espécies de plantas daninhas, mono e dicotiledôneas, nas culturas agrícolas como cana-de-açúcar, soja, café, possuindo também bom desempenho em plantios de eucalipto, além do seu uso em pátios industriais. (Rodrigues e Almeida, 2005).

O uso de herbicidas na silvicultura não possui um histórico de pesquisas e técnicas avançadas de aplicação, provocando muitas vezes o uso de produtos de forma inadequada, com dosagens impróprias, ocasionando além de maiores gastos com aplicação danos ao meio ambiente. Desta forma, pesquisas devem ser realizadas com diferentes produtos, procurando obter mais eficiência, uma dosagem adequada, época de aplicação apropriada, menor custo e principalmente com maior eficiência do uso. Além de buscar novas estratégias para aplicação destes produtos sejam pré-emergentes ou pós-emergentes.

Dessa maneira o trabalho teve como objetivo avaliar dois herbicidas pré-emergentes em plantios de *Eucalyptus* spp. no Sul do Brasil, testando-se o herbicida mais eficiente ao combate a matocompetição e as dosagens mais adequadas. Além disso, objetivou-se avaliar o melhor momento de aplicação desses herbicidas.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Cerro, localizada em área pertencente à Empresa Stora Enso no município de Itaqui, tendo como coordenadas geográficas centrais 55° 33' 55'' W e 29° 10' 30'' S e uma altitude média de 180 m em relação ao nível médio do mar. Apesar da boa distribuição e chuvas durante o ano, é comum ocorrerem pequenas secas e até déficits hídricos acentuados nesta região de abrangência do projeto. O local do estudo é coincidente com as áreas de maior temperatura média anual do estado e terceiro menor índice pluviométrico, o que é fator importante para o planejamento das épocas e métodos de aplicação de herbicidas e também de plantio (IFC-RS, 2001).

O Rio Grande do Sul apresenta uma grande variedade de tipos de solos, como conseqüência da complexidade da formação geológica e da ação climática existente.

A Fazenda Cerro localizada no município de Itaqui apresenta segundo Pessotti (2006) Latossolo vermelho distrófico típico, com textura média arenosa, horizonte A moderado, álico ou endoálico. Solo profundo, fortemente drenado, com textura areia franca até 50 cm de

profundidade, seguidos com textura franco arenosa ou franco argilo arenosa nos horizontes mais profundos. A atividade agrícola é bastante presente neste bloco onde ocorrem solos bastante degradados com a presença de ravinas e voçorocas. A ausência de vegetação associada à estas formações é bastante comum

Foram utilizados dois herbicidas pré-emergentes. O Oxyfluorfen é um herbicida do grupo dos Ifenileters composto quimicamente por 2-chloro-a,a,a-trifluoro-p-tolyl 3-ethoxy-4-nitro-phenyl ether e 240 g/L de ingrediente ativo (Dow Agrosiences, 1998).

O outro herbicida testado, o sulfentrazona, 2',4'-dichloro-5-(4-difluoromethyl-4,5-dihydro-3-methyl-5-oxo -1H1,2,4-triazol-1-yl) methanesulfonanilide, pertence ao grupo químico das triazolinonas, é um herbicida para aplicação em pré-emergência (Rodrigues e Almeida, 2005).

O delineamento estatístico empregado foi blocos casualizados ao acaso com parcelas subdivididas e com três repetições, constituídos por sete tratamentos na avaliação de eficiência dos herbicidas, a **tabela 1** mostra a descrição dos tratamentos e as respectivas dosagens dos produtos utilizados, as dosagens foram definidas a partir da recomendação do fabricante e usadas pela empresa. Para a avaliação de época de aplicação utilizou-se quatro tratamentos, sendo o TA (dez dias antes do plantio), TB (cinco dias antes do plantio), TC (dois dias após o plantio) e TD (cinco dias após o plantio).

Tabela 1 - Descrição dos tratamentos, herbicidas utilizados e respectivas dosagens.

Table1 - Description of treatments, herbicides used and their dosages.

Tratamento	Herbicida	Dose	
		i.a *	p.c**
T1 - Testemunha	-	0	0
T2	Sulfentrazona	120,0	0, 24
T3	Sulfentrazona	150,0	0, 30
T4	Sulfentrazona	180,0	0, 36
T5	Oxyfluorfen	307,2	1,28
T6	Oxyfluorfen	384,0	1,60
T7	Oxyfluorfen	460,8	1,92

\*ingrediente ativo (g/ha), \*\*produto comercial (l/ha)

Utilizou-se no experimento parcelas subdivididas, sendo a sub-parcela um com aplicação dez dias antes do plantio, a sub-parcela dois com cinco dias antes o plantio e as sub-parcelas três e quatro com período de aplicação do herbicida de dois e cinco dias após o plantio respectivamente.

As mudas de eucalipto, com cerca de 100 dias de idade, foram plantadas no espaçamento de 2,5 m entre plantas e 3,5 m entre linhas de plantio. As parcelas experimentais foram constituídas por treze linhas de plantio com vinte e três plantas cada, totalizando 2.310 m<sup>2</sup>, sendo uma linha externa de cada lado e uma planta na extremidade das linhas internas consideradas bordadura, totalizando 1.260 m<sup>2</sup> de área útil.

Na sequência foram demarcadas as 18 parcelas e em seguida aplicado herbicida na sub-parcela um (dez dias antes do plantio), sub-parcela dois (cinco dias antes do plantio). Após a primeira etapa de aplicação de herbicida foi efetuado o plantio. Devido ao período prolongado de estiagem foi realizada irrigação das plantas após o plantio. Dois dias após plantio foi aplicado herbicida na sub-parcela quatro, e cinco dias após plantio efetuou-se a aplicação na sub-parcela quatro.

A aplicação do herbicida foi realizada de forma manual com pulverizador costal de 16 litros para facilitar o controle da operação e da dosagem, sendo difícil a aplicação mecanizada nas parcelas dos diferentes tratamentos.

A avaliação de eficiência do produto foi realizada aos 90 dias após o plantio, momento considerado pelos fabricantes como período de controle das ervas daninhas. A forma de avaliação foi à contagem de plantas daninhas com mais de três folhas. A área de avaliação foi 5 metros de comprimento na linha, por 80 centímetros de largura. Realizou-se três avaliações por sub-parcela, totalizando 12 m<sup>2</sup> de área analisada. O total de plantas foi calculado pela média das três avaliações. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $P<0,05$ ).

Para a avaliação estatística da melhor época de aplicação do pré-emergente, utilizaram-se os mesmos dados do teste de dosagem, somente não foram consideradas as parcelas testemunhas. Os testes estatísticos foram obtidos a partir das sub-parcelas, que apresentavam quatro diferentes épocas de aplicação, não se considerou as dosagens e os produtos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Avaliação dos produtos e dosagem

Os resultados de análise de dosagem e época de aplicação mais adequada podem ser visualizados na **figura 1**.

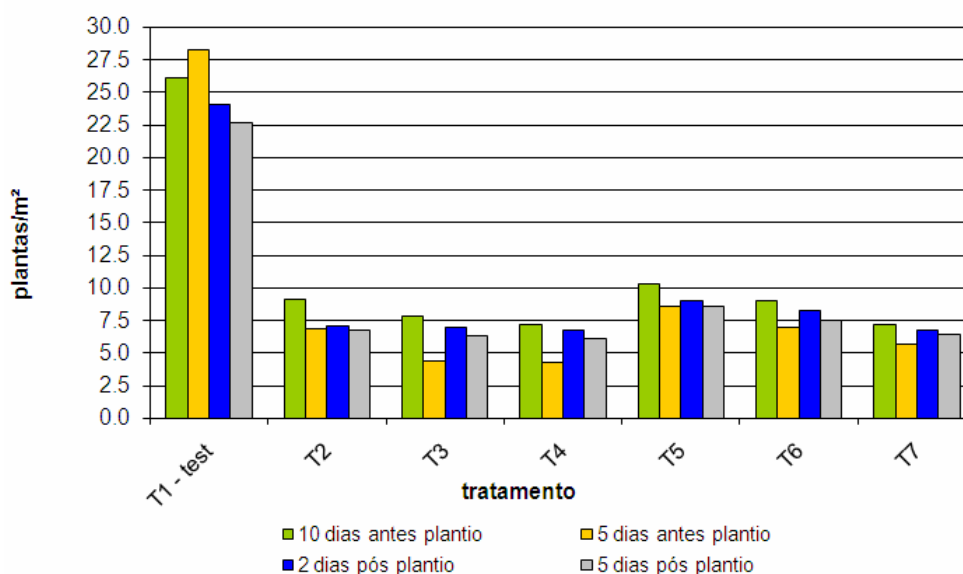


Figura 1 - Número de plantas daninhas vivas/m<sup>2</sup> nos tratamentos avaliados e as diferentes épocas de aplicação do produto.

Figure 1 - Number of live weeds/m<sup>2</sup> for all treatments and the different stages of the product.

Conforme podemos ver na **figura 1** o herbicida pré-emergente apresenta grande importância no seu uso, justificando a sua aplicação e sua eficiência ao combate da matocompetição no estágio inicial do desenvolvimento do eucalipto. A avaliação realizada aos 90 dias após o plantio o número de plantas daninhas por m<sup>2</sup> nas parcelas testemunhas, onde não foi aplicado herbicida, apresenta número de plantas vivas muito superior em comparação aos tratamentos com pré-emergentes, independente da dosagem ou época de aplicação.

Quando considerado os dois produtos avaliados e respectivas dosagens, observamos uma tendência normal, ou seja, quanto menor a dosagem, maior o número de plantas daninhas

vivas/m<sup>2</sup>. E quando avaliamos a maior dosagem (120%) observamos a presença de um menor número de plantas, para ambos os produtos avaliados.

O herbicida Sulfentrazone obteve no geral um melhor resultado que o herbicida Oxyfluorfen, este melhor desempenho pode ser verificada na **tabela 2**.

Tabela 2 - Média dos tratamentos (plantas daninhas vivas/m<sup>2</sup>) obtidos na avaliação de eficiência e dosagem.  
Table 2 - Average treatments (weed live/m<sup>2</sup>) obtained in the evaluation of efficiency and determination.

Tratamentos	Médias
T1 Testemunha	25,34 a*
T2 (80% Sulfentrazone)	7,46 bc
T3 (100% Sulfentrazone)	6,39 c
T4 (120% Sulfentrazone)	6,10 c
T5 (80% Oxyfluorfen)	9,13 b
T6 (100% Oxyfluorfen)	7,96 bc
T7 (120% Oxyfluorfen)	6,55 c
CV% = 16,96	

\*As médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si (teste de Tukey,  $P < 0,05$ ).

O tratamento T4 (120% Sulfentrazone) foi o tratamento que obteve melhor resultado, com média de 6,1 plantas vivas/m<sup>2</sup>. Contudo, esse tratamento não difere estatisticamente do T3 (100% Sulfentrazone), que obteve 6,4 plantas/m<sup>2</sup> e do T7 (120% Oxyfluorfen) que obteve a média de 6,5 plantas/m<sup>2</sup>, não diferindo também do T2 e T6.

O Oxyfluorfen apresenta resultados bons quando comparado a outros produtos com diferentes ingredientes ativo. Segundo Ferreira et al. (2002), em estudo avaliando o efeito de herbicidas de pré-emergência sobre o desenvolvimento inicial de espécies arbóreas concluiu que o Oxyfluorfen promoveu o menor índice de emergência, sendo inferior aos demais tratamentos, testados com imazapyr, acetochlor e atrazina.

Avaliando-se a dosagem de 100%, ou seja, a dose usual empregada na empresa e recomendada pelos fabricantes, obteve-se a menor quantidade de plantas/m<sup>2</sup> no tratamento usando Sulfentrazone, alcançando a média de 6,4 plantas/m<sup>2</sup>, entretanto não diferenciando estatisticamente da aplicação com Oxyfluorfen, no qual obteve uma média de 8,0 plantas/m<sup>2</sup>.

Em relação à dosagem do produto Sulfentrazone, houve um comportamento esperado, diminuindo a quantidade de ervas daninhas na proporção em que se aumenta a dosagem. A dosagem de 80% obteve a maior concentração de plantas/m<sup>2</sup>, mas não diferiu estatisticamente do T4 e T5, no qual não apresentaram diferença entre si. Dessa maneira, uma dosagem superior a 100% da dosagem não apresenta resultado viável.

Já relacionando os tratamentos testados com Oxyfluorfen, houve novamente um comportamento aguardado. O tratamento T7 foi o que obteve melhor resultado, diferindo estatisticamente do T5, que obteve a maior média de infestação. Já o T6 apresentou maior infestação que o T7, mas não houve diferença significativa.

Costa et al. (2002), avaliando a eficiência de nova formulação do herbicida oxyfluorfen no controle de plantas daninhas em área de *Pinus caribea* concluiu que a formulação de oxyfluorfen a 480 g/l, quando com parada com 240 g/l, permite uma redução na dose do produto comercial, sem afetar a eficácia de controle das espécies estudadas.

### Avaliação da época de aplicação

A **tabela 3** mostra as médias dos tratamentos quando avaliamos as épocas de aplicação dos pré-emergentes testados.

O tratamento TB (cinco dias antes plantio), que obteve o melhor resultado com média de 6,1 plantas/m<sup>2</sup> não diferiu estatisticamente do TD (cinco dias após plantio) que obteve 7,0 plantas/m<sup>2</sup> de média, porém difere dos outros dois tratamentos.

Costa et al. (2002), avaliando a eficiência do herbicida oxyfluorfen no controle de plantas daninhas em área de *Pinus caribea* concluiu que o herbicida aplicado em pré-emergência foi eficiente no controle das espécies *Ipomoea grandifolia* por um período 37 DAT, *Brachiaria decumbens* por 62 DAT e de *Panicum maximum* e *Sida rhombifolia* por até 95 DAT.

Tabela 3 - Médias dos tratamentos (plantas viva/m<sup>2</sup>) avaliando época de aplicação dos herbicidas.  
Table 3 - Treatment means (live plants/m<sup>2</sup>) evaluating time of application of herbicides.

Tratamentos	Médias
TA (10 dias antes plantio)	8,47 a*
TB (5 dias antes plantio)	6,13 c
TC (2 dias após plantio)	7,51 ab
TD (5 dias após plantio)	6,96 bc
CV%: = 19,61	

\*As médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si (teste de Tukey,  $P < 0,05$ ).

A elevada quantidade de ervas daninhas encontrada no tratamento TA (dez dias antes do plantio), deve-se provavelmente ao vencimento do tempo estipulado pelos fabricantes de período de controle da matocompetição, que é em torno de 90 dias. A diferença para o último período de aplicação é de 15 dias, ou seja, nesse período após os 90 dias a germinação ocorreu em grande quantidade. Porém, este fator não é o único pela menor infestação de plantas daninhas, outro fator de grande importância é a situação climática no momento da aplicação. Isso pode ser comprovado pela época de aplicação cinco dias antes do plantio que apresentou a menor taxa de infestação. A aplicação ocorreu em período após chuva, com umidade do ar e do solo alta, e temperatura adequada.

Segundo os fabricantes dos produtos utilizados o herbicida atinge o máximo de eficiência em temperatura máximas de 28 °C, umidade relativa do ar mínima de 55 % e velocidade máxima do vento de 10 km/h (Dow Agrosiences, 1998; Vetquímica 2008).

## CONCLUSÕES

Quando consideramos os dois produtos avaliados e respectivas dosagens, observamos uma tendência normal, ou seja, quanto menor a dosagem, maior o número de plantas/m<sup>2</sup>. Os resultados obtidos indicam que o herbicida Sulfentrazone obteve no geral um melhor resultado que o herbicida Oxyfluorfen.

Em relação à época de aplicação notamos uma menor infestação na época de aplicação 5 dias antes do plantio, devido às boas condições do solo e do ambiente no momento dessa aplicação, fato que não se repetiu nos demais momentos de aplicação. Quando estendemos o momento estipulado pelos fabricantes como período de controle (90 dias) observa-se um aumento expressivo na matocompetição.

## Agradecimento

Agradecemos a Empresa StoraEnso - Brasil pelos auxílios no desenvolvimento da pesquisa.

## BIBLIOGRAFIA

ALVES, P. L. C. A. Estudo das propriedades alelopáticas de espécies de *Eucalyptus* spp e sua potencialidade no manejo de plantas daninhas. FUNEP, 1992.



- COSTA, E. A. D.; MATALLO, M. V.; CARVALHO, J. C.; ROZANSKI, A. Eficiência de nova formulação do herbicida Goal no controle de plantas daninhas em área de *Pinus caribea* Morelet var. *hondurensis* Barr. Et golf. **R. Árvore**, v.26, n.6, p.683-689, 2002
- DOW AGROSCIENCES, 1998. **Manual do Produto Goal BR**. Disponível em: <<http://www.dowagro.com/br/produtos/agro/herb.htm>>. Acesso em: 20 de outubro de 2009.
- FERREIRA, R.A.; DAVIDE, A.C.; ALCANTARA, A.N.; MOTTA, M.S. Efeito de herbicidas de pré-emergência sobre o desenvolvimento inicial de espécies arbóreas. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 4, n. 1.2002. p. 133-145.
- GELMINI, G.A. **Herbicidas**: indicações básicas. Fundação Cargil, 1988. 334p.
- IFC - **Inventário Florestal Contínuo - RS**. Disponível em: <<http://coralx.ufsm.br/ifcers/clima.htm>> Acessado em: 20 de out 2009.
- LIMA, W. P. **Impacto ambiental do eucalipto**. 2 ed. Editora da Universidade de São Paulo, 1996, 301p.
- PESSOTTI, J.E.S. **Classificação de Solos das Fazendas da empresa Stora Enso**. Relatório técnico (Dados não publicados). 2006.
- PITELLI, R.A. Interferência das plantas daninhas nas culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, v.11, n.29, p.16-27, 1985.
- PITELLI, R.A., KARAM, D. Ecologia de plantas daninhas e sua interferência em culturas florestais. In: SEMINÁRIO TÉCNICO SOBRE HERBICIDAS EM REFLORESTAMENTOS, 1, 1988. **Anais...** p.44-64. 1988.
- PITELLI, R.A.; MARCHI, S.R. Interferência das plantas invasoras nas áreas de reflorestamento. In: SEMINÁRIO TÉCNICO SOBRE PLANTAS DANINHAS E O USO DE HERBICIDAS EM REFLORESTAMENTO, 1991. **Anais...** Rio de Janeiro: 1991. p.110-23.
- RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 5. ed. Edição dos autores, 2005. p. 484-490.
- VETQUÍMICA. In: **Modo de ação do Solara**. 2005. Disponível em: <[http://www.vetquimica.com.br/content/mat\\_produtos.php](http://www.vetquimica.com.br/content/mat_produtos.php)>. Acesso em: 15 de outubro de 2009.
- YIH, R. Y. **Oxyfluorfen a herbicide with a myriad of uses**. Spring House: Rohm and Haas Company, 1986. p. 30-32.

# ANÁLISE DOS ERROS DE MEDIÇÃO DE UM DENDRÔMETRO PARA A QUANTIFICAÇÃO DO VOLUME DE ÁRVORES EM PÉ

## Analysis of measurements's errors of a dendrometer to quantify the volume of standing trees

Nicoletti, M. F.<sup>1</sup>; Castro, T. N.<sup>1</sup>; Batista, J. L. F.<sup>2</sup>; Cunha, C. R.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Engenheiros Florestais, Mestrandos em Recursos Florestais, Universidade de São Paulo, Av. Pádua Dias 11, Piracicaba-SP, CEP 13418-900, mfnicoletti@usp.br, tito.castro@usp.br, cacaflorestal@usp.br

<sup>2</sup>PhD, Professor Doutor, Universidade de São Paulo, Av. Pádua Dias 11, Piracicaba-SP, CEP 13418-900, Brasil, parsival@usp.br

### RESUMO

A determinação do volume em florestas tem grande importância em inventários florestais, porém, em algumas situações torna-se necessária a derrubada de árvores para o ajuste de equações de volume, o que muitas vezes torna-se uma prática inviável. Assim, o objetivo foi avaliar a precisão do *Criterion 400* na cubagem rigorosa para o cálculo do volume sob amostragem não destrutiva. Este foi realizado em Itatinga/SP num plantio de eucalipto e em Piracicaba/SP numa mata ciliar. Foram feitas medidas a cada metro ao longo do tronco de cada árvore com o dendrômetro e com uma suta e trena. Os resultados mostraram uma variação de erro em volume para as árvores medidas na mata ciliar, mas sem viés quando considerado valores médios e volume total das parcelas (-0,31%). Enquanto que para o plantio de eucalipto, o volume foi subestimado em torno de 15%. Portanto, o *Criterion* demonstrou, em geral, medidas precisas para a estimativa do volume na mata ciliar, diferente do ocorrido no plantio de eucalipto, onde o erro relativo do volume foi entre 10 a 15%.

**Palavras-chave:** Criterion 400; Viés do volume; Amostragem não destrutiva.

### SUMMARY

The determination of the volume of standing trees is important for forest inventories, but destructive ways are required in most cases. So, the aim of this paper is evaluate the *Criterion 400* precision in the determination of volume at non-destructive sample. It was performed on a eucalyptus stand at Itatinga/SP and on a recovered forest at Piracicaba/SP. Measurements were made every meter along the stem of each tree with the dendrometer and with a caliper and tape. The results shows an error variation in volume for the trees measured at recovered forest, but without bias when the mean values and the total volume in the plots (-0,31%) are considered. Whereas in the plots at eucalyptus standing, the volume was underestimated around 15%. Thus, the *Criterion* proved generally accurate measurements to estimate the volume on the situation of riparian forest, unlike what occurred in eucalyptus standing that the relative error in volume was about 10 to 15%.

**Keywords:** Criterion 400; Volume bias; non-destructive sample.

### INTRODUÇÃO

A mensuração florestal é um importante elemento no manejo florestal, uma vez que fornece informações precisas sobre a floresta, permitindo, assim, a tomada de decisões adequadas na realização deste, além de possibilitar o melhor planejamento de suas atividades.

As duas variáveis mais utilizadas para a realização de inventários florestais são a altura e o diâmetro, que são usadas para o cálculo da área basal e do volume de madeira existentes em uma floresta (Freitas e Wichert, 1998).

Para a confiabilidade de um inventário florestal é necessário que se conheçam as suas fontes de erro, para assim tentar eliminar, ou ao menos minimizar o seu efeito sobre a precisão das medições. Os erros em um inventário florestal podem ser sistemáticos, relacionados com as medições, ou amostrais referentes ao sistema de amostragem utilizado (Couto e Bastos, 1988).

Segundo Perez (1989), os erros ocorridos nas medições dos diâmetros e alturas de árvores são devidos a erros do operador, problemas no instrumento e condições de observação. Os erros cometidos na medição do diâmetro são mais importantes que os cometidos na medição da altura, sendo que um erro de 1 cm na determinação do diâmetro corresponde a um máximo de 19% no cálculo do volume; e um erro de 1 m na medição da altura, a apenas 14% deste mesmo volume (Couto et al., 1989).

A cubagem rigorosa do volume de madeira das árvores é a ferramenta tradicionalmente utilizada para quantificar o volume das árvores individuais, mas, para realizá-la, é necessário utilizar o método destrutivo que consiste em abater a árvore para realizar as medições do diâmetro do tronco em posições pré-definidas.

Esta prática como método destrutivo demanda muito tempo e recurso, sendo particularmente problemática em florestas tropicais onde existem árvores de grande tamanho. A amostragem destrutiva também se torna problemática em áreas florestais de proteção ambiental, onde o abate de árvores é proibido por lei (Castro et al., 2008).

O uso de relações empíricas (equações de volume) para obter o volume das árvores sem abatê-las não é uma solução, pois o desenvolvimento da relação empírica exige os dados fornecidos pela cubagem rigorosa. Quando a relação empírica é extrapolada de uma região, onde foi desenvolvida via amostragem destrutiva, para outra região, onde a amostragem destrutiva não é possível, surge a questão da representatividade da relação empírica, com os problemas inerentes à extrapolação (Castro et al., 2008).

Nos inventários florestais é cada vez mais comum a utilização de equipamentos eletrônicos nas atividades de mensuração florestal, tais como: suta eletrônica, coletores de dados e medidores de altura. Isto se deve ao fato de que estes equipamentos facilitam a coleta de dados, assim como a posterior manipulação dos mesmos (Freitas e Wichert, 1998).

Kalliovirta et al. (2004) avaliou o funcionamento de um instrumento capaz de realizar medidas indiretas do diâmetro, o relascópio a laser, o qual é a combinação de um relascópio com um dendrômetro. Comparando os resultados obtidos, concluíram que o relascópio a laser demonstrou um erro padrão maior tanto para altura como para o diâmetro em relação ao Criterion 400 e ao Barr & Stroud. A acurácia foi dependente da distância entre o aparelho e o objeto, demonstrando também que o mesmo deve ser usado quando a floresta possui boa visibilidade.

Com isso, o objetivo deste trabalho foi verificar a precisão do Criterion 400, por meio da análise do comportamento dos erros absolutos e relativos, na possibilidade da utilização para cubagem rigorosa, em substituição ao método destrutivo.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Área de estudo**

O estudo foi realizado na Estação Experimental de Ciências Florestais de Itatinga/SP, do Departamento de Ciências Florestais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo, ESALQ/USP, localizada a 23° 10' S e 48° 40' W, com 857 metros de altitude média. Também foi realizado na mata ciliar do rio Piracicamirim, em trecho pertencente ao campus da ESALQ/USP, no município de Piracicaba/SP, localizada a 22° 42' S e 47° 37' W, com 550 metros de altitude média. O clima da região de Itatinga e de Piracicaba,

segundo Köeppen, é caracterizado como mesotérmico úmido (Cwa), com precipitação anual média de 1308 mm para Itatinga e 1328 mm para Piracicaba.

As parcelas alocadas em Itatinga encontram-se em um povoamento de *Eucalyptus grandis* Hill Ex Maiden, enquanto as alocadas em Piracicaba encontram-se em uma Floresta recuperada com espécies nativas e exóticas com idade aproximada de 50 anos.

### Descrição do aparelho Criterion 400

O Criterion modelo 400 considerado por Liu et al. (1993) como a versão digital do Relascópio de Bitterlich, pode ser usado para medir diâmetro a qualquer altura, alturas das árvores, classe de forma, área basal do povoamento, inclinação do terreno em graus e em porcentagem, distâncias horizontais e inclinadas, ângulos horizontais e coordenadas para levantamentos topográficos, apresentados por um mostrador digital. Possui a capacidade de armazenar na memória dados que podem ser transferidos para o computador, onde ocorre a execução de cálculos.

O aparelho (figura 1) contém uma lente reticulada em sua ocular para medição dos diâmetros a diferentes alturas.



**Figura 1 - Tripé com o aparelho Criterion 400 para medições dos diâmetros a diferentes alturas.**

**Figure 1 - Tripod with the device Criterion 400 for measurements of diameter at different heights.**

### Coleta de dados

As medições em Itatinga foram feitas em duas parcelas retangulares de 400 m<sup>2</sup> cada, resultando em 72 árvores no total (36 árvores por parcela) de um povoamento de *Eucalyptus grandis* com seis anos de idade. Instalou-se o aparelho e iniciou-se as medições com o mesmo nivelado. Primeiramente obteve-se a distância horizontal entre a árvore e o aparelho, o ângulo da base e do topo e a altura total. Após, foi feita a cubagem rigorosa com o Criterion 400 das árvores em pé e numerados os indivíduos com placa metálica. As medidas tomadas para cubagem foram a 10 cm; 1,30; 2 m e depois em intervalos de 1 m até que o diâmetro do fuste fosse menor que 5 cm. O volume individual das árvores foi calculado pela fórmula de Smalian, excluindo o volume do toco e até que o fuste fosse menor que 5 cm de diâmetro, conforme Machado e Figueiredo Filho (2006). A seguir, derrubaram-se as árvores com motosserra e com a trena foram marcadas as mesmas medidas ao longo do fuste quando cubadas ainda em pé e a altura total. Os diâmetros foram medidos com uma suta, sendo que para cada diâmetro foram feitas duas medidas, uma 90° em relação à outra e obtida a média.

As medições em Piracicaba foram realizadas em duas parcelas retangulares de 20m x 30m (600m<sup>2</sup>) totalizando 64 árvores. Todas as árvores de cada parcela com DAP superior a 10cm tiveram seu DAP e altura comercial medidos. Os diâmetros do tronco foram medidos a intervalos de 1m, com início a 30 cm do solo e término a 5,0m, visando realizar a cubagem do

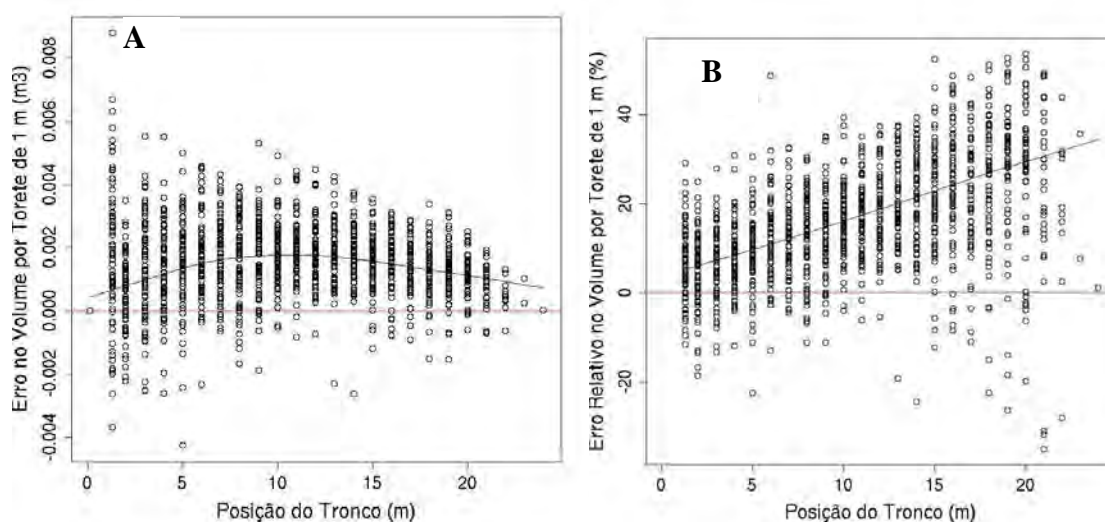
tronco com a árvore em pé. As medições de altura e diâmetro por seção foram realizadas através do Criterion 400, pelo mesmo método utilizado em Itatinga, e com a utilização de uma escada e uma suta, sem a derrubada da árvore. Os volumes de cada seção foram calculados pela fórmula de Smalian.

O erro absoluto foi calculado pela diferença das medidas observadas, neste caso pela suta, e pelas medidas estimadas, fornecidas pelo aparelho de medição com a árvore em pé. Já o erro relativo foi calculado pela divisão do erro absoluto pelas medidas observadas e multiplicadas por 100.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após análise dos dados, observou-se o comportamento dos erros absolutos e relativos para o volume por torete e por árvore. Os resultados demonstram grande amplitude de variação do erro de medição das medidas obtidas pelo Criterion.

O erro absoluto no volume por torete de um metro ( $m^3$ ) e o relativo (%) são apresentados no gráfico 1.



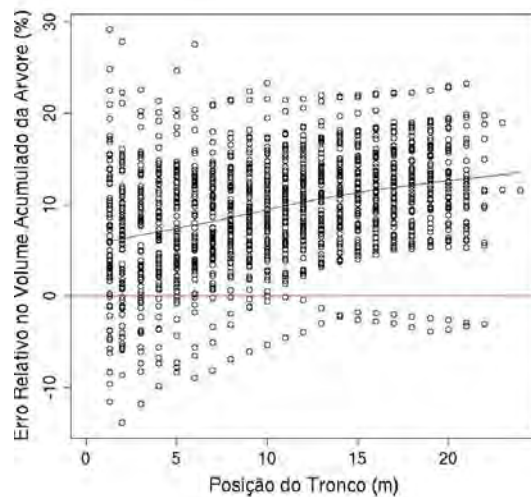
**Gráfico 1 - Erro volumétrico por torete de um metro (em  $m^3$ , A) e erro relativo volumétrico por torete de um metro (em %, B).**

**Graphic 1 – Volumetric error per section of a meter ( $m^3$ , A) and percentage volumetric error per section of a meter (% , B).**

O erro no volume por torete foi crescente até aproximadamente 10 m de altura do tronco e depois, tendeu a diminuir com o aumento da posição do tronco, demonstrando medidas subestimadas.

Já o erro relativo do volume por torete demonstrou-se crescente conforme se aumentava a posição do tronco. Então, quanto maior a posição do tronco maior será o erro das medidas tomadas com o Criterion pelo método não destrutivo, sendo que para os volumes dos últimos toretes da árvore o erro ultrapassou os 20%.

O desempenho do erro relativo no volume acumulado da árvore (%) pode ser observado no gráfico 2.

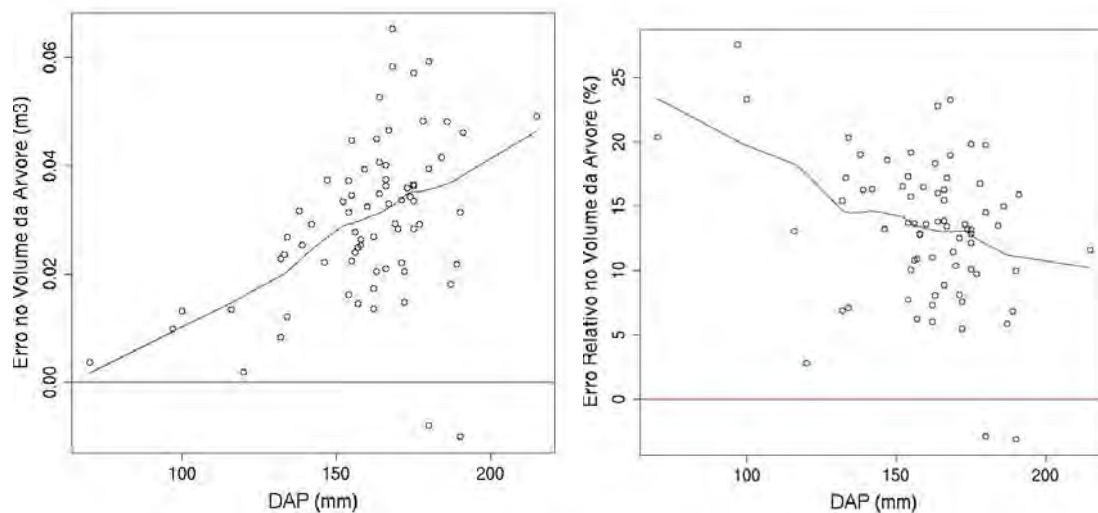


**Gráfico 2 - Erro relativo no volume acumulado da árvore (%) em relação a posição do tronco (m).**

**Graphic 2 – Percentage error in accumulated volume of the tree (%) for the position of the stem (m).**

Por meio do erro relativo no volume acumulado observou-se que o mesmo apresentou comportamento crescente conforme teve o aumento das posições do tronco. Sendo que o erro acumulado por árvore chegou a ultrapassar os 10% nas maiores posições.

Por meio do gráfico 3 é possível visualizar o comportamento do erro no volume da árvore ( $m^3$ ) e em (%) em função do DAP (mm) das árvores.



**Gráfico 3 - Erro no volume da árvore ( $m^3$ ) e erro relativo da árvore (%) em função do DAP (mm) das árvores amostradas.**

**Graphic 3 – Volume error in the tree ( $m^3$ ) and percentage error of the tree (%) for diameter at breast height (DBH) of sampled trees.**

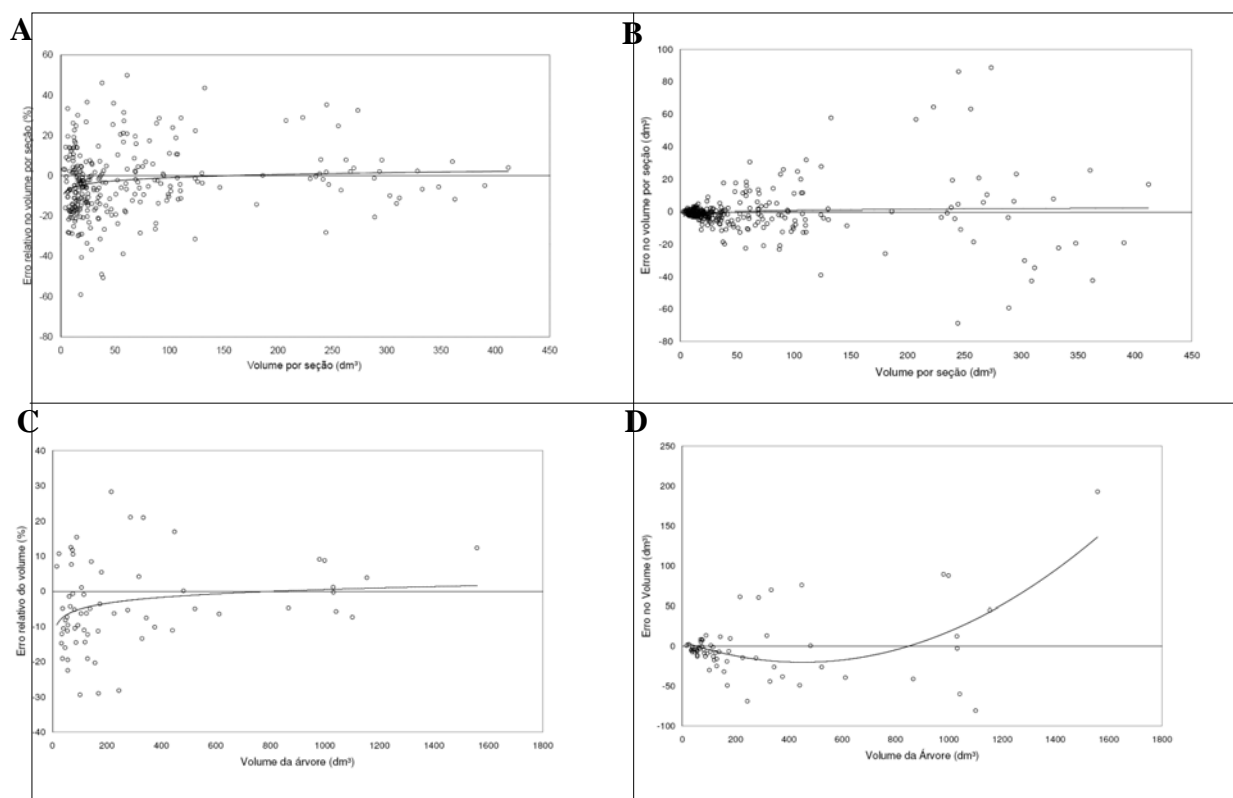
O erro no volume da árvore ( $m^3$ ) em função ao DAP (mm) representou novamente que as medidas do Critério subestimaram as observadas pela suta. Sendo que para os DAP entre 15 e 20 cm o erro no volume por árvore teve maior variação de 0,02 a 0,04  $m^3$ . O erro relativo do volume das árvores em função do DAP apresentou subestimativa das medidas em torno dos 15%. Castro et al. (2008) avaliaram este mesmo aparelho na cubagem rigorosa de árvores



nativas em pé e verificaram que a amplitude do erro se reduziu de +/- 30% na medição do volume do tronco. Estes mesmos autores encontraram um erro de 0,71% no volume total da parcela, o que é bastante desejável num inventário florestal. Desta forma, concluíram que os resultados demonstraram ser confiáveis por meio da cubagem não destrutiva, apresentando erro sem viés e amplitude de variação razoável.

Os resultados obtidos na mata ciliar do Piracicamirim mostram resultados diferentes dos obtidos no plantio de eucalipto em Itatinga. O erro do volume por seção (gráfico 4) mostrou-se, em termos médios, constantes, sem apresentar viés, apresentando uma dispersão nos valores à medida que o valor do volume aumenta. Em termos relativos, o erro também se mostrou constante, com uma amplitude de -60 a 50%, mas sem viés, com apenas uma pequena superestimação dos erros quando o volume apresenta valores baixos (< 50 dm<sup>3</sup> ou 0,05 m<sup>3</sup>).

Para o volume acumulado (por árvore), o erro absoluto por árvore apresentou uma superestimação nos valores entre 200 e 600 dm<sup>3</sup> (0,2 e 0,6 m<sup>3</sup>), alterando essa tendência para uma subestimação a partir dos 900 dm<sup>3</sup> (0,9 m<sup>3</sup>) (gráfico 4). Enquanto que em valores relativos, o erro apresentou um comportamento semelhante ao obtido por seção, mas com uma amplitude menor de erro (+/- 30%).



**Gráfico 4 - (A) Erro relativo no volume por seção (%) em função do volume da seção (dm<sup>3</sup>); (B) Erro absoluto no volume por seção (dm<sup>3</sup>) em função do volume da seção (dm<sup>3</sup>); (C) Erro relativo do volume acumulado por árvore (%) em função do volume da árvore (dm<sup>3</sup>); (D) Erro absoluto do volume acumulado por árvore (dm<sup>3</sup>) em função do volume da árvore (dm<sup>3</sup>); nas parcelas da mata ciliar do rio Piracicamirim.**

**Graphic 4 – (A) Percentage error in the volume by section (%) for section volume (dm<sup>3</sup>); (B) Absolute error in the volume by section (dm<sup>3</sup>) for section volume (dm<sup>3</sup>); (C) Percentage error in the accumulated volume of the tree (dm<sup>3</sup>) for tree volume (dm<sup>3</sup>); (D) Absolute error in the accumulated volume of the tree (dm<sup>3</sup>) for tree volume (dm<sup>3</sup>); at the riparian forest plots of Piracicamirim river.**

Conforme o estudo realizado, o volume total das parcelas da mata ciliar do rio Piracicamirim apresentou um erro de -0,31%, demonstrando ser um valor confiável para estimativa de volume. Kalliovirta et al. (2004) encontraram em média uma superestimativa de

2.2 m<sup>3</sup>/ha por parcela (erro de 1.4%) e um erro padrão de 4.5 m<sup>3</sup>/ha, (2.8%) do volume estimado.

## CONCLUSÕES

Por meio do comportamento dos erros das medições realizadas pelo Criterion nas parcelas do plantio de eucalipto, pode-se concluir que o volume foi subestimado e houve uma grande variação da amplitude dos erros. O erro absoluto do volume apresentou forma crescente até quase a metade da altura das árvores e depois, tendeu a diminuir com o aumento da posição do tronco. O erro relativo do volume por parcela demonstrou ser próximo de 15% para as árvores, podendo ser considerado alto e restringindo o uso do mesmo quando se deseja maior precisão.

Através dos resultados obtidos para as parcelas da mata ciliar do Piracicamirim mostram valores sem viés, mas com uma alta amplitude de erro (-60 a 50% para o volume nas seções e +/- 30% para volume individual das árvores). Considerando que o objetivo final de um levantamento de volume de uma floresta é o volume total da floresta e não o individual, os valores são aceitáveis (erro total das parcelas foi de -0,31%).

## REFERÊNCIAS

- CASTRO, T. N.; MONTEIRO, D.R.; BATISTA, J.L.F. Avaliação do aparelho Criterion 400 na cubagem rigorosa de árvores em pé. In: 16º Simpósio Internacional de Iniciação Científica da Universidade de São Paulo, 2008, Piracicaba/SP. **Anais...**, 2008.
- COUTO, H.T.Z.; BASTOS, N.L.M. "Erros na medição de altura em povoamentos de *Eucalyptus* em região planta". **IPEF**, n. 39, 1988, p. 21-31.
- COUTO, H.T.Z.; BATISTA, J.L.F.; RODRIGUES, L.C.E. "Mensuração e gerenciamento de pequenas florestas". **Documentos florestais**, n. 5, 1989, p. 1-37.
- FREITAS, A.G.; WICHERT, M.C.P. Comparação entre instrumentos tradicionais de medição de diâmetro e altura com o Criterion 400. **IPEF, Circular Técnica**, nº 188, Piracicaba, 1998.
- KALLIOVIRTA, J.; LAASASENAHO, J.; KANGAS, A. Evaluation of the Laser-relascope. **Forest Ecology and Management**. v.20, 2004, p.181-194.
- LIU, C.J.; HUANG, X.; EICHEMBERGER, J.K. **Using laser technology for measuring trees**. Paper present at Modern Methods of estimating tree and log volume and increment conference and workshop (IUFRO S4.02). June 14-16, West Virginia University, Morgantown, WV, USA. 1993. 13p.
- MACHADO, S.A. e FIGUEIREDO FILHO, A. **Dendrometria**. 2. ed. Guarapuava: Unicentro, 2006. 316 p.
- PEREZ R., D.N. "Errores en al medicion de alturas totales com Clinometro Suunto y un vara de longitudine conecida". **Tatascan**, v. 6, n. 1, 1989, p. 25-30.



# AVALIAÇÃO DE HERBICIDAS PRÉ-EMERGENTES OXYFLUORFEN E SULFENTRAZONE E RESPECTIVAS DOSAGENS NO CONTROLE A MATOCOMPETIÇÃO EM ÁREA DE *Eucalyptus* spp.

EVALUATION OF PRE-EMERGENCE HERBICIDES OXYFLUORFEN AND SULFENTRAZONE AND ITS STRENGTHS IN CONTROLLING THE WEED COMPETITION IN THE AREA OF *Eucalyptus* spp.

Pereira, M. O.<sup>1</sup>; Navroski, M. C.<sup>2</sup>; Guimarães, C. C.<sup>3</sup>, Reiniger, L. R. S.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Acadêmica do Curso de Graduação em Engenharia Florestal. Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. [maripereira.florestal@gmail.com](mailto:maripereira.florestal@gmail.com)

<sup>2</sup> Engenheiro Florestal, Mestrando em Silvicultura do Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. [navroskiflorestal@yahoo.com.br](mailto:navroskiflorestal@yahoo.com.br)

<sup>3</sup> Acadêmico do Curso de Graduação em Engenharia Florestal. UNIPAMPA - São Gabriel. Supervisor em Silvicultura da Empresa Stora Enso. CEP 97590-000. Rosário do Sul, RS, Brasil. [claudiney.guimaraes@storaenso.com](mailto:claudiney.guimaraes@storaenso.com)

<sup>4</sup> Engenheira Agrônoma, Professora Adjunta, Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais, UFSM, CEP 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil [liarejanesilveirareiniger@yahoo.com.br](mailto:liarejanesilveirareiniger@yahoo.com.br)

## RESUMO

Entre as etapas de implantação e formação de florestas plantadas, o controle da matocompetição é uma operação de grande importância. Dessa maneira o trabalho teve como objetivo avaliar dois herbicidas pré-emergentes em plantios de *Eucalyptus* spp. no Sul do Brasil, testando-se o herbicida mais eficiente ao combate as diferentes espécies daninhas e as dosagens mais adequadas. Foi realizada avaliação aos 90 dias após o plantio, com base no número de plantas/m<sup>2</sup>. *Sida spinosa*, foi a espécie com maior incidência de indivíduos na área, representando em torno de 25% do total de infestação, seguida pela *Desmodium incanum* que representou 22%. Todas as espécies apresentaram grande redução na germinação nas áreas com aplicação de pré-emergente, independente do tratamento.

**Palavras-chave:** produção florestal, ervas - daninhas, silvicultura, proteção florestal.

## SUMMARY

Among the stages of implementation and training of planted forests, control of weed competition is an operation of great importance. This way the work was to evaluate two pre-emergence herbicides in plantations of *Eucalyptus* spp. in southern Brazil, testing the most effective herbicide to combat the different weed species and dosages more appropriate. Evaluation was performed at 90 days after planting, based on the number of plants/m<sup>2</sup>. *Sida spinosa*, was the species with the highest incidence of individuals in the area, representing around 25% of the total infestation, followed by *Desmodium incanum* which represented 22%. All species showed greater reduction in germination in areas with application of pre-emergent, regardless of treatment.

**Keywords:** Forest production, weed competition, silviculture, forest protection.

## INTRODUÇÃO

As culturas florestais, assim como qualquer população vegetal, estão sujeitas a uma série de fatores ecológicos que, direta ou indiretamente, podem afetar o crescimento das árvores e a produção de madeira, carvão e celulose, entre outros produtos. Estes fatores

podem ser divididos em fatores abióticos (como a disponibilidade de água, nutrientes do solo, pH do solo, luminosidade e outros) e bióticos (competição, comensalismo, predação e outros) (Pitelli e Karam, 1988). Dentre os fatores que afetam essas culturas, podemos citar a interferência a partir da presença de plantas daninhas, capazes de provocar mudanças em inúmeros fatores ecológicos (Alves, 1992).

Segundo Pitelli e Marchi (1991), a interferência imposta por essas plantas é mais severa, principalmente, na fase inicial de crescimento do eucalipto, ou seja, do transplante até cerca de um ano de idade. Para Kogan (1992), a pressão de competição que as plantas daninhas exercem em espécies perenes será logicamente maior em plantações recém-estabelecidas ou jovens. As plantas daninhas interferem nos plantios florestais reduzindo-lhes a produção. Essa interferência ocorre através dos mecanismos de competição, alelopatia, hospedeiros intermediários e desvalorização comercial dos produtos.

O uso de herbicidas na silvicultura não possui um histórico de pesquisas e técnicas avançadas de aplicação, provocando muitas vezes o uso de produtos de forma inadequada, com dosagens impróprias, ocasionando além de maiores gastos com aplicação danos ao meio ambiente.

A expansão das áreas florestais tem englobado áreas anteriormente ocupadas por pastagens, com predominância das espécies *Brachiaria sp* (capim braquiária) e *Eragrostis plana* Nees (capim-anoni). Portanto, essas espécies se transformaram em plantas daninhas problemáticas em áreas de reflorestamento, principalmente devido às suas características como elevada agressividade, intensa capacidade de produção e longevidade de sementes.

Dessa maneira o trabalho teve como objetivo avaliar dois herbicidas pré-emergentes em plantios de *Eucalyptus spp.* no Sul do Brasil, testando-se o herbicida mais eficiente ao combate as diferentes espécies daninhas e as dosagens mais adequadas.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Cerro, localizada em área pertencente à Empresa Stora Enso no município de Itaqui, tendo como coordenadas geográficas centrais 55° 33' 55'' W e 29° 10' 30'' S e uma altitude média de 180 m em relação ao nível médio do mar. Foram utilizados dois herbicidas pré-emergentes. O Oxyfluorfen é um herbicida do grupo dos Ifenileters composto quimicamente por 2-chloro-a,a,a-trifluoro-p-tolyl 3-ethoxy-4-nitrophenyl ether e 240 g/L de ingrediente ativo (Dow Agrosiences, 1998).

O outro herbicida testado, o sulfentrazone, 2',4'-dichloro-5-(4-difluoromethyl-4,5-dihydro-3-methyl-5-oxo -1H1,2,4-triazol-1-yl) methanesulfonanilide, pertence ao grupo químico das triazolinonas, é um herbicida para aplicação em pré-emergência (Rodrigues e Almeida, 2005).

O delineamento estatístico empregado foi blocos casualizados ao acaso com parcelas subdivididas e com três repetições, constituídos por sete tratamentos. A **tabela 1** mostra a descrição dos tratamentos e as respectivas dosagens dos produtos utilizados, as dosagens foram definidas a partir da recomendação do fabricante e usadas pela empresa.

Utilizou-se no experimento parcelas subdivididas, sendo a sub-parcela um com aplicação dez dias antes do plantio, a sub-parcela dois com cinco dias antes o plantio e as sub-parcelas três e quatro com período de aplicação do herbicida de dois e cinco dias após o plantio respectivamente.

Tabela 1 - Descrição dos tratamentos, herbicidas utilizados e respectivas dosagens.  
 Table 1 - Description of treatments, herbicides used and their dosages.

Tratamento	Herbicida	Dose	
		i.a *	p.c**
T1 - Testemunha	-	0	0
T2	Sulfentrazone	120,0	0, 24
T3	Sulfentrazone	150,0	0, 30
T4	Sulfentrazone	180,0	0, 36
T5	Oxyfluorfen	307,2	1,28
T6	Oxyfluorfen	384,0	1,60
T7	Oxyfluorfen	460,8	1,92

\*ingrediente ativo (g/ha), \*\*produto comercial (l/ha)

As mudas de eucalipto, com cerca de 100 dias de idade, foram plantadas no espaçamento de 2,5 m entre plantas e 3,5 m entre linhas de plantio. As parcelas experimentais foram constituídas por treze linhas de plantio com vinte e três plantas cada, totalizando 2.310 m<sup>2</sup>, sendo uma linha externa de cada lado e uma planta na extremidade das linhas internas consideradas bordadura, totalizando 1.260 m<sup>2</sup> de área útil.

Na sequência foram demarcadas as 18 parcelas e em seguida aplicado herbicida na sub-parcela um (dez dias antes do plantio), sub-parcela dois (cinco dias antes do plantio). Após a primeira etapa de aplicação de herbicida foi efetuado o plantio. Devido ao período prolongado de estiagem foi realizada irrigação das plantas após o plantio. Dois dias após plantio foi aplicado herbicida na sub-parcela quatro, e cinco dias após plantio efetuou-se a aplicação na sub-parcela quatro.

A aplicação do herbicida foi realizada de forma manual com pulverizador costal de 16 litros para facilitar o controle da operação e da dosagem, sendo difícil a aplicação mecanizada nas parcelas dos diferentes tratamentos.

A avaliação foi realizada aos 90 dias após o plantio, momento considerado pelos fabricantes como período de controle das ervas daninhas. A forma de avaliação foi à contagem de plantas daninhas com mais de três folhas. A área de avaliação foi 5 metros de comprimento na linha, por 80 centímetros de largura. (**figura 1**). Realizou-se três avaliações por sub-parcela, totalizando 12 m<sup>2</sup> de área analisada. O total de plantas foi calculado pela média das três avaliações. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $P<0,05$ ).

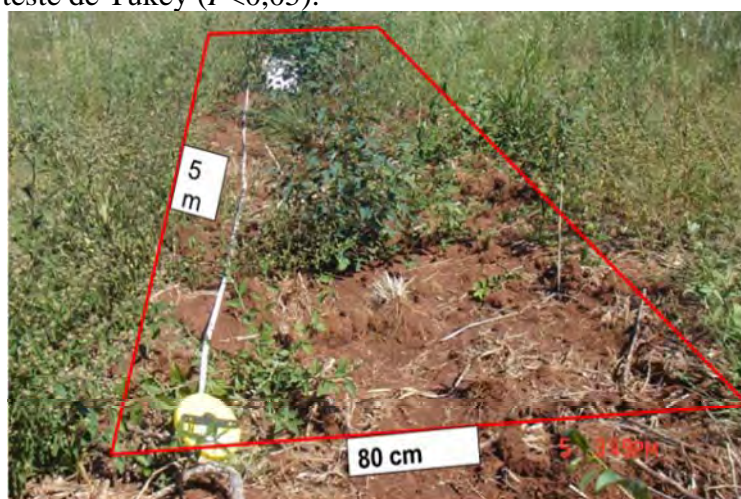


Figura 1 - Espaço delimitado para a realização da avaliação, Fazenda Cerro, Itaqui-RS.  
Figure 1 - Area bounded to the completion of the evaluation, Farm Cerro, Itaqui-RS.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A infestação natural de ervas no local foi estabelecida pela contagem das parcelas testemunhas que evidenciou os dados apresentados na **figura 2**, as principais ervas daninhas encontradas foram Guanxuma (*Sida spinosa* L), Pega pega (*Desmodium incanum* DC), *Paspalum* sp., *Brachiaria* sp., Poaia (*Richardia brasiliensis* Gomes), Milhã (*Digitaria sanguinalis* L), Caraguatá (*Eryngium pandanifolium* Cham.&Schltdl.), Fáfia (*Phaffia tuberosa* Spreng) e Picão-roxo (*Ageratum conyzoides* L).

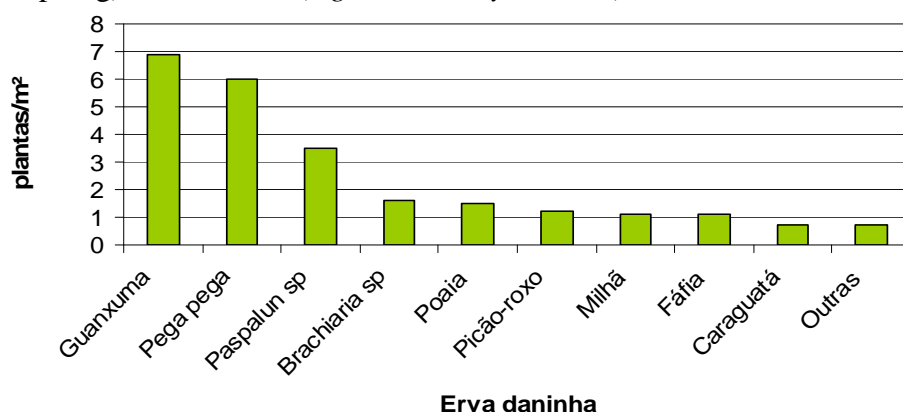


Figura 2 - Principais ervas daninhas encontradas em infestação natural, sem aplicação de pré-emergente.  
Figure 2 - Major weeds found in natural infestation, without the application of pre-emergent.

Na **tabela 2** temos as médias de plantas/m<sup>2</sup> das principais ervas daninhas encontradas nos tratamentos avaliados.

Tabela 2 - Média das principais ervas daninhas encontradas (plantas/m<sup>2</sup>).  
Table 2 - Average of the main weeds found (plants/m<sup>2</sup>).

Trat.	<i>Sida spinosa</i>	<i>Desmodium incanum</i>	<i>Paspalum sp</i>	<i>Phaffia tuberosa</i>	<i>Richardia brasiliensis</i>	<i>Brachiaria sp</i>	<i>Ageratum conyzoides</i>	<i>Eryngium sp</i>	Outras
T1*	6,60 a**	5,72 a	3,70 a	1,97 a	1,70 a	1,72 a	1,16 a	0,99 a	2,09 a
T2	3,36 bc	2,17 b	1,34 b	0,81 bc	0,25 b	0,29 b	0,62 b	0,33 b	0,45 b
T3	2,84 bc	1,78 b	0,72 d	0,66 bc	0,23 b	0,27 b	0,43 bc	0,13 c	0,34 b
T4	3,20 bc	1,70 b	0,59 d	0,33 c	0,20 b	0,24 b	0,21 cd	0,14 bc	0,27 b
T5	3,81 b	2,98 b	1,32 b	1,08 b	0,45 b	0,25 b	0,44 bc	0,28 bc	0,38 b
T6	3,46 bc	2,06 b	1,17 bc	0,78 bc	0,31 b	0,24 b	0,27 cd	0,21 bc	0,39 b
T7	2,15 c	1,33 b	0,74 cd	0,28 c	0,17 b	0,16 b	0,14 d	0,12 c	0,38 b
CV%	17,01	29,86	14,25	28,32	27,9	33,2	21,44	28,23	27,89

\*T1- Testemunha

\*\*As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A espécie que apresentou maior incidência de infestação na área foi a *Sida spinosa*, conhecida popularmente como guanxuma, representando em torno de 25% do total de infestação. O número de plantas/m<sup>2</sup> encontrado dessa espécie em ocorrência natural é muito menor ao encontrado por Brasil et al. (1976), em que estudando o emprego de herbicidas na implantação de povoamentos de *Eucalyptus saligna* encontrou 77,33 plantas/m<sup>2</sup> dessa espécie.

A aplicação de pré-emergente representou satisfatória redução na infestação de guanxuma, como pode ser visto na **figura 3**.

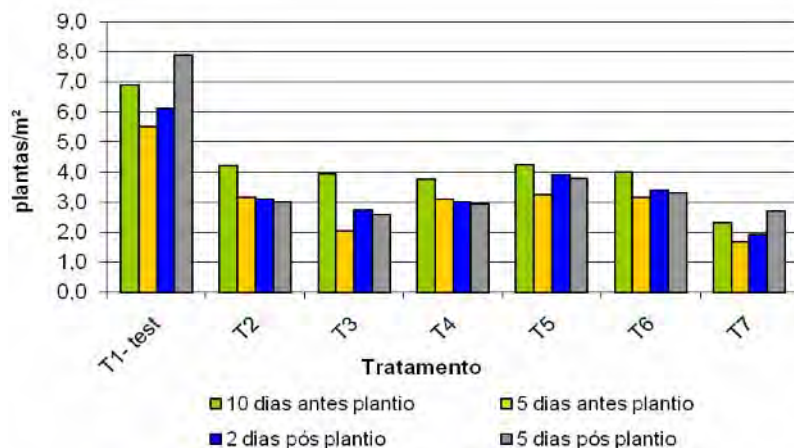


Figura 3 - Quantidade de *Sida spinosa* nos tratamentos avaliados.  
Figure 3 - Number of *Sida spinosa* in treatments.

A ação do herbicida em comparação com outras espécies é reduzida, enquanto na *Desmodium incanum* houve uma redução média de 5,72 (sem aplicação) para 2 plantas/m² em área aplicada, a guanxuma apresentou uma redução média de 6,60 (sem aplicação) para 3,1 plantas/m². O T7 foi o tratamento que obteve a menor infestação, obtendo uma média de 2,15 plantas/m², entretanto diferenciando estatisticamente somente do T5 que obteve a maior infestação entre os tratamentos com aplicação do pré-emergente. De um modo geral os dois produtos não apresentaram grande diferença no controle dessa espécie.

Outra espécie que apresentou uma grande ocorrência foi a *Desmodium incanum* conhecida popularmente como pega-pega, representando em torno de 22% do total de infestação da área. A **figura 4** demonstra a quantidade de pega-pega encontrada nos tratamentos estudados.

Para essa espécie não houve diferença estatística na quantidade de plantas/m² nos tratamentos com aplicação de herbicida. Somente a área sem aplicação (testemunha) apresentou uma infestação bem maior que os demais tratamentos.

Quanto à época de aplicação o melhor resultado foi obtido nas sub parcelas aplicadas 5 dias após o plantio. Dessa maneira podemos dizer que o herbicida pré-emergente tem boa atuação no combate à germinação dessa espécie antes dos 90 dias de aplicação. O que pode ser comprovado pela maior taxa de infestação no período de aplicação de 10 dias antes de plantio que possui um período de aplicação de 100 dias e uma alta ocorrência dessa espécie.

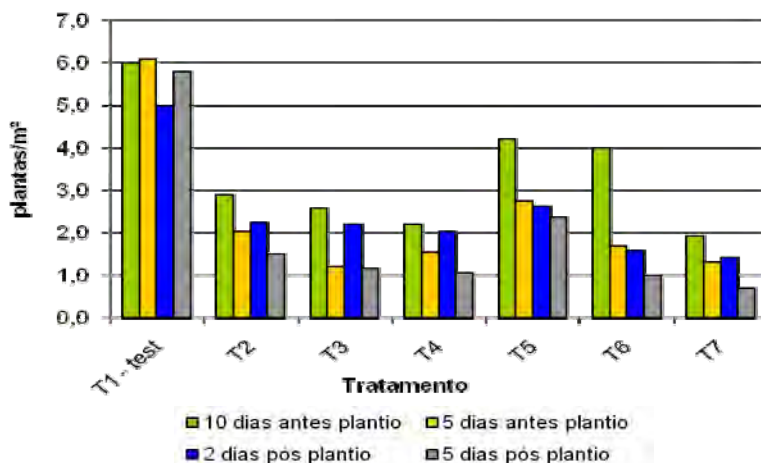


Figura 4 - Quantidade de *Desmodium incanum* encontrada nos tratamentos avaliados.  
Figure 4 - Number of *Desmodium incanum* found in treatments.



O *Paspalum sp.* foi outra espécie que apresentou uma redução na germinação com a aplicação de pré-emergente. A média sem aplicação de herbicida foi de 3,70 plantas/m<sup>2</sup>, enquanto na área aplicada não passou de 1,5 plantas/m<sup>2</sup>. Essa espécie representou em torno de 15% do total de infestação da área. Conforme a **figura 5**, podemos ver que as dosagens de 100% ou 120% são responsáveis por uma boa diminuição da quantidade de ervas daninhas. O melhor resultado no combate a essa espécie foi alcançado pelo T4 que apresentou uma infestação de 0,59 plantas/m<sup>2</sup>.

Entre as outras espécies representativas encontradas foram a *Phaffia tuberosa*, que representou em torno de 7,5% do total de infestação. O número de plantas/m<sup>2</sup> encontrado dessa espécies em ocorrência natural é semelhante ao encontrado por Brasil et al. (1976), em que encontrou 3,33 plantas/m<sup>2</sup>.

O tratamento que obteve melhor controle à *Phaffia tuberosa* foi o T7, que apresentou uma infestação de 0,28 plantas/m<sup>2</sup>, seguido pelo T4 que apresentou 0,33 plantas/m<sup>2</sup>. *Richardia brasiliensis* conhecida popularmente como poaia-branca apresentou uma infestação em torno de 6,5% do total. O T7, com 0,17 plantas/m<sup>2</sup> foi o tratamento que apresentou menor infestação dessa espécie, porém não diferiu estatisticamente de nenhum tratamento com aplicação do herbicida.

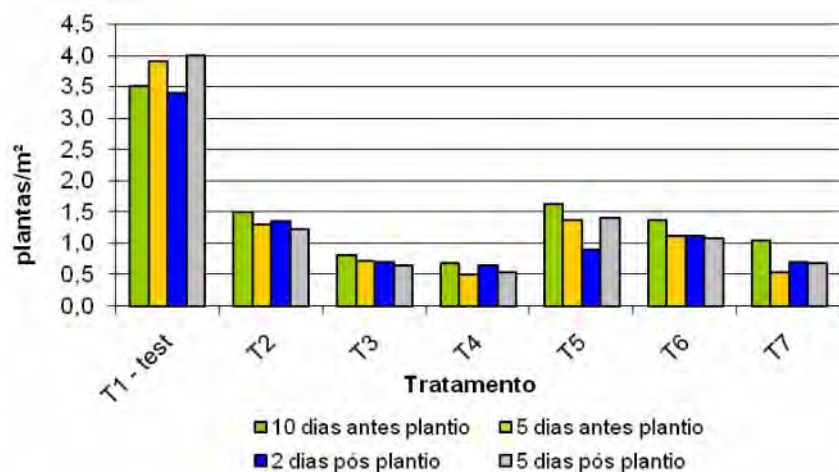


Figura 5 - Quantidade de *Paspalum sp.* encontrada nos tratamentos avaliados.

Figure 5 - Quantity *Paspalum sp.* found in treatments.

A **figura 6** mostra a quantidade de plantas/m<sup>2</sup> para as espécies *Phaffia tuberosa* e *Richardia brasiliensis*.

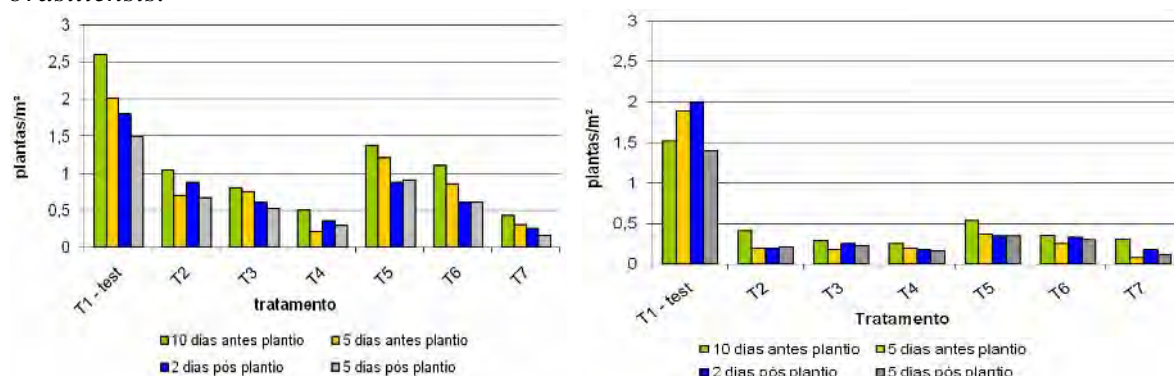


Figura 6 - Quantidade de *Phaffia tuberosa* e *Richardia brasiliensis* encontrada nos tratamentos avaliados.

Figure 6 - Amount of *Phaffia tuberosa* and *Richardia brasiliensis* found in treatments.

A *Brachiaria sp.* não foi muito representativa (**figura 7**), porém é de grande importância por se tratar de uma planta extremamente competitiva e prejudicial ao desenvolvimento do eucalipto. Essa espécie, após o herbicida entrar no metabolismo da planta libera substâncias tóxicas nas raízes provocando a intoxicação e retardamento no

desenvolvimento das outras espécies próximas, entre as espécies atingidas por essa alelopatia esta o eucalipto. Segundo Whittaker e Feeny (1971), esse processo ocorre como sendo uma defesa química usada pela planta contra outras plantas vizinhas, referindo-se às interações bioquímicas entre elas. Assim, a alelopatia da *Brachiaria* é a capacidade da planta produzir substâncias químicas (biomoléculas) que, liberadas no ambiente do eucalipto, influencia a natureza inibidora do desenvolvimento da planta.

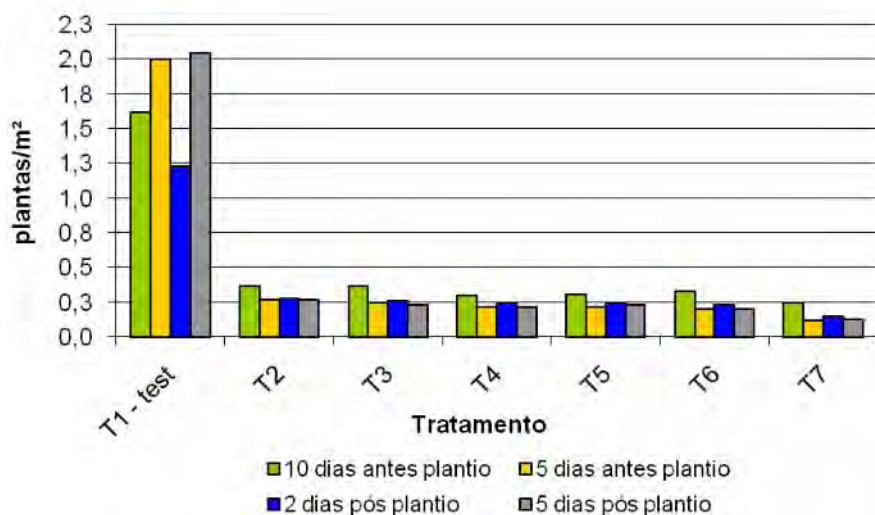


Figura 7 - Quantidade de *Brachiaria sp.* encontrada nos tratamentos avaliados.  
Figure 7 - Number of *Brachiaria sp.* found in treatments.

A aplicação de pré-emergente teve um desempenho no combate ao gênero *Brachiaria*. Em área sem aplicação de herbicida a quantidade de *Brachiaria sp.* chegou a alcançar 2,0 plantas/m<sup>2</sup>, enquanto nas áreas com utilização do pré-emergente esse número foi bem menor, ficando em média de 0,3 plantas/m<sup>2</sup>. Quanto a época de aplicação as médias foram semelhantes, somente nas parcelas com aplicação 10 dias antes do plantio que houve uma infestação maior.

As espécies, *Ageratum conyzoides* e *Eryngium sp* que também foram representativas no levantamento foram responsáveis por 8,5% em média do total de infestação da área experimental. Para ambas as espécies o tratamento T7 obteve o melhor desempenho.

As outras espécies que não foram levantadas individualmente por não serem tão significativas foram responsáveis por em média 8,1% do número total de ervas daninhas. Novamente a aplicação do herbicida pré-emergente obteve um bom desempenho, passando de em média 2 plantas/m<sup>2</sup> para 0,4 plantas/m<sup>2</sup> em área aplicada com o herbicida.

## CONCLUSÕES

A espécie que apresentou maior incidência de infestação na área foi a *Sida spinosa*, conhecida popularmente como guanxuma, representando em torno de 25% do total de infestação. Outra espécie que apresentou uma grande ocorrência foi *Desmodium incanum* conhecida popularmente como pega-pega, representando em torno de 22% do total de infestação. O *Paspalum sp.* foi outra espécie representativa, ficando em média com 15% do total de infestação. Outras espécies como *Phaffia tuberosa*, *Richardia brasiliensis*, *Brachiaria sp*, *Ageratum conyzoides* e *Eryngium sp* entre outras menos representativas foram responsáveis pelo restante da infestação na área.

Todas as espécies apresentaram grande redução na germinação nas áreas com aplicação de pré-emergente, independente do tratamento. Fato que expõem a importância da aplicação do herbicida pré-emergente em plantios de *Eucalyptus spp.* principalmente nos estágios iniciais de desenvolvimento da espécie.

## Agradecimento

Agradecemos a Empresa StoraEnso - Brasil pelos auxílios no desenvolvimento da pesquisa.

## BIBLIOGRAFIA

- ALVES, P. L. C. A. **Estudo das propriedades alelopáticas de espécies de *Eucalyptus* spp e sua potencialidade no manejo de plantas daninhas**. Jaboticabal: FUNEP, 1992.
- BRASIL, U.M.; FERNANDES, P.S.; SIMÕES, J.W.; FERREIRA, J.E.F. Emprego de herbicidas na implantação de povoamentos de *Eucalyptus saligna* SM. **IPEF**, n.13, p.123-134, 1976.
- DOW AGROSCIENCES, 1998. Manual do Produto Goal BR . Disponível em: <<http://www.dowagro.com/br/produtos/agro/herb.htm>> . Acesso em 20 de outubro de 2008.
- IFC - **Inventário Florestal Contínuo - RS**. Disponível em: <<http://coralx.ufsm.br/ifcfs/clima.htm>> Acessado em: 20 de out 2008.
- KOGAN, M.A. Interferencia de las malezas em plantaciones forestales y estrategias de control. In: **Avances em Manejo de Malezas em Produccion Agricola y Forestal** . Santiago: Pontificia Universidad Catolica, 1992. p.119.
- PESSOTTI, J.E.S. **Classificação de Solos das Fazendas da empresa Stora Enso**. Relatório técnico (Dados não publicados). 2006.
- PITELLI, R.A., KARAM, D. Ecologia de plantas daninhas e sua interferência em culturas florestais. In: SEMINÁRIO TÉCNICO SOBRE HERBICIDAS EM REFLORESTAMENTOS, 1, 1988. Rio de Janeiro. **Anais...** p.44-64. 1988.
- PITELLI, R.A.; MARCHI, S.R. Interferência das plantas invasoras nas áreas de reflorestamento. In: SEMINÁRIO TÉCNICO SOBRE PLANTAS DANINHAS E O USO DE HERBICIDAS EM REFLORESTAMENTO, 1., 1991, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: 1991. p.110-23.
- RODRIGUES, B. N.; ALMEIDA, F. S. **Guia de herbicidas**. 5.ed. Londrina: Edição dos Autores, 2005. p. 484-490.
- WHITTAKER, R.H.; FEENY, P.P. Allelochemicals: Chemical interactions between species. **Science**. New York, 171: 757-770. 1971.



# EFFECTOS DEL RALEO EN EL CRECIMIENTO DEL DIÁMETRO Y ÁREA BASAL EN PLANTACIÓN MIXTA DE *Melia azedarach* L. Y *Grevillea robusta* A. Cunn.

## EFFECTS OF THINNING ON GROWTH OF DIAMETER AND BASAL AREA OF *Melia azedarach* L. AND *Grevillea robusta* A. Cunn. MIXED PLANTATION

Pérez, V. R.<sup>1</sup>; Hampel, H.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> M.Sc., docente-investigador, Cátedra Silvicultura. Facultad de Recursos Naturales, Universidad Nacional de Formosa. Avenida Gutnisky 3200 (C.P. 3600). Correo electrónico: [forestales@arnet.com.ar](mailto:forestales@arnet.com.ar)

<sup>2</sup> Doctor en Silvicultura. Danzer Forestación S. A. Misiones. Correo electrónico [hhampel@danfor.com.ar](mailto:hhampel@danfor.com.ar)

### RESUMEN

Se comunican resultados de un ensayo de raleo selectivo aplicado en plantación mixta de *Melia azedarach* y *Grevillea robusta*, de 6,5 años. La experiencia fue realizada en Danzer Forestación SA (Misiones, Argentina), con el objetivo de evaluar efectos del raleo sobre el crecimiento del diámetro y área basal. Se utilizó diseño de bloques completos al azar con cinco tratamientos y tres réplicas: T1 = raleo tradicional Danzer; T2 = post-raleo quedó 1,5paraíso/1grevillea; T3 = post-raleo quedó 2paraísos/1grevillea; T4 = post-raleo quedó 1paraíso/1grevillea; y T5 = raleo libre. Respecto de la densidad existente antes del raleo, en promedio, en el T1 se aplicó un 42% de intensidad de raleo y 35% en los tratamientos restantes. Sólo se hallaron diferencias estadísticas significativas en el incremento del diámetro y área basal del “paraíso” y en incremento diametral del 2º y 3º año del rodal mixto. Rango de crecimiento periódico del rodal mixto: 3,69–5,91 cm/3años (diámetro); y 5,32–7,44 m<sup>2</sup>/ha/3años (área basal).

**Palabras clave:** densidad, raleo, bosque mixto, crecimiento

### SUMMARY

Results of a rehearsal of selective thinning applied in mixed plantation of *Melia azedarach* and *Grevillea robusta*, to the age of 6,5 years are communicated. The experience was realized in Danzer Forestación SA (Misiones, Argentina), with the objective to evaluate effects of thinning on the growth of the diameter and basal area. A complete randomized blocks design was used with five treatments and three replicas: T1 = traditional thinning Danzer; T2 = post- thinning stayed 1,5paraíso/1grevillea; T3 = post-thinning stayed 2paraísos/1grevillea; T4 = post- thinning stayed 1paraíso/1grevillea; and T5 = free thinning. As for the density available before the thinning, in average, in the T1 42% of thinning intensity was applied and 35% in the rest treatments. Significant statistical differences in the diameter increment and basal area were founded only of the “paraíso” and diametrical increment of 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> year of the mixed stand. Range of periodic growth of mixed stand: 3,69–5,91 cm/3years (diameter); and 5,32–7,44 m<sup>2</sup>/ha/3years (basal area).

**Key words:** density, thinning, mixed forest, growth.

### INTRODUCCIÓN

La silvicultura de plantaciones forestales se ha orientado a la máxima producción de madera, centrada en la técnica de monocultivos de pocas especies de rápido crecimiento, aspecto cada vez más cuestionado por parte de la sociedad (Wadsworth, 2000). Actualmente existe una presión creciente para que los proyectos forestales incorporen la dimensión ambiental (especialmente la cuestión de la biodiversidad) a todos los procesos productivos.

Por ello, desde la Silvicultura se plantean alternativas a los modelos tradicionales de producción, entre las que se incluyen las plantaciones mixtas (Loewe y González, 2007).

Las plantaciones mixtas son modelos que incluyen dos o más especies combinadas en un mismo espacio geográfico, con el objetivo de proveer diferentes productos e ingresos escalonados en el tiempo. Los ensayos de plantaciones mixtas a nivel mundial han originado gran variedad de resultados, según sea la combinación de especies utilizadas, el esquema de plantación y de manejo, y la zona donde se realizaron las plantaciones. Entre los diversos inconvenientes y desventajas con relación a las plantaciones mixtas, se destacan: a) costos de plantación y mantenimiento más elevados que las plantaciones puras. b) Escaso conocimiento respecto de cuales especies utilizar en las combinaciones y de sus interacciones. c) Necesidad de dedicar más atención a la evolución de las plantas y disponer de recursos humanos calificados en este tipo de silvicultura. d) Experimentación reciente (Siebert y Bauerle, 1995; Wormald, 1995; Wadsworth, 2000; Siebert, et al., 2003; Alice, et al., 2004; González Quiroz, 2004; Uteau, 2004; González Díaz, 2005; Loewe y González, 2007; Wachrinrat et al., 2009).

Una parte relevante del presente estudio se basa en el manejo experimental de la densidad. La densidad es un concepto que está estrechamente ligado a las nociones de competencia, ocupación de superficie, cierre de cobertura y cantidad de vegetación en crecimiento, las cuales buscan ser controlados por el silvicultor. En bosques coetáneos y puros, los resultados obtenidos en estudios experimentales con distintas especies para ejercer el control de la densidad, se puede resumir en: a) experimentos de espaciamiento y aclareo muestran consistentes incrementos en las tasas de crecimiento del diámetro de los árboles individuales con la disminución de la densidad del rodal dentro de límites razonables. Este efecto varía con las especies, edad y calidad de sitio. b) resultados de aprovechamientos parciales muestran frecuentemente, que no se afecta significativamente el crecimiento total por unidad de superficie (área basal o volumen), aunque si lo hace a nivel de árboles individuales (Cozzo, 1976; Piedrahita Cardona, 1990; Prodan *et al.*, 1997).

Según Cozzo (1976) y López *et al.*, (2004), entre otros múltiples autores, señalan que *Grevillea robusta* y *Melia azedarach* var. *gigantea*, son especies de rápido crecimiento, que por sus cualidades silvícolas y múltiples aptitudes tecnológicas – industriales, son cada vez más utilizadas en la Argentina, esencialmente en monocultivos, aunque últimamente se han ejecutado forestaciones industriales mixtas o en sistemas agroforestales. En la actualidad es posible decir que, si bien resulta interesante la propuesta de plantaciones mixtas con especies “no tradicionales”, como es el caso de la utilización conjunta de la “grevillea” y el “paraíso”, las cuales tienen potencialmente amplias posibilidades de expansión y afianzamiento en vastas zonas de la región norte de la Argentina, presentan algunas restricciones. Entre éstas figuran el desconocimiento parcial o total respecto de: 1) los procesos dinámicos de competencia interespecificas originados en el bosque mixto; 2) la estructura, crecimiento y productividad de bosques mixtos de estas especies, en diversos escenarios (distancia y densidad de plantación; arreglo espacial; edad); 3) las mejores prácticas de manejo de densidades a través de los raleos (tipo, oportunidad e intensidad); y 4) los efectos que el manejo genera en estos bosques mixtos, tanto a nivel de rodal como en árboles aislados.

Las circunstancias antes señaladas han motivado este estudio. Por otra parte es conveniente señalar que en los últimos años, de manera conjunta, la UNaF y Danzer Forestación S.A. han estado experimentando en cuestiones ligadas al manejo de plantaciones puras, tanto de “paraíso” como de “grevillea”. De modo, que la temática de esta experimentación constituye una continuidad y ampliación de dichos estudios.

**Hipótesis de investigación.** En la práctica de raleo selectivo en diversas parcelas de una plantación mixta de *Melia azedarach* y *Grevillea robusta*, con una intensidad similar, el crecimiento del diámetro y área basal del bosque y de cada componente del sistema, depende esencialmente de la participación de cada especie en la densidad del rodal.

**Objetivos:** a) Evaluar los efectos del raleo en el crecimiento del diámetro y área basal en plantación mixta de *Melia azedarach* y *Grevillea robusta*. b) Determinar cuál es la mejor proporción post-raleo de árboles de estas especies, que logra mayor crecimiento.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La fase de campo se realizó en predio de la empresa Danzer Forestación S.A. ubicado al sur de la ciudad de Posadas, Misiones. Geográficamente este sitio está definido por 27° 28' 36.03 Lat. Sur; 55° 55' 36.56 Long. Oeste; y a una altitud de 133 m.s.n.m. La fase de análisis de los resultados se efectuó en Gabinete de Silvicultura de la Facultad de Recursos Naturales (UNaF). El estudio se efectuó en el lote 40229 (Cardenal), de una plantación mixta de *Melia azedarach* y *Grevillea robusta*, ejecutándose el raleo experimental a la edad de 6,5 años. Inicialmente la plantación se dispuso con un distanciamiento de 4 x 3 m, que representa una densidad de 833 pl/ha.

Al momento de instalación del presente ensayo, en la plantación se determinó un 83% de existencia de plantas. En el 17% faltante están representadas las fallas de plantación como así también las plantas eliminadas en un raleo sanitario realizado a los 5 años de edad.

Se utilizó diseño de bloques completos al azar con cinco tratamientos y tres réplicas. Los tratamientos fueron: T1 = raleo tradicional de Danzer (testigo); T2 = relación de 1.5 paraíso/1 grevillea (post raleo); T3 = relación de 2 paraísos/1 grevillea (post raleo); T4 = relación de 1 paraíso/1 grevillea (post raleo); y T5 = raleo libre, ejecutado como si los árboles fueran de la misma especie (después del raleo quedaron las siguientes relaciones: 1.5 paraíso/1 grevillea en bloque 1; 0.8 paraíso/1 grevillea en bloque 2 y 1 paraíso/1 grevillea en bloque 3). Respecto del número de plantas existente por unidad de superficie antes de la corta intermedia experimental, en promedio, en el T1 se aplicó un 42% de intensidad de raleo y 35% en los tratamientos restantes.

En la unidad experimental se diferenció un núcleo, de igual tamaño en todos los tratamientos, que constituyó la unidad de observación y el resto de los árboles conformó la bordura perimetral simple. A su vez el área experimental quedó rodeada de varias filas de árboles.

Para este estudio la variable de medición directa en los árboles fue diámetro normal (DAP). Constituyeron variables dependientes: incremento corriente anual e incremento acumulado en un periodo de 3 años, del diámetro y área basal (ICA DAP, ICA G, IP DAP<sub>3años</sub> e IP G<sub>3años</sub>, respectivamente). Los controles se efectuaron a los árboles de la unidad de observación. Se realizaron tres controles: a los 7.5; 8.5 y 9.5 años de edad.

Con los datos obtenidos se realizó: investigación preliminar para observar distribución de datos y detectar posibles valores outliers; verificación del cumplimiento de los supuestos del análisis de varianza; determinación de estimadores estadísticos descriptivos; análisis estadístico comparativo de grupos, aplicando análisis de varianza a dos criterios ( $\alpha = 0,05$ ), y las pruebas de Fisher y Tukey. En las situaciones en que no se cumplieron los supuestos aludidos se recurrió al análisis no paramétrico (prueba de Friedman). Para el procesamiento informático de los datos se empleó el programa INFOSTAT/Profesional 2008 (versión libre).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A fin de comprender mejor los resultados obtenidos en este estudio, a continuación se presentan las Tablas 1, 2 y 3 que muestran como estaba el bosque antes del raleo; referencias al raleo; y estado del bosque después del raleo, con relación a tres variables: densidad (N expresada en plantas/hectárea), DAP (en cm) y área basal (G en m<sup>2</sup>/ha)).

Tabla 1. Densidad (N) del rodal: antes raleo (ar), raleo (ral) y después del raleo (pr)  
 Table 1. Stand density (N): before thinning (ar), thinning (ral) and after thinning (pr)

Tratamiento	Grevillea			Paraíso			Bosque Mixto		
	N ar	N ral	N pr	N ar	N ral	N pr	N ar	N ral	N pr
T1, TDanzer	299	123	176	351	152	199	650	275	375
T2, 1.5P 1G	317	135	182	364	99	265	681	234	447
T3, 2P 1G	356	213	143	369	69	300	725	282	443
T4, 1P 1G	326	105	221	325	104	221	651	209	442
T5, Uniesp	330	113	217	360	130	230	690	243	447

Tabla 2. DAP medio del rodal: antes raleo (ar), raleo (ral) y después del raleo (pr)  
 Table 2. Mean DBH of stand: before thinning (ar), thinning (ral) and after thinning (pr)

Tratamiento	Grevillea			Paraíso			Bosque Mixto		
	DAP ar	DAP ral	DAP pr	DAP ar	DAP ral	DAP pr	DAP ar	DAP ral	DAP pr
T1, TDanzer	14,5	14,1	15,0	20,0	20,1	19,9	17,6	17,5	17,7
T2, 1.5P 1G	13,8	12,9	14,7	16,0	13,6	18,5	15,0	13,2	16,9
T3, 2P 1G	15,2	14,0	16,4	15,4	11,0	19,8	16,0	13,2	18,7
T4, 1P 1G	14,1	13,0	15,2	17,0	14,0	20,1	15,6	13,5	17,6
T5, Uniesp	13,0	11,2	14,9	16,9	14,2	19,6	15,0	12,8	17,2

Tabla 3. Área basal (G) del rodal: antes raleo (ar), raleo (ral) y después del raleo (pr)  
 Table 3. Basal area of stand: before thinning (ar), thinning (ral) and after thinning (pr)

Tratamiento	Grevillea			Paraíso			Bosque Mixto		
	G ar	G ral	G pr	G ar	G ral	G pr	G ar	G ral	G pr
T1, TDanzer	5,45	2,16	3,29	11,30	5,08	6,21	16,75	7,24	9,51
T2, 1.5P 1G	5,05	1,91	3,14	8,97	1,67	7,30	14,02	3,58	10,44
T3, 2P 1G	6,67	3,61	3,06	10,27	0,82	9,45	16,94	4,44	12,51
T4, 1P 1G	5,77	1,62	4,15	8,90	1,79	7,10	14,67	3,42	11,25
T5, Uniesp	5,08	1,25	3,83	9,39	2,34	7,05	14,47	3,59	10,88

En la Tabla 4 se halla una síntesis de los resultados de los análisis estadísticos. Desde la perspectiva de los mismos se destaca nítidamente: a) La falta de “sensibilidad” de los ejemplares de “grevillea”, en cuanto a las respuestas del crecimiento del DAP y G. Cualquiera sea la proporción de participación relativa de la especie respecto de la densidad de rodal mixto, en ningún caso se halló diferencias estadísticas significativas entre las combinaciones (tratamientos) ensayadas. b) En el caso de los árboles de “paraíso”, se observa una manifiesta variación en el crecimiento de las variables analizadas. Las diferencias resultaron más significativas al evaluarse la variable área basal.

Tabla 4. Síntesis de resultados de pruebas estadísticas paramétricas y no paramétricas.  
 Table 4. Synthesis of results of parametric and not parametric statistical test.

Variable	Análisis Paramétrico ( $\alpha = 0,05$ )					Rango Variable Dasométrica	
	ANDEVA	Prueba de Tukey					
		T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	
<b>1. Especie Principal: <i>Melia azedarach</i></b>							
ICA DAP <sub>1</sub> °	No Significativa	-	-	-	-	-	1,19–2,34 cm/año
ICA DAP <sub>2</sub> °	Significativa *	b	ab	ab	a	ab	0,95–2,13 cm/año
IP DAP <sub>3</sub> años	Significativa *	b	a	a	a	a	3,48–6,89 cm/3 años

ICA G <sub>2</sub> <sup>o</sup>	Significativa **	bc	ab	c	a	ab	0,84–1,64 m <sup>2</sup> /ha/año
ICA G <sub>3</sub> <sup>o</sup>	Significativa **	c	b	d	b	a	0,93–1,76 m <sup>2</sup> /ha/año
<b>2. Especie Complementaria: <i>Grevillea robusta</i></b>							
ICA DAP <sub>3</sub> <sup>o</sup>	No Significativa	-	-	-	-	-	1,31–2,08 cm/año
IP DAP <sub>3</sub> años	No Significativa	-	-	-	-	-	3,64–5,35 cm/3 años
ICA G <sub>2</sub> <sup>o</sup>	No Significativa	-	-	-	-	-	0,49–1,08 m <sup>2</sup> /ha/año
IP G <sub>3</sub> años	No Significativa	-	-	-	-	-	1,39–3,60 m <sup>2</sup> /ha/3 años
<b>3. Evaluación Conjunta: (<i>Melia azedarach</i> + <i>Grevillea robusta</i>)</b>							
ICA DAP <sub>1</sub> <sup>o</sup>	No Significativa	-	-	-	-	-	0,80–1,90 cm/año
ICA DAP <sub>2</sub> <sup>o</sup>	Significativa *	b	a	ab	a	ab	1,19–1,85 cm/año
ICA DAP <sub>3</sub> <sup>o</sup>	Significativa *	b	a	ab	ab	ab	1,27–2,16 cm/año
ICA G <sub>1</sub> <sup>o</sup>	No Significativa	-	-	-	-	-	1,22–2,40 m <sup>2</sup> /ha/año
ICA G <sub>2</sub> <sup>o</sup>	No Significativa	-	-	-	-	-	1,61–2,40 m <sup>2</sup> /ha/año
IP G <sub>3</sub> años	No Significativa	-	-	-	-	-	5,32–7,44 m <sup>2</sup> /ha/3 años
<b>Variable</b>		<b>Prueba de Friedman</b>					<b>Rango Variable</b>
		<b>T<sub>1</sub></b>	<b>T<sub>2</sub></b>	<b>T<sub>3</sub></b>	<b>T<sub>4</sub></b>	<b>T<sub>5</sub></b>	<b>Dasométrica</b>
<b>1. Especie Principal: <i>Melia azedarach</i></b>							
ICA DAP <sub>3</sub> <sup>o</sup>	Significativa **	d	abc	ab	d	a	1,17–2,41 cm/año
ICA G <sub>1</sub> <sup>o</sup>	Significativa **	a	d	d	ab	bc	0,97–1,77 m <sup>2</sup> /ha/año
IP G <sub>3</sub> años	Significativa **	cd	abc	d	a	ab	3,09–5,17 m <sup>2</sup> /ha/3 años
<b>2. Especie Complementaria: <i>Grevillea robusta</i></b>							
ICA DAP <sub>1</sub> <sup>o</sup>	No Significativa	-	-	-	-	-	0,41–1,72 cm/año
ICA DAP <sub>2</sub> <sup>o</sup>	No Significativa	-	-	-	-	-	1,32–1,90 cm/año
ICA G <sub>1</sub> <sup>o</sup>	No Significativa	-	-	-	-	-	0,26–1,05 m <sup>2</sup> /ha/año
ICA G <sub>3</sub> <sup>o</sup>	No Significativa	-	-	-	-	-	0,53–1,52 m <sup>2</sup> /ha/año
<b>3. Evaluación Conjunta: (<i>Melia azedarach</i> + <i>Grevillea robusta</i>)</b>							
IP DAP <sub>3</sub> años	No Significativa	-	-	-	-	-	3,69–5,91 cm/3 años
ICA G <sub>3</sub> <sup>o</sup>	No Significativa	-	-	-	-	-	1,81–2,72 m <sup>2</sup> /ha/año

En Pruebas de Tukey y Friedman, los grupos que tienen letras distintas presentan diferencias estadísticamente significativas. \* Significativa  $\alpha = 0,05$  \*\* Altamente significativa  $\alpha = 0,01$

### Crecimiento del diámetro

En las representaciones de barra de cada especie (Gráfico 1: a y b) se observa que los diámetros medios post - raleo de los tratamientos son muy similares; de hecho, estadísticamente no existen diferencias significativa entre ellos.

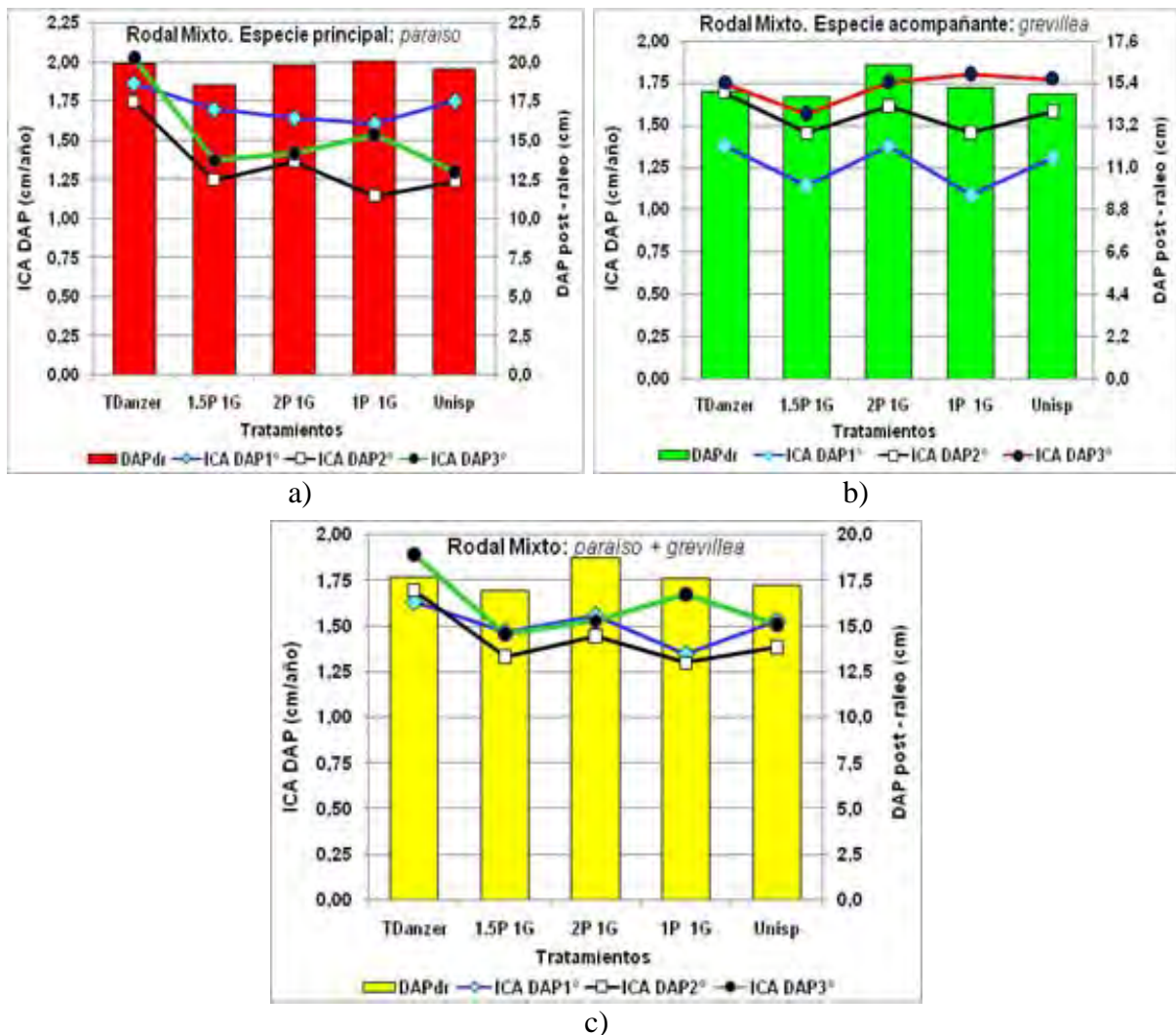


Gráfico 1. Registros medios de crecimiento del DAP durante tres años  
a) paraíso; b) grevillea; c) bosque mixto  
Graphic 1. Registrations means of growth of the DBH during three years  
a) paraíso; b) grevillea; c) mixed forest

En el caso del paraíso, en el año inmediato al raleo es donde se registraron los mayores incrementos diamétricos, aunque entre tratamientos las diferencias son mínimas. En el 2° y 3° control se hallaron diferencias significativas, destacándose en ambos el T1 (raleo efectuado con criterios libres de selección de la empresa Danzer). Esta tendencia a favor de dicho tratamiento también se observó al analizar el crecimiento diamétrico acumulado durante tres años. Se podrían formular como posibles explicaciones a la reacción del “paraíso” en T1: a) la capacidad de la especie para aprovechar la menor competencia forestal ocurrida luego de la aplicación del raleo. b) que la intensidad de raleo practicada por la empresa Danzer en las parcelas de T1 (promedio 42%) fue levemente superior a la ejecutada en los restantes tratamientos (promedio 35%).

En tanto, la “grevillea” presenta un comportamiento diferente. Los menores crecimientos se registraron en el primer año de control, después del raleo. Las líneas del 1° y 2° son semejantes, registrándose valores de crecimiento medio levemente inferiores en los tratamientos T2 y T4 (1.5P 1G y 1P 1G, respectivamente). En el 3° año, la tendencia de cada tratamiento de años anteriores se sigue sosteniendo, con el único cambio visible observado en la recuperación del crecimiento medio del T4. Aquí vale recordar que de todas maneras, estadísticamente no se hallaron diferencias significativas entre tratamientos.



En el análisis del bosque mixto en su conjunto, Gráfico 1 c), se observan respuestas de crecimiento similares entre los tratamientos T2, T3, T4 y T5. La que sobresale positivamente y de manera sostenida es el T1. El comportamiento de este tratamiento posiblemente se base en la influencia decisiva que ejerce el paraíso en la mezcla de especies del bosque.

### Crecimiento del área basal

En las barras del Gráfico 2 a) se representó la cobertura (área basal) de cada especie en el bosque mixto, post - raleo. Es nítida la diferencia a favor del “paraíso” respecto de la “grevillea”; en promedio el G de “paraíso” (barra color rojo) es el doble del G de “grevillea” (barra color verde), aunque en el caso del tratamiento T3 (en el que se dejaron dos paraísos por cada grevillea) constituye el triple.

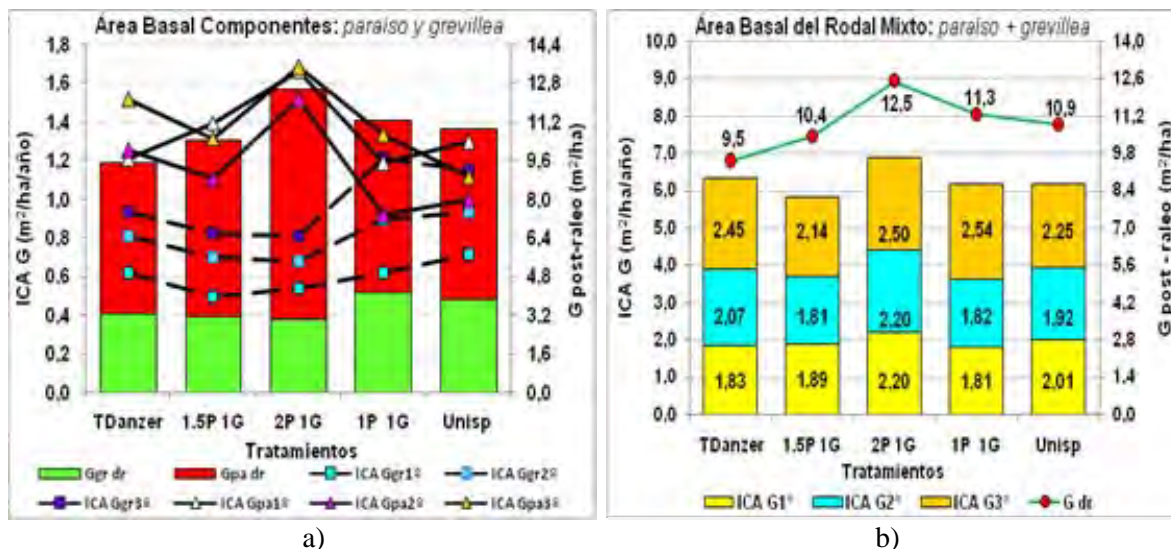


Gráfico 2. Registros medios de crecimiento del G durante tres años  
a) paraíso y grevillea; b) bosque mixto

Graphic 2. Registrations means of growth of the G during three years  
a) Paraíso and grevillea; b) mixed forest

En cuanto al crecimiento del área basal se observa que los registros de “grevillea” ocupan la porción inferior de la figura; es decir, sus valores de incrementos anuales son menores de los observados en “paraíso”. Los mayores valores de incremento en “grevillea” se dan en los tratamientos T4 y T5.

Coherentemente con la mayor cantidad de área basal pos-raleo, en el T3 es donde se registraron los mayores valores de crecimiento de “paraíso”. En T4 y T5, coincidiendo con los mayores registros de incrementos de “grevillea” se observan una merma en el crecimiento de la componente principal (paraíso) del bosque mixto.

En el Gráfico 2 b) se representó el área basal del bosque mixto en su conjunto. El gráfico de líneas constituye el área basal post - raleo experimental. Se aprecia que como consecuencia de la intensidad de raleo superior practicada por la empresa Danzer (T1), el G post-raleo es menor que el resto de los tratamientos. Por otro lado, se observa que a pesar de tener después del raleo, igual densidad que T2, T4 y T5, el tratamiento T3 posee significativa mayor área basal. Esto es explicable por las características propias del tratamiento (2P: 1G), donde la mayor cantidad de “paraíso” es la causa del mayor aporte de área basal. En tanto por medio de las barras se graficaron los incrementos anuales durante los tres años después del raleo. Los incrementos de los dos años inmediatos a la intervención fueron similares y menores a los obtenidos en el tercer año de control.

En Tabla 5 se presentan los resultados comparativos de G raleada y acumulada en tres años.

**Tabla 5. Área basal: cortada y recuperada (IP) en tres años post-raleo.**  
**Table 5. Basal area: cut and recovered (IP) in three years post-thinning.**

	G raleado (m <sup>2</sup> /ha)			Incremento G Periodo 3 años (m <sup>2</sup> /ha)			Recuperación G (%)		
	Grevillea	Paraíso	B Mixto	Grevillea	Paraíso	B Mixto	Grevillea	Paraíso	B Mixto
T1,TDanzer	2,16	5,08	7,24	2,36	3,98	6,34	109	78	88
T2, 1,5P 1G	1,91	1,67	3,58	2,02	3,82	5,84	106	229	163
T3, 2P 1G	3,61	0,82	4,44	2,03	4,86	6,89	56	591	155
T4, 1P 1G	1,62	1,79	3,42	2,73	3,44	6,17	168	192	181
T5, Unisp	1,25	2,34	3,59	2,80	3,41	6,21	225	146	173

En los tratamientos donde cada especie fue más intensamente raleada (paraíso” en T1; y T3 para “grevillea), son los que aún no han recompuesto la totalidad del área basal extraída. En los restantes tratamientos, tres años después del raleo, cada especie recompuso totalmente la masa leñosa apeada: a) “grevillea” recuperó el 100% de G quitada (T1 y T2); b) cada especie produjo entre 145–230% del G raleada (T2, T4 y T5); y c) dado que se extrajo muy poca G de “paraíso” en T3 (raleo muy suave), la recuperación holgada no sorprende. En cuanto al bosque mixto en su conjunto, sólo en T1 no se recompuso la cobertura leñosa quitada.

## CONCLUSIONES

En el bosque mixto estudiado, con respecto al crecimiento del diámetro y área basal, la “grevillea” no mostró diferencias estadísticamente significativas en ningún caso. En tanto, los ejemplares de “paraíso” mostraron un comportamiento distinto ya que se observó una marcada variación en el crecimiento con relación a las variables analizadas. El incremento del área basal se constituyó en la variable más influenciada por las condiciones post-raleo. De acuerdo a los resultados logrados no se puede ser concluyente respecto de cuál es la mejor proporción post-raleo de ejemplares de las especies ensayadas. Dependiendo de la estrategia de manejo, objetivos y prioridades, resultan interesantes las combinaciones del T1 (raleo Tipo Danzer), T3 (2paraíso:1grevillea) y T4 (1paraíso:1grevillea). Debe continuarse la investigación de este lote de bosque mixto, examinando otras variables del rodal e introduciendo nuevas fuentes de experimentación, a fin de profundizar y precisar el conocimiento con relación a las interacciones interespecíficas.

## Agradecimiento

A Danzer Forestación S.A. por la permanente ayuda en la ejecución del proyecto; a la Ing Ftal Carmen Vega y a los estudiantes de Carrera de Ingeniería Forestal (FRN–UNaF), por la colaboración brindada en tareas de campo.

## BIBLIOGRAFÍA.

- Alice, F.; Montagnini, F.; Montero, M. 2004. Productividad en plantaciones puras y mixtas de especies forestales nativas en la estación biológica La Selva, Sarapiquí, Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 28(2): 61-71.
- Cozzo D. 1976. Tecnología de la forestación en Argentina y América Latina. Editorial Hemisferio Sur. 584 pp. Buenos Aires.
- González Díaz, A. 2005. Evaluación económica de los tratamientos silviculturales aplicados en rodales mixtos de *Sequoia sempervirens* y *Pseudotsuga menziesii*, Villarrica. Facultad Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile.
- González Quiroz, Y. 2004. Efecto de diferentes asociaciones de especies vegetales en el crecimiento y la calidad fustal de aroma australiano (*Acacia melanoxylon* R. Br.), Fundo Miraflores, Comuna de Lanco - X Región, Chile. Tesis, Facultad Ciencias Agropecuarias y Forestales, Universidad Católica de Temuco. Chile.
- Loewe, M. V.; González, O. M. 2007. Plantaciones mixtas: un sistema agroecológico productivo, rentable y sustentable. *Rev. Brasileira Agroecología*, Vol.2, N° 1.
- López J.A.; Parisi L.M.; Staffieri G.M.; Aparicio J.L.; Fernandez R.; Gauchat M.E.; Hampel H.; Domecq C. 2004. Resultados de la red de orígenes y presentación de la estrategia de mejoramiento para la especie. Características generales de la especie. Jornada mejoramiento y silvicultura de *Grevillea robusta*. pp.8-15. Misiones.



- Piedrahita Cardona E. 1990. Aspectos técnicos del establecimiento y manejo de plantaciones forestales. En: Apuntes del Curso Internacional Técnicas de Optimización en el Manejo de Plantaciones Forestales. Colombia. pp 30-41.
- Prodan M., Peters R., Cox F. y Real P. 1997. Mensura Forestal Capítulos: Densidad y estructura. Rendimiento y crecimiento. San José, Costa Rica. pp 389-462.
- Siebert, H.; Bauerle, P. 1995. Aromo Australiano (*Acacia melanoxylon*) en plantaciones mixtas. Revista de Ciencias Forestales. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Vol. 10: N°1-2. pág. 25-36. Chile.
- Siebert, H; Von Einsiedel, S; Freiin Truchsess, A. 2003. Mejoramiento de la calidad fustal en plantaciones de *Pseudotsuga menziesii* al crecer en asociación con *Acacia melanoxylon*. Bosque 24(3): 75-83.
- Uteau, D. 2004. Desarrollo inicial de Laurel *Laurelia sempervirens* y Ulmo *Eucryphia cordifolia* en plantaciones mixtas con especies nativas. Tesis, F.C.F. (UACHile). 40 pp. <http://chilebosque.cl/foro/viewtopic.php?p=697>. Rev.mayo, 2009.
- Wachrinrat, C.; Somphat, K.; Paungchit, L.; Teejuntk, S.; Jamroenprucksas, M. Effect of Thinning on growth and yield of *Acacia mangium*- *Dipterocarpus alatus* mixed plantation. Faculty of Forestry, Kasetsart University (KUFF). [http://apafri.org/8thdip/Session%202/S2\\_Chongrak.ppt](http://apafri.org/8thdip/Session%202/S2_Chongrak.ppt). Revisado junio, 2009.
- Wadsworth, F.H.2000. Producción Forestal para América Tropical. Servicio Forestal (EE.UU.). Manual de Agricultura, Libro N° 710-S. 563 pp.
- Wormald, T.J. 1995. Plantaciones forestales mixtas y puras de zonas tropicales y subtropicales. FAO. [http://archive.org/stream/plantacionesfore034892mbp/plantacionesfore\\_034892mbpdjvu.txt](http://archive.org/stream/plantacionesfore034892mbp/plantacionesfore_034892mbpdjvu.txt). Revisado marzo, 2009.

# EVALUACIÓN DE LOS CAMBIOS DE LAS SUPERFICIES IMPLANTADAS CON *Eucalyptus grandis* (Hill ex Maiden) EN LA ZONA DE HUMAITÁ, DEPARTAMENTO DE COLÓN, ENTRE RÍOS

## EVALUATION OF THE CHANGES IN THE AREA PLANTED WITH *EUCALYPTUS GRANDIS* (HILL EX MAIDEN) IN HUMAITÁ, COLON DEPARTMENT, ENTRE RIOS.

Sandoval, D. M.<sup>1</sup>; Presutti, M. E.<sup>1</sup>; Burns, S. L.<sup>1</sup>; Goya, J. F.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>. Laboratorio de Investigación de Sistemas Ecológicos y Ambientales (LISEA), Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. Diag. 113 esq 61 N° 469 Piso 2 (1900) La Plata, Buenos Aires, Argentina. [martins.sando@gmail.com](mailto:martins.sando@gmail.com)

### RESUMEN

El NE de Entre Ríos es particularmente favorable para la implantación de especies forestales, entre ellas *Eucalyptus grandis*. El objetivo del trabajo es determinar la evolución histórica de los cambios en el uso del suelo en el periodo 1985-2008 en dos establecimientos de aproximadamente 4000 ha, con rodales de *E. grandis* cuyas edades abarcan desde los recientemente implantados hasta aquellos en turno de corta, entre los 12 y 14 años. Se establecieron 4 clases de uso: pastizal/suelo desnudo, plantaciones de *Eucalyptus* spp., plantaciones de *Citrus* spp y plantaciones de *Pinus* spp. A través del análisis de imágenes satelitales se crearon matrices con los cambios producidos. Los resultados indican un avance de la superficie implantada con *Eucalyptus* spp. sobre los pastizales y las plantaciones de *Pinus* spp. particularmente entre los años 1992-1997 con tasas de traspaso de 137,64 y 54,48ha/año respectivamente. Sin cambios significativos en la superficie ocupada por *Citrus* spp.

**Palabras clave:** Uso del suelo, imágenes satelitales, detección de cambios, evolución histórica

### SUMMARY

NE of Entre Ríos is particularly favorable for the implantation of forest species, *Eucalyptus grandis* among them. The objective of this work is to determine the historic evolution of the land use change in the period 1985 – 2008 in two establishments of 4000 ha approximately, with *E. grandis* stands with ages ranging from recently planted up to rotation ages, between 12 and 14 years old. Four use classes were established: pasture/bare soil, *Eucalyptus* spp. plantations, *Citrus* spp. plantations and *Pinus* spp. plantations. By means of satellite images analysis matrices were made with the changes produced. The results indicate an advance in the area planted with *Eucalyptus* spp over the pastures and the *Pinus* spp. Plantations, particularly between the years 1992 – 1997 with changing rates of 137,64 y 54,48ha/year respectively. No significant changes in the area occupied by *Citrus* spp.

**Key Words:** Land use, satellite image, change detection, historic evolution

### INTRODUCCIÓN

La provincia de Entre Ríos presenta condiciones climáticas y edáficas, particularmente en una franja sobre la margen occidental del Río Uruguay, favorables para la implantación de especies forestales de gran productividad, principalmente *Eucalyptus grandis* (Hill ex Maiden), *Eucalyptus dunnii* (Maiden), y en menor medida *Pinus elliottii* (Engelm.) y *Pinus taeda* (L.). Los departamentos Concordia, Colón y Federación forman parte de dicha franja costera

*14as Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM - EEA Montecarlo, INTA.  
10, 11 y 12 de Junio de 2010 -Eldorado, Misiones, Argentina*

y albergan casi el 90% de las forestaciones, en marcada asociación con los suelos arenosos característicos de esa región (Brizuela *et al.*, 2004). La enorme difusión de los eucaliptos se debe a que muchas de sus especies muestran una alta adaptabilidad, un buen crecimiento y son apropiadas para una variedad de usos. Estas virtudes se contraponen con cierta tendencia adversa a la plantación de eucaliptos, debida a los efectos ecológicos supuestamente negativos que provoca (Carpineti *et al.*, 1995). Los efectos ambientales locales de carácter negativo producidos por las plantaciones de eucalipto que más se mencionan en la literatura pueden agruparse en: efectos sobre el ambiente abiótico (reducción de la cantidad de agua disponible en el subsuelo y la pérdida de nutrientes del suelo) y efectos sobre el ambiente biótico (inhibición del crecimiento de la vegetación nativa y reducción de la fauna local) (Ceccon y Martínez-Ramos, 1999).

La actividad forestal en la provincia de Entre Ríos está localizada fundamentalmente, en los suelos arenosos de las terrazas del río Uruguay, donde actualmente compite con la citricultura. En el Departamento de Colón, este cultivo reviste poca importancia (Larocca, 1983), por lo que las forestaciones de *E. grandis* han avanzado hacia los suelos ocupados anteriormente por dicha actividad, incrementándose en un 82% la superficie plantada con *E. grandis* en el periodo 1985 – 2008 (Presutti *et al.*, 2008). Si bien estas plantaciones forman parte del paisaje en el noreste de Entre Ríos desde hace más de cinco décadas y son la base que sustenta una de las actividades productivas que caracterizan la región, recientemente han comenzado a ser fuente de preocupación por parte de las comunidades locales debido a los potenciales efectos de estas plantaciones sobre el medio ambiente (Díaz *et al.*, 2006). En el mismo sentido, los cambios en la cubierta de la tierra debidos a los cambios de uso del suelo, han sido identificados como un proceso clave que puede incidir sobre los niveles de carbono atmosférico y el cambio climático global (Carrasco-Letelier *et al.*, 2004). Una aproximación de esta problemática puede realizarse a partir de modelos de cambio de paisaje, los cuales sirven para una variedad de propósitos que abarcan desde el análisis de la variación en la interacción de los procesos naturales hasta la evaluación de propuestas de manejo. Los modelos espaciales requieren datos que pueden ser obtenidos a través de la teledetección y pueden manipularse en los sistemas de información geográfica (Baker, 1989). En general los esfuerzos de analizar y modelar los procesos de cambio de uso del suelo se orientan a responder los siguientes interrogantes: ¿por qué ocurre el cambio en el uso del suelo?, ¿dónde? y ¿cuándo ocurre el cambio? (Sandoval y Oyarzun, 2004). Estos tres interrogantes fundamentales, pueden ser abordados a través de la metodología del análisis multitemporal a través de imágenes satelitales.

El objetivo de este trabajo es caracterizar los cambios temporales en el uso del suelo en una zona núcleo del desarrollo forestal del NE de Entre Ríos determinando los cambios históricos en términos de superficie, que se han producido en el uso de la tierra (vegetación nativa, cultivos frutales, forestaciones).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### *Área de estudio*

La zona de estudio comprende los establecimientos “Los Monigotes S.A.” e “Ybyraty S.A.” cuyos cascos están situados a 31°48'17.23" S y 58°11'23.44" O y 31°46'54.90" S y 58°9'49.36"O respectivamente, ambos en el extremo NE del departamento de Colón. Las plantaciones de *E. grandis* se establecen en buena parte de dicha extensión con una superficie neta de aproximadamente 4100 ha en suelos denominados localmente “mestizos” (Orden Inceptisol y Molisol) principalmente y también sobre arenas rojizas profundas (Orden Entisol) y suelos arcillosos (Orden Vertisol) (Carpineti *et al.*, 1995). La estructura de edades de los rodales abarca desde los recientemente implantados hasta aquellos en turno de corta, el cual oscila entre los 12 y 14 años. La superficie observada que ocupan las plantaciones de *Pinus spp.* y

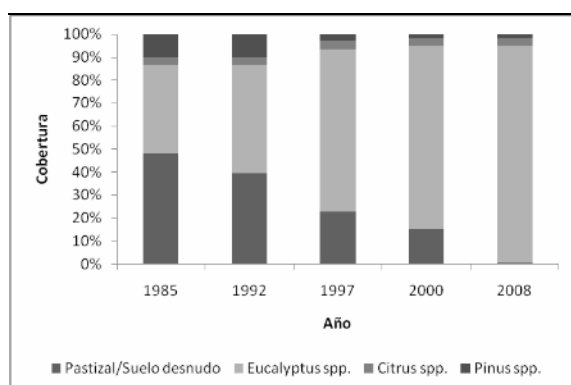
de *E. dunnii* es sensiblemente inferior con respecto a la correspondiente a *E. grandis*. Los pastizales naturales o pasturas implantadas son la vegetación dominante en aquellos lugares donde no existen plantaciones, además de una pequeña superficie relativa ocupada por la actividad cítrica.

### **Análisis de la evolución del área forestada.**

Se evaluó cual fue el cambio en el uso del suelo en el área de estudio para el período 1985-2008 a partir de la digitalización de 715 polígonos, en su mayoría rodales de *Eucalyptus* spp., sobre una imagen LANDSAT 5 TM y otra CBERS-2B HRC del 21 y 23 de marzo de 2008, respectivamente. Se establecieron clases de uso del suelo distinguiendo: (0) pastizal/suelo desnudo, (1) plantaciones de *Eucalyptus* spp., (2) plantaciones de *Citrus* spp., (3) plantaciones de *Pinus* spp. La superficie relevada fue de aproximadamente 4100ha. A partir de esta codificación se procedió a identificar la clase de uso que tenía cada polígono con el apoyo de imágenes LANDSAT 5 TM adquiridas en las siguientes fechas: 18 de noviembre de 2000, 27 de junio de 1997, 21 de enero de 1992 y 10 de junio de 1985. Se crearon matrices de cambio de uso del suelo al año en cada período (Chuvienco Salinero, 1985; Sandoval y Oyarzun, 2004) en donde se indicaron las frecuencias relativas de transferencia entre clases y se calcularon las tasas anuales de cambio (ha/año) para cada período como indicadoras de la magnitud de la transformación, finalmente se generó un mapa señalando la distribución espacial de las variaciones.

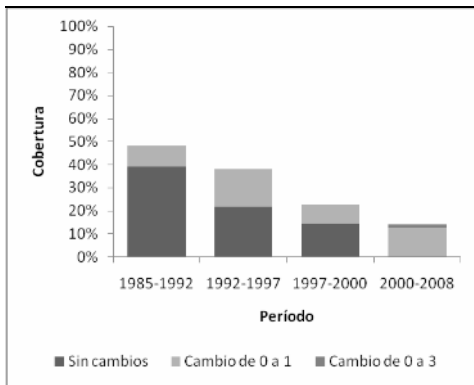
## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Para las 4135,84ha relevadas se pueden observar que para los períodos considerados existe un aumento considerable de la superficie ocupada por plantaciones de *Eucalyptus* spp., una merma importante del porcentaje de ocupación de los pastizales y un área aproximadamente constante de plantaciones de *Pinus* spp. y *Citrus* spp. a partir de 1997, con una reducción en el período 1992-1997 (**figura 1**).

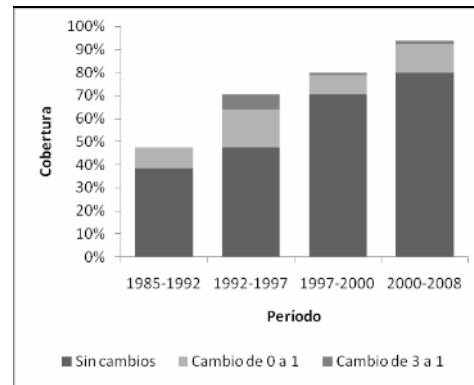


**Figura 1.** Porcentajes de cobertura del suelo para cada año de las diferentes clases de uso observadas. Annual land-cover percentage of the different observed classes.

El balance porcentual de superficie que indica la matriz de cambio de uso del suelo posibilita la cuantificación del traspaso entre cada clase para cada época. En general se reconoce una transferencia neta importante de las clases de uso pastizal y *Pinus* spp. hacia *Eucalyptus* spp., para el primer caso en los períodos 1992-1997 y 2000-2008 del 16,64% y 12,56%, respectivamente, y para el segundo entre los años 1992 y 1997 del 6,59%, en el mismo sentido, para el período 2000-2008 se registra un avance del 1,5% del pino sobre los pastizales (**figura 2**). Se observa también que no hay cambios significativos en la superficie ocupada por *Citrus* spp.



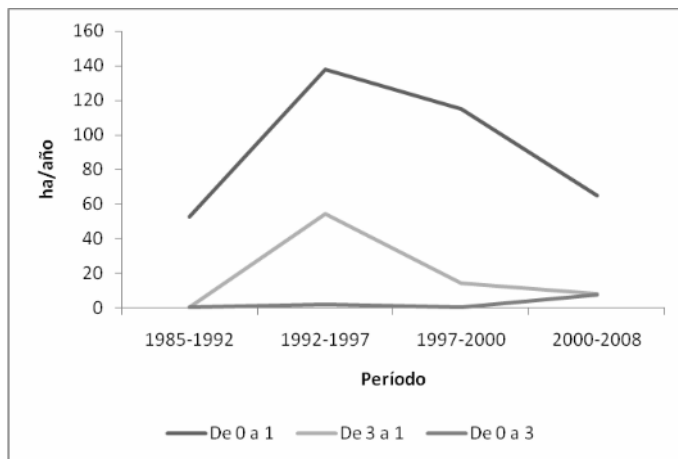
(a)



(b)

**Figura 2.** Porcentajes de cambio mayores al 1% de cobertura de las clases de uso del suelo (a) pastizales y (b) *Eucalyptus* spp. para cada período. 0: Pastizal, 1: *Eucalyptus* spp. y 3: *Pinus* spp.  
 Percentages of changes greater than 1% in (a) pasture and (b) *Eucalyptus* spp. land-cover classes for each period 0: Pasture, 1: *Eucalyptus* spp. and 3: *Pinus* spp.

Como medida de magnitud de la transferencia entre clases, las tasas de cambio en ha/año señalan al período 1992-1997 como el de mayor progreso de las plantaciones de eucalipto sobre los pastizales y el pino con valores de 137,64 y 54,48ha/año respectivamente (**figura 3**).

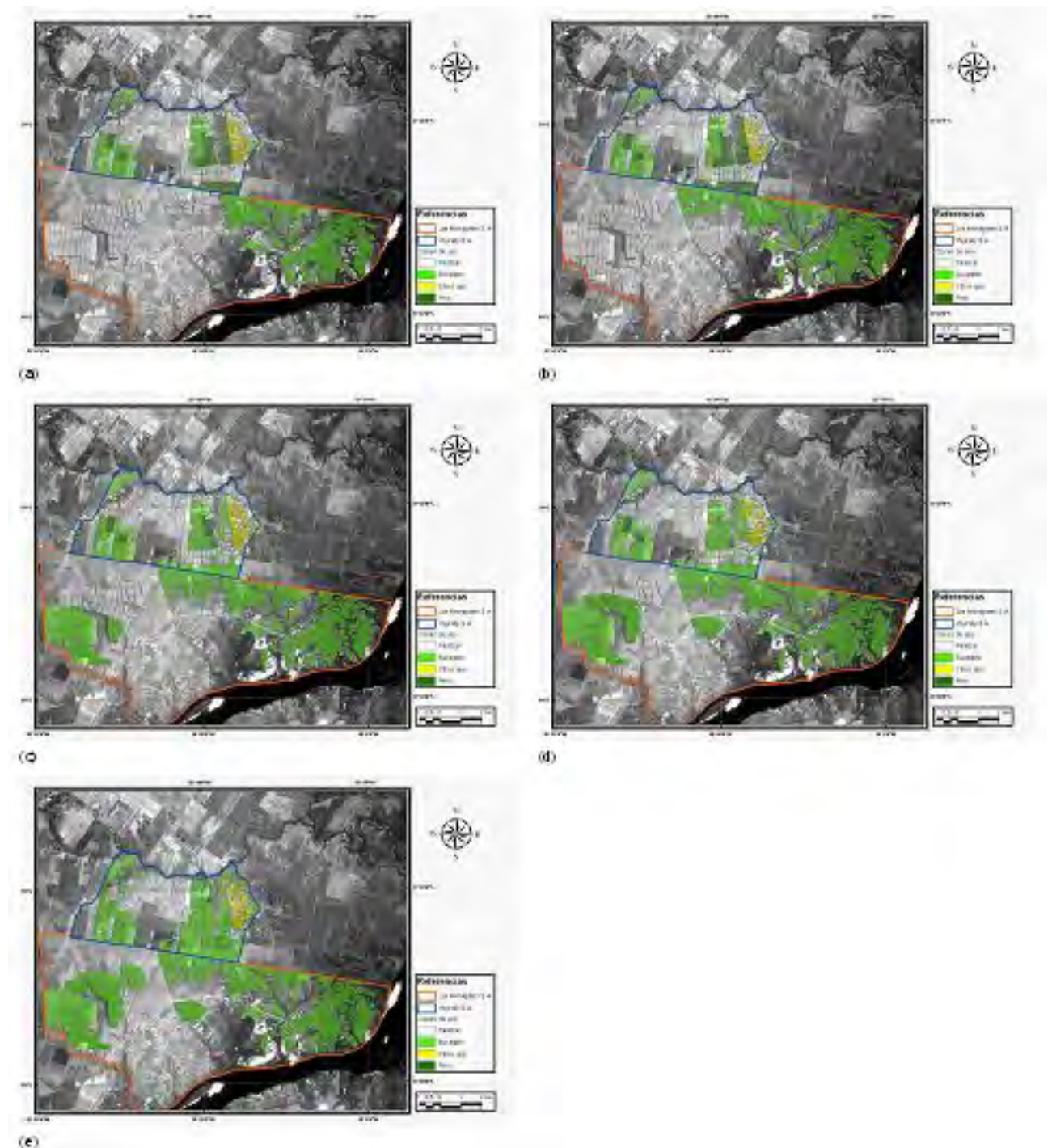


**Figura 3.** Tasas de transferencia (ha/año) de las clases de uso del suelo 0: Pastizal, 1: *Eucalyptus* spp. y 3: *Pinus* spp.  
 Transfer rate (ha/year) of the land cover classes 0: Pasture, 1: *Eucalyptus* spp. and 3: *Pinus* spp.

Al representar la evolución de las clases de uso del suelo espacialmente (**figura 4**) se advierte que para el predio de Los Monigotes S.A. se produce un claro proceso de ocupación de las plantaciones de *Eucalyptus* spp. hacia el Oeste asociado principalmente al desplazamiento de la actividad ganadera (Paruelo *et al.*; 2006) preservando una amplia zona en el Este con esta especie. En cambio, en Ybyraty S.A. el reemplazo ocurre dentro de la actividad forestal pasando de plantaciones de *Pinus* spp. a eucalipto, manteniendo prácticamente constante la superficie destinada a la citricultura.

Una primera aproximación sobre las causas de este fenómeno viene dada por Díaz *et al.* (2006), quienes señalan que de los 121 aserraderos que existían en la zona en 2001, el 83% procesaban exclusivamente madera de eucalipto, además afirman que en los años posteriores al relevamiento realizado por estos autores, el sector industrial ha crecido, no sólo en lo que respecta al número de establecimientos, sino también a través de la inversión en tecnología de

aserrado y secado, y en la instalación de líneas de remanufactura, agregando valor a la cadena forestal



**Figura 4.** Evolución de la distribución espacial de las clases de uso del suelo en la zona de estudio para los años (a) 1985, (b) 1992, (c) 1997, (d) 2000 y (e) 2008, sobre una imagen CBERS-2B HCR del 24 de marzo de 2008. Spatial distribution evolution of the land-cover classes in the study area over a CBERS-2B HCR imagery (obtained in 24th March 2008) for the following years: (a) 1985, (b) 1992, (c) 1997, (d) 2000 and (e) 2008.

## CONCLUSIONES

En el período 1985-2008 se observa un importante avance de la superficie implantada con *Eucalyptus* spp. sobre los pastizales y las plantaciones de *Pinus* spp. en particular entre

*14as Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM - EEA Montecarlo, INTA.  
10, 11 y 12 de Junio de 2010 -Eldorado, Misiones, Argentina*

los años 1992-1997 con tasas de traspaso de 137,64 y 54,48ha/año respectivamente. La modelización de la distribución espacial de las transformaciones del paisaje puede derivar en un análisis detallado de los mecanismos que las determinan y de las consecuencias que puedan tener sobre diferentes procesos biológicos y/o socio-económicos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Baker, W.L. 1989. A review of models of landscape change. *Landscape Ecology* Vol. 2, Nro. 2: 111-133.
- Brizuela, A.B.; Milera, S.; Mestres, J. 2004. Plantaciones de eucaliptos y pinos en los Departamentos del Este de Entre Ríos. *Temas de la Biodiversidad del Litoral Fluvial Argentino I – Instituto Superior de Correlación Geológica (INSU-GEO)*, Miscelánea Nro. 12: 153-160.
- Carpinetti, L.; Dalla Tea, F.; Glade, J.; Marcó M. (EDS.). 1995. Manual para productores de eucaliptos de la Mesopotamia Argentina. SAGyP-INTA. 162 p.
- Carrasco-Letelier, L.; Eguren, G.; Castiñeira, C.; Parra, O.; Panario, D. 2004. Preliminary study of prairies forested with *Eucalyptus* sp. at the northwestern Uruguayan soils. *Environmental Pollution* Vol. 127, Issue 1: 49–55.
- Ceccon, E.; Martínez-Ramos, M. 1999. Aspectos ambientales referentes al establecimiento de plantaciones de eucalipto de gran escala en áreas tropicales: aplicación al caso de México. *Interciencia* Vol 24, Nro. 6: 352-359.
- Chuvieco Salinero, E. 1985. Aportaciones de la Teledetección espacial a la cartografía de ocupación del suelo. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense* Vol. 5: 29-48.
- Díaz, D.; Tesón, N.; García, M.Á. 2006. Efectos ambientales de las forestaciones de eucaliptos en el noreste de Entre Ríos. *XXI Jornadas Forestales de Entre Ríos, Concordia, Entre Ríos. III: 1-15.*
- Larocca, L.H. 1983. Plantaciones forestales en la Región de Concordia. En: *Carpeta de Información Forestal. Estación Experimental Agropecuaria INTA Concordia.* 217-226.
- Paruelo, J.M.; Guerschman, J.P.; Piñeiro, G.; Jobbágy, E.G.; Verón, S.R.; Baldi, G.; Baeza, S. 2006. Cambios en el uso de la tierra en Argentina y Uruguay: marcos conceptuales para su análisis. *Agrociencia* Vol. 10, Nro. 2: 47-61.
- Presutti, M.; Arturi, M.; Goya J.F. 2008. Plantaciones de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden y su relación con la aptitud de los suelos en Colon, Provincia de Entre Ríos. *YVYRARETA* 15: 50–55.
- Sandoval, V.; Oyarzun, V. 2004. Modelamiento y prognosis espacial del cambio de uso del suelo. *Quebracho: Revista de Ciencias Forestales* Nro. 11: 9-21.



## Estudio Epidiométrico de *Juglans australis* Griseb.

### Epidometric study of *Juglans australis* Griseb.

Terán, M. A.<sup>1</sup>; Guzmán J. E.<sup>2</sup>; Vargas, S. M.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Profesor Adjunto Cátedra Dasonomía. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta. Av. Bolivia N° 5051. Dirección mail: [mteran@unsa.edu.ar](mailto:mteran@unsa.edu.ar) CP: 4.400. Teléfono: 0387-4255438

<sup>2</sup> Investigador Libre. Consejo de Investigación Universidad Nacional de Salta. Av. Bolivia N° 5051. Dirección mail: [jorgeguz13@hotmail.com](mailto:jorgeguz13@hotmail.com)

<sup>3</sup> Auxiliar Docente Cátedra Dasonomía. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta. Av. Bolivia N° 5051. Dirección mail: [silvi\\_mova@hotmail.com](mailto:silvi_mova@hotmail.com)

### RESUMEN

El objetivo de este estudio es aportar conocimiento sobre el crecimiento de *Juglans australis* Griseb. en un sector de Yungas en las Serranías de La Caldera, Provincia de Salta. En rodales maduros se estudiaron edad y tipos de crecimiento, en 8 individuos adultos con  $DAP \geq 30$  cm, sin defectos en el fuste y posición dominante. Se cortaron secciones transversales a distintas alturas. Se definieron cuadrantes, donde se determinó la edad (0.30 m) e incremento en diámetro (1.30 m). La marcación y medición de los anillos se realizó con equipo computarizado ANIOL y programa CATRAS en Laboratorio de Dendrología-Universidad Nacional de Santiago del Estero. La edad de los individuos oscila entre los 50 y 60 años. El espesor de los anillos presenta valores máximos entre los 17 – 19 años, disminuyendo con la edad. El máximo crecimiento se alcanza a los 23 años y el turno biológico a los 52 años.

**Palabras claves:** Yungas, edad, nogal criollo, crecimiento, turno biológico.

### SUMMARY

The objective of this study is to provide knowledge on the growth of *Juglans australis* Griseb. for a sector of the Yungas in the mountains of La Caldera, Salta Province. Mature stands were studied age and different types of growth, in 8 adult individuals healthy  $DBH \geq 30$  cm, no defects in the stem and dominance. Transverse section were cut at different heights. Quadrants were defined, which determined the age (0.30 m) and increased diameter (1.30 m). Marking and measuring of the rings was performed with computerized equipment and program Aniol cot at Dendrology Laboratory – National University of Santiago del Estero. The age of individuals between 50 and 60. The thickness of the rings presents maximum values between 17 to 19 years, declining with age. The maximum growth is reached at 23 years and the shift to 52 biological years

**Key words:** Yungas, age, Argentine walnut, growth, biological shift.

### INTRODUCCIÓN

La Selva de Yungas es considerada como uno de los ambientes con más alta biodiversidad y está entre los más amenazados del mundo. Ocupa 2,5 millones de hectáreas entre las provincias de Salta, Jujuy, Tucumán y Catamarca (*Brown y Grau, 1993*). Posee gran importancia por los recursos tanto ecológicos como económicos presentes en ella. Sin embargo, no se cuenta con los suficientes datos básicos para cuantificarla; es por ello que su



cuantificación y conocimiento permite la optimización en el manejo integral de los Recursos Naturales y en la definición de planes de desarrollo.

Actualmente, la actividad forestal en la Selva Tucumano- Boliviana es netamente extractiva, lo que lleva a una disminución de las poblaciones de especies de alto valor maderero por la calidad de sus maderas, entre ellas: Cedro orán (*Cedrela balansae* C.DC.), Afata (*Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb.), Roble criollo (*Amburana cearensis* (Allemao) A.C.Sm.), Palo amarillo (*Phyllostylon rhamnoides* (J. Pois.) Taub.), Cebil colorado (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. *cebil* (Griseb.) Altschul), Palo blanco (*Calycophyllum multiflorum* Griseb.) y Nogal criollo (*Juglans australis* Griseb.).

La distribución fitogeográfica de *J. australis* (nogal criollo) se reduce a una franja altitudinal comprendida entre los 500 y 1500 metros sobre el nivel del mar, alcanzando los 1780 m.s.n.m. en el norte de Salta (Dimitri et al., 1998); es el único representante de la familia *Juglandaceae* en el país.

Este trabajo tiene como objetivo aportar conocimiento sobre el crecimiento de la especie *J. australis*, para un sector de Yungas en las Serranías de La Caldera (S 24°38' - W 65°25') y así poder efectuar el uso racional de este recurso forestal y colaborar con el manejo sustentable.

## METODOLOGÍA

### Diseño de Muestreo

El diseño de muestreo es selectivo, se eligieron 4 sitios con rodales maduros de nogal, de similares características entre sí, ubicados a diferentes altitudes.

En cada rodal se eligió un solo ejemplar que constituye el centro de una parcela circular de 18 m de radio, a partir del cual se realizaron las mediciones de cada uno de los individuos, con DAP (diámetro a la altura de pecho)  $\geq 10$  cm, que acompañaban a la especie estudiada dentro del rodal (según *Norma IRAM 18*, 1960).

Se registraron datos de:

- CAP (circunferencia a la altura de pecho), determinado con cinta métrica. Con este valor se calculó el DAP.
- Altura de fuste y altura total, parámetros utilizados para los cálculos epidométricos.
- Además se registraron: calidad de fuste, presencia de epífitas y/o lianas y estado fenológico de los árboles para una mejor interpretación de los resultados.

El estudio y análisis de datos se realizó en 8 individuos, teniendo como base el siguiente criterio: individuos adultos, sanos, con DAP  $\geq 30$  cm, sin defectos en el fuste y posición dominante en el rodal; se extrajeron tortas (rodajas) de 5 cm de espesor a la altura de la base (0,30 m), a 1,30 m y punta de copa, es decir donde comienza la primera ramificación importante.

### Medición y conteo de anillos

Las tortas extraídas de cada ejemplar se acondicionaron a contenido de humedad adecuado. Luego en carpintería de la Universidad Nacional de Salta se lijaron, con lijadora de banda y orbital, hasta obtener una superficie lisa. En cada torta se trazaron dos diámetros perpendiculares que pasan por el centro de las mismas, incluyendo la corteza, lo que demarca cuatro cuadrantes. Se divide la suma de ambos diámetros por 4, y así se obtiene el valor del RC (radio de cuadratura), luego se marcan en dos cuadrantes opuestos estos radios, desde el centro de la médula hasta la corteza. Cada anillo fue marcado e interconectado en ambos radios, para la detección *falsos anillos de crecimiento* y reducir el error en la marcación. Se midió el radio de los mismos con regla milimetrada, tomando el valor medio.

La edad de cada ejemplar se estimó mediante el conteo de los anillos de crecimiento en las tortas obtenidas en la base (0.30 m de altura). Los datos obtenidos del espesor de los anillos, se trabajaron en planillas de cálculo, determinando el diámetro en centímetro (cm) y la sección en (cm<sup>2</sup>).

### Determinación del incremento en diámetro

Para el análisis del incremento del diámetro se utilizaron las tortas del DAP (1,30 m) de los 9 individuos.

La marcación y medición de los anillos se efectuó con el Equipo Computarizado ANIOL y el programa CATRAS (*Aniol*, 1991), en el Laboratorio de Dendrología del Instituto de Silvicultura y Manejo de Bosques (INSIMA) de la Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero.

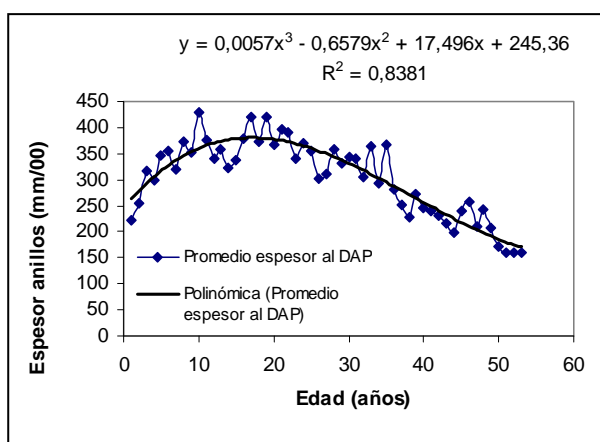
Con este procedimiento se determinó número de anillos y espesor de los mismos con una precisión de centésimas de milímetro, y se determinó la media aritmética de los espesores de los anillos (Giménez y Ríos, 1999).

Con el fin de visualizar las relaciones existentes entre las variables dendrométricas, y el ajuste a una función matemática se analizaron los modelos de regresión logarítmico y polinómico, seleccionando el que mejor R<sup>2</sup> presentó.

## RESULTADOS

### Determinación del incremento en diámetro y en sección normal

El espesor medio de los anillos fue de 3,036 mm (1,11– 4,48 mm), con una desviación estándar de 1,49 y un CV% de 50, lo que significa que los anillos de crecimiento presentaron espesores muy variables.



El espesor de los anillos de los individuos en conjunto, presenta un máximo entre los 17-19 años de edad. En la figura N° 1 se muestra una disminución del espesor con la edad. El espesor de los anillos correspondientes a la sección de 1,30 m y la edad se ajustan a una ecuación polinómica de tercer grado, donde el espesor disminuye con la edad. El R<sup>2</sup> se ajusta a 0,83.

**Figura N°1:** Relación del espesor promedio de los anillos de crecimiento (1.30 m) con la edad del árbol.

**Figure N° 1:** Relationship of average thickness growth rings (1.30m) with tree age.

### Relaciones de crecimiento con la edad

Según la legislación de la provincia de Salta, el Diámetro Mínimo de Corta (DMC) para el Nogal criollo es de 40 cm (Decreto 15.742/60), medido a la altura de 1,30 m del suelo.

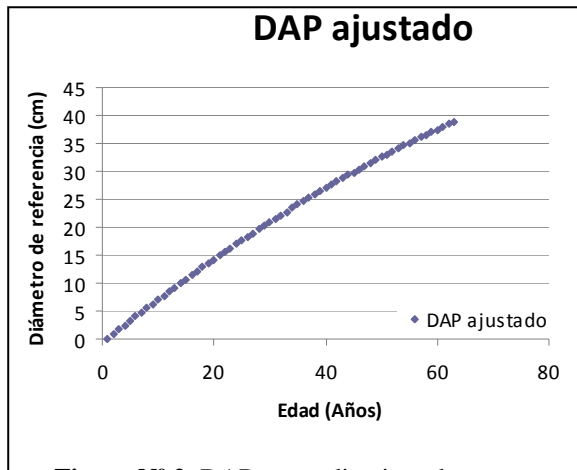


Figura N° 2: DAP promedio ajustado.  
 Figure N° 2: DBH adjusted mean.

La curva promedio de evolución DAP-Edad (Fig. N° 2) se ajusta a una ecuación polinómica de segundo grado. Mediante este análisis se puede estimar un **DAP de 40 cm (DMC) a los 68 años de edad promedio**. El  $R^2$  se ajusta a 1, lo que significa que el 100% de los datos se ajustan a la ecuación.

### Determinación del Incremento Anual e Incremento medio anual en DAP

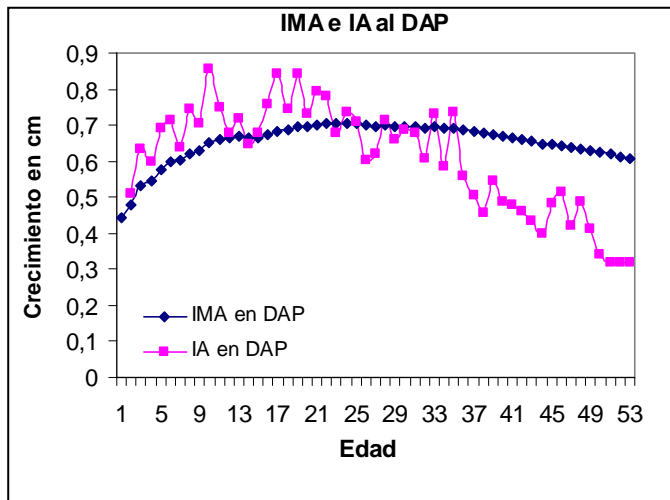


Figura N° 3: Incremento Anual e Incremento medio anual en DAP.  
 Figure N° 3: Increase Annual and médium anual increase in DBH

Se calculó el promedio de los incrementos anual y medio anual de todas las muestras de nogal criollo. Las curvas de IA e IMA calculadas en DAP se interceptan a los 23 años, lo que indica un máximo de incremento medio a esa temprana edad (Fig. N° 3).

### Sección Normal

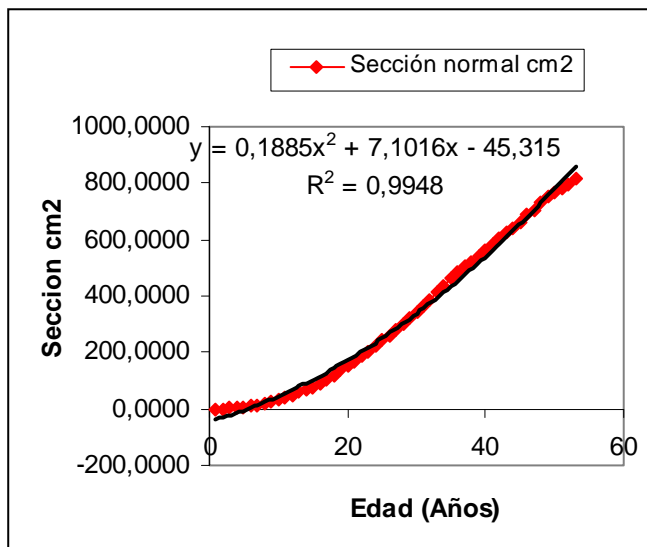
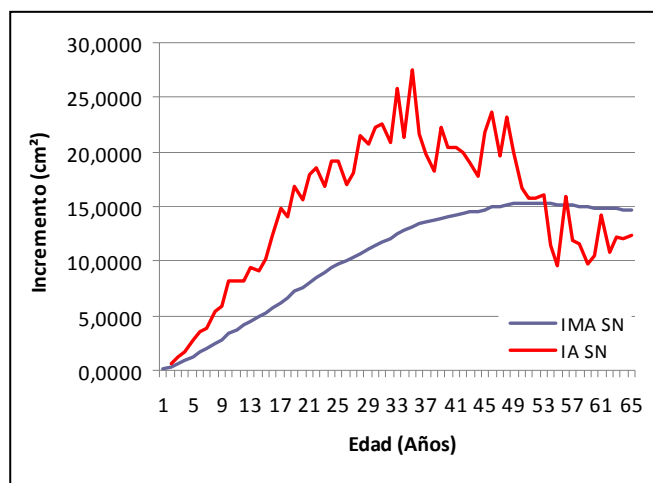


Figura N° 4: Curva de SN con respecto a la edad.  
 Figure N° 4: NS curve with respect to age.

El área de sección normal en relación a la edad ajusta a una función polinómica de segundo grado. Donde la SN y la edad tienen una elevada relación entre sí (figura N° 4).

## Determinación del incremento anual e incremento medio anual en SN



Se calculó el promedio de los incrementos anual y medio anual de todas las muestras de nogal criollo. El turno biológico para la variable se alcanza a los 52 años con una sección de 797,64 cm<sup>2</sup> (equivalente a un diámetro de 32 cm) y un incremento medio de 15,33 cm<sup>2</sup> (Fig. N° 5).

**Figura N° 5:** IA e IMA para la Variable sección normal.  
**Figure N° 5:** IA and MIA for the variable normal section

## CONCLUSIONES

El área de estudio se caracteriza por presentar un clima húmedo y suelos favorables para el desarrollo de actividades forestales, lo cual le confiere a este lugar una significativa importancia. En la misma el nogal criollo se desarrolla a plenitud, favorecido por las condiciones de sitio, la que propicia una buena germinación; y además las observaciones fenológicas nos muestran un buen desarrollo en cada etapa biológica de crecimiento (buena dotación de semillas). Se debe destacar, que en el área, los frutos no son consumidos por el ganado.

Estudios realizados en la zona demuestran que la especie es la más abundante y frecuente presentándose a lo largo de todo el gradiente altitudinal (*Terán et al*, 2009), pudiéndose encontrar rodales monoespecíficos.

En la determinación de la edad de *J. australis* se pudo establecer que es una especie que presenta anillos de crecimiento claramente demarcados, lo que facilita el conteo y la observación de los mismos. Las edades de los ejemplares estudiados varían entre los 50 a 60 años (torta de la base).

En el estudio epidométrico se puede determinar lo siguiente:

- El espesor de los anillos aumenta con el incremento de la edad hasta llegar a un punto de inflexión al partir del cual disminuye notablemente. El espesor medio de los anillos es de 2,924 mm.
- Desde los 10 a los 14 años se observan los espesores máximos de anillos.
- El promedio de tiempo de tránsito de una clase diamétrica de 5 cm a otra es de 9,5 años hasta llegar a los 40 cm, correspondientes al Diámetro Mínimo de Corta (según decreto 15.742/60. Prov. de Salta). A medida que aumenta la edad, se llega a un punto donde el tiempo de tránsito se hace mayor (coincide con la edad de culminación del crecimiento).
- El diámetro mínimo de corta (Decreto 15.742/60) de 40 cm a 1,30 m del suelo, se alcanza a los 68 años de edad promedio.
- La edad de culminación de crecimiento determinado por la sección normal es a los 53 años.

Del análisis surge que el turno biológico de la especie en el área de estudio, se alcanza a los 52 años con una sección de 797,64 cm<sup>2</sup> (32 cm de DAP), según análisis de la determinación de los incrementos en S.N.

Los resultados permiten establecer que el análisis de anillos de crecimiento es aplicable en esta especie, y la técnica es de fácil aplicación; resultando una herramienta valiosa para poder conocer la evolución y el crecimiento de la especie.

#### **Agradecimientos**

- Al sr. David Fernández Acevedo, propietario de Finca Rinconcito, por permitirnos la entrada a su propiedad para la realización del trabajo de campo.
- Al personal de la Carpintería de la Universidad Nacional de Salta, por su excelente predisposición a la hora de la preparación de las muestras empleadas en este estudio.
- A los investigadores y personal del Instituto de Silvicultura y Manejo de Bosques (INSIMA) de la Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero.

#### **BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA**

- Aniol, R. 1991. Computer Aided Tree Rings Analysis System, User manual. Schleswig, F.R.G, Alemania
- Brown, D. y R. Grau. 1993. "La Naturaleza del Hombre en las Selvas de Montañas". Proyecto GTZ-Desarrollo Agroforestal en Comunidades rurales del Noroeste Argentino. Salta, Argentina. 143 p.
- Decreto N° 15.742 - 1960. Diámetros Mínicos de Corta de Especies Forestales. Ministerio de Economía, Finanzas y Obras Públicas. Expediente N° 3528. Provincia de Salta.
- Dimitri, M. J., R. Leonardis y J. Biloni. 1998. El Nuevo Libro del Árbol: Especies Forestales de la Argentina Occidental. Tomo I. Editorial El Ateneo 3ª edición. Buenos Aires, Argentina. 120 p.
- Giménez, A. M. y N. A. Ríos. 1999. "Crecimiento de *Schinopsis quebracho-colorado* (Schlecht.) Baril. Et Meyer, Anacardiaceae". Instituto de Silvicultura y Manejos de Bosques (INSIMA), Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina. Madera y Bosques 5 (2), 35- 51.
- IRAM 18. 1960. "Muestreo al azar". Instituto Argentino de Racionalización de Materiales.
- Terán M., S. M. Vargas y G. M. Martínez. 2009. "Determinación taxonómica y análisis de parámetros ecológicos en laderas de distinta exposición en un sector de Yungas – La Caldera, Salta". IV Jornadas de Comunicaciones de la Facultad de Ciencias Naturales y II Jornadas de Enseñanza de las Ciencias Naturales de Salta. Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta.

# TENTATIVA DE PROPAGAÇÃO DE EUGENIA CANDOLLEANA (AMEIXEIRA DA MATA) POR ESTAQUIA

## ATTEMPT OF EUGENIA CANDOLLEANA (AMEIXA DA MATA) FRUIT TREE PROPAGATION BY CUTTING

Alegretti, A. L.<sup>1</sup>; Wagner Júnior, A.<sup>2</sup>; Cassol, D. A.<sup>3</sup>; Pirola, K.<sup>3</sup>; Bortoloni, A.<sup>3</sup>; Hossel, C.<sup>1</sup>; Mazaro, S. M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Acadêmico do curso de Engenharia Florestal. Universidade Tecnológica Federal do Paraná - *Campus* Dois Vizinhos. e-mail: alexandreleuisalegretti@yahoo.com.br. Bolsista SETI.

<sup>2</sup>Eng. Agr. DSc. Professor. UTF PR - *Campus* Dois Vizinhos, Dois Vizinhos - PR. e-mail: americowagner@utfpr.edu.br, sergio@utfpr.edu.br, idemir@utfpr.edu.br.

<sup>3</sup>Acadêmico do curso Superior de Tecnologia em Horticultura. Universidade Tecnológica Federal do Paraná - *Campus* Dois Vizinhos. e-mail: so\_darci@hotmail.com. Bolsista CNPq.

### RESUMO

A ameixeira da mata é uma fruteira pouco cultivada comercialmente, porém com grande potencial de cultivo. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o tamanho de estaca e concentração de ácido indolbutírico na propagação vegetativa ameixeira da mata por estaquia. O trabalho foi realizado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná - *Campus* Dois Vizinhos, Dois Vizinhos - PR, Brasil. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em fatorial 4 x 2 [concentração de ácido indol-3-butírico (AIB) x tamanho da estaca], com 4 repetições, considerando-se o uso de 10 estacas por parcela. Foram considerados dois blocos para cada planta. As estacas, depois de coletadas, foram preparadas em dois tamanhos, 8 e 12 cm de comprimento. As 4 concentrações de AIB testadas foram de 0 mg L<sup>-1</sup>, 1000 mg L<sup>-1</sup>, 2000 mg L<sup>-1</sup> e 3000 mg L<sup>-1</sup>. As estacas coletadas foram colocadas em canteiros de 4 x 2 m em estufa, contendo como substrato areia. Concluiu-se que a utilização de ácido indolbutírico, nas concentrações testadas, em estacas de ameixeira da mata com dois diferentes comprimentos, não induziu a formação de calos e raízes.

**Palavra chave:** Myrtaceae, *Eugenia candolleana*, propagação assexuada.

### SUMMARY

The ameixa da mata fruit tree had a little commercial production. However, this fruit specie have a big production potential. The aim of this work was to evaluate the length cute and indol butiric acid (IBA) in the vegetative propagation of ameixa da mata fruit tree by cutting. The studies were carried out at Green house of Universidade Tecnológica Federal do Paraná - *Campus* Dois Vizinhos, Dois Vizinhos - PR, Brazil. The experiment was designed in completely randomized blocks, in a factorial 4 x 2 (IBA concentration x length cute), with four replications, where each plot was constituted by ten cute. It was used two blocks by tree. It was used cutes with length of eight or twelve cm, after. The four IBA concentrations 0 mg L<sup>-1</sup>, 1000 mg L<sup>-1</sup>, 2000 mg L<sup>-1</sup> e 3000 mg L<sup>-1</sup> were tested. The cute collected were put bed of 4 x 2 m, with land as substrate. It was concluded that the concentration IBA used in ameixa da mata fruit tree cutting with different length did not induce the formation of callus neither the cuttings rooting.

**Key words:** Myrtaceae, *Eugenia candolleana*, asexual propagation.

## INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca por ser um dos principais centros de diversidade genética de fruteiras silvestre no mundo, tendo as fruteiras nativas da família Myrtaceae grande potencial de exploração econômica, tanto na forma de plantios comerciais ou em projetos de reflorestamentos por meio da recomposição das áreas degradadas (Wagner Júnior & Nava, 2008).

De acordo com Manica (2002), dentre todos os gêneros desta família que englobam espécies frutíferas, atualmente apenas cinco gêneros (*Eugenia*, *Acca*, *Myrthacea*, *Plinia* e *Psidium*) têm importância econômica. Como são espécies desconhecidas no mercado agregam grande valor no momento da comercialização.

Entretanto, apesar de apresentarem esse potencial de exploração econômica, estas vem gradativamente desaparecendo da natureza, seja pela fragmentação das florestas ou pela ação do homem, gerando como consequência erosão genética, perdendo-se valiosos materiais genéticos e informações técnicas, antes mesmo que estas sejam estudadas.

Algumas Myrtaceae, como *Eugenia candolleana* estão desaparecendo da natureza antes mesmo que se tenha conhecimento básico de sua biologia e de seu potencial (Landrum & Kawasaki, 1997).

Desse modo, a conservação dos recursos genéticos das fruteiras nativas da região é primordial quando se pensa em estratégias de redução dos danos já causados ao meio ambiente e da falta de informações técnicas necessárias para potencializar o uso das mesmas. Uma das possibilidades iniciais de conservação dos recursos genéticos é a criação de bancos de germoplasma, onde através dos mesmos podem ser realizados inúmeros estudos. Porém, para que isso seja possível é necessária a incorporação de diversos genótipos, divergentes geneticamente ou não, desde que sejam mantidas as características existentes na natureza.

Em geral, existem duas formas de propagação das espécies, sendo estas sexuadas ou assexuadas, tendo está última a vantagem da manutenção das características genéticas, o que garante a manutenção das características agrônômicas de interesse.

Neste sentido, pode-se com a propagação assexuada, incorporar características genéticas que existem na natureza e que se encontra em risco de extinção, como é o caso das fruteiras nativas. Contudo, na literatura são escassos os estudos envolvendo a propagação assexuada de fruteiras nativas e os que existem demonstraram baixo percentual de enraizamento, como é o caso da estaquia para jabuticabeira (Sasso, 2009), feijoeira (Franzon *et al.*, 2004) e cambuizeiro (Suguino *et al.*, 2008).

Com isso, torna-se necessário o estudo do potencial de enraizamento de estacas de ameixeira da mata, para que a técnica de propagação assexuada por estaquia possa ser válida para o uso desta espécie.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o tamanho de estaca e concentração de ácido indolbutírico na propagação vegetativa ameixeira da mata por estaquia.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Unidade de Ensino e Pesquisa Viveiro de Produção de Mudas, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – *Campus* Dois Vizinhos (PR), Brasil.

Foram utilizadas estacas de ramos lenhosos de duas plantas de ameixeira da mata (*Eugenia candolleana* DC.) em idade adulta. As estacas lenhosas foram coletadas na época de agosto de 2009, escolhendo aquelas com diâmetro de aproximadamente 0,8 mm.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em fatorial 4 x 2 [concentração de ácido indol-3-butírico (AIB) x tamanho da estaca], com 4 repetições, considerando-se o uso de 10 estacas por parcela. Foram considerados dois blocos para cada planta.

As estacas, depois de coletadas, foram preparadas em dois tamanhos (8 e 12 cm de comprimento). Em todas as estacas foram realizadas duas lesões superficiais na parte basal, em lados opostos, retirando-se uma porção da casca de cerca de dois milímetros de largura por 2,5 cm de extensão para aumentar a região cambial e retirar possíveis anéis de esclerênquima que dificultariam a saída das raízes adventícias. Todas as folhas foram retiradas no momento do preparo das estacas.

As concentrações de AIB testadas foram de 0 mg L<sup>-1</sup>, 1000 mg L<sup>-1</sup>, 2000 mg L<sup>-1</sup> e 3000 mg L<sup>-1</sup>. As aplicações destas soluções de AIB foram por imersão rápida (5 segundos) na base das estacas. Para o preparo da solução de AIB, o mesmo foi dissolvido em solução de hidróxido de potássio KOH 5N, sendo posteriormente diluído em água destilada até a concentração desejada.

As estacas coletadas foram colocadas em canteiros de 4 x 2 m em estufa, contendo como substrato areia.

As irrigações foram realizadas diariamente em dois turnos (início da manhã e final da tarde), observando-se antes das mesmas o teor de umidade do substrato.

Após 180 dias foram analisadas as variáveis de porcentagem de enraizamento e de estacas com calos. Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) para o fator qualitativo e análise de regressão para os fatores quantitativos, sendo os dados da porcentagem de enraizamento transformados em arco seno x /100. Foi utilizado o aplicativo computacional SANEST (Zonta & Machado, 1984).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No momento da avaliação verificou-se que a utilização do ácido indolbutírico, nas diferentes concentrações testadas, em estacas com dois tipos de comprimento não estimulou a promoção de enraizamento adventício e/ou formação de calo das estacas de ameixeira da mata, durante os 180 dias de execução do presente trabalho. Neste sentido, não houve necessidade de submeter os resultados a análise estatística.

Resultados semelhantes foram obtidos com outras espécies de Myrtaceae, como os executados por Pereira *et al.* (2005), Sasso (2009), Alegretti *et al.* (2008) utilizando estacas de jaboticabeira que, mesmo utilizando concentrações mais elevadas de AIB não promoveram o enraizamento adventício das estacas.

Suguino *et al.* (2008) testando estacas de cambuzeiro retiradas de regiões apicais, medianas e basais, com aplicação de 0, 500, 1000 e 2000 mg L<sup>-1</sup> de AIB também não obtiveram enraizamento adventício das mesmas.

Franzon *et al.* (2004) conduziram dois experimento com estacas lenhosas de goiabeira serrana. No primeiro experimento testaram-se o efeito do AIB nas concentrações de 0, 200 e 400 mg L<sup>-1</sup>, em imersão das estacas por 24 horas, retiradas de diferentes porções do ramo (apical, mediana e basal). No segundo foram testadas estacas herbáceas aplicando-se AIB nas concentrações de 0, 2000, 4000 e 8000 mg L<sup>-1</sup>, sobre estacas de diferentes tamanhos (12 e 18 cm). Estes autores não obtiveram formação de raízes em estacas de goiabeira-serrana em nenhum dos tratamentos aplicados.

Segundo Danner *et al.* (2006), o baixo percentual de enraizamento de estacas de algumas espécies da família Myrtaceae pode ter relação a fatores intrínsecos referentes ao material vegetal, tais como a idade do tecido, o tipo e a época de coleta das estacas e/ou a fatores exógenos, como as condições em que as estacas permaneceram durante o processo de estímulo ao enraizamento, a concentração e o tipo de auxina usada. Além disso, outro fator



que possa ter relação diz respeito ao próprio potencial genético da espécie para formação de raízes adventícias.

Neste sentido, existe a necessidade de outras pesquisas sobre a propagação vegetativa da ameixeira da mata por meio da estaquia, nas quais seja possível testar outros fatores que possam induzir o enraizamento adventício destas.

## CONCLUSÃO

Concluiu-se que a utilização de ácido indolbutírico, nas concentrações testadas, em estacas de ameixeira da mata com dois diferentes comprimentos, não induziu a formação de calos e raízes.

## REFERENCIAS

- ALEGRETTI, A. L.; WAGNER JÚNIOR, A.; PIROLA, K.; CASSOL, D.A.; ZANELA, J.; MEZZALIRA, E.J.; NAVA, G. A. 2009. Tamanho de estaca e concentração de ácido-indol-butírico na propagação vegetativa de jabuticabeira por estaquia. III Seminário: Sistemas de Produção Agropecuária – Agronomia. UTFPR: *Campus Dois Vizinhos*. p1-4.
- DANNER, M. A.; CITADIN, I.; FERNANDES JÚNIOR, A. A.; ASSMANN, A. P.; MAZARO, S. M.; DONAZZOLO, J.; SASSO, S. A. Z. 2006. Enraizamento de jabuticabeira (*Plinia truncifora*) por mergulhia aérea. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 28, n. 3, p. 530-532.
- FRANZON, R. C.; ANTUNES, L. E. C.; RASEIRA, M. do C. B. 2004. Efeito do AIB e de diferentes tipos de estaca na propagação vegetativa de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* Berg). *Revista Brasileira de Agrociência*, v. 10, n. 4, p. 515-518.
- LANDRUM, L. R.; KAWASAKI, M. L.. 1997. The genera of Myrtaceae in Brazil . an illustrated synoptic treatment and identification keys. *Brittonia* 49:p 508-536.
- MANICA, I. 2000. Frutas nativas, silvestres e exóticas 1: técnicas de produção e mercado: abiu, amora-preta, araçá, bacuri, biribá, carambola, cereja-do-rio-grande, jabuticaba. Porto Alegre: Cinco Continentes, 327 p.
- PEREIRA, M.; OLIVEIRA, A. L.; GONÇALVES, A. N.; ALMEIDA, M. 2005. Efeitos de substratos, valores de pH, concentrações de AIB no enraizamento de estacas apicais de jabuticabeira [*Myrciaria jabuticaba* (Vell.) O. Berg.]. *Scientia Forestalis*, n. 69, p.84-92.
- SASSO, S. A. Z. 2009. Propagação vegetativa de jabuticabeira. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Tecnológica Federal do Paraná – *Campus Dois Vizinhos*. 64 p.
- SUGUINO, E., MARTINS, A. N.; HEIFFIG, L. S.; SEGATELLI, C. R.; AGUILA, J. S. MINAMI, K. 2008. Enraizamento de estacas de Cambuí submetidas a diferentes concentrações de ácido indolbutírico. *UNIMAR CIÊNCIAS*. v.17, n.1-2, p.35-38.
- WAGNER JÚNIOR, A.; NAVA, G. A. 2008. Fruteiras nativas da família Myrtaceae do Bioma Floresta com Araucária com potencialidades de cultivo. In: MARTIN, T.N.; ZIECH, M.F. II Seminário: Sistemas de Produção Agropecuária. UTFPR: *Dois Vizinhos*. p.239-252.
- ZONTA, E. P.; MACHADO, A. A. 1984. SANEST – Sistema de análise Estatística para Microcomputadores. Pelotas. UFPel, 75 p.

# ESTUDIO DE LA VARIACIÓN GEOGRÁFICA EN LA MORFOLOGÍA DEL FRUTO Y GERMINACIÓN DE *Balfourodendron riedelianum* (Engl.) Engl. (Guatambú Blanco) EN LA PROVINCIA DE MISIONES.

## STUDY OF THE GEOGRAPHICAL VARIATION IN THE MORPHOLOGY OF THE FRUIT AND GERMINATION OF *Balfourodendron riedelianum* (Engl.) Engl. (Guatambú) IN THE COUNTY OF MISIONES.

Broz, D.<sup>1</sup>; Niella, F.<sup>2</sup>; y Rocha, P.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Estudiante Ing. Forestal. FCF-UNaM. forestrydiego@gmail.com

<sup>2</sup> Docente-Investigador Mejoramiento y Biotecnología Forestal. FCF-UNaM. [fniella@arnet.com.ar](mailto:fniella@arnet.com.ar)

<sup>3</sup> Docente-Investigador Mejoramiento y Biotecnología Forestal. FCF-UNaM. [lpv@facfor.unam.edu.ar](mailto:lpv@facfor.unam.edu.ar)

### RESUMEN

Con el fin de estudiar la variación geográfica en la morfología del fruto y germinación del *Balfourodendron riedelianum* (Engl.) Engl. (Guatambú Blanco) se tomaron muestras de cinco poblaciones de la Provincia de Misiones en el NE de Argentina. Se recolectó ciento diez frutos por individuo y cinco individuos por población, sometiendo diez a peso y determinación de N° de semillas y cien a germinación. Se determinó que el peso de los frutos a nivel inter e intrapoblacional mostró diferencias estadísticas significativas; en velocidad de germinación hubo diferencia estadísticas significativas interpoblacional; el porcentaje de germinación presento diferencias significativas entre árboles; mientras que a nivel interpoblacional no se observaron diferencias estadísticamente significativas. La Reserva de usos Múltiples Guaraní (P3) tuvo mejor desempeño a nivel de plántula en lo que respecta a velocidad y porcentaje de germinación a pesar de tener los frutos livianos y el más bajo número de semillas por kilogramo de fruto. Se debe repetir el estudio para evitar influencias meteorológicas anuales ampliando el número de individuos por población para disminuir la variación.

**Palabras clave:** Procedencia, marcador morfológico, distribución natural, variación poblacional.

### SUMMARY

In order to study the geographical variation in fruit morphology and seed germination in *Balfourodendron riedelianum* (engl.) engl. (guatambú blanco), five populations within Misiones province (northeast Argentina) were sampled. One hundred and ten fruits were collected for each tree and five individuals were sampled at each site, ten fruits were subjected to weight determination and seed count and one hundred seed were used for germination tests. Fruit weight was statistically different within and among populations; for seed germination velocity among populations differences were found and for seed percentage germination only within population differences were determined. The Guarani Reserve site (P3) had the best performance regarding seed velocity and germination percentage even when their fruits were the lightest compared to the other populations and had the lowest amount of seeds per kilogram of fruit. The study should be repeated to determine the influence of climatic variation for different years for the variables under study.

**Key words:** Provenance, morphological marker, natural distribution, population variation.

### INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista ecológico y económico, una de las especies importante de la Selva Misionera es el *Balfourodendron riedelianum* (Engl.) Engl., guatambú blanco. Es un árbol

de la familia de las Rutáceas, de amplia distribución en los climas subtropicales de Sudamérica, alcanza entre 20 a 30 metros de alto y diámetros que generalmente no superan los 80 cm en el tronco, ocupando el estrato medio y superior de la selva. De copa globosa con hojas trifoliadas de color verde oscuro y con un tronco largo, recto y cilíndrico (López, 1987). Según Carvalho (1994) las altitudes en que se desarrolla oscilan entre 80 a 1000 m, con precipitaciones entre 1000 a 2200 mm de régimen uniformemente distribuidas, temperatura media anual de entre 17 a 26 °C con media en los meses más fríos de entre 13 a 20 °C, y en los meses más calientes de 21 a 28 °C. Como condiciones edáficas prefiere suelos fértiles, profundos, drenados con textura arenosa a arcillosa; pero tolera suelos pedregosos y húmedos. Este mismo autor menciona que ocurre una variación en los orígenes de especie, encontrándose los mejores desempeños en Tenente Portela-RS y los menores en Teixeira Soares-PR. A fines de octubre se inicia la fase de floración, en el mes de diciembre se inicia la fase de fructificación que abarca gran parte del semestre cálido, esta fase comprende el crecimiento del fruto hasta su tamaño definitivo. El cambio de color del fruto (maduración fisiológica) comienza en los primeros días de marzo; durante este período está comprendida la fecha óptima de recolección de frutos. La caída de los frutos comienza en abril y abarca gran parte del semestre frío (Eibl *et al*, 1990, 1997). Se recomienda la recolección en el suelo al final del período de dispersión (Eibl *et al*. 1995). Los frutos secos, indehiscentes, contienen 3 a 4 semillas oblongo-cilíndricas de color castaño, cada una con un ala membranosa semicircular de unos 4 cm. de alto. (López, 1987). Estos son recolectados cuando pasa la coloración verde a amarillo ceniza, se recomienda cosecha manual (Amaral, *et al*, 1.979), el número de frutos por kilo varía entre 2.200 a 2.900 (Wasjutin, 1958) con aproximadamente 5.600 semillas por kilo (Amaral, *et al*, 1.979), según Carvalho (1994) los frutos tienen una facultad germinativa de 35% y la germinación se produce entre los 27 a 150 días pos-siembra.

Según Kageyama y Días de Souza (1984), la presión intensiva de utilización, situación de la cual no escapa el guatambú blanco, pone en peligro de extinción o de agotamiento genético muchas especies y poblaciones existentes. Este hecho y la necesidad del uso de los recursos naturales nos llevan a tomar medidas sustentables para no comprometer el ecosistema y desarrollo económico de la Provincia de Misiones. Realizando repoblaciones y enriquecimientos con especies genéticamente mejoradas se puede logra un bosque adaptado y productivo (Burley, 1969). Las especies forestales presentan altos niveles de diferenciación entre poblaciones, con gran variación entre especies que comparten los mismos ámbitos geográficos. El conocimiento de los patrones de variación geográfica, y las causas que los ocasionan son esenciales en los programas de utilización y conservación de recursos genéticos forestales (Alba, 2004). La existencia de variación genética en las especies forestales, ligada a la amplitud de su distribución geográfica y a diferencias en las características ambientales, es un hecho bien establecido. Partiendo de esta premisa, en este trabajo se pretende estudiar la variación geográfica de distintas características del *Balfourodendron riedelianum* - (Engl.) Engl., guatambú blanco. La metodología está basada en el trabajo Juárez-Agis *et al* (2005) para el estudio de variación geográfica en la germinación y crecimiento inicial de plántulas de *Pseudotsuga menziesii* (Mirb) Franco. Se pretende determinar la variación geográfica en características morfológicas, de germinación y crecimiento inicial de cinco poblaciones de *Balfourodendron riedelianum* (Engl.) Engl., pertenecientes a distintas latitudes de la Provincia, evaluando el peso del fruto, el número de lóculos ocupados por semillas, la velocidad de germinación y el porcentaje de germinación.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Material vegetal

Los frutos fueron tomados de cinco poblaciones situadas en distintas zonas de la Provincia de Misiones. Se seleccionó cinco individuos de cada población y 110 frutos por cada uno, los mismos fueron recolectados a mano del suelo se los colocó en bolsas plásticas cuidando

siempre la aireación de los mismos, posteriormente fueron llevados a la cámara de conservación del Laboratorio de Semillas de la Facultad de Ciencias Forestales hasta la siembra.

#### **- Poblaciones seleccionadas**

**Población N° 1 (P1):** Localidad de Cerro Azul, Departamento Leandro N. Alem.

Este se encuentra ubicado en el Centro-Sur de la Provincia de Misiones, limita con los Departamentos Capital, Oberá, Candelaria, Apóstoles, Concepción y San Javier. El departamento tiene una superficie de 1.070 km<sup>2</sup>, equivalente al 3,6 % del total de la Provincia. Su población es de 41.670 habitantes (INDEC 2003) y una densidad de 35,16 hab/km<sup>2</sup>. La población extraída de esta zona se encuentra en un radio de 8 km a partir de las coordenadas de latitud 27°40'3.67"S y de longitud 55°29'20.20"O. Según Cabrera (1976) esta zona corresponde la Selva con "Urunday" (*Astronium balanzae* Engl.), especie que forma fajas irregulares entre el Guatambú (*Balfourodendron riedelianum* (Engl.) Engl.) y Laurel (*Nectandra saligna* Nees.) y los campos. Según Martínez Crovetto (1963), citado por Cabrera (1976) en las lomadas pedregosas la selva es de menor altura y más pobre en especies que en el centro y norte de la Provincia. En la misma se practica agricultura siendo los principales el tabaco, la yerba mate, horticultura y ganadería.

En esta población la dificultad para conseguir los frutos la catalogamos de media ya que los árboles tenían un fructificación suficiente.

**Población N° 2 (P2):** Localidad de Santo Pipó, Departamento San Ignacio

Este se ubicada en el Oeste de la Provincia de Misiones; limita con los departamentos de Libertador General San Martín, Cainguás, Oberá, Candelaria y la República del Paraguay. El departamento tiene 1.662 km<sup>2</sup>, equivalente al 5,59% del total de la provincia. Su población es de 55.038 habitantes (INDEC 2003) y una densidad de 34,25 hab./km<sup>2</sup>. La población extraída de esta zona se encuentra en un radio de 8 km a partir de las coordenadas de latitud 27°10'32.29"S y de longitud 55°21'40.30"O. Según Cabrera (1976) esta zona corresponde la Selva con "Urunday" (*Astronium balanzae* Engl.); (Ver población 1). Se practica principalmente forestación, yerba mate y ganadería.

En esta población la dificultad para conseguir los frutos fue alta ya que por un lado habían pocos individuos y a su vez la fructificación era escasa.

**Población N° 3 (P3):** Reserva de Usos Múltiples Guaraní (FCF), Departamento San Pedro.

Ubicado en el Noreste de la Provincia de Misiones. Limita con los departamentos de General Manuel Belgrano, Eldorado, Guaraní, Montecarlo y la República Federativa del Brasil. El departamento tiene 3.426 km<sup>2</sup>, equivalente al 11,53 % del total de la Provincia. Su población es de 23.736 habitantes (INDEC 2003) y una densidad 6,97 hab./km<sup>2</sup>. La población extraída de esta zona se encuentra en un radio de 8 km a partir de las coordenadas de latitud 26°55'37,59"S y de longitud 54°12'56,00"O. Según Cabrera (1976) esta zona corresponde la Selva de "Laurel" y "Guatambú" con aproximadamente cien especies arbóreas, cuya abundancia o dominancia varía con las pequeñas variantes edáficas o microclimáticas o bien con el azar de la dispersión y la competencia. Son abundantes el Guatambú Blanco (*Balfourodendron riedelianum* (Engl.) Engl.) Laurel Negro (*Nectandra saligna* Nees), Cancharana (*Cabrlea cangerana* (Vell.) Mart.), Rabo Itá (*Lonchocarpus leucanthus* Burk.), María Preta (*Diatenopteryx sorbifolia* Radlk.), Cedro Misionero (*Cedrela fissilis* Vell.), entre otras. Esta es una Zona de Reserva para Usos Múltiples como ser investigación, aprovechamiento sostenido y educativo.

En esta población la dificultad para conseguir los frutos fue muy alta ya que los individuos eran muy escasos y la fructificación muy baja, teniendo que trabajar para la cosecha de arrastro y revolviendo el mulch.

**Población N° 4 (P4):** Localidad de Eldorado, Departamento Eldorado.

Ubicado en el Noroeste de la Provincia de Misiones, limita con los departamentos de Iguazú, General Manuel Belgrano, San Pedro, Montecarlo y al Oeste con la República de Paraguay, separado por el Río Paraná. Tiene una superficie de 1.927 km<sup>2</sup>, equivalente al 6,48% del total de la Provincia. Su población es de 67.726 habitantes (INDEC 2003) y una densidad de 34,55 hab/km<sup>2</sup>. La población extraída de esta zona se encuentra en un radio de 8 km a partir de las coordenadas de latitud 26°25'54.08"S y de longitud 54°34'21.38"O. Según Cabrera (1976) esta zona corresponde la Selva de "Laurel" y "Guatambú" con aproximadamente cien especies arbóreas. En esta zona predominan las reforestaciones de *Pinus*, *Eucalyptus*, *Araucaria*, entre otras.

En esta población la dificultad para conseguir los frutos fue media-baja estando más favorecidos por la fructificación que por la cantidad de individuos encontrados.

**Población N° 5 (P5):** Localidad de Iguazú, Departamento Iguazú.

Ubicado en el ángulo Noroeste de la Provincia de Misiones, limita con los Departamentos de Eldorado, General Manuel Belgrano y los países de Brasil y Paraguay formando la conocida "Triple Frontera". El departamento tiene una superficie de 2.736 km<sup>2</sup>, equivalente al 9,21 % del total de la provincia. Su población es de 66.539 habitantes (INDEC 2003) y una densidad de 24,03 hab/km<sup>2</sup>. La población extraída de esta zona se encuentra en un radio de 8 km a partir de las coordenadas de latitud 25°43'21.12"S y de longitud 54°31'34.20"O. Según Cabrera (1976) esta zona corresponde esta zona a la selva con "Laurel", "Guatambú" y "Palo Rosa", comunidad muy parecida a la Selva de "Laurel" y "Guatambú", salvo por la presencia de una Apocinaceae gigantesca, el Palo Rosa (*Aspidosperma polyneuron* Muell.) y la aparición de sociedades de Palmito (*Euterpe edulis* Mart.). Esta zona se trata de Área Natural Protegida Parque Península.

En esta población la dificultad para conseguir los frutos fue muy baja ya que se encontraron un número interesante de individuos y a su vez con una excelente fructificación.

#### *Criterio de selección de los progenitores*

Las poblaciones fueron determinadas de manera tal que las mismas representen la región bajo estudio. Los árboles fueron seleccionados siguiendo los siguientes criterios: diámetro mínimo de 0,20m, fuste recto y cilíndrico, individuos sanos y sin ataques de insectos, sin bifurcaciones o por lo menos debe permitir la obtención de un fuste industrializable o potencial de 12m, distancia entre los progenitores entre 100 y 8000m.

#### *Evaluación del tamaño de los frutos y número de lóculos con semilla*

Se tomó una muestra representativa de 10% de cada individuo de cada población, se pesó cada fruto, con un calibre se tomaron los diámetros transversales (entre alas) y la altura, posteriormente, con una tijera se procedió al corte de los mismos para evaluar con la lupa, los lóculos ocupados por semillas.

#### *Tratamiento pre-germinativo y siembra*

Se procedió a una escarificación mecánica cortando las alas con tijera y luego al humedecimiento del fruto. Se sembraron los frutos en tubetes de 93 cm<sup>3</sup> (bandejas Hiko), usando como sustrato corteza de Pino compostada.

#### *Diseño de los tratamientos*

Para estudiar el **peso** de los frutos se utilizó un diseño completamente aleatorizado. En el mismo los lotes de frutos de cada individuo o familia y cada procedencia a probar se dispusieron en parcelas distribuidas sistemáticamente en toda el área de prueba, ya que esta es muy uniforme.

El modelo estadístico:  $Y_{ijk} = \mu + P_j + E_{ijk}$

Donde  $Y_{ijk}$  = valor observado del  $i$ -ésimo individuo en la  $k$ -ésima familia de la  $j$ -ésima procedencia;  $\mu$ = media poblacional;  $P_j$ = efecto aleatorio de la  $j$ -ésima procedencia;  $E_{ijk}$ = error aleatorio de muestreo.

Para determinar si existen diferencias entre poblaciones en el número de días que germinó el 10% de las semillas y porcentaje de germinación, se recurrió a la estadística experimental no paramétrica, ya que los datos para este análisis no procede de una muestra distribuida aleatoriamente, y se opta por la Prueba de Kruskal Wallis.

$H_0$ : Existen diferencias estadísticas significativas en el N° de días que germinó el 10% de las semillas.

$H_1$ : No existen diferencias estadísticas significativas en el N° de días que germinó el 10% de las semillas.

Se utilizó un test de independencia de la estadística experimental para determinar si la germinación depende del árbol seleccionado.

$H_0$ : La germinación es independiente del árbol seleccionado de la Px.

$H_1$ : La germinación es dependiente del árbol seleccionado de la Px.

No se aplicó estadística experimental en la determinación de número de semillas y velocidad de germinación por población, para estos casos se exponen los valores obtenidos.

### *Variables*

Las variables a evaluadas fueron:

A) Para caracteres morfológicos: Peso del fruto y Número de lóculos ocupados por semillas.

B) Para características de germinación y crecimiento inicial, cada diez días se tomaron datos de campo: Velocidad de germinación, definido como el número de días en que germinan el 10% definida como N° de plántula y Porcentaje de germinación (capacidad germinativa) a los 80 días de la siembra, definida como la relación entre N° de plántula obtenidas sobre número de semillas obtenidas en el análisis de los frutos (se sembraron frutos y no semillas).

### *Condiciones de cultivo*

Se utilizó un sombráculo, con media sombra de polietileno de 50%, y riego automatizado con aspersores.

## **Resultados**

### **Intrapoblacional**

*Población 1. Localidad de Cerro Azul, Depto. L. N. Alem. (P1)*

#### Peso del Fruto

El análisis de los resultados indicó que existen diferencias significativas, para la variable peso del fruto, entre los individuos de esta población ( $p$ : 0,0000001). Los individuos A2, A1 y A4 con un peso de fruto promedio de 0,319, 0,329 y 0,367g respectivamente, se diferenciaron significativamente de A3 y A5 los cuales presentaron un peso promedio de 0,701 y 0,730 g. respectivamente (Ver cuadro 1).

#### N° de semillas

En lo que respecta al número de semillas, se presenta un resumen de los datos obtenidos de los 10 frutos analizados de cada árbol. En el Cuadro 2 se visualiza la heterogeneidad en el número

de semillas encontradas en esta población, en la cual hay un individuo que presentó 10 semillas contra un extremo inferior que presentó 2 semillas de los 10 frutos analizados.

#### Velocidad de germinación

En lo que respecta a la velocidad de germinación, no se aplicó estadística experimental, sino que se exponen los valores obtenidos en el Cuadro 3. Se denota un alto coeficiente de variación (42,7%) demostrando una heterogeneidad en la germinación de esta población siendo el promedio menor a dos meses.

#### Porcentaje de germinación

En el Porcentaje de germinación el test de independencia, demostró que siendo  $\chi_c^2 = 4,86 < \chi_c^2 = 12,95$  se acepta  $H_0$ , lo que determina que la germinación no depende del árbol seleccionado en esta población.

#### *Población 2. Localidad de Santo Pipó, Depto. San Ignacio. (P2)*

##### Peso del fruto

El análisis de los resultados determinó que para la variable pesos del fruto, existen diferencias significativas entre los individuos de esta población ( $p: 0,003022$ ). Mientras los árboles A1 y A5 no presentan diferencias significativas entre sí; de la misma manera ocurre con A5, A3, A4 y A2, No obstante, se observan que A1 difiere significativamente de A3, A4 y A2 (Cuadro 1).

##### N° de semillas

En el Cuadro 2 se observa homogeneidad en la distribución de semillas en los distintos árboles evaluados. En cuatro de los cinco ejemplares, se observaron 4 semillas de los 10 frutos

##### Velocidad de germinación

Se expone en el Cuadro 3 la velocidad de germinación. Se observó un coeficiente de variación mayor al 50%, al igual que en la población P1, indicando una marcada heterogeneidad en la misma. Esta población llega al 10% de frutos germinados, diez días después de que la población P1.

#### Porcentaje de germinación

En el Porcentaje de germinación el test de independencia demostró que siendo  $\chi_c^2 = 56,97 > \chi_c^2 = 12,95$ , se rechaza  $H_0$ , lo que me determina que la germinación depende del árbol seleccionado en esta población.

#### *Población 3. Reserva de Usos Múltiple Guaraní, Depto. San Pedro. (P3)*

##### Peso del fruto

El análisis de los resultados indicó que no hay diferencias significativas para la variable Peos del fruto, entre los árboles seleccionados en esta población ( $p: 0,968935$ ). En el cuadro 1 se puede ver que esta población presenta un coeficiente de variación muy bajo, siendo el menor de todos los casos estudiados.

##### N° de semillas

Se presentan en el Cuadro 2 el número de semillas en los 10 frutos analizados de cada árbol, presentándose una importante heterogeneidad en la cual A2 y A3 presentan 4 semillas en contraposición a A1 y A5 que presentan 1 semilla.

##### Velocidad de germinación

En el Cuadro 3 se puede ver, que al igual que en la poblaciones ya presentadas, el coeficiente de variación, para la variable Velocidad de germinación, sigue siendo muy elevado (> 50%), mientras que la media poblacional (26 días) es inferior en casi la mitad a la P1 y P2.

#### Porcentaje de germinación

En el Porcentaje de germinación se determinó, que siendo  $\chi^2 = 135,14 > \chi^2 = 12,95$ , se rechaza  $H_0$ , lo que me determina que la germinación depende del árbol seleccionado en esta población.

*Población 4. Localidad de Eldorado, Depto. Eldorado. (P4)*

#### Peso del fruto

El análisis de los resultados determinó que para la variable pesos del fruto, existen diferencias significativas entre los individuos de esta población (p: 0,0000001). Se comprobó que las diferencias significativas se dan en el árbol A1 respecto al resto, ya que el mismo presenta una media que supera en más del doble en algunos casos a los otros individuos estudiados (Cuadro 1).

#### N° de semillas

Se presenta en el Cuadro 2 los resultados del análisis de los frutos de esta población. Se puede ver la heterogeneidad en el cual se presentan extremos muy marcados de 15 semillas respecto a otro de 1 semilla sobre los de frutos analizados.

#### Velocidad de germinación

Se ve en el Cuadro 3 que esta población tiene una mayor homogeneidad en la germinación ya que el coeficiente de variación está muy por debajo de las poblaciones descriptas hasta ahora, manteniendo en promedio un valor cercano a la P1 y P2 en el número de días en alcanzar el 10% de germinación.

#### Porcentaje de germinación

En el Porcentaje de germinación se determinó, que siendo  $\chi^2 = 166,05 > \chi^2 = 12,95$ , se rechaza  $H_0$ , lo que me determina que la germinación depende del árbol seleccionado en esta población.

*Población 5. Localidad de Pto. Iguazú, Depto. Pto. Iguazú. (P5)*

#### Peso del fruto

Se determinó que hay diferencias significativas entre los individuos de esta población para la variable peso del fruto (p: 0,005342). Observándose que no existen diferencias significativas entre los árboles A5, A4, A1 y A2, tampoco entre A1, A2 y A3; pero si existen diferencias significativas entre A3 y el resto de los árboles estudiados y también entre A5 y A4 respecto a los demás (Cuadro 1).

#### N° de semillas

Se observa, en el Cuadro 2, una importante diferencia entre los individuos de esta población, encontrándose un caso con buena producción de semillas en el árbol A2 (16/10 semillas) y otros malos como en A5 (3/10 semillas).

#### Velocidad de germinación

En el cuadro 3 se puede ver que esta población tiene un comportamiento similar a las anteriores, especialmente a la P1 y P2 con un alto coeficiente de variación, casi del 50%, y llega al 10% de germinación a los 44 días de la siembra.



### Porcentaje de germinación

En el Porcentaje de germinación se determinó que siendo  $\chi_c^2 = 124,89 > \chi_c^2 = 12,95$ , se rechaza  $H_0$ , lo que me determina que la germinación depende del árbol seleccionado en esta población.

**Cuadro 1.** Peso promedio de frutos (g) por árbol o familia para las cinco poblaciones en estudio.

**Table 1.** Fruit average weight (g) per tree or family for the five populations studied.

Árbol o Familia	P1	P2	P3	P4	P5
1	0,329	0,261	0,459	1,148	0,568
2	0,319	0,525	0,414	0,481	0,615
3	0,701	0,452	0,427	0,527	0,658
4	0,367	0,482	0,418	0,613	0,498
5	0,730	0,386	0,426	0,514	0,460
Media Poblacional (g)	<b>0,489</b>	<b>0,421</b>	<b>0,429</b>	<b>0,657</b>	<b>0,561</b>
Desvío Estándar	0,208	0,103	0,018	0,279	0,081
Coefficiente de Variación	42%	21%	4%	57%	17%

**Cuadro 2.** Número total de semillas/10 frutos por árbol o familia para las cinco poblaciones en estudio.

**Table 2.** Number of seed in 10 fruits per tree or family for the five populations studied.

Árbol o Familia	P1	P2	P3	P4	P5
1	6	3	1	15	5
2	2	4	4	1	16
3	10	4	4	2	8
4	3	4	2	9	6
5	5	4	1	3	3

**Cuadro 3.** Número de días en que germinó el 10% de las semillas de las cinco poblaciones en estudio

**Table 3.** Number of day to reach 10% of seed germination for the five populations studied.

Árbol o Familia	P1	P2	P3	P4	P5
1	48	80	11	48	30
2	21	80	21	40	80
3	80	80	48	80	30
4	48	11	30	62	40
5	48	48	21	71	40
<b>Media Poblacional</b>	<b>49</b>	<b>59</b>	<b>26</b>	<b>60,20</b>	<b>44,00</b>
<b>Desvío estándar</b>	<b>20,9</b>	<b>30,6</b>	<b>13,9</b>	<b>16,3</b>	<b>20,7</b>
<b>Coefficiente de variación</b>	<b>42,7%</b>	<b>51,2</b>	<b>53,1</b>	<b>27,2</b>	<b>47,1</b>

### Interpoblacional

#### Peso del fruto

Se determinó que para la variable Peso del fruto, existen diferencias significativas entre las poblaciones estudiadas ( $p: 0,00000$ ). En el cuadro 4 se puede ver, de acuerdo al Test de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ), que P2, P3 y P1 no presentan diferencias pero si respecto al resto; lo mismo ocurre entre P1 y P5 y entre P5 y P4, no presentando diferencias significativas pero si respecto al resto de las poblaciones estudiadas.

**Cuadro 4.** Peso promedio de frutos (g) para las cinco poblaciones en estudio.

**Table 4.** Fruit average weight (g) for the five populations studied.

Población	Media Poblacional (g)			
2	0,421	a		
3	0,429	a		
1	0,489	a	b	
5	0,561		b	c
4	0,657			c

#### N° de semillas

Se puede ver en el Cuadro 5 la distribución del número de semillas de las 5 poblaciones estudiadas sobre un total de 50 frutos de cada una y 10 frutos por árbol. Se denota una importante diferencia entre las mismas, con casos muy distantes como la P5 con 38 semillas y la P3 con 12 semillas. Extrapolando los datos recolectados a kilogramo de fruto (Cuadro 6) encontramos que en 1kg de fruto hay entre 1523 a 2376 frutos y de 560 a 1356 semillas. Este dato es orientativo ya que debe ampliarse la muestra para disminuir el error.

#### Velocidad de germinación

En lo que respecta a la velocidad de germinación, el análisis de los resultados indicó diferencias estadísticamente significativas entre las distintas poblaciones; ( $h = 21,76 (2)$  y  $x^2_{\alpha} = 9,49$ ; se acepta  $H_0$ ).

Se puede observar en el cuadro 5, que hay una marcada diferencia entre los extremos con más de 30 días de diferencia en llegar al 10% de germinación.

#### Porcentaje de germinación

En el Porcentaje de germinación se determinó que no existen diferencias estadísticas significativas entre las distintas poblaciones; ( $h = 7,50$  y  $x^2_{\alpha} = 9,49$ ; se rechaza  $H_0$ )

Se ve en el cuadro 5 el porcentaje de germinación de las diferentes poblaciones, posicionando a la P3 como la de mejor desempeño con un 44,5% de germinación.

**Cuadro 5.** Número de semillas; Número de frutos/kg; Número de semillas/kg, Promedio de número de días en alcanzar 10% de germinación y porcentaje de germinación para las cinco poblaciones en estudio.

**Table 5.** Number of seeds; number of fruits/kg; number of seeds/kg; average number of day to reach 10% of seed germination for the five populations studied; and seed germination percentage for the five populations studied.

Población	No. Semillas	N° de frutos/kg	N° de semillas/kg	N° Días para 10% germinación	Porcentaje (%) de germinación
P1	26	2044	1063	49	13,73
P2	19	2376	903	59,8	11,17
P3	12	2332	560	26,2	44,5
P4	30	1523	914	60,2	29
P5	38	1784	1356	44	39,83

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

El número de semillas por kilogramo de fruto es levemente inferior a los mencionados por Wasjutin (1958) y el Número de semillas por kilogramo de fruto es muy inferior a los mencionados por Amaral *et al* (1979) siendo esto 5 veces menor lo que menciona este autor.

En la velocidad de germinación se denotó heterogeneidad con los coeficientes de variación cercanos a 50%. La germinación se produjo entre los 11 a 80 días, con un 10% de germinación entre los 50 a 60 días, exceptuando la población P3 que llegó a los 26 días; estos

resultados difieren a lo mencionado por Carvalho (1994) en el cual establece de 27 a 150 días de germinación. La germinación en el tiempo; permaneciendo estable a los 62 días, es de notar que este es más patente en los P<sub>n</sub>A<sub>n</sub> que tuvieron mejor desempeño.

El porcentaje de germinación indicó que la población con mejor desempeño fue la P3 (Guaraní) con 44,5% de germinación, valor superior al mencionado por Carvalho (1994), el mismo autor menciona que la población de mejor desempeño en Brasil se encuentra en Tenente Portela-RS distante a 200 km de P3. Sin embargo existe una marcada diferencia entre el máximo, P3 con 44,5%, y el mínimo, P2 con 11,17%. El número de semillas encontradas por fruto es de 0, 1 y 2 y baja probabilidad de 3 y 4 en contraposición a lo mencionado por Lopez (1987).

Como estudio diagnóstico o preliminar a nivel de plántula podemos ver que las poblaciones del sur de la Provincia de Misiones (P1 y P2) presentan en general un desempeño inferior a las de la zona norte, esto puede deberse a las características edáficas de la Provincia de Misiones y a la vez, que estas dos poblaciones se encuentran en zona de periferia de la Selva Paranaense, y dado que el *Balfourodendron riedelianum* (Engl.) Engl., tiene una amplia distribución geográfica, pueden ser estos de menor calidad genética, comportamiento similar al de *Pseudotsuga menziesii* Bent. mencionado por Juarez-Agis *et al* (2005) en el cual las poblaciones del sur de Mexico tenía un desempeño menor al de la zona norte. En general existe mucha variación intrapoblacional la que puede ser disminuida con una muestra de mayor tamaño; e interpoblacional, concordando con lo mencionado por Alba (2004).

Desde el punto de vista del desempeño, la población P3 fue superior a las restantes, pero con una muy baja producción de frutos; esto puede deberse a la muy baja presión antrópica que se ejerce en la zona, lo que provoca una baja producción de semillas pero de alto poder germinativo, haciendo a esta población más eficiente en la reproducción. Esto a su vez concuerda con Carvalho (1994), ya que las poblaciones estudiadas en el Brasil dieron como mejor desempeño a las procedentes de Tenente Portela-RS (Aprox. 200 km de RUMG). Esta diferenciación en el desempeño concuerda con otras especies forestales, pero a mayor escala, como el *Pinus taeda* L., *Eucalyptus camandulensis* Dnh., como lo establece Marcó (2006).

El empleo de marcadores morfológicos en Guatambú Blanco, como estudio preliminar, ya sea a nivel de plántula como se realizó en este trabajo, brinda información base para la determinación de la variación genética en poblaciones de la especie en la Provincia de Misiones. No obstante, este estudio debería repetirse al menos por 2 años más; y complementarse con estudios de marcadores moleculares (Verga, 2005), para una mayor precisión en la determinación de la variación genética de la especie a nivel regional.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALBA, N.; R. Alía; Cervera, M. T.; Climent, J.; González S. C.; Chambel, R.; Gil, L.; Jiménez, P.; Fuentes, P.; López de Heredia, U.; Lorenzo, Z.; Robledo J. J.; Valbuena, M. 2004. Variabilidad interpoblacional de especies forestales: Aplicación a la conservación y uso de los recursos genético. [http://www.difo.uah.es/forestgenomics\\_es/pontevedra\\_04/ALIA.pdf](http://www.difo.uah.es/forestgenomics_es/pontevedra_04/ALIA.pdf)
- AMARAL, D.M.I. do; Araldi, D.B. 1979. contribuaico do estudo das sementes de essencias nativas do Rio Grande do Sul. Brasil. Iheringia, Porto Alegre, n 43, pp. 4-30.
- CABRERA, A. L. 1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. 2ª Edición. Tomo II. Fascículo I. Acme S.A.C.I., Buenos Aires. Argentina. 85 pp.
- CARVALHO P.E.R. 1994. Especies Florestais Brasileiras; EMBRAPA. 637 pp.
- EIBL, B. L.; Silva, F.; Bobadilla, E.; Otenweller, G. 1990. Caracterización bioclimática del Guatambú Blanco (*Balfourodendron riedelianum* - (Engl.) Engl.). Revista Yvyrareta, Año 1, N° 1, pp. 53 – 65.
- EIBL, B. L.; Silva, F.; Bobadilla, E.; Otenweller, G. 1997. Fenología de especies forestales nativas de la selva misionera. Segunda parte. Revista Yvyrareta, Año 8, N° 8, pp. 78 – 88.
- INDEC 2003. Resultados del Censo Nacional 2001. <http://www.indec.mecon.ar/>
- JUAREZ-AGIS, A.; López-Upton, J.; Vargas-Hernández, J.; Sáenz-Romero, C. 2005. Variación geográfica en la germinación y crecimiento inicial de plántulas de *Pseudotsuga menziesii* de México. Agrociencia 40: 783-792.
- KAGEYAMA, P. Y.; Días de Souza, I. 1984. Aplicación de conceptos genéticos a especies forestales nativas en el Brasil. Departamento de Silvicultura ESALQ/USP. Universidad de São Paulo, Caixa Postal 9, Piracicaba S.P. 13.400, Brasil. <http://www.fao.org/docrep/006/R3812S/R3812S02.htm>
- LOPEZ, J.A.; Little Junior, E.L. 1987. Árboles comunes del Paraguay; Ñande Yvyra Mata Kuera. Washington; Cuerpo de paz. 425 pp.

- LOPEZ, C. 2005. Evaluación de la variación genética de especies del genero *Prosopis* de la región chaqueña argentina para su conservación y mejoramiento. Mejores árboles para más forestadores. Proyecto Forestal de Desarrollo (SAGPyA-INTA), pp. 195-202.
- MANGHI, E.; Bono, J.; Montenegro, C.; Parmuchi, M. G.; Strada, M.; Brouver, M., Stamati, M. 2005. Mapa Forestal de la Provincia de Misiones, Actualización Año 2002.
- MARCÓ, M. 2005. Conceptos generales del mejoramiento genético forestal y su aplicación a los bosques cultivados de la argentina. Mejores árboles para más forestadores. Proyecto Forestal de Desarrollo (SAGPyA-INTA), pp. 78 – 88.
- SCHREINER, E. J. 1968. Mejoramiento genético de especies forestales. Revista Unasyva, vol 2 (3), N° 90.
- VERGA, A. 2005. Recursos genéticos, mejoramiento y conservación de especies del genero *Prosopis*. Mejores árboles para más forestadores. Proyecto Forestal de Desarrollo (SAGPyA-INTA), pp. 205-221.
- WASJUNTIN, K.; 1958. Dendrología e chave práctica para identificacao das principias árvores latifoliados indígenas na fazenda Monte Alegre. PR. Telemacao Borba: Klabin do Paraná. 105 pp.

## ESTAQUIA DE LOURO-PARDO (*Cordia trichotoma* Vell.)

### CUTTING OF LOURO-PARDO (*Cordia trichotoma* Vell.)

Heberle, M.<sup>1</sup>; Kielse, P.<sup>2</sup>; Bisognin, D. A.<sup>3</sup>; Rauber, M. A.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Engenheira Florestal, MSc., Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Eng. Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97.105-900, Santa Maria, RS, Brasil. mheberle@gmail.com

<sup>2</sup>Engenheira Florestal, MSc., Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Eng. Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97.105-900, Santa Maria, RS, Brasil. paulakielse@yahoo.com.br

<sup>3</sup>Engenheiro Agrônomo, PhD., Professor do Departamento de Fitotecnia, Pesquisador do CNPq; Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97.105-900, Santa Maria, RS, Brasil. dilsonb@smail.ufsm.br

<sup>4</sup>Acadêmico do Curso de Eng. Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97.105-900, Santa Maria, RS, Brasil. rauber.ma@gmail.com

## RESUMO

Apesar de o louro-pardo (*Cordia trichotoma* Vell.) ser uma espécie florestal nativa com elevado potencial madeireiro, ainda são escassos os estudos que abordam a produção de mudas dessa espécie pela propagação vegetativa. O objetivo deste trabalho foi avaliar a propagação do louro-pardo pela técnica de estaquia. Foi testada a aplicação ou não de 8000 mg L<sup>-1</sup> de ácido indolbutírico (AIB) e dois tipos de estacas (basais e apicais). Aos 40 dias, as estacas foram avaliadas quanto à sobrevivência, o enraizamento, a presença de calos e de brotos, o número e o comprimento de brotos e o número de folhas. Foi observada a formação de brotos nas estacas, contudo estas não enraizaram. O tipo de estaca e a dose de AIB utilizada não influenciaram no enraizamento ou na sobrevivência dos propágulos.

**Palavras-chave:** produção de mudas, propagação vegetativa, ácido indolbutírico, AIB, espécie nativa.

## SUMMARY

Although the louro-pardo (*Cordia trichotoma* Vell.) is native forest specie with high timber potential, there are still scarce studies that approach the production of seedlings of this species by vegetative propagation. The objective of this work was to evaluate the vegetative propagation of the louro-pardo by the technique of cutting. The immersion or not in a solution of 8000 mg L<sup>-1</sup> of indolbutiric acid (IBA) and two types of cuttings (basal and apical) were tested. At 40 days, the cuttings were evaluated for survival, rooting, presence of callus and shoots, number and length of shoots and number of leaves. There were formation of shoots on the cuttings, but they were not rooted. The cutting type and dose of IBA did not influence the rooting and survival.

**Key words:** plantlet production, vegetative propagation, indolbutiric acid, IBA, native species.

## INTRODUÇÃO

Pertencente à família boraginaceae, o louro-pardo (*Cordia trichotoma* Vell.) é uma das espécies nativas mais promissoras para plantio na região sul, centro-oeste e sudeste do Brasil,

apresentando rápido crescimento, boa forma, madeira de excelente qualidade e regeneração natural vigorosa (Carvalho, 2003). A propagação do louro-pardo ocorre naturalmente por via sexuada, porém, o fato de apresentar sementes recalcitrantes ao armazenamento e germinação lenta e irregular (Carvalho, 2003), torna necessária a realização de estudos sobre técnicas alternativas que possam viabilizar o processo de produção de mudas dessa espécie.

O emprego de tecnologias em plantios florestais, desde a seleção de plantas matrizes até métodos eficientes de produção de mudas, tem contribuído de maneira significativa ao desenvolvimento do setor florestal brasileiro. A escolha de indivíduos superiores, associada ao uso de processos capazes de propagá-los vegetativamente, viabilizou técnica e economicamente a produção de mudas de diversas espécies. A estaquia é um dos métodos utilizados para a clonagem de plantas perenes, pois possibilita a multiplicação de árvores adultas com características superiores (Thorpe et al., 1991) e a produção de mudas com menor variabilidade genética, favorecendo a formação de povoamentos mais uniformes e de alta produtividade (Xavier & Santos, 2002).

Apesar de a estaquia ser uma possível alternativa para a produção de mudas de *C. trichotoma*, não há referências que abordem o enraizamento de estacas da espécie. Em *C. alliodora* (Ruiz & Pavon) Oken foi observado que a formação de raízes em estacas foi beneficiada com o uso do ácido indolbutírico (AIB), embora tenha sido relatado que as condições do ambiente de enraizamento devem ser cuidadosamente reguladas, por exercerem grande influência nos processos rizogênicos dessa espécie (Mesén et al., 1997). Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi o de avaliar o efeito do AIB no enraizamento de estacas basais e apicais de árvores matrizes de louro-pardo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em laboratório, casa de sombra e câmara úmida do Melhoramento e Propagação Vegetativa de Plantas (MPVP), pertencentes ao Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS. O material vegetal foi constituído de ramos coletados de três árvores adultas de louro-pardo, situadas em propriedade rural na localidade de Faxinal da Palma, sob as coordenadas geográficas: latitude 29°45'13 Sul e longitude 53°34'45,73 Oeste, município de Santa Maria, RS. A coleta foi realizada no mês de agosto de 2009. As plantas matrizes doadoras de propágulos M01, M02 e M03 foram georeferenciadas (Imagem 1), com o auxílio de um aparelho de Sistema de Posicionamento Global (GPS Garmin Etrex Legend).

Os ramos coletados e mantidos em baldes com água foram transportados para o MPVP, onde foram lavados em água corrente, durante 5 min., para a limpeza. Para realização do experimento, o material vegetal foi confeccionado em estacas basais (0,7 cm de diâmetro) e apicais (0,4 cm de diâmetro), desprovidas de folhas, com 12 cm de comprimento e um corte em bisel na base. A base das estacas foi imersa por 10 s. em 0 ou 8000 mg L<sup>-1</sup> de AIB, diluído em solução alcoólica na proporção de 50% e então foram plantadas em bandejas plásticas (Imagem 2A) contendo substrato composto por uma mistura de areia, substrato comercial à base de casca de pinus e vermiculita (1:1:1 v/v/v).

O material foi acondicionado em câmara úmida com irrigação por aspersão, durante 1 min. a cada 30 min. no período mais quente do dia, e por 1 min. a cada hora no período de temperaturas mais baixas, com tempo controlado por programador horário. Aos 40 dias, foram avaliadas as porcentagens de sobrevivência, de enraizamento, de presença de calos e de brotação (Imagem 2B); o número e o comprimento de brotos e o número de folhas. A avaliação da porcentagem de sobrevivência foi realizada aos 80 dias.





Imagem 1 – Fotografia de satélite da localização de três árvores matrizes de louro-pardo (*Cordia trichotoma* Vell.) doadoras de propágulos (M01, M02, M03), situadas em propriedade rural na localidade de Faxinal da Palma, município de Santa Maria, RS. Santa Maria, RS, 2010.

Image 1 – Satellite photograph of the location of three cutting donor trees of louro-pardo (*Cordia trichotoma* Vell.) (M01, M02, M03), situated in a farm of Faxinal da Palma, Santa Maria, RS. Santa Maria, RS, 2010.

O experimento foi conduzido em um fatorial 2 x 2 (doses de AIB e tipo de estaca), no delineamento em blocos ao acaso, sendo cada bloco correspondente a uma árvore matriz, totalizando 3 repetições de 30 estacas cada uma. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro. Para a realização das análises utilizou-se o programa ESTAT (Unesp-Jaboticabal). Os dados de porcentagem foram transformados para  $\arcseno\sqrt{x/100}$ .

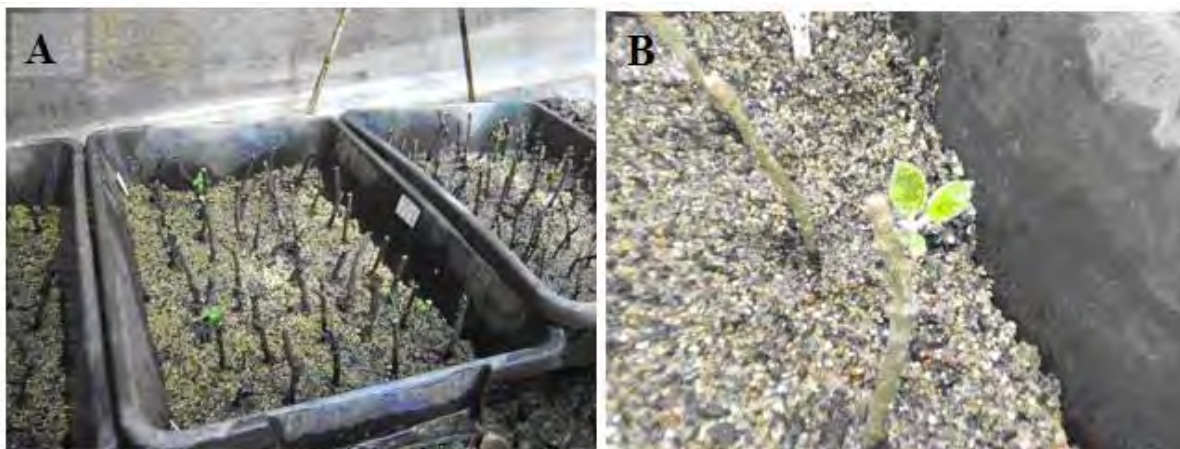


Imagem 2 – Aspecto das estacas de louro-pardo (*Cordia trichotoma* Vell.) aos 40 dias de permanência em câmara úmida (A); Detalhe de broto em estaca basal de louro-pardo sem tratamento com AIB (B). Santa Maria, RS, 2010.

Image 2 – Aspect of louro-pardo (*Cordia trichotoma* Vell.) cuttings at 40 days in moist chamber (A); detail of basal cuttings of louro-pardo without treatment with IBA (B). Santa Maria, RS, 2010.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação entre o tipo de estaca e a dose de AIB aos 40 dias de avaliação, indicando que estes fatores são independentes. Para todos os parâmetros de brotação, não houve diferença significativa entre as estacas basais e apicais de louro-pardo (Tabela 1). Essa resposta não era esperada, pois ao longo do ramo pode existir diferença no conteúdo de carboidratos, aminoácidos e de outras substâncias, como auxinas, que servirão como reservas energéticas necessárias para que ocorram respostas morfogênicas diferentes em função da posição do propágulo no ramo (Hartmann et al., 2002). Além disso, não foi observado o enraizamento das estacas, o que pode ser explicado pelo alto grau de lignificação das estacas lenhosas, dificultando a regeneração do material. Estacas mais lignificadas apresentam maior dificuldade para enraizar, seja pela presença de um anel de esclerênquima contínuo, que pode constituir uma barreira física à emergência das raízes, ou pela menor habilidade fisiológica em formar primórdios radiculares (Tofanelli, 1999).

Tabela 1 – Respostas de brotação em estacas basais e apicais de louro-pardo (*Cordia trichotoma* Vell.), cultivadas em substrato composto por uma mistura de areia, substrato comercial à base de casca de pinus e vermiculita (1:1:1 v/v/v), tratadas ou não com 8000 mg L<sup>-1</sup> de AIB, e mantidas por 40 dias em câmara úmida. Santa Maria, RS, 2010.

Table 1 – Results of sprouting in basal and apical cuttings of louro-pardo (*Cordia trichotoma* Vell.), grown in a substrate composed of a mixture of sand, commercial substrate of pine bark and vermiculite (1:1:1 v/v/v), treated or not with 8000 mg L<sup>-1</sup> IBA, and kept for 40 days in a moist chamber. Santa Maria, RS, 2010.

<b>Tipo de estaca</b>	<b>Brotação (%)</b>	<b>Número de brotos</b>	<b>Comprimento de brotos (cm)</b>	<b>Número de folhas</b>
Basal	53 a*	1,85 a	0,62 a	6,81 a
Apical	45 a	1,30 a	0,61 a	5,05 a

\* Médias seguidas de letras iguais na vertical não diferem entre si, significativamente, pelo teste de Tukey (P<0,05).

Foi observado que a aplicação ou não de AIB na base das estacas não influenciou significativamente as respostas de brotação, independente do tipo de estaca utilizado (Tabela 2). Um aspecto importante a ser considerado na propagação por estaquia é a idade fisiológica do ramo coletado. No presente estudo, as estacas foram coletadas no mês de agosto de 2009, período em que as árvores se encontravam em repouso vegetativo. Foi observada a porcentagem de 100% de sobrevivência aos 40 dias em câmara úmida, tanto no tratamento sem presença de AIB quanto no tratamento utilizando 8000 mg L<sup>-1</sup> de AIB, porém não ocorreu formação de calos ou raízes. Em testes preliminares de estaquia de louro-pardo realizados no mês de abril de 2009, período vegetativo de crescimento intenso, não foi observado o surgimento de calos, brotos ou raízes em estacas apicais tratadas com 0, 6000 ou 8000 mg L<sup>-1</sup>, e antes dos 30 dias de permanência em câmara úmida, observou-se o índice de 100% de mortalidade (dados não apresentados). Além disso, neste estudo as estacas brotaram e não enraizaram, o que pode ser explicado pelo fato de que em algumas espécies, o consumo de reservas para a formação de brotos prejudica o enraizamento (Hartmann et al., 2002).



Tabela 2 – Respostas de brotação em estacas de louro-pardo (*Cordia trichotoma* Vell.) tratadas ou não com 8000 mg L<sup>-1</sup> de AIB, cultivadas em substrato composto por uma mistura de areia, substrato comercial à base de casca de pinus e vermiculita (1:1:1 v/v/v), e mantidas por 40 dias em câmara úmida. Santa Maria, RS, 2010.

Table 2 – Results of sprouting in cuttings of louro-pardo (*Cordia trichotoma* Vell.) treated or not with 8000 mg L<sup>-1</sup> IBA, grown on substrate composed of a mixture of sand, commercial substrate of pine bark and vermiculite (1:1:1 v/v/v) and kept for 40 days in a moist chamber. Santa Maria, RS, 2010.

<b>AIB (mg L<sup>-1</sup>)</b>	<b>Brotação (%)</b>	<b>Número de brotos</b>	<b>Comprimento de brotos (cm)</b>	<b>Número de folhas</b>
0	46 a*	1,52 a	0,65 a	6,17 a
8000	53 a	1,63 a	0,58 a	5,7 a

\* Médias seguidas de letras iguais na vertical não diferem entre si, significativamente, pelo teste de Tukey (P<0,05).

Contudo, para o louro-pardo não existem relatos sobre o enraizamento de material adulto, sendo necessária a realização de estudos complementares, testando fatores como tipos de substratos, épocas de coleta e doses de AIB, possibilitando a comprovação da existência da relação inversa entre a capacidade de brotação e o enraizamento das estacas dessa espécie. Resultado semelhante foi observado em estacas adultas de vassourão-branco (*Piptocarpha angustifolia* Dusén), onde os propágulos coletados no outono apresentaram brotos, mas não enraizaram, e posteriormente morreram (Ferriani, 2006).

O fato de as estacas, aos 40 dias em câmara úmida, apresentarem 100% de sobrevivência, sugere que a aplicação de AIB e a posição de coleta de estaca no ramo não influenciaram a sobrevivência das mesmas, e que, durante esse período, houve uma adequação do ambiente à manutenção da sobrevivência dos propágulos vegetativos de louro-pardo, o que não ocorreu para a rizogênese. A utilização de um ambiente adequado e com nebulização aumentam as chances de sobrevivência das estacas (Graça et al., 1988), uma vez que as condições ideais de umidade e de temperatura garantem o seu turgor hídrico, embora a sobrevivência na casa de vegetação não seja uma garantia para o posterior enraizamento (Iritani & Soares, 1983).

Aos 80 dias de permanência em câmara úmida foi possível realizar apenas a avaliação de sobrevivência das estacas, na qual se observou 100% de mortalidade, precedida pela morte e queda dos brotos, indicando que o surgimento dos mesmos em estacas provenientes de plantas adultas de louro-pardo não garante a sobrevivência ou o enraizamento. Além disso, estacas de espécies de difícil enraizamento, mantidas por prolongado período em câmara de nebulização, podem ser prejudicadas pelo excesso de umidade (Nachtigal et al., 1994). Também se observou que a morte das estacas teve início com a necrose na base, indicando que as condições do substrato podem estar envolvidas na elevada porcentagem de mortalidade.

Espécies florestais nativas apresentam grandes variações na capacidade de enraizamento de estacas obtidas de propágulos adultos. Em canela (*Ocotea puberula* Benth Hook e *Ocotea pretiosa* Nees) não foram verificadas respostas rizogênicas nas estacas tratadas com 0, 2000 ou 4000 mg L<sup>-1</sup> de AIB (Silva, 1984). Estacas de açoita-cavalo (*Luehea divaricata* Mart.) apresentaram 26,5% de enraizamento no tratamento com 2000 mg L<sup>-1</sup> de AIB (Nazário et al., 2007). Em estudo com o pinheiro-do-paraná (*Araucaria angustifolia* (Bertoloni) Otto Kuntze.) também foi verificada baixa porcentagem de enraizamento das estacas, com 10,42% de enraizamento para a testemunha e apenas 2,08% quando utilizadas as doses de 5000 mg L<sup>-1</sup> de AIA e 1000 mg L<sup>-1</sup> de AIB (Iritani & Soares, 1983). Já em corticeira-do-banhado (*Erythrina crista-galli* L.) ocorreram altos índices de enraizamento das estacas, variando de 60 a 100%, de acordo com o tipo de propágulo utilizado (Chaves et al., 2003).

Os resultados de enraizamento das estacas de louro-pardo também podem ter sido afetados pela baixa capacidade genética das árvores matrizes para a formação de raízes adventícias, uso de propágulos com idade fisiológica desfavorável ao enraizamento, e com tamanho inadequado, embora o fator preponderante na dificuldade de enraizamento de propágulos maduros seja o grau de juvenilidade. O fator juvenilidade exerce grande influência na propagação vegetativa, pois a velocidade e facilidade de enraizamento dos propágulos decresce com a idade da planta matriz que os originou (Hartmann et al., 2002). Para muitas espécies lenhosas, a estaquia a partir de mudas de origem seminal oferece maiores chances de sucesso no enraizamento do que com material adulto, por se tratar de material juvenil (Graça et al., 1988). Em erva-mate, estacas de matrizes adultas atingiram uma porcentagem média de 26,7% de enraizamento (Horbach, 2008). Estacas provenientes de mudas a porcentagem de enraizamento chegou a 60% (Higa, 1985). Em estudo desenvolvido com cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) houve 100% de enraizamento de miniestacas caulinares de plântulas (Xavier et al., 2003). Em miniestaquia de louro-pardo, apesar da alta sobrevivência, apenas quatro miniestacas, submetidas ou não à aplicação de AIB, enraizaram, embora este resultado tenha sido atribuído em parte às más condições ambientais de enraizamento (Fick, 2007).

Os resultados negativos de sobrevivência e enraizamento das estacas, aos 80 dias de avaliação, demonstram que os procedimentos adotados no presente estudo não se mostraram eficientes tecnicamente para a propagação vegetativa do louro-pardo por estaquia e são ainda inconclusivos. Além dos procedimentos adotados, a adoção de técnicas como o emprego de AIB por via pó, para se verificar se a forma de aplicação do fitoregulador influencia na formação rizogênica, e a realização de um tratamento controle adicional, utilizando etanol e água (1:1 v/v), para se averiguar se o etanol pode influenciar de forma positiva ou negativa no enraizamento das estacas, são práticas importantes. Recomenda-se ainda a realização de estudos com maior número de indivíduos e outros tamanhos de estacas, e também com material juvenil, a exemplo de brotos coletados em minicepas (miniestacas) e a adoção de técnicas que promovam o rejuvenescimento dos tecidos das estacas, permitindo a elucidação dos processos envolvidos no enraizamento destas. Além disso, admite-se a grande importância da realização de análises anatômicas e bioquímicas das estacas, para verificar possíveis barreiras físico-químicas que possam estar impedindo a iniciação do enraizamento adventício em estacas de louro-pardo.

## CONCLUSÕES

A imersão da base das estacas apicais ou basais em 8000 mg L<sup>-1</sup> de AIB não promove o enraizamento.

## BIBLIOGRAFIA

- CARVALHO, P. E. R. 2003. **Espécies arbóreas brasileiras**. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, v. 1, 1039 p.
- CHAVES, C. R. M.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; BONA, C.; CARPANEZZI, A. A.; TAVARES, F. R.; KOEHLER, H. S. 2003. Enraizamento de cinco tipos de estacas caulinares de corticeira-do-banhado. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Campinas, v. 15. p. 135, 2003.
- FERRIANI, A. P. 2006. **Estaquia de vassourão-branco (*Piptocarpha angustifolia* dusén) com uso de ácido indolbutírico**. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 99 f.
- FICK, T. A. 2007. **Estabelecimento *in vitro* e propagação de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrabida ex Steudel (LOURO-PARDO)**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 61 f.
- GRAÇA, M.E.C.; COOPER, M.A.; TAVARES, F.R.; CARPANEZZI, A.A.. 1988. **Estaquia de erva-mate**. Embrapa-CNPQ, Curitiba. 6 p.
- HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR, F. T. 2002. **Plant propagation: principles and practices**. Prentice Hall, New Jersey. 7th ed. 847 p.

- HIGA, R. C. V. 1985. Propagação vegetativa da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS: Silvicultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), 10., Curitiba. **Anais...** EMBRAPA-CNPq, Curitiba, p. 121-123.
- HORBACH, M. A. 2008. **Propagação *in vitro* e *ex vitro* de erva-mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire – Aquifoliaceae).** Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 52 f.
- IRITANI, C.; SOARES, R. V. 1983. Indução do enraizamento de estacas de *Araucaria angustifolia* através da aplicação de reguladores de crescimento. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 4., São Paulo. **Anais...** São Paulo: [s. n.], v. 8, n. 28, p. 313-317.
- MESÉN, A. C.; NEWTON, A. C.; LEAKEY, R. R. B. 1997. Vegetative propagation of *Cordia alliodora* (Ruiz & Pavon) Oken: the effects of IBA concentration, propagation medium and cutting origin. **Forest Ecology and Management**, v. 92, p. 45-54.
- NACHTIGAL, J. C.; HOFFMANN, A.; KLUGE, R. A.; FACHINELLO, J. C.; MAZZINI, A. R. A. 1994. Enraizamento de estacas semilenhosas de araçazeiro (*Pisidium cattleyanum* Sabine) com o uso do ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 16, n. 1, p. 229-235.
- NAZÁRIO, P.; WENDLING, I.; SOUSA, L. P. 2007. Enraizamento de estacas de *Luehea divaricata* sob diferentes concentrações de ácido indolbutírico. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 54, p. 139-143.
- SILVA, I. C. 1984. **Propagação vegetativa de *Ocotea puberula* Benth Hook e *Ocotea pretiosa* Nees pelo método de estaquia.** Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 109 f.
- THORPE, T. A.; HARRY, I. S.; KUMAR, P. P. 1991. Application of micropropagation to forestry. In: DEBERGH, P.; ZIMMERMAN, R. H. **Micropropagation: technology and application.** Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. p. 311-336.
- TOFANELLI, M. B. D. 1999. **Enraizamento de estacas lenhosas e semilenhosas de cultivares de pessegueiro em diferentes concentrações de ácido indolbutírico.** Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999. 87 f.
- XAVIER, A.; SANTOS, G. A. 2002. Clonagem de espécies florestais nativas. In: ROCHA, M. G. B. (Org.). **Melhoramento de espécies arbóreas nativas.** Belo Horizonte: Série Técnica. p. 125-159.
- XAVIER, A.; SANTOS, G. A.; OLIVEIRA, M. L. 2003. Enraizamento de miniestaca caulinar e foliar na propagação vegetativa de cedro-rosa (*Cedrella fissilis* Vell.). **Revista Árvore**, v. 27, n. 3, p. 351-356.

# ESTABELECIMENTO *IN VITRO* DE PLÂNTULAS DE LOURO-PARDO (*Cordia trichotoma* Vell.)

## *IN VITRO* ESTABLISHMENT OF LOURO-PARDO (*Cordia trichotoma* Vell.) SEEDLINGS

Kielse, P.<sup>1</sup>; Heberle, M.<sup>2</sup>; Bisognin, D.A.<sup>3</sup>; Silveira, R.T.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Engenheira Florestal, Ms, Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, 1000, Caixa Postal 5096, CEP 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: paulakielse@yahoo.com.br.

<sup>2</sup> Engenheira Florestal, Ms, Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, 1000, Caixa Postal 5096, CEP 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: mheberle@gmail.com

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, PhD, Professor do Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, 1000, Caixa Postal 5096, CEP 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: dilsonb@sma.ufsm.br

<sup>4</sup> Acadêmica do curso de Engenharia Florestal, Departamento de Engenharia Florestal, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, 1000, Caixa Postal 5096, CEP 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: rssiiveira@gmail.com

## RESUMO

Explantos provenientes de plântulas estabelecidas *in vitro* são excelentes propágulos para a micropropagação. Contudo, a obtenção de plântulas assépticas de louro-pardo (*Cordia trichotoma* Vell.) tem sido dificultada pelas elevadas taxas de contaminação das sementes, o que justifica o estabelecimento de protocolos de desinfestação que possibilitem o aumento da porcentagem de plântulas assépticas. O objetivo deste trabalho foi verificar a eficácia do hipoclorito de sódio e de diferentes tempos de imersão das sementes na desinfestação e germinação *in vitro* de sementes de louro-pardo. Para o estabelecimento de plântulas assépticas, sementes de louro-pardo foram tratadas com 2% ou 5% de hipoclorito de sódio, por 0, 5, 10, 15 ou 20 min. As sementes foram inoculadas em meio de cultura base WPM. Aos 30 dias foram avaliadas as porcentagens de desinfestação, de contaminação por fungos e/ou bactérias e o tempo médio de germinação. A desinfestação das sementes com 5% de hipoclorito de sódio por 5 min. possibilitou o estabelecimento *in vitro* de uma alta porcentagem de plântulas assépticas.

**Palavras-chave:** assepsia de sementes, estabelecimento de plântulas, hipoclorito de sódio.

## SUMMARY

Explants from *in vitro* produced seedlings are excellent for micropropagation. However, obtaining aseptic seedlings of louro-pardo (*Cordia trichotoma* Vell.) has been hampered by high rates of contamination, which justify establishing disinfection protocols that allow increase the percentage of aseptic seedlings. The aim of this study was to assess the efficacy of sodium hypochlorite and different times of immersion of seeds in the disinfection and the *in vitro* production of louro-pardo seedlings. For the establishment of aseptic seedlings, seeds of louro-pardo were treated with 2% or 5% of sodium hypochlorite, for 0, 5, 10, 15 or 20 min. The seeds were inoculated in WPM basic culture medium. At 30 days, the percentages of disinfection, fungal and/or bacterial contamination and the mean time of germination were evaluated. Seed disinfection with 5% of sodium hypochlorite for 5 min. allowed the *in vitro* establishment of a high percentage of aseptic seedlings.

**Key words:** aseptic seedlings, seedling establishment, sodium hypochlorite.

## INTRODUÇÃO

Pertencente à família Boraginaceae, *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrabida ex Steudel, comumente conhecida por louro-pardo, é uma espécie que ocorre desde o nordeste até o sul do Brasil, no nordeste da Argentina, leste do Paraguai e sul da Bolívia (Reitz et al., 1988). É uma das árvores nativas mais promissoras para plantio na região sul, centro-oeste e sudeste do Brasil, especialmente por integrar o grupo das madeiras de lei, sendo muito apreciada nos mercados interno e externo pela excelente qualidade (Rizzini, 1971).

O melhoramento genético tem propiciado o crescimento do setor florestal, sobretudo pela maximização da produção de madeira. Isso porque o melhoramento florestal possibilita o estabelecimento de plantios mais homogêneos (Wendling et al., 1999) e com maior resistência a pragas, doenças e estresses ambientais (Floriano, 2004). Para os métodos de melhoramento utilizados em espécies que têm facilidade de reprodução assexuada, o grande esforço da pesquisa é centralizado na identificação de plantas que reúnam as características favoráveis, para fixá-las geneticamente. Já para as espécies em que ainda não estão estabelecidas as técnicas de propagação vegetativa em larga escala, a exemplo do louro-pardo, os estudos são direcionados para a descoberta desses métodos. Tão logo estejam disponíveis, são incorporados aos programas de melhoramento como uma estratégia para auxiliar na obtenção de materiais resistentes e produtivos (Paiva, 1998).

Durante os últimos anos houve um expressivo aumento no uso da micropropagação para a propagação de diversas espécies florestais. Isso porque essa tecnologia proporciona o aumento dos índices de enraizamento dos propágulos e uma rápida multiplicação de indivíduos com características de interesse econômico ou ambiental (Titon et al., 2003), além de possibilitar o controle sobre a sanidade do material propagado (Melo et al., 1999). No caso do louro-pardo, a micropropagação foi apontada como uma alternativa para a propagação vegetativa (Mantovani et al., 2001; Fick et al., 2007). No entanto, se fazem necessárias melhorias tecnológicas que tornem viável o uso dessa tecnologia.

Explantos provenientes de plântulas estabelecidas *in vitro* são excelentes propágulos para a micropropagação, especialmente por apresentarem tecidos juvenis com pronta capacidade de crescimento e resposta morfogênica à aplicação de fitoreguladores (Grattapaglia & Machado, 1998). Contudo, a obtenção de plântulas assépticas pela desinfestação de sementes é uma etapa problemática, pois o agente desinfestante utilizado na assepsia do material vegetal deve eliminar os microorganismos de superfície, sem, contudo, danificar os tecidos (Bonga & Durzan, 1985).

Diversas substâncias com ação germicida são utilizadas na assepsia de sementes, sendo o tipo, a concentração dos agentes desinfestantes e o tempo de exposição a estes compostos variáveis conforme a sensibilidade do tecido a ser desinfestado (Montarroyos, 2000). A relevância do hipoclorito de sódio na assepsia de sementes foi relatada para diversas espécies. Sementes de aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All) desinfestadas por 30 segundos em álcool 70%, seguido da imersão em 1% de hipoclorito de sódio por 10 minutos, não apresentaram contaminação (Andrade et al., 2000). Em sementes de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) foi necessária a aplicação de 2% de hipoclorito de sódio por 75 minutos para uma desinfestação eficaz (Nunes et al., 2002). Em sementes de mogno (*Swietenia macrophylla* King), sem tegumento, foi observado 89% de contaminação nos tratamentos sem substâncias desinfestantes, mostrando a importância desse agente na assepsia de sementes (Couto et al., 2004). Para o louro-pardo, a retirada do tegumento e a imersão das sementes em solução de álcool 70% por 30 segundos foram suficientes para a obtenção de 95% de desinfestação, permitindo a produção de plântulas assépticas (Fick et al., 2007).

O lote de sementes pode influenciar nos resultados de assepsia, pois os biomas brasileiros apresentam diferentes composições microbiológicas associada às plantas (Fermino

Junior et al., 2009), sendo a incidência de microorganismos, a exemplo de bactérias e fungos, variável conforme a origem das sementes. Desse modo, faz-se necessária a realização de estudos adicionais que abordem a desinfestação de sementes de louro-pardo, no intuito de aumentar a porcentagem de plântulas assépticas estabelecidas *in vitro*.

O objetivo deste trabalho é verificar a eficácia do hipoclorito de sódio e de diferentes tempos de imersão das sementes na desinfestação e germinação *in vitro* de sementes de louro-pardo, para o estabelecimento de plântulas assépticas.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Melhoramento e Propagação Vegetativa de Plantas, pertencente ao Departamento de Fitotecnia, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS. As inoculações foram realizadas em meio de cultura base WPM (LLOYD & McCOWN, 1981), acrescido de 30 g L<sup>-1</sup> de sacarose, 7 g L<sup>-1</sup> de ágar, e pH ajustado para 5,8 antes da autoclavagem. Após a inoculação em câmara de fluxo laminar, os frascos foram fechados com filme de Poli Cloreto de Vinila (PVC) e mantidos em sala de cultivo com temperatura de 25 ± 2 °C, fotoperíodo de 16 h, sob intensidade luminosa de 14,3 μE m<sup>-2</sup> S<sup>-1</sup> fornecidas por lâmpadas fluorescentes.

Para o estabelecimento *in vitro* de plântulas, sementes de louro-pardo coletadas na cidade de Porto Alegre (RS) foram embebidas por 18 horas em água destilada e autoclavada, no intuito de facilitar a retirada do tegumento. Para a desinfestação, as sementes foram submetidas a um pré-tratamento em solução de 5% de hipoclorito de sódio (NaOCl) e três gotas de Tween 20 por 100 mL de solução, por 30 minutos; seguido da retirada do tegumento e a imersão em etanol na concentração de 70%, durante 30 segundos (Fick et al., 2007). Após, as sementes foram tratadas com 2% e 5% de NaOCl, acrescido de três gotas de Tween 20, durante 5, 10, 15 ou 20 minutos. O tratamento controle foi constituído das sementes submetidas apenas ao pré-tratamento. Entre cada procedimento, as sementes foram lavadas três vezes em água destilada e autoclavada. As inoculações foram realizadas em frascos de 10 mL contendo 5 mL de meio de cultura base; e os cultivos mantidos em sala de crescimento por 30 dias, permanecendo nos primeiros sete dias em fotoperíodo negativo.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em fatorial 2 x 5 (doses de NaOCl x tempo de imersão), com cinco repetições de oito sementes cada uma. Aos 30 dias foram avaliadas as porcentagens de desinfestação e de contaminação por fungos e/ou bactérias. As taxas de germinação foram obtidas em intervalos de três dias, até 30 dias após a inoculação, possibilitando o cálculo do tempo médio de germinação, expresso pela equação  $TMG = (N_1T_1 + N_2T_2 + \dots + N_nT_n) / (N_1 + N_2 + \dots + N_n)$ , sendo N o número de sementes germinadas e T o tempo em dias (Harrington, 1972). O critério considerado para contabilizar a germinação foi a protusão da radícula das sementes. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade de erro, ou pela análise de regressão. As análises foram realizadas com o auxílio do programa ESTAT (Unesp-Jaboticabal). Os dados de porcentagem transformados para  $\arcseno\sqrt{x/100}$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação entre as doses de hipoclorito de sódio e o tempo de imersão para a porcentagem de sementes desinfestadas de louro-pardo (Gráfico 1). A maior porcentagem de desinfestação (100%) ocorreu nos tratamentos em que as sementes foram imersas em 2 ou 5% de hipoclorito de sódio (NaOCl), durante 15 minutos. Resultados similares foram obtidos nos tratamentos com 5% de NaOCl, durante 5 minutos (97,5%), seguido do tratamento com 2% de NaOCl, durante 10 minutos (90%).

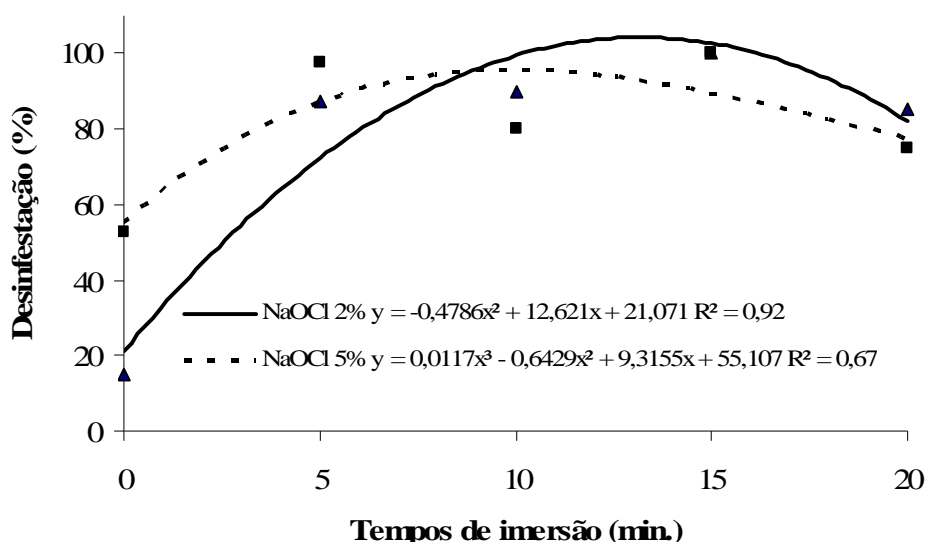


Gráfico 1 - Porcentagem de sementes de louro-pardo (*Cordia trichotoma* Vell.) desinfestadas com diferentes doses de hipoclorito de sódio (NaOCl) e tempos de imersão, avaliada 30 dias após a inoculação. Santa Maria, RS, 2010.

Chart 1 - Percentage of louro-pardo (*Cordia trichotoma* Vell.) seeds disinfected with different doses of sodium hypochlorite (NaOCl) and immersion time at 30 days after inoculation. Santa Maria, RS, 2010.

No tratamento controle (5% de NaOCl por 30 minutos, com o tegumento, e etanol 70% durante 30 segundos, sem o tegumento) foram verificadas as menores porcentagens de desinfestação (34%), indicando a necessidade de se utilizar NaOCl mesmo após a retirada do tegumento das sementes de louro-pardo. Fick (2007) verificou que apenas esse tratamento, considerado como controle neste trabalho, foi suficiente para uma efetiva assepsia das sementes de louro-pardo, chegando a 95% de desinfestação. A discordância dos resultados pode estar associada aos lotes de sementes utilizados, provenientes de época e origem diferentes. Em sementes de *Pinus* spp. foi observada uma grande variação nas respostas dos tratamentos de desinfestação, demonstrando a importância da determinação do estado sanitário de cada lote de sementes, já que estes apresentam diferenças dentro de uma mesma espécie (Golle, 2007). O fato de as sementes transportarem uma série de microorganismos, patogênicos ou não, que podem apresentar microfauna variável em diferentes regiões, torna necessária a realização de testes de sanidade de sementes para determinar o estado sanitário de uma amostra de sementes e, conseqüentemente, do lote que representam (Brasil, 1992).

Neste trabalho foi verificada a contaminação das sementes de louro-pardo por bactérias ou fungos (Tabela 1), sendo as bactérias os patógenos com maior ocorrência. Além disso, foi observado durante o período de germinação que, mesmo na presença de patógenos, muitas sementes foram capazes de germinar, indicando que a presença desses microorganismos não foi limitante. Contudo, a presença de patógenos endofíticos em sementes é uma das mais importantes causas de perda de material vegetal, tornando estudos de desinfestação de sementes de fundamental importância quando se deseja utilizar plantas assépticas como fonte de explante.

Os tratamentos de desinfestação com 2 ou 5% de NaOCl, durante 5, 10 ou 15 minutos foram eficientes para a obtenção plantas assépticas de louro-pardo. Contudo, a maior porcentagem de germinação (60%) ocorreu quando as sementes foram tratadas com 5% de NaOCl por 5 minutos (Gráfico 2), seguido do tratamento controle.

As taxas de germinação apresentaram grande variação em função dos tratamentos, sendo observadas porcentagens entre 15 e 32,5%, quando utilizado 2% de NaOCl, e entre 5 e 60%, quando utilizado 5% de NaOCl (Gráfico 2). Nos tratamentos com 5% de NaOCl foi

possível observar uma menor porcentagem de germinação à medida que se aumentou o tempo de exposição das sementes ao agente desinfestante. Além disso, essa mesma dose de NaOCl, nos maiores tempos de imersão, provocou a necrose de algumas radículas. Esses resultados podem ser explicados pelo efeito fitotóxico do NaOCl, pois a utilização de elevadas concentrações do produto podem ser vantajosas na desinfestação das sementes, porém muitas vezes se tornam prejudiciais à germinação. Sementes de capiçova (*Erechtites valerianaefolia* DC.) tratadas com NaOCl tiveram potencial germinativo reduzido em 24%, além do retardo de aproximadamente 2,95 dias no tempo de germinação (Zayat & Ranal, 1997).

Tabela 1 - Porcentagem de contaminação por bactérias em sementes de louro-pardo (*Cordia trichotoma* Vell.), tratadas com diferentes doses e tempos de imersão em hipoclorito de sódio (NaOCl), avaliadas aos 30 dias após a inoculação. Santa Maria, RS, 2010.

Table 1 - Percentage of bacterial contamination of louro-pardo (*Cordia trichotoma* Vell.), seeds treated with different doses and times of immersion in sodium hypochlorite (NaOCl) at 30 days after inoculation. Santa Maria, RS, 2010.

		<b>Bactérias</b>				
		<b>Tempo de embebição (minutos)</b>				
		0	5	10	15	20
NaOCl (%)	2	72 aA*	25 aB	18 aB	0 aC	12 aB
	5	31 bA	0 bC	21 aB	0 aC	37 aAB
<b>Média</b>	<b>21,6</b>					
<b>CV (%)</b>	<b>25,68</b>					
		<b>Fungos</b>				
		<b>Tempo de embebição (minutos)</b>				
		0	5	10	15	20
NaOCl (%)	2	0 bA*	13 aA	0 bA	0 bA	13 aA
	5	17 aB	0 bB	0 bA	0 bA	0 bB
<b>Média</b>	<b>4,30</b>					
<b>CV (%)</b>	<b>39,84</b>					

\*Médias seguidas de letras diferentes (minúsculas na vertical e maiúsculas na horizontal) diferem entre si, significativamente, pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

No tratamento com 2% de NaOCl foi verificada baixa variação no TMG, permanecendo no período compreendido entre 18 e 21 dias (Gráfico 2). Porém, no tratamento com 5% de NaOCl, as sementes apresentaram germinação lenta, além de uma maior variação entre os diferentes tempos de imersão. Aos 15 e 20 minutos o TMG atingiu os valores máximos, 25 e 20 dias respectivamente. Tais resultados novamente refletem o efeito prejudicial de doses elevadas do NaOCl, reduzindo a germinação ou aumentando o tempo médio da mesma, ou seja, afetou a germinação e o vigor das sementes.



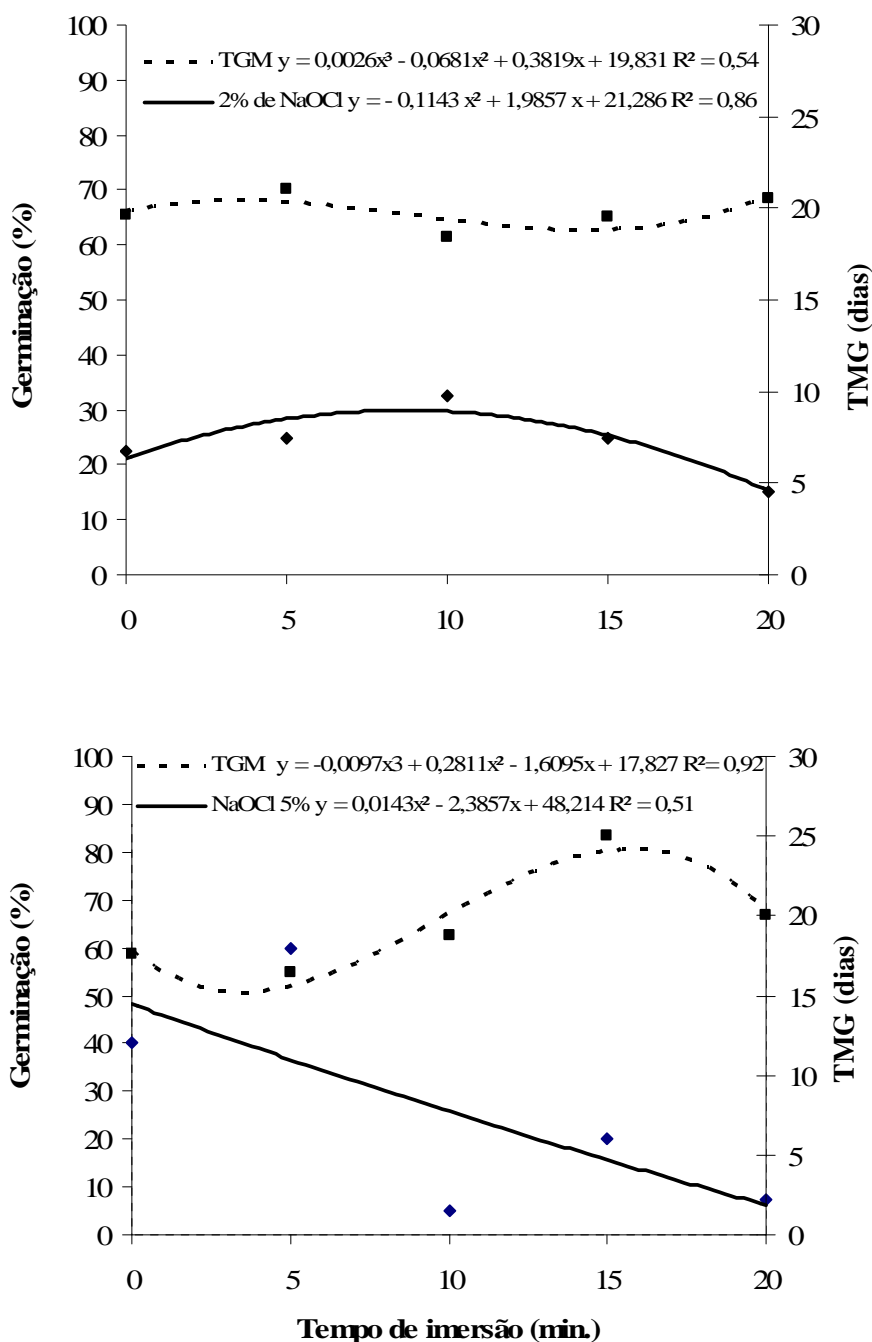


Gráfico 2 - Porcentagem de germinação *in vitro* de sementes de louro-pardo (*Cordia trichotoma* Vell.) e o tempo médio de germinação (TMG), tratadas com diferentes doses de hipoclorito de sódio (NaOCl) e tempos de imersão, avaliados 30 dias após a inoculação. Santa Maria, RS, 2010.

Chart 2 - Percentage of *in vitro* germination of seeds louro-pardo (*Cordia trichotoma* Vell.) and average germination time, treated with different doses of sodium hypochlorite (NaOCl) and immersion time, at 30 days after inoculation. Santa Maria, RS, 2010.

Os resultados do presente estudo indicam que a época e origem das sementes de louro-pardo podem influenciar nas respostas de assepsia e germinação *in vitro*. Foi possível estabelecer um novo protocolo de desinfestação e germinação *in vitro* de um lote de sementes, por meio do uso de 5% de hipoclorito de sódio (NaOCl) por 5 minutos, cujo tratamento não foi requerido para outro lote de sementes (Fick et al., 2007).

## CONCLUSÃO

Para o lote utilizado, a imersão das sementes sem o tegumento em 5% de NaOCl por 5 min. possibilitou o estabelecimento *in vitro* de uma alta porcentagem de plântulas assépticas de louro-pardo.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela concessão de bolsas.

## BIBLIOGRAFIA

- ANDRADE, M.W.; LUZ, J.M.Q.; LACERDA, A.C.; DE MELO, P.R.A. 2000. Micropropagação da aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All). **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v.24, n.1, p.174-180.
- BONGA, J.M.; DURZAN, D.J. 1985. **Cell and tissue culture in forestry**. Dordrecht: Martinus Nijhoff Publishers, v.3, 416p.
- COUTO, J.M.F.; OTONI, W.C.; PINHEIRO, A.L.; FONSECA, E.P. 2004. Desinfestação e germinação *in vitro* de sementes de mogno (*Swietenia macrophylla* King). **Revista Árvore**, v.28, n.5, p.633-642.
- FERMINO JUNIOR, P.C.; NAGAO, E.O.; PEREIRA, J.E.S. 2009. Estabelecimento, germinação e multiplicação *in vitro* de teca (*Tectona grandis* L.f.) a partir de genótipos da Amazônia Sul-Occidental. **Scientia Forestalis**, v.37, n.84, p.427-435.
- FICK, T. A.; BISOGNIN, D.A.; QUADROS, K.M.; HORBACH, M.A.; REINIGER, L.R.S. 2007. Estabelecimento e crescimento *in vitro* de plântulas de louro-pardo. **Ciência Florestal**, v.17, n.4, p.343-349.
- FLORIANO, E. P. 2004. Produção de mudas florestais por via assexuada. Santa Rosa: [s.n.]. 37p. (**Caderno Didático**, n.3).
- GOLLE, D.P. 2007. **Germinação *in vitro* de *Pinus taeda* L. a partir de sementes selecionadas**. 95f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- GRAÇA, M.E.C.; COOPER, M.A.; TAVARES, F.R.; CARPANEZZI, A.A. 1988. Estaquia de erva-mate. Curitiba: Embrapa-CNPF. 6p. (**Circular Técnica**, n.18).
- GRATTAPAGLIA, D.; MACHADO, M. A. 1988. Micropropagação. In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S.; BUSO, J. A. (Orgs.). **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. Brasília: Embrapa – SPI: Embrapa – CNPF, p.183-260.
- HARRINGTON, J. F. 1972. Seed storage longevity. In: KOZLOSKI, T. T. **Seed biology**. New York: Academic, v.3, p.145-245.
- LLOYD, G.; McCOWN, B. 1981. Commercially feasible micropropagation of mountain laurel, *Kalmia latifolia*, by use of shoot tip culture. **Combined Proceedings of the International Plant Propagator's Society**, v.30, p.421-327.
- MANTOVANI, N. C.; FRANCO, E. T. H.; VESTENA, S. 2001. Regeneração *in vitro* de louro-pardo (*Cordia trichotoma* (Vellozo) Arrabida ex Steudel). **Ciência Florestal**, v.11, n.2, p.93-101.
- MELO, N.F.; OKASAKI, W.Y.; LEITE, C.B.; FÁRI, M. 1999. Estabelecimento do cultivo *in vitro* da aceroleira (*Malpighia emarginata* DC.). **Ciência e Agrotecnologia**, v.23, n.1, p.102-107.
- MENDONÇA, E.A.F.; RAMOS, N.P.; PAULA, R.C. 2001. Viabilidade de sementes de *Cordia trichotoma* (Vellozo) Arrabida ex Steudel (louro pardo) pelo teste de tetrazolólio. **Revista Brasileira de Sementes**, v.23, n.2, p.64-71.
- MONTARROYOS, A.V.V. 2000. Contaminação *in vitro*. **ABCTP Notícias**, Brasília, n.36-37, p.5-10.
- NUNES, E.C.; DE CASTILHO, C.V.; MORENO, F.N.; VIANA, A.M. 2002. *In vitro* culture of *Cedrela fssilis* Vellozo (Meliaceae). **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v.70, p.259-268.
- PAIVA, J.R. 1998. **Melhoramento genético de espécies agroindustriais na Amazônia: estratégias e novas abordagens**. Brasília: Embrapa-SPI; Fortaleza: Embrapa-CNPAT. 135p.
- REITZ, R.; KLEIN, R.M.; REIZ, A. 1988. **Projeto madeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Governo do Estado do RS. 525p.
- RIZZINI, C.T. 1971. **Árvores e madeiras úteis do Brasil: manual de dendrologia brasileira**. São Paulo: Blücher. 294p.
- TITON, M.; XAVIER, A.; OTONI, W.C.; DOS REIS, G.G. 2003. Efeito do AIB no enraizamento de miniestacas e microestacas de clones de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **Revista Árvore**, v.27, n.1, p.1-7.
- WENDLING, I. 1999. **Propagação clonal de híbridos de *Eucalyptus spp.* por miniestaquia**. 69f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- ZAYAT, A.G.; RANAL, M.A. 1997. Germinação de sementes de capiçova. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.32, n.11. 80 p.

# PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DA *Mimosa scabrella* Benth POR MINIESTAQUIA

## VEGETATIVE PROPAGATION OF *Mimosa scabrella* Benth BY MINICUTTINGS

Ril, F. L.<sup>1</sup>; Felipe, D.<sup>1</sup>; Dallabrida, J. P. <sup>1</sup>; Mantovani, N <sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Acadêmica do Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, *Campus* Universitário de Frederico Westphalen. E-mail: fe\_ril@hotmail.com; dioneia.felippe@hotmail.com; juli\_ajuri@hotmail.com.

<sup>2</sup> Engenheiro Florestal, Professor Doutor do Departamento de Engenharia Florestal. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) - Centro de Educação Superior Norte do Rio Grande do Sul (CESNORS), Frederico Westphalen, RS, Brasil

### RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento da *Mimosa scabrella* em jardim clonal, em função do sistema de podas, condução das minicepas e o comportamento de miniestacas retiradas de brotos das minicepas em função de diferentes concentrações do AIB e das diferentes rebrotas. O experimento foi realizado no campus da UFSM - Frederico Westphalen e conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em arranjo bifatorial 2x4, sendo o fator A 4 doses de AIB em solução alcoólica 50% (0; 500; 1000 e 1500 mgL<sup>-1</sup> por 10 segundos de imersão da base das miniestacas), e o fator B, dois diferentes tipos de estacas (apical e basal). Cada tratamento foi repetido 4 vezes e cada repetição constituída de 10 miniestacas. Verificou-se que 91,3% das minicepas morreram após a poda, independentemente da altura em que a mesma foi realizada. No enraizamento, 100% das miniestacas não sobreviveram independentemente das doses de AIB utilizadas.

**Palavras-chave:** propagação vegetativa; miniestaquia; *Mimosa scabrella*.

### SUMMARY

This study aimed to evaluate the behavior of *Mimosa scabrella* in clonal gardens, depending on the pruning system, conduct and behavior of ministumps cuttings taken from shoots of ministumps with different concentrations of IBA and different grazing. The experiment was conducted on the campus of UFSM - Frederico Westphalen and conducted in a randomized design in factorial arrangement 2x4, factor A 4 IBA in alcoholic solution 50% (0, 500, 1000 and 1500 mgL<sup>-1</sup> for 10 seconds soaking the base of the shoots), and factor B, two different types of cuttings (apical and basal). Each treatment was repeated 4 times and each replicate consisting of 10 shoots. It was found that 91,3% of ministumps died after pruning, regardless of the time in which it was performed. In the rooting 100% of the shoots did not survive independently of IBA used.

**Key words:** vegetative propagation; minicutting; *Mimosa scabrella*.

### INTRODUÇÃO

A família Leguminosae é uma das mais numerosas entre as Angiospermas Dicotiledôneas, que segundo Marchiori (2007) possuem hábitos sumamente variáveis, havendo árvores anuais ou perenes, subarbustos, arbustos, lianas e árvores, que vivem nos mais variados ambientes, latitudes e altitudes. Tradicionalmente dividida em quatro subfamílias: Caesalpinioideae, Cercideae, Faboideae e Mimosoideae, de acordo com Oliveira (1999).

Na subfamília Mimosoideae, destaca-se a *Mimosa scabrella*, conhecida por bracatinga, a espécie é nativa do sul do Brasil, desde Minas Gerais até a borda da Serra Geral, no Rio Grande do Sul, caracterizando o planalto sul brasileiro e a Floresta Ombrófila Mista, mas existindo na Floresta Atlântica e Floresta Estacional do Alto Uruguai, conforme Marchiori (2007).

A bracatinga, segundo Nappo et al. (1999), é uma planta semidecídua, pioneira, heliófila, bastante indiferente quanto as condições físicas do solo, e se destaca por colonizar terrenos nus via sementes. Comum na vegetação secundária, principalmente em capoeiras e capoeirões, bem como nas florestas secundárias, às vezes formando associações puras, conhecidas por “bracatingais”, as quais exprimem a capacidade invasora da espécie após ação antrópica.

A propagação da *Mimosa scabrella*, dá-se por via sexuada e não verifica-se estudos sobre sua propagação via assexuada pelo método de miniestaquia. Atualmente, segundo Carpanezi e Carpanezi (1992), as sementes de bracatinga disponíveis no comércio ou em órgão de fomento são coletadas sem controle e não têm qualquer grau de melhoramento genético. A aplicabilidade da miniestaquia para a propagação vegetativa, conforme Xavier et al. (2002), é uma técnica viável para o enraizamento de miniestacas coletadas de minicepas produzidas partindo de sementes em espécies nativas como o jequitibá rosa, cedro rosa, mogno e sete cascas.

Assim a propagação assexuada, normalmente por estaquia, seria um método indicado para obter clones com um melhor grau de melhoramento genético, formando plântulas de melhor qualidade.

Os objetivos gerais foi o de avaliar o comportamento da espécie manejada em sistema de minijardim clonal e a viabilidade da técnica de miniestaquia como forma de propagação vegetativa da bracatinga.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho será conduzido no viveiro florestal do Departamento de Engenharia Florestal do Centro de Educação Superior Norte do RS (CESNORS/UFSM), no município de Frederico Westphalen, instalado sob as coordenadas geográficas 27°23'43" sul e 53°25'43" oeste. No Viveiro Florestal do CESNORS serão obtidas mudas de *Mimosa scabrella* oriundas de sementes e produzidas em tubetes, com aproximadamente 1 ano de idade e em média 20cm de altura, as quais constituirão as minicepas.

As mudas serão plantadas em sistema de canteiros suspensos no jardim clonal, em tanques de fibra de vidro com 0,7m de largura por 5m de comprimento e 0,5m de profundidade, preenchidos seixos rolados e areia. Será utilizado sistema de irrigação e fertirrigação por gotejamento, diretamente em cada cepa (Figura I). A adubação utilizada será de 4 g/L, num total de 30 litros.

Serão utilizadas 115 mudas de *Mimosa scabrella* (Figura I), dispostas em 5 linhas de 23 plantas cada, com espaçamento de 15cm entre elas e, aos 135 dias após o plantio, serão podadas para o seu rebaixamento e constituição das futuras minicepas fornecedoras de brotos. Em cada minicepa será mantido no mínimo um par de folhas.



**Figura I: Minijardim Clonal do Viveiro Florestal do CESNORS/UFMS.**

O estaqueamento será feito em tubetes de 3cm de diâmetro por 10cm de altura, preenchidos com substrato comercial PlantMax, distribuídos em bandejas plásticas e mantidas em estufa florestal com sistema automático de irrigação por aspersão.

Em períodos regulares serão coletados os brotos das minicepas e produzidas as miniestacas para experimentos de enraizamento. As miniestacas serão cortadas com comprimento em torno de 5cm nas quais será mantido um par de folhas cortadas transversalmente ao meio.

Serão avaliados o comportamento da espécie sob manejo de jardim clonal (sobrevivência), em função do sistema de podas, condução das minicepas e dos números de brotos em sucessivas rebrotas, em intervalos regulares de 30 dias, assim como o comportamento de miniestacas retiradas de brotos das minicepas em diferentes rebrotas. Também será avaliada a frequência de sobrevivência, enraizamento, calogênese, número e comprimento de raízes e de brotos por miniestaca em função de diferentes concentrações do AIB e em diferentes rebrotas e ainda, a massa fresca e seca do sistema radicular e dos brotos formados nas miniestacas após 60 dias. A massa seca será definida após secagem do material vegetal em estufa, à 60°C após peso constante.

O experimento será conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em arranjo bifatorial 2x4, sendo o fator A constituído de dois diferentes tipos de estacas (apical e basal) e o fator B, de 4 doses de AIB em solução alcoólica 50% (0; 500; 1000 e 1500mgL<sup>-1</sup> por 10 segundos de imersão da base das miniestacas) (Tabela I). A análise do fator A será por comparação de médias, através do Teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

<b>Fator A</b>	<b>Fator B</b>
A <sub>1</sub> Apical	D <sub>1</sub> 0
A <sub>2</sub> Basal	D <sub>2</sub> 500
	D <sub>3</sub> 1000
	D <sub>4</sub> 1500

**Tabela I: Arranjo bifatorial do experimento.**

Os tratamentos serão dispostos aleatoriamente sendo que cada tratamento terá 4 repetições e cada repetição constituída de 10 miniestacas.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante o período de avaliações verificou-se que cerca de 91,3% das minicepas morreram após a poda do ápice, independentemente da altura em que a poda foi realizada. Algumas cepas no entanto, apresentaram boa formação de brotos que foram aproveitados para a produção de miniestacas.

Os experimentos de enraizamento mostraram que 100% das miniestacas não sobreviveram e não enraizaram, independentemente das doses de AIB utilizadas.

Embora esta metodologia tenha sido aplicada com sucesso para outras espécies trabalhadas, os resultados indicam que para a bracatinga não foi eficiente.

Novos estudos estão sendo desenvolvidos com o objetivo de otimizar o manejo desta espécie no jardim clonal, bem como, serão testadas novas concentrações do AIB em solução não alcoólica e também em pó.

Estudos visando o cultivo *in vitro* da bracatinga, através da micropropagação, a partir de brotos formados nas minicepas em jardim clonal, também já estão sendo desenvolvidos.

## CONCLUSÃO

Através do presente estudo, conclui-se que a forma como as podas das plantas de bracatinga foram conduzidas ocasionaram a morte da maior parte das mesmas.

Para a miniestaquia, as doses de AIB utilizadas não foram eficientes, pois as mesmas não promoveram o enraizamento das miniestacas.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos, primeiramente, ao orientador Dr. Nilton Mantovani, pela oportunidade cedida à realização do presente trabalho, bem como a Universidade, pela disponibilidade da utilização dos equipamentos necessários para a realização deste trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfenas, A. C.; Zauza, E. A. V.; Mafia, R. G.; Assis, T. F. 2004. Clonagem e doenças do eucalipto. Viçosa: UFV.
- Baggio, A. J.; Carpanezzi, A. A.; Graça, L. R.; Ceccon, E. 1986. Siste ma agroflorestal tradicional da bracatinga com culturas agrícolas anuais. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n. 12, p. 73-82.
- Carpanezzi, A. A.; Carpanezzi, O. T. B. 1992. Cultivo da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth) no Brasil e prioridades para o seu aperfeiçoamento. In: Congresso Florestal Estadual, 7., 1992, Nova Prata. Anais. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria. v. 2, p. 640-655.
- Carvalho, P.E.R.. 1994. Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Brasília: EMBRAPA – CNPF, 640p.
- Fachinello, J.C.; Hoffman, A.; Nachtigal, J.C.; Kersten, E.; Fortes, G.R. de L. 1995. Propagação de plantas frutíferas de clima temperado. 2.ed. Pelotas: UFPEL. 178p.
- Fachinello, J. C.; Hoffmann, A.; Nachtigal, J. C.; K., E. 2005. Propagação vegetativa por estaquia. In: Fachinello, J. C.; Hoffmann A.; Nachtigal J. C. (Ed.). Propagação de plantas frutíferas de clima temperado. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p.69-109.
- Faria, S. M., Franco, A. A., Menandro, M.S., Jesus, R.M., Baitello, J.B., Aguiar, O.T., Dobereiner, J. 1984. Levantamento da nodulação de leguminosas florestais nativas na região sudeste do Brasil. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, v. 19, p.143-153.
- Machado, A. S., Tonon, A. E. N., Oliveira, E. B., Figueiredo Filho, A. Carpanezzi, A. A. 2001. Efeitos da densidade inicial e do sítio sobre o desenvolvimento de bracatingais nativos da região metropolitana de Curitiba. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n. 43, p. 19-46.
- Marchiori, J. N. C. 2007. Dendrologia das Angiospermas: leguminosas. 2. ed. Santa Maria: Ed. da UFSM.
- Nappo, M. E.; Fontes, M. A. L.; Oliveira Filho, A. T. 1999. Suficiência Amostral e análise do tamanho de parcela para o estudo da regeneração natural do sub-bosque de povoamentos homogêneos de *Mimosa scabrella* em área mineradas em poços de caldas – MG. Revista Árvore. Viçosa – MG, v.23, n.4, p.443-453.

- Oliveira, D. M. T. 1999. Morfo-anatomia do embrião de leguminosas arbóreas nativas. Revista Brasileira de Botânica VOL.22 N.3 SÃO PAULO.
- Reitz, R; Klein, R.M.; Reis, A. 1988. Projeto Madeira Do Rio Grande Do Sul. Porto Alegre: Secretaria Da Agricultura e ABASTECIMENTO. 159-170 p.
- Sossella, A. G.; Petry, C.; Nienow, A. A. 2008. Propagação da corticeira do banhado (*Erythrina crista-galli* L.) (Fabaceae) pelo processo de estaquia. Revista Árvore, Viçosa-MG, v.32, n.1, p.163-171.
- Xavier, A.; Santos, G. A.; Wendling, I.; Oliveira, M. L. 2003. Propagação vegetativa de cedro-rosa por miniestaquia. Revista Árvore, Viçosa-MG, v. 27, n.2, p. 139-143.

# USO DE BACTERIAS DEL GENERO *Bacillus* PARA DESTRUIR MATERIA ORGÁNICA EN CAÑERÍAS Y DESAGÜES

## USE OF BACTERIA OF THE GENUS *Bacillus* TO DESTROY ORGANIC MATTER ACCUMULATED IN PIPING AND DRAINS

Rodriguez, G.<sup>1</sup>; Gimenez, J.<sup>1</sup>; Callaba, R.<sup>2</sup>; Barth, R.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Alumnos Becarios de la FCF-UNaM.

<sup>2</sup>Docentes de la FCF-UNaM.Contacto: [rcallaba@facfor.unam.edu.ar](mailto:rcallaba@facfor.unam.edu.ar)

### RESUMEN

En hoteles y restaurantes, sobre todo en ciudades donde no existe el servicio de cloacas, el mantener desagües y cañerías limpias es esencial, sobre todo en aquellas localidades donde el turismo es importante. En este contexto se comenzó un trabajo tendiente a mejorar el polvo comercial que existía en la zona, que serviría para dicho propósito. Se recuperaron bacterias del genero Bacillos de dichos polvos, y se determinó la composición del medio en donde estaban. Se prepararon nuevos medios con las bacterias y se ensayó su efectividad.

**Palabras clave:** *Bacillus* ssp.; materia orgánica; destrucción.

### SUMMARY

In hotels and restaurants, especially in cities where the sewer service is absent, to keep piping and drains clean is essential, especially in those cities where tourism is an important income. In this contest, we started a project to study the composition of a commercial preparation that existed in the zone, and that was used for that purpose. We isolated bacteria of the genus *Bacillus* from the preparation, and determined the composition of the medium where they were included. New media was prepared and we tried its effectiveness.

**Key words:** *Bacillus* ssp.; organic matter; destruction

### INTRODUCCIÓN

En zonas rurales, donde no existe el servicio de cloacas, la eliminación de los subproductos de la actividad humana se efectúa a través de un sistema de cámaras asépticas y pozos negros, donde se recogen y almacenan las aguas servidas y otros productos resultantes de la higiene diaria. En teoría las cámaras asépticas, contienen bacterias que descomponen la materia orgánica, y con ello también las bacterias y virus enteropáticos que pueden acompañar las heces humanas. Como la cámara aséptica también recoge productos de la limpieza como polvos causticos, y cloro, que matan a las bacterias, no siempre funcionan como debieran con lo que las cañerías se tapan con materia orgánica, aparece el mal olor y mucha materia orgánica no digerida pasa al pozo negro, desde donde contamina la tierra circundante y los cursos subterráneos de agua, de los que la población toma el agua para beber.

Las bacterias que colonizan las cámaras asépticas, y que en condiciones normales destruyen la materia orgánica son especies del género *Bacillus* y *Aspergillus*, los que son productores activos y versátiles de enzimas hidrolizantes, y por lo tanto pueden utilizar como



fuerza de alimento una gran variedad de proteínas, hidratos de carbono, lípidos, glucósidos, alcoholes y ácidos orgánicos (Eaton, A.D.; Clesceri, L.S.; Greenberg, A.E., 1995).

**B. subtilis** tiene la habilidad para formar una resistente endospora protectora, permitiendo al organismo tolerar condiciones ambientalmente extremas.

**B. subtilis** QST 713 (comercializado como QST 713 o Serenata) tiene una actividad fungicida natural, y es empleado como un agente de control biológico.

Las enzimas producidas por **B. subtilis** y **B. licheniformis** son usadas extensamente como aditivos en detergentes de lavandería (Schlegel, H.G., 1993).

**B. licheniformis** (Dommergues, Y. y Mangenot, F., 1970).

Produce poli-D-glutamato. Pigmento rojo producido por muchas cepas. Las esporas se producen en el suelo. Fuente de la bacitracina-industrial, un antibiótico útil. Se encuentran en las plumas de aves que habitan en la tierra como los gorriones y especies acuáticas como los patos. Está implicado en la gastroenteritis, peritonitis e intoxicación alimenticia, así como en la toxemia y abortos bovinos. Es un contaminante común en los productos lácteos. Temperatura óptima de crecimiento a 5°C. Actualmente se investiga la capacidad para degradar plumas para fines agrícolas (Phaff, H.J., 1981).

Estos microorganismos se encuentran también destruyendo la materia orgánica de las deposiciones de caballos, chanchos y humanos (Alexander, 1980), y como hemos indicado deberían ser habitantes normales de las cámaras asépticas y de los depósitos de grasa de las cocinas, si no fuera por los restos de lavandina, detergentes, etc. que también se eliminan por el mismo medio.

Se encuentran en el mercado unos polvos, que según reza la etiqueta se utilizan para destruir la materia orgánica que obstruye las cañerías de cocinas y baños, y para limpiar los pozos negros y las cámaras de grasa. En nuestra zona, originalmente se debían obtener del vecino país Brasil, actualmente se encuentra a veces en los supermercados una preparación similar y para los mismos fines. Dicha preparación fue ensayada en la Facultad de Ciencias Forestales (FCF), y en casas individuales y no dio un buen resultado.

Con el doble objetivo de, mejorar la efectividad de la preparación y de asegurar una fuente continua, y si ello fuera posible más asequible, se comenzó en la FCF un pequeño estudio con ese objetivo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Una alícuota del polvo comercial se disolvió en agua estéril, se dejó reposar durante media hora a 35°C, y se sembró en un medio de cultivo preparado con un extracto de Vicia faba al 0.2% solidificado con agar al 1%. Las botellas del cultivo se mantuvieron en la oscuridad a 35°C. Pasados siete días se observó la aparición de colonias bacterianas, que a las dos semanas cubrieron toda la superficie del medio de cultivo.

La prueba de que las bacterias eran destructoras de materia orgánica, se efectuó con el mismo medio solidificado con gelatina comercial al 3,5%, el que después de una semana de inoculado se había licuado completamente.

Por estudios del polvo comercial se determinó que la parte abiótica de dicho polvo estaba compuesto por salvado de trigo y sal común, como estaba indicado en la etiqueta.

El salvado de trigo se caracterizó por el aspecto y el olor característico. La concentración salina se determinó mediante un indicador de adsorción: la fluoresceína en solución neutra y titulando con una solución valorada de nitrato de plata al 0,1%.

Para preparar nuestro propio polvo, se tomaron las proporciones encontradas de salvado y sal común, y por cada 100 g de este medio se añadieron las colonias que crecían sobre la superficie de uno de nuestros cultivos, donde las colonias habían cubierto enteramente la superficie del medio. Las colonias se rasparon del medio con espátula y se mezclaron con el salvado/sal común (s/s), cuando se las raspó aparecían un poco húmedas, cuando se mezclaron con el s/s desapareció la sensación de humedad.

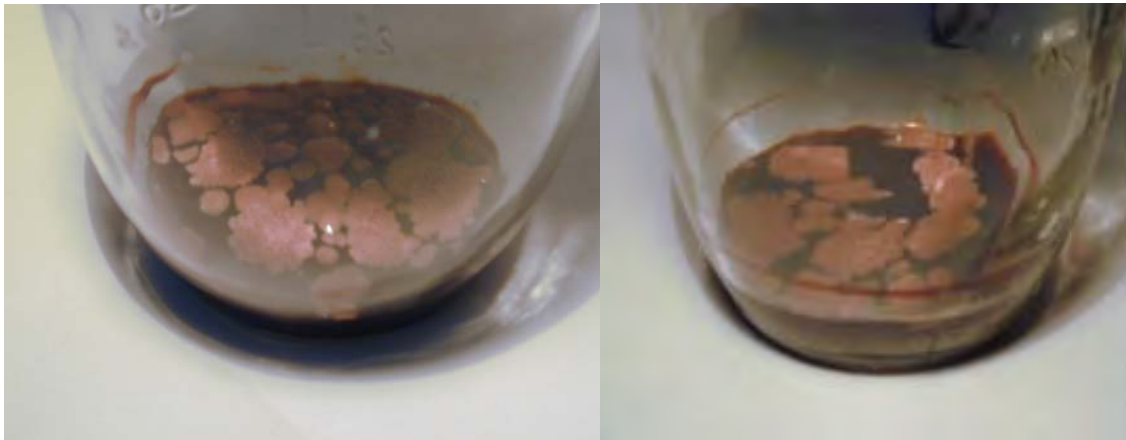
Los paquetes preparados de esta forma se dejaron en el laboratorio durante un mes. Antes de su utilización se hidrataron durante 30 minutos en agua corriente.

## RESULTADOS

La concentración de sal (ClNa) encontrada en el salvado fue del 18%. El ensayo se repitió varias veces dada la alta concentración encontrada. Esta alta concentración salina confiere al medio donde están las bacterias una alta presión osmótica, lo que ocasiona que las bacterias esporulen. Esporas que son resistentes a condiciones ambientales desfavorables, además de absorber la humedad ambiente. No se pudo determinar si existían enzimas libres en el medio.

Las fotografías 1 y 2 muestran las colonias bacterianas, que fueron de rápido crecimiento en este medio. Las fotografías fueron tomadas dos semanas después de la inoculación.

En la fotografía 3 se puede observar en los recipientes de los extremos, que el medio originalmente solidificado con gelatina se había licuado completamente después de una semana.



**Fotografía 1**

**Fotografía 2**

Fotografías 1 y 2 muestran los cultivos de “Bacillus” obtenidos a partir del polvo comercial.  
Photographs 1 and 2 show the colonies of “Bacillus” that were obtained from the commercial preparation.



**Fotografía 3**

Fotografía 3 muestra la licuación de la gelatina por la bacteria en los recipientes  
Photograph 3 show the liquation of the gelatin by the bacteria in the right and left recipients

La necesidad de un tratamiento en cañerías y desagües, se manifiesta por la presencia de olor, y la mala circulación del agua. Cuando se soluciona el problema, el olor desaparece y el agua vuelve a circular normalmente.

Se efectuaron pruebas de campo en los baños de la FCF, y en nuestras casas, que dieron buenos resultados, pero todavía nos falta efectuar pruebas de campo más extensas. Para ello se piensa preparar bolsas de plástico con el producto, con instrucciones de cómo utilizarlo. Lo que será repartido entre docentes y alumnos de la FCF para que lo utilicen en sus casas, con el compromiso de hacernos saber si funciona.

## CONCLUSIONES

Nuestros cultivos fueron en todos los casos bacterianos, no se observó micelio de hongo, por lo que suponemos, y las pruebas de licuación de la gelatina lo confirman, que estamos ante la presencia de especies de *Bacillus* que son grandes destructores de materia orgánica. Las pequeñas pruebas que hemos efectuados son prometedoras. Un producto que funcione bien y que sea asequible al bolsillo, funcionaría en múltiples aplicaciones, como por ejemplo, eliminación de la basura orgánica que se acumula en asentamientos humanos donde no funciona el servicio de recogida de basura, como ocurre en el perímetro de algunas ciudades. Una forma de continuar con este proyecto sería el ver como funciona sobre basura orgánica, y definir las condiciones para no producir olores u otros fenómenos poco agradables.

En la actualidad existen en los supermercados de Misiones un producto de similares características al producto de origen brasilero del cual habíamos partido. El producto sirve, según los fabricantes para desengrasar y destapar cañerías, y limpiar pozos negros. Personas consultadas que lo han utilizado nos dicen que no funciona muy bien.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Alexander, M. Introducción a la microbiología del suelo. 1980. AGT Editores. México
- Dommergues, Y. y Manguot, F. Ecologie microbienne du sol. 1970. Masson y Cie. Editores. Paris.
- Eaton, A.D.; Clesceri, L.S.; Greenberg, A.E. Standard Methods for the Examination of Water and Waste water. 1995. APHA Editores, Washington
- Phaff, H.J. Microorganismos industriales. 1981. Investigación y Ciencia n° 82.
- Schlegel, H.G. General Microbiology. 1993. Cambridge University Press. England.

# TRANSFERENCIA DE LOS RECURSOS GENETICOS FORESTALES DE LA “EX PECOM” A LA FUNDACION PARQUE TECNOLOGICO MISIONES: ESTADO ACTUAL DE LA PARTICIPACION DEL INTA.

## TRANSFER OF THE FOREST GENETIC RESOURCES FROM “EX PECOM” TO PARQUE TECNOLOGICO MISIONES FUNDATION: UP TO DATE OF INTA PARTICIPATION.

Rodríguez, G. H.<sup>1</sup>; Belaber, E. C.<sup>2</sup>; Gauchat, M. E.<sup>2</sup>; Costa, J. A.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Ing. Agr., [ghrodriguez@montecarlo.inta.gov.ar](mailto:ghrodriguez@montecarlo.inta.gov.ar); <sup>2</sup>Ing. Ftal. Técnicos INTA E.E.A. Montecarlo, Av. El Libertador 2472 (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina. <sup>3</sup>Tec. Agr. Jefe Campo Anexo Manuel Belgrano, Ruta Nacional 101, (3366) San Antonio, Misiones.

### SUMMARY

The Agreement to transfer the “ex PeCom” tree genetics materials from Alto Paraná S. A. (APSA) to the Misiones province government has been channeled through the Parque Tecnológico de Misiones foundation (PTMi). Starting with the genetic resources list provided by APSA, the INTA’s Misiones Regional Center prepared and executed a plan of action designed to replicate it. All the materials have been measured analyzed and ranked. Then, 824 genotypes of *Pinus taeda*, *P. caribaea* var. *caribaea*, *P. caribaea* var. *bahamensis*, and *P. tecunumanii* have been multiplied through grafting and integrated to the General Manuel Belgrano ranch (INTA, EEA Montecarlo). An immediate consequence of the incorporation of this genotypes has been to broaden the genetic base of *Pinus taeda* improvement program. While for other species of *P. caribaea* and *P. tecunumanii* it represented the beginning of a collection of materials that enables of an interspecies hybrids production projects.

**Key words:** Clonal bank, *Pinus sp.*, breeding.

### RESUMEN

El Acuerdo de traspaso del material genético de la “ex PeCom” por parte de la empresa Alto Paraná S.A., al Gobierno de la Provincia de Misiones se canalizó a través de la Fundación Parque Tecnológico Misiones (PTMi). El INTA, Centro Regional Misiones, como integrante del PTMi, elaboró y ejecutó un plan de acción para replicar esos recursos genéticos. Todo el material fue medido, analizado y ordenado. Luego se multiplicaron agámicamente (via injertos), 824 genotipos correspondientes a *Pinus taeda*, *P. caribaea* var. *caribaea*, *P. caribaea* var. *bahamensis* y *P. tecunumanii* con los que se conformaron los respectivos bancos de germoplasma en el Campo Anexo Manuel Belgrano (E. E. A. Montecarlo). La ampliación de la base genética del Programa de mejora de *P. taeda*, fue una de las implicancias inmediatas obtenidas con la incorporación de estos genotipos. Mientras que para las otras especies de pinos representó el inicio de la colección de materiales vislumbrando la producción de híbridos interespecíficos.

**Palabras clave:** Bancos clonales, *Pinus sp.* mejoramiento.

### INTRODUCCIÓN

En el Nordeste Argentino, región con la mayor superficie de bosques implantados del país, se desarrollan varios programas de mejoramiento para las principales especies bajo cultivo. Así por ejemplo, en el sector público, el Instituto Nacional de Tecnología

Agropecuaria (INTA), conduce diferentes estrategias de mejora genética para *Pinus taeda*, *P. elliottii* y *Eucalyptus grandis*.

En cuanto al sector privado, según WHITE (1996) citado por SCHENONE (2002), en el año 1995 el Centro de Investigaciones y Experiencias Forestales del Nordeste Argentino (CIEF-NEA) comenzó un programa de selecciones locales en *P. taeda*, con los que cada empresa integrante, Alto Paraná S. A. (APSA), Pecom Energía S. A. (Pecom) y Bosques Del Plata (BDP), implantaron luego huertos semilleros clonales, bancos clonales y ensayos de progenies de polinización abierta. Por su parte BAEZ (2003b), amplía sobre este mismo programa que se compraron semillas de polinización abierta de los programas de mejoramiento genético del ex Servicio Forestal de Zimbabwe y del Council for Scientific and Industrial Research de Sudáfrica, y que se habían iniciado tratativas para la cosecha de conos en la zona de origen, en especial de los estados de Florida y Louisiana.

También se dieron experiencias conjuntas entre los dos sectores como fue el trabajo cooperativo en *P. elliottii* entre CIEF-NEA, Consorcio Forestal Corrientes Norte, varias empresas de la región y el INTA (RODRIGUEZ, 2005).

Los programas de mejoramiento son dinámicos y como tal se ven afectados por cambios en los objetivos productivos y/o de propietarios. En este sentido, BAEZ (2003a), menciona el caso de Pecom, que a partir de diciembre de 2002, la venta de los activos del Proyecto Forestal Corrientes, y la consiguiente reducción de la tasa anual de plantaciones a un 33% (de 7500 ha a 2500 ha), obligaron a la revisión del Programa de Mejoramiento Genético que estaban desarrollando. Una profundización de esta situación, fue la adquisición de los activos forestales y aserradero de propiedad de Petrobrás Energía S. A., ex Pecom Energía S. A. ("Pecom"), por parte de APSA, que incluyó la aceptación del compromiso de "Encontrar junto con la Provincia de Misiones, la UNAM, el INTA y/o a otras entidades públicas o mixtas, una forma de colaboración mutuamente conveniente para que los Materiales Genéticos Forestales de "Pecom" sean puestos a disposición del dominio público forestal en la Provincia de Misiones durante un período de 5 (cinco) años contados desde la fecha de la presente" (ALTO PARANÁ S. A., 2004).

La firma del Acuerdo de Traspaso del Material Genético de la Ex Pecom por parte de la empresa Alto Paraná S. A. al Gobierno de la Provincia de Misiones, se canalizó a través de la Fundación Parque Tecnológico Misiones (PTMi). El INTA, Centro Regional Misiones, como integrante del PTMi, elaboró y ejecutó un plan de acción para replicar esos recursos genéticos (INTA, FUNDACION PTMi, 2005).

El objetivo del presente trabajo es presentar las actividades desarrolladas y los resultados obtenidos al quinto año de trabajo, en el ámbito de ese programa de transferencia.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

Los trabajos se ejecutaron de acuerdo al "Plan de Acción quinquenal (2004-2008)," elaborado por la EEA Montecarlo en base a la documentación recibida de APSA, con la descripción de los materiales genéticos disponibles en predios de la "ex Pecom", ubicados en Puerto Bossetti, Misiones. Dicho plan de acción contemplaba una priorización de actividades, comenzando por los ensayos, siguiendo con los huertos y luego con los bancos clonales, siempre en función del acervo génico existente en INTA, las limitantes tecnológicas y la disponibilidad de recursos. De este modo las experiencias con *P. elliottii*, *Eucalyptus sp*, *Araucaria angustifolia* e híbridos F2, no se multiplicaron.

En la Tabla 1, se listan las distintas fuentes de materiales que fueron ofrecidas para su multiplicación.

Tabla 1. Lista de materiales disponibles para transferencia.  
Table 1. List of materials available to be transferred.

Fuente de material	Año plantación
Ensayo de Progenies <i>Pinus caribaea</i> var. <i>caribaea</i>	1988
Ensayo de Progenies <i>Eucalyptus dunnii</i>	1989
Ensayo de Progenies <i>Eucalyptus grandis</i>	1989
Ensayo de Orígenes y Progenies <i>Pinus tecunumanii</i>	1989
Ensayo de Progenies <i>E. grandis</i>	1990
Ensayo de Progenies <i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	1990
Ensayo de Progenies <i>E. grandis</i>	1991
Ensayo de Progenies <i>E. dunnii</i>	1992
Ensayo de Progenies F2 pinos híbridos	1995
Banco Clonal <i>Pinus taeda</i>	1997
Ensayo ganancia genética <i>P. taeda</i>	1997
Ensayo de Progenie <i>P. taeda</i>	1997
Huerto Semillero Clonal “1.0” <i>P. taeda</i>	1997
Banco Clonal <i>Pinus elliottii</i>	1998
Ensayo de Progenies <i>Araucaria angustifolia</i>	1998
Huerto Semillero Clonal “1.5” <i>P. elliottii</i>	1998
Ensayo de Progenies <i>P. taeda</i> “Florida”	2000
Ensayo de Progenies <i>P. taeda</i> “ No Florida”	2000
Ensayo de Progenies <i>E. dunnii</i>	2002
Ensayo de Progenies <i>E. grandis</i>	2002
Ensayo de Progenie <i>P. taeda</i>	2002
Huerto Semillero Clonal “1.5” <i>P. taeda</i>	2002
Semillas polinizaciones controladas <i>P. taeda</i>	2002

Basada en información pre existente o propias (generadas por medición y análisis), se determinaron los ejemplares a propagar dentro de cada fuente de material. Estos se replicaron vía injerto apical, que se realizaron durante sucesivas campañas en el Campo Anexo Manuel Belgrano, San Antonio (Misiones), dependiente del INTA, E. E. A. Montecarlo. Los materiales obtenidos se plantaron en el mismo campo, conformándose los respectivos bancos de germoplasma.

Con información suministrada por APSA (ranking familiar elaborado oportunamente por Pecom), se seleccionaron los 30 genotipos sobresalientes en el ensayo de progenies *P. caribaea* var. *caribaea* (provistos por el Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais). También para los casos del ensayo de progenies *P. taeda* “97” y del huerto semillero clonal “1.0”, se utilizaron los antecedentes disponibles para la propagación de 2 individuos de las 12 familias superiores del ensayo y 42 ortetos del huerto.



En los casos de los ensayos de progenies *P. taeda* “Florida”, *P. taeda* “ No Florida” y *P. caribaea var. bahamensis*, las actividades se iniciaron con mediciones de DAP, altura total, rectitud de fuste, cuantificación de fructificaciones y densidad de la madera (determinado con Pilodyn), continuándose con el análisis de la información (“AS REML” para el análisis de la varianza) , la estimación de parámetros genéticos (“BLP” en la determinación de los valores de mejora) y el ordenamiento (ranking genotípico) de los materiales. Posteriormente se seleccionaron e identificaron a campo los mejores 2 individuos de las familias superiores al testigo junto al mejor ejemplar del resto de las progenies.

En el ensayo de orígenes y progenies *P. tecunumanii*, con una alta presencia de árboles bifurcados y fustes tortuosos, la selección fue fenotípica rescatándose los mejores 14 individuos.

Mientras que el huerto semillero clonal “1.5” y el banco clonal de *P. taeda*, fueron replicados en su totalidad.

Respecto a las semillas de *P. taeda* de polinizaciones controladas, fueron recibidas tres mil semillas provenientes de diez cruzamientos en noviembre de 2006. Dichos materiales fueron transferidos a BIOFABRICA MISIONES S. A. para su uso en actividades de propagación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con prendimientos de injertos variable entre 50% en *P. tecunumanii* y 80 % en *P. taeda*, se lograron establecer los respectivos bancos clonales para las distintas fuentes de materiales. Estos bancos están conformados por cuatro rametos de cada clon, dispuestos en parcelas cuadradas, espaciados a cuatro metros entre sí.

En la Tabla 2 se presenta el total de materiales que fueron multiplicados y que dieron origen a los distintos Bancos Clonales.

Tabla 2: Lista de materiales multiplicados.

Table 2: List of materials replicated.

Fuente de material	Nº Árboles replicados
Ensayo de Progenies <i>P. caribaea var. caribaea</i>	30
Ensayo de Orígenes y Progenies <i>P. tecunumanii</i>	14
Ensayo de Progenies <i>P. caribaea var. bahamensis</i>	47
Ensayo de Progenie <i>P. taeda</i> 97	24
Huerto Semillero Clonal “1.0” <i>P. taeda</i>	42
Banco Clonal <i>P. taeda</i>	108
Ensayo de Progenies <i>Pinus taeda</i> “Florida”	337
Ensayo de Progenies <i>Pinus taeda</i> “ No Florida”	182
Huerto Semillero Clonal “1.5” <i>P. taeda</i>	40

Además de la preservación de los materiales multiplicados, la disponibilidad de la información y los recursos genéticos obtenidos permitirán en el mediano plazo:

El análisis conjunto de los ensayos de progenies de *Pinus taeda* de la “ex Pecom” con la serie de ensayos del INTA;

La incorporación de materiales superiores a nuestra población de producción;



La generación de familias de cruzamientos controlados entre el material de infusión y el material INTA destinados a ensayos;

Ensayos de progenies de segunda generación, compuestos por selectos provenientes del material de infusión y selectos de las progenies INTA;

En el caso particular del huerto semillero clonal "1.5" de *P. taeda*, se estima que podría estar produciendo semillas a partir del año 2013;

En los bancos clonales de *P. c. var. caribaea*, *P. c. var. bahamensis*, y *P. tecunumani*, iniciar un programa de producción de híbridos interespecíficos.

## CONCLUSIÓN

Se ejecutó íntegramente lo planificado disponiéndose de 824 accesiones genotípicas correspondientes a *Pinus taeda*, *P. caribaea* var. *caribaea*, *P. caribaea* var. *bahamensis* y *P. tecunumani* con los que se conformaron los respectivos bancos de germoplasma en el Campo Anexo Manuel Belgrano, dependiente de la E. E. A. Montecarlo.

La ampliación de la base genética del Programa de mejora de *P. taeda*, fue una de las implicancias inmediatas obtenidas con la incorporación de estos genotipos.

Para otras especies como *P. caribaea* y *P. tecunumani* representó el inicio de la colección de materiales vislumbrando la generación de híbridos interespecíficos.

## Agradecimientos

A los directivos y personal técnico de la empresa APSA, por su destacada colaboración en esta transferencia.

Al Dr. Carlos R. López de la Universidad Nacional de Santiago del Estero, por su permanente e invaluable apoyo con los análisis genéticos de los ensayos contemplados en este trabajo.

Al personal auxiliar del Campo Anexo Manuel Belgrano, por su incondicional ayuda en la ejecución de las tareas.

## BIBLIOGRAFIA

ALTO PARANA S. A. - Gobierno de la Provincia de Misiones. 2004. Acuerdo de Traspaso de Material Genético Alto Paraná S. A. – Gobierno de la Provincia de Misiones. Posadas, Mayo 2004.

BAEZ, M. N. 2003a. Programas de Mejoramiento genético para las especies de pinos implantadas comercialmente en Pecom Forestal. Informe interno. Puerto Bossetti, Febrero 2003.

BAEZ, M. N. 2003b. Informe Poblaciones de Mejoramiento de *Pinus taeda*: Resultados a los 3 años. Puerto Bossetti, Noviembre 2003.

BAEZ, M. N. 2003 c Informe ensayo progenies polinización abierta de *P. taeda*: resultados a los 6 años. Circulación interna, Puerto Bossetti, mayo 2003.

INTA, Fundación Parque Tecnológico Misiones. 2005. Programa de transferencia material genético Pecom. Protocolo de compromiso. Posadas Julio 2005.

RODRIGUEZ, G. H., Gauchat, M. E. 2005. Subprograma pinos en región mesopotámica. En: Mejores árboles para más forestadores. SAGPyA. 23-56 pp.

SCHENONE, R. A. 2002. Análisis de los ensayos de progenies de polinización abierta N-02-M-123 Y N-02-M-124 a los 4 años de edad. Trabajo preparado para las empresas Perez Compac S. A. y Forestal Bosques del Plata S. A. Posadas, enero 2002.

# GANANCIAS GENÉTICAS DE HUERTOS SEMILLEROS CLONALES DE *Pinus taeda* L.

## GENETIC GAINS OF *Pinus taeda* L. CLONAL SEED ORCHARDS

Schenone, R. A.<sup>1</sup>; Pezzutti, R. V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ing. Forestal Msc. Jefe Departamento Genética. Forestal Bosques del Plata. Av. J.M. Fangio N° 3873, B° San Isidro, 3300 Posadas, Misiones CC 34. rschenone@cmpc.com.ar.

<sup>2</sup>Ing. Forestal Msc. Jefe Área Silvicultura. Forestal Bosques del Plata. . Av. J.M. Fangio N° 3873, B° San Isidro, 3300 Posadas, Misiones CC 34. rpezzutti@cmpc.com.ar.

### RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue calcular las ganancias genéticas de diferentes orígenes y huertos semilleros de Bosques del Plata (BDP) de *Pinus taeda* respecto a huertos 1.0 de origen Marion USA. Las variables consideradas en el estudio fueron: volumen, rectitud y densidad básica. Para volumen, a los 7 años de edad, los huertos de BDP Marion 1.5 y 1.0, superaron al testigo huerto Marion USA en un 35.5 % y un 11.8 %. El huerto de Livingston de BDP resultó equivalente al testigo. En rectitud, los huertos de BDP Marion 1.5 y Livingston presentaron una ganancia del 9.7 % y 8.2 % respecto al testigo, mientras que el huerto Marion 1.0 de BDP no se diferenció del mismo. La densidad básica presentó valores similares para todos los orígenes evaluados.

**Palabras clave:** Análisis genético, REML/BLUP, Volumen, Rectitud, Densidad básica.

### SUMMARY

The aim of this work it was to calculate the genetic gains of different *Pinus taeda* origins and Bosques del Plata (BDP) clonal seed orchards in relation with a Marion 1.0 clonal seed orchard from USA. The variables considered in the study were: volume, straightness and basic density. For volume, at 7 years old, the BDP orchards Marion 1.5 and 1.0 performed 35.5% and 11.8% better than the checklot (Clonal Seed Orchard Marion USA). The BDP Livingston orchard performed similar than the checklot. In straightness the orchards Marion 1.5 and Livingston performed 9.7% and 8.2% better than the checklot and the Marion 1.0 orchard performed equal. The basic density was similar for the evaluated origins.

**Key words:** Genetic analysis, REML/BLUP, Volume, Straightness, Basic density.

### INTRODUCCIÓN

Según ELDRIDGE, et al. (1993), el principal objetivo de los ensayos de progenies, es estimar los parámetros genéticos de la población como: heredabilidades, interacción genotipo por ambiente, correlaciones genéticas entre diferentes edades y correlaciones genéticas entre diferentes características.

Muchos programas de mejoramiento genético, se iniciaron con la selección masal de individuos en poblaciones naturales o plantaciones comerciales. En una segunda instancia, los árboles son multiplicados en forma vegetativa (estacas o injertos) y reunidos en huertos semilleros clonales. En otra etapa, son instalados ensayos de progenie para obtener el valor genético de los árboles selectos, y proceder al raleo genético de los huertos semilleros. (ZOBEL & TALBERT, 1988).

Como ejemplo podemos citar el caso de la cooperativa CFGRP relatado por HODGE et al (1989). La citada cooperativa de mejoramiento genético, realizó en Estados Unidos, 2.000 selecciones en el área natural de distribución de *Pinus elliottii*. Estos materiales fueron injertados e instalados en huertos semilleros clonales. Cada selecto fue evaluado en ensayos de progenies, y las ganancias porcentuales sobre testigos comerciales, fueron estimadas a los 5, 10 y 15 años. Para huertos no raleados la ganancia genética esperada fue del 10 %. Para huertos raleados a un 50 % la ganancia esperada fue del 15 %. Finalmente para huertos de 1,5 generación, reuniendo los mejores materiales de cada huerto, la ganancia esperada fue del 19 %. Estas ganancias fueron predichas utilizando la técnica BLP.

BDP y otras empresas de la región, realizaron un programa de recolección de semilla de *Pinus taeda* de selecciones locales así como introducciones de materiales de EEUU y Zimbabwe. Bosques del Plata comenzó la instalación de ensayos genéticos, a partir de estas progenies de polinización abierta en los años 1997, 2000 y 2003. En forma paralela se establecieron dos huertos semilleros conformados por clones de Livingston y Marion. Los mismos fueron raleados dejando los mejores clones para mejorar la productividad y rectitud.

El objetivo del presente trabajo fue calcular las ganancias genéticas de los diferentes orígenes y huertos semilleros de Bosques del Plata de *Pinus taeda* respecto a huertos 1.0 de origen Marion USA.

## MATERIAL Y MÉTODO

Para el presente estudio, se analizó un total de 11 ensayos de orígenes-progenies con edades entre 4 y 8 años. El total de la red posee 37.328 árboles totales. Los ensayos fueron establecidos en el norte de Corrientes en diferentes tipos de suelos (lomas coloradas, tendidos altos y tendidos bajos). Los ensayos se instalaron con diseño de bloques completos al azar o alfa látice. Las repeticiones variaron entre 10 y 30 y el número de árboles por parcela entre 1 y 6. En la tabla 1, se detallan las principales características de los ensayos evaluados.

Tabla 1 – Principales características de los ensayos evaluados.

Table 1 – Main characteristics of the evaluated trials.

Ensayo	Tipo de suelo	Edad	Nº Progenies	DAP (cm)	HT (m)	% Sobr.
1	Lomas Coloradas	7 años	96	21,46	13,17	96,31
2	Tendido Alto	7 años	24	21,44	11,32	92,45
3	Tendido Bajo	8 años	165	11,63	5,88	88,03
4	Lomas Coloradas	8 años	165	12,82	6,16	95,32
5	Tendido Bajo	4 años	237	11,76	5,93	84,18
6	Lomas Coloradas	4 años	237	11,92	5,81	94,15
7	Tendido Bajo	7 años	10	9,07	4,98	93,33
8	Loma	5 años	224	9,48	4,99	99,25
9	Loma	4 años	48	12,38	6,67	96,04
10	Tendido Alto	4 años	48	13,08	6,87	98,28
11	Tendido Bajo	4 años	48	13,48	6,68	97,29

Las variables estudiadas fueron: volumen en metros cúbicos por árbol (VOL), rectitud en escala (1: mala rectitud – 4: rectitud excelente) (RECTESC), y densidad básica (DB) en kilogramos sobre metro cúbico.

Las selecciones representadas en los ensayos corresponden a:

- Selecciones realizadas en plantaciones operativas en las provincias de Corrientes y Misiones.
- Introducciones de EEUU cubriendo toda la distribución natural de *Pinus taeda* y colección de materiales de programas de mejoramiento genético de Zimbabwe.

Las selecciones locales pueden dividirse a su vez, en selecciones realizadas en plantaciones de origen conocido; principalmente de Marion (Florida) y Livingston (Louisiana) y plantaciones de origen local desconocido.

A continuación en la tabla 2 se presenta el número de progenies ensayadas por procedencia.

Tabla 2 – Detalle de orígenes y progenies evaluadas.  
Table 2 – Detail of the evaluated origins and progenies.

Orígenes	N° Progenies
Florida Marion	147
Florida otros	69
Georgia Mississippi	40
Louisiana Livingston	49
Locales Desconocidos	143
Zimbabwe	166
TOTAL	614

Para la evaluación de la densidad básica, se extrajeron tarugos de 12 milímetros de diámetro a la altura del DAP.

Las muestras fueron tomadas de los ensayos 1 y 2, de 7 años de edad. En total se evaluaron 96 familias en el primer ensayo mencionado y 28 en el segundo. Se muestrearon 10 árboles por familia.

La medición de densidad básica se realizó en el laboratorio centralizado de CMPC Celulosa, ubicado en la Fábrica Santa Fe, Nacimiento, Chile.

Para el cálculo de volumen fue utilizada la fórmula de un paraboloides como se presenta a continuación:

$$VOL (m^3/\text{árbol}) = \frac{AB \times HT}{2}$$

Donde:

$$AB = \frac{\pi \times DAP^2}{4}$$

En forma previa a la realización de los análisis se realizó una depuración completa de los datos. Se verificó normalidad y presencia de outliers con el procedimiento PROC INSIGHT (SAS). De manera complementaria se contrastaron los datos con mediciones anteriores para verificar la existencia de posibles errores de ruta.

Los componentes de varianza fueron estimados por máxima verosimilitud restringida (REML) y los valores de mejora fueron predichos usando el mejor predictor lineal insesgado (BLUP).

El modelo utilizado se detalla a continuación:

$$y = Xr + Za + Qs + Ti + Mp$$

Donde:

y = vector de datos;

r = vector de efectos de repetición asumidos como fijos;

a = vector de efectos genéticos aditivos individuales asumidos como aleatorios;

s = vector de efectos de procedencias asumidos como aleatorios;

i = vector de efectos de interacción madres por ensayos aleatorios;

p = vector de efectos de interacción de procedencias por ensayos aleatorios.

Las letras mayúsculas (X, Z, Q, T y M) representan las matrices de incidencia de los referidos efectos.

Para volumen, cada valor individual, fue expresado como desvío respecto al promedio de la replica y posteriormente se dividió por el desvío estándar de la replica como sigue:

$$y_{ij}^* = [y_{ij} - \text{media}(\text{replicaj})] / \text{std}(\text{replicaj}).$$

Donde:

$y_{ij}^*$  = valor individual de volumen estandarizado.

Esta transformación, es requerida para combinar todos los ensayos de diferentes edades y escala.

Los valores genéticos para volumen están expresados a la edad de 7 años en  $\text{m}^3/\text{árbol}$ .

Las ganancias de la semilla de los huertos de BDP, se calcularon realizando un promedio ponderado del valor genético de cada clon, por el número de rametos representados en cada huerto. En los cálculos se consideró un 50% de contaminación con polen externo. Los valores de ganancia están expresados respecto al huerto semillero clonal 1.0 Marion USA.

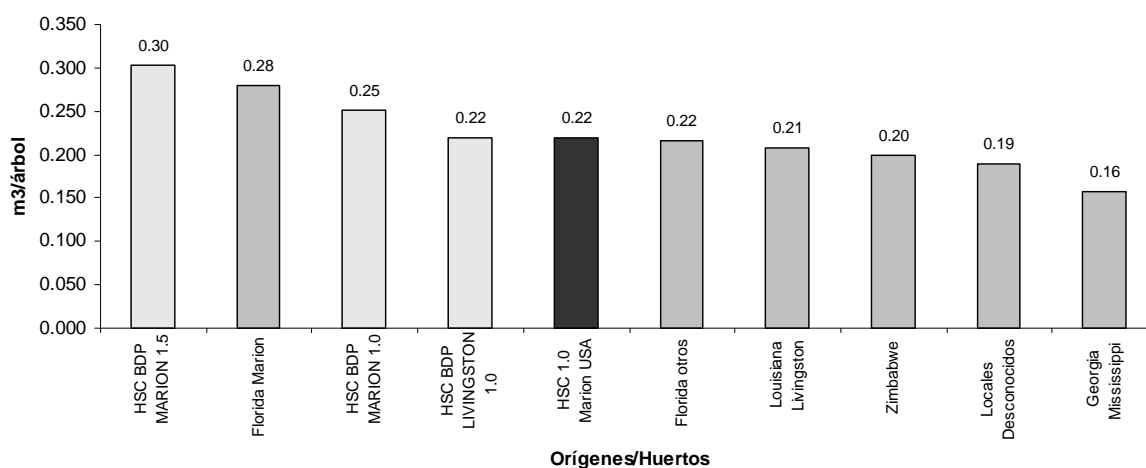
## RESULTADOS

### a) Volumen

A continuación, en el gráfico 1, se presentan los valores genéticos para orígenes y huertos para volumen.

Gráfico 1 – Valores genéticos en  $\text{m}^3/\text{árbol}$  a los 7 años de edad.

Graphic 1 - Genetic values in  $\text{m}^3/\text{tree}$  at 7 years old



La mejor procedencia para volumen fue Marion, superando en un 25 % al promedio de la población total analizada. Este resultado es coincidente con el obtenido por varios autores (FALKENHAGEN, 1978; HUBER, WHITE & POWEL, 1997; LANGDON citado por MARCÓ, 1999; PUJATO & MARLATS, 1981).

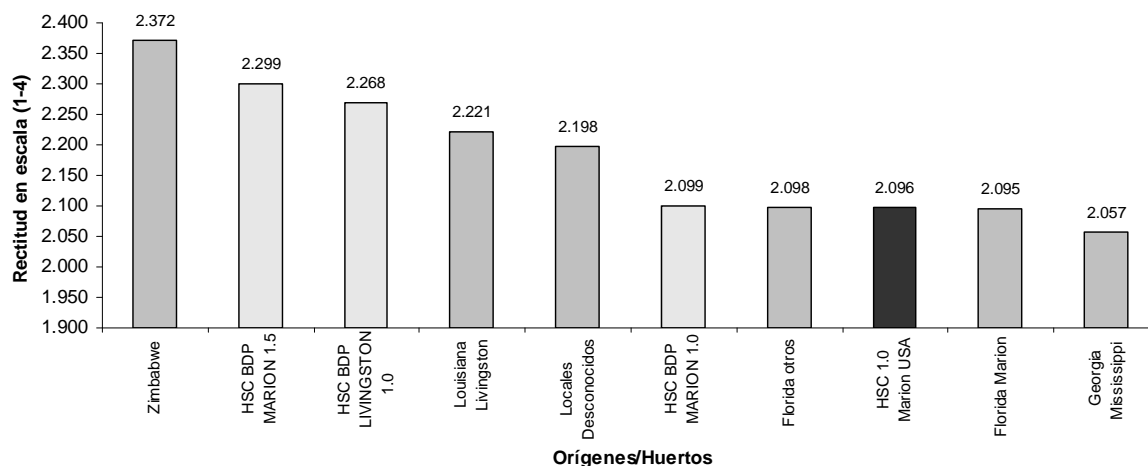
Los valores genéticos para volumen de los huertos Marion 1.5 y Marion 1.0 de Bosques del Plata, fueron un 35.5 y 11.8% superiores al testigo (HSC 1.0 Marion USA), no presentando diferencias el huerto de Livingston 1.0.

## b) Rectitud

En el Gráfico 2, se presenta el comportamiento a nivel de orígenes y huertos para rectitud de fuste en escala.

Gráfico 2 - Valores genéticos para rectitud en escala (1: árbol poco recto – 4: árbol recto).

Graphic 2 - Genetic values in straightness scale (1: poor straightness – 4: good straightness)



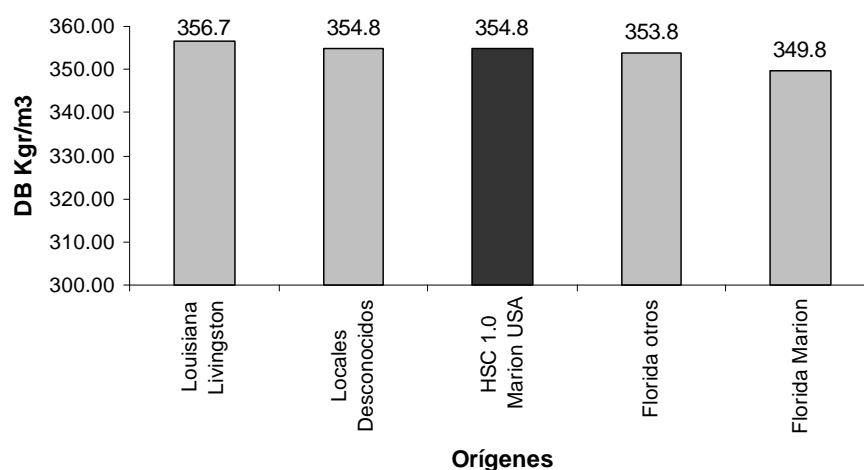
Para rectitud los huertos de Bosques del Plata Marion 1.5 y Livingston presentaron una ganancia del 9.7 % y 8.2 % respecto al testigo de huerto Marion 1.0 USA. En este caso el huerto Marion 1.0 de Bosques del Plata resultó igual en forma al huerto Marion 1.0 USA.

## c) Densidad básica

A continuación se presentan en el gráfico 3, los valores genéticos para densidad básica a nivel de orígenes.

Gráfico 3 – Valores de genéticos para densidad básica (Kgr/m<sup>3</sup>).

Graphic 3 - Genetic values for basic density (Kgr/m<sup>3</sup>)



Para procedencias la variación no fue muy importante. La mejor procedencia fue Livingston que superó en un 0.5 % al testigo de huerto Marion 1.0 USA. Por otra parte, la peor procedencia fue Marion Florida que resultó un 1.5 % menor al mismo testigo.

La diferencia entre la mejor y peor procedencia fue del 1.9 %, lo que equivale a 6.9 Kgr/m<sup>3</sup>.

El promedio de densidad básica de la procedencia Marion (349.8 Kgr/m<sup>3</sup>) es similar al obtenido por Pereyra y Gelid (2000) en plantaciones comerciales de similar edad ubicadas en el norte y centro de Misiones, Argentina. Sin embargo, las densidades básicas obtenidas por estos autores para la procedencia Livingston (381 - 391 Kgr/m<sup>3</sup>) son mayores que las obtenidas en el presente estudio (356,7 Kgr/m<sup>3</sup>). Por otra parte, la densidad básica de la madera obtenida en este estudio fue inferior al promedio de densidad (398,0 Kgr/m<sup>3</sup>) obtenido por Escalona y González (2000) para un rodal de 7 años de edad de *Pinus taeda* establecido en un sitio de loma colorada en Misiones. Esta diferencia puede deberse a: 1) diferentes metodologías utilizadas para medir densidad básica de la madera (tarugo al Dap vs. densidad en astillas del árbol completo); y 2) baja representatividad del muestreo realizado en el año 2000, el que involucró un solo rodal de 7 años.

Por otra parte, Belonger (1996), obtuvo una densidad básica promedio de 425 Kgr/m<sup>3</sup> para Pino taeda de 12 años de edad (procedencia Marion, Florida), creciendo en 4 sitios del sur este de los Estados Unidos de América. La densidad básica para la misma edad de otras procedencias varió entre 434 y 443 Kgr/m<sup>3</sup>. El promedio de todas las procedencias fue de 436 Kgr/m<sup>3</sup>.

## CONCLUSIONES

Para volumen, los huertos Bosques del Plata Marion 1.5 y 1.0, superaron testigo huerto 1.0 Marion USA en un 35.5 % y un 11.8 %. El huerto de Livingston de Bosques del Plata resultó equivalente al mismo testigo.

Para rectitud los huertos de Bosques del Plata Marion 1.5 y Livingston presentaron una ganancia del 9.7 % y 8.2 % respecto al testigo (huerto Marion 1.0 USA). En este caso el huerto Marion 1.0 de Bosques del Plata resultó igual en forma al huerto Marion 1.0 USA.

La densidad básica no presentó grandes variaciones a nivel de procedencias.

## BIBLIOGRAFÍA

- BELONGER, P.; MCKEAND, S. AND J.B. JETT. 1996. Genetic and environmental effects on biomass production and wood density in Loblolly pine. In: Dieters, M.J., Matheson, A.C., Nikles, D.G., Hardwood, C.E. and Walker, S.M. (eds.). Tree Improvement for Sustainable Tropical Forestry. Proc. QFRI-IUFRO Conf., Caloundra, Queensland, Australia. 27 October – 1 November, 1996.
- ELDRIDGE, K. *et al.* Eucalypt domestication and breeding. Oxford: Clarendon, 1993. 288p.
- ESCALONA, J. y GONZÁLEZ, R. 2000. Caracterización y aptitud pulpable de las especies Pino taeda y Elliottii de la Provincia de Corrientes (Argentina). Gerencia Técnica, CMPC Celulosa.
- FALKENHAGEN, E. R. Thirty Five Year Results from seven P. elliotii and P. taeda provenance trials in South Africa. South African Forestry Journal, n.107, p.22-36, 1978.
- HODGE, G.R.; WHITE T.L.; POWELL, G.L.; SOUZA, M.S. Predicted Genetic Gains From One Generation of Slash Pine Tree Improvement. SJAF 13, 1989.
- HUBER, D.A.; WHITE, T.L.; POWELL, G.L. Genetic Analysis of *Pinus taeda*. Informe presentado al consejo técnico de CIEF-NEA en julio de 1997. 89 p.
- MARCÓ, M.A. Manual Para Productores de Pinos de La Macroregión Pampeana Norte Separata 1. Concordia 1999.
- PEREYRA, O. y GELID, M. 2000. Estudio de la variabilidad de la densidad básica de la madera de *Pinus taeda* para plantaciones de Misiones y Norte de Corrientes. Proyecto de Investigación Aplicada N°:24/96. Facultad de Ciencias Forestales (U.Na.M). Argentina. 35 pp.
- PUJATO, J. & MARLATS, R. 1981. Comportamiento a los 10 años de procedencias de *Pinus elliotii* Engelman y de *Pinus taeda* L. en el norte de la Mesopotamia Argentina. In: Congreso Técnico sobre Celulosa y Papel, 17., Buenos Aires. vol.2. F58-F101.
- ZOBEL, B. J.; TALBERT, J. T. Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. North Carolina: Editorial Limusa. 1988, 545 p.

# IDENTIFICAÇÃO DE MAMÍFEROS EM FLORESTA OMBRÓFILA MISTA EM ESTÁGIO SECUNDÁRIO DE REGENERAÇÃO NA SERRA DA MANTIQUEIRA, MINAS GERAIS/ BRASIL

## IDENTIFICATION OF MAMMALS IN TROPICAL RAIN MIXED IN THE SECOND STAGE OF REGENERATION IN THE MANTIQUEIRA MOUNTAIN RANGE, MINAS GERAIS/ BRAZIL

Alegretti A.L.<sup>1\*</sup>; Balin N.M.<sup>1</sup>; Forlin E.<sup>1</sup>, Candiotto G.<sup>1</sup>, Habitzreiter T.L.<sup>1</sup>, Franceschi F.<sup>1</sup>, Potrich M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Alunos de graduação em Engenharia Florestal - Universidade Tecnológica Federal do Paraná - *Campus* Dois Vizinhos (UTFPR-DV). \* Bolsista de Iniciação Científica das Unidades Educativas de Produção e Pesquisa da UTFPR- DV, \*e-mail: alexandreluisalegretti@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Universidade Tecnológica Federal do Paraná - *Campus* Dois Vizinhos. Professor(a). e-mail: michelepotrich@utfpr.edu.br

### RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo identificar as espécies de mamíferos existentes em uma determinada área de floresta de Mata Atlântica, na região da Serra da Mantiqueira no município de Itamonte, Minas Gerais. Uma vez, que esta área passou por forte exploração em função da pecuária e encontra-se em estágio secundário de regeneração. Para o levantamento dos mamíferos de maior porte foram utilizadas parcelas de areia como armadilhas de pegadas. As parcelas foram de 40 × 40 cm (feitos com quadros de madeira - *plots*) preenchidas com areia fina e úmida até altura de aproximadamente 3 cm e iscadas com um pedaço de banana. Para a montagem de cada parcela, retirou-se o folhicho, colocando a areia em solo limpo. Observou-se a presença de 6 ordens, sendo um número baixo, porém ressalta-se que a área de estudo encontra-se em estágio secundário de regeneração, sendo anteriormente uma área de pecuária.

**Palavras-Chave:** Mata Atlântica, *plots*, armadilha de pegadas.

### SUMMARY

The present study aimed to identify the mammal species in a particular area of Atlantic Forest in the region of the Mantiqueira Mountain range of the municipality Itamonte, Minas Gerais. Once, this area has experienced strong operating on the basis of livestock and is in the second stage of regeneration. The survey for large mammals were used traps footprints. The plots were 40 × 40 cm (made with wood frames - *plots*) filled with fine sand and moist about 3 cm and baited with a piece of banana. For the assembly of each plot, we removed the litter, putting sand in clean soil. Was observed the presence of 6 orders, with a low number, but stands out that the study area is in the secondary stage of regeneration, and was previously an area of livestock.

**Keywords:** Atlantic Forest, *plots*, trap footprints

### INTRODUÇÃO

O Brasil conta com a maior biodiversidade do mundo, impressionando a diversidade de plantas e animais. Até o ano de 2001 foram catalogados, aproximadamente, 10 a 20% do total de 1,5 milhões de espécies. Existem 751.00 insetos, 248.500 plantas, 26.900 algas,



69.000 fungos, 4.800 bactérias, 1.000 vírus, 30.800 protistas e 281.00 de todos os outros animais (Primack, 2001).

O Brasil apresenta 652 espécies de mamíferos, representando 12% de toda a mastofauna do mundo (Prado et al., 2008). Um dos seis biomas que ocorrem no Brasil é a Mata Atlântica, apresentando um número total de 250 espécies e 22% delas são endêmicas. (Reis et al., 2006).

Por estar localizada em uma região litorânea, a Mata Atlântica teve sua exploração iniciada no período de colonização do Brasil, com a extração do pau-brasil, ciclos da cana-de-açúcar, café, ouro e, mais recentemente, a expansão da pecuária e plantios de espécies exóticas contribuíram para a fragmentação da floresta nativa (Schumm, 2003).

Além da exploração intensa no início do descobrimento, o desmatamento descontrolado e a expansão urbana contribuíram para a redução da área da floresta. Com isso várias espécies entraram em risco de extinção, algumas desapareceram e outras tornaram-se endêmicas de uma determinada região.

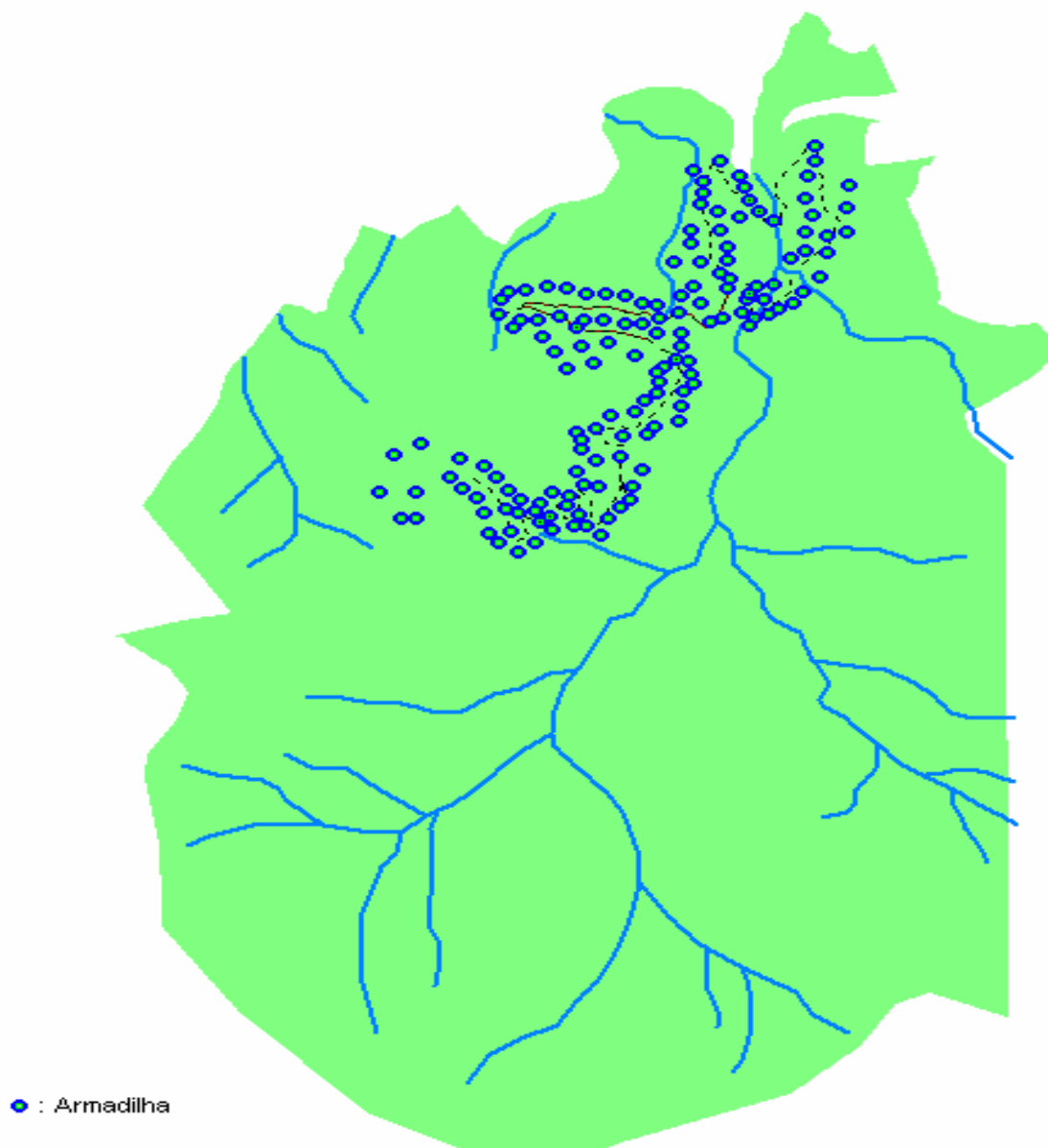
Avaliando os impactos causados, o presente trabalho teve como objetivo identificar as espécies de mamíferos existentes em uma determinada área de floresta de Mata Atlântica, na região da Serra da Mantiqueira no município de Itamonte, Minas Gerais. Uma vez, que esta área passou por forte exploração em função da pecuária e encontra-se em estágio secundário de regeneração.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Identificação da área de estudo**

A Fazenda Pinhão Assado apresenta 95% de sua propriedade de Floresta Ombrófila Mista em estágio regenerativo, num total de 1.050 ha. O município de Itamonte/MG, está localizado à 22° 17' 02" S e 44° 52' 12" O e altitude de 933 metros. Mesorregião Sul e Sudoeste de Minas, na Microrregião de São Lourenço, faz divisa com os municípios de Baependi, Alagoa, Bocaina de Minas, Resende (RJ), Queluz (SP), Itanhandu e Pouso Alto (Figura 1).

O clima característico é o Clima Tropical de Altitude Cwb (ACHETUDOREGIÃO, 2010), possuindo inverno frio e com estiagem no mesmo período; verão ameno com pluviosidade superior aos níveis de inverno, sendo a época mais chuvosa. A Fazenda está localizada a uma altitude de 1.450 metros, com regiões que atingem 2.150 metros. Coordenadas Latitude de 22° 21' 10" e Longitude de à 44° 47' 46". Sendo porta de entrada para a parte alta do Parque Nacional do Itatiaia e Pico das Agulhas Negras.



**Figura 1.** Mapa da área da Fazenda Pinhão Assado localizada na Serra da Mantiqueira/MG com identificação dos pontos de implantação das armadilhas de pegadas.

**Figure 1.** Map of Pinhão Assado Farm located in Mantiqueira Mountain range/MG with deployment points register with footprint traps.

### **Metodologia de confecção e implantação das armadilhas e identificação dos animais**

Para o levantamento dos mamíferos de maior porte foram utilizadas parcelas de areia como armadilhas de pegadas. As parcelas foram de 40 × 40 cm (feitos com quadros de madeira - *plots*) preenchidas com areia fina e úmida até altura de aproximadamente 3 cm e iscadas com um pedaço de banana. Para a montagem de cada parcela, retirou-se o folheto, colocando a areia em solo limpo. A areia foi homogeneizada para que rastros de animais mais leves fossem registrados (Imagem 1).



**Imagem 1.** Etapas para a preparação das armadilhas. A) Preparação da areia dentro do quadro de madeira (40 × 40 cm), B) Armadilha com a areia alisada, C) Armadilha iscada com pedaço de banana, D) Armadilha com registro de pegada.

**Image 1.** Steps to take the traps. A) Preparation of sand inside the wooden frame (40 × 40 cm), B) Trap with sand smoothed, C) Trap baited with a piece of banana, D) Trap with footprint record.

No presente estudo, as armadilhas foram dispostas em pontos específicos: trilhos na mata, córregos, nascentes, beira de estrada, em locais onde já haviam sido encontrados vestígios de animais, dispostos de maneira a facilitar a observação e identificação de rastros, sendo estes locais mapeados por GPS (Global Positioning System) e identificados na Figura 1.

Em cada altitude (baixa, média e alta) foram dispostas 50 armadilhas, cada altitude foi monitorado pelo período de 7 dias consecutivos. A cada vistoria, as armadilhas foram iscadas e umedecidas novamente. A implantação das armadilhas ocorreu entre os dias 19 a 26 de janeiro/2010 na altitude baixa, 26 a 02 de fevereiro/2010 na altitude média e na parte alta do dia 01 a 08 de fevereiro/2010.

Além da identificação de mamíferos através das armadilhas na Serra da Mantiqueira, foram considerados vestígios diretos ou indiretos da presença de espécies na região, como: fezes, rastros e visualizações de mamíferos.

Para identificação das pegadas utilizou-se o guia de campo do Instituto Ambiental do Paraná (2008). A cada registro de pegada, foi marcada a data, o local, o horário, o número da armadilha e o nome comum do animal.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os animais identificados na Fazenda Pinhão Assado pertencem a 6 ordens diferentes (Didelphimorphia, Primates, Carnivora, Artiodactyla, Perissodactila e Rodentia) totalizando 8 espécies diferentes. Uma quantia considerável em relação a Scoss et al., (2004) que em uma área de 36.000 ha de Mata Atlântica com 1.200 parcelas de areia identificou 16 espécies de mamíferos de médio e grande porte.

**Tabela 1.** Número de animais identificados por ordem na Fazenda Pinhão Assado situada na Serra da Mantiqueira/MG.

**Table 1.** Number of animals identified by order in Pinhão Assado Farm located in the Mantiqueira Mountain range/MG.

Taxón	Número de exemplares
Didelphimorphia	1
Primates	1
Carnivora	3
Artiodactyla	1
Perissodactila	1
Rodentia	1

O período de identificação dos animais ocorreu em dois turnos: manhã e tarde, ocorrendo maior número de espécies durante o período da manhã, verificando que a maioria dos animais possui hábitos noturnos.

Na parte baixa da fazenda, foram identificados as seguintes espécies: um exemplar Rodentia *Sciurus aestuan*, identificado por foto, que não se encontra em nosso arquivo; um Perissodactila: *Tapirus terrestris*, identificado pelo registro em parcelas de areia; um da ordem Artiodactyla: *Mazama gouazoubir*, identificado por registro em parcela de areia, rastros e fezes; dois da ordem Carnivora: *Leopardus pardalis* e *Procyon cancrivorus*, identificados por rastros e um da ordem Primates: *Allouata guariba* identificado por foto (Tabela 2).

**Tabela 2.** Número de animais, por ordem/espécie, em cada altitude da Fazenda Pinhão Assado situada na Serra da Mantiqueira/MG.

**Table 2.** Number of animals per order/species at each altitude of Pinhão Assado farm located in the Mantiqueira Mountain range/MG.

Altitude Registrada	Táxon
Baixa	Primates
	Carnivora
	Artiodactyla
	Perissodactila
	Rodentia
Média	Didelphimorphia
	Carnivora
Alta	Carnivora

Na parte média da fazenda foram identificados os animais das ordens: Carnivora: *Procyon cancrivorus*, *Leopardus pardalis* identificados por rastros, e da ordem Didelphimorphia: *Didelphis aurita* identificados pelos registros em parcelas de areia (Tabela

2). Esta ordem foi a mais abundante no presente trabalho, sendo que em trabalhos realizados por Negrão & Valladares (2006) foram registradas em poucas áreas amostradas.

As observações realizadas na parte alta verificaram *Chrysocyon brachyurus* e *Leopardus pardalis*, pertencentes a ordem Carnívora, identificados por fezes e rastros respectivamente (Tabela 2).

Das ordens identificadas, a que apresenta maior número de espécies e identificada em todas altitudes é a Carnívora. Segundo Reis et al. (2006) existem representantes desta ordem habitando em diversas condições climáticas, altitudes e diferentes tipos de formações vegetais. Se alimentam de vertebrados, os quais capturam, matam e desmembram graças a dentes, mandíbulas e crânio fortes.

A Jaguatirica (*Leopardus pardalis*) da família Felidae é encontrada até 1.800m de altitude (Reis et al., 2006) alimentando-se de presas de pequeno a médio porte, apresentando hábitos noturnos ou pelo início da manhã ou fim de tarde. O lobo-guará (*Chrysocyon brachyurus*) da família Canidae, espalhou sua área de abrangência devido as pastagens, áreas de monocultivos, desmatamentos tendo boa adaptação em novos habitats.

O mão-pelada (*Procyon cancrivorus*) da família Procyonidae, ocorre em todo o Brasil, é um animal solitário, de hábitos noturnos, vivendo em habitats florestais próximos a rios (Reis et al., 2006). Não é uma espécie em extinção, mas é vítima constante de atropelamentos e destruição do seu habitat.

Gambá (*Didelphis aurita*) da Ordem Didelphimorphia, pertencendo à família Didelphidae, distribuído por todo o território nacional, possui hábitos noturnos e solitários, apresenta fácil adaptação aos mais variados habitats, possui uma dieta onívora com grande variação no consumo dos itens (Reis et al., 2006).

O bugio-ruivo (*Allouata guariba*) da ordem Primates, apresentam características semelhantes da Classe Mammalia, sendo uma espécie endêmica da Mata Atlântica (Reis et al., 2006) podem habitar florestas primárias ou secundárias e ambientes altamente perturbados pela atividade humana. Apresentam uma dieta eclética, variando de folhas a frutos.

O veado-catingueiro (*Mazama gouazoubira*), da ordem Artiodactyla da família Cervidae, vivem geralmente solitários, apresenta uma dieta variada de frutos, flores, fungos, gramíneas, podendo utilizar desde florestas até cerrados abertos, campos e capoeiras como habitat, não sendo encontrada na lista de animais em extinção (Reis et al., 2006).

A anta (*Tapirus terrestris*) da ordem Perissodactyla e da família Tapiridae é o maior mamífero terrestre neotropical (Reis et al., 2006), apresenta uma dieta variada de frutos a organismos aquáticos. Apresentando hábitos noturnos e solitários. Não se encaixa na lista de animais ameaçados, mas com o desmatamento pode acabar entrando em extinção, pois necessita de uma área de 200 ha com condições favoráveis para se perpetuar.

Esquilo (*Sciurus aestuans*) da ordem Rodentia e da família Sciuridae, é um roedor, possui uma cauda longa, orelhas grandes, apresentando hábito terrestre e arborícola, habitam áreas montanhosas, florestas primárias e secundárias (Reis et al., 2006).

Em estudos realizados por Negrão & Valladares (2006) na Reserva Florestal do Morro Grande/SP, um remanescente de Mata Atlântica, estes verificaram a ocorrência de 7 (sete) ordens registradas em parcelas de areia, semelhante ao observado no presente trabalho, levando em conta que ambos aconteceram em remanescente de Mata Atlântica, porém a área de estudo destes autores era 10 vezes maior.

Destaca-se a necessidade de manejo de espécies exóticas presentes no local, como exemplo: o javali, a fim de conservar outros animais naturais da Mata além de espécies vegetais destruídas por esses. A principal meta de um programa de manejo é restaurar o equilíbrio das espécies através da biodiversidade natural.



## CONCLUSÃO

Observou-se a presença de 6 ordens, sendo um número baixo, porém ressalta-se que a área de estudo encontra-se em estágio secundário de regeneração, sendo anteriormente uma área de pecuária. É importante conhecer essas espécies para preservá-las, mesmo que muitas dessas não se encontrem na lista de espécies em extinção.

## Agradecimentos

Agradecimentos à Paulo Pegas, gerente da Fazenda Pinhão Assado pela oportunidade de estágio, podendo estar realizando o trabalho na mesma.

## REFERÊNCIAS

- Ache Tudo Região. O maior site do Brasil em conteúdo o único do mundo em informações gerais. Disponível em: <<http://www.achetudoeregiao.com.br/MG/itamonte/geografia.htm> 11/03/2010>. Acesso em: 18 de março de 2009.
- Instituto Ambiental do Paraná. 2008. 70p.: 112 ilust Manual de Rastros da Fauna Paranaense. Curitiba.
- NEGRÃO, M.F.F. and VALLADDARES-PÁDUA, C. 2006. Records of mammals of larger size in the Morro Grande Forest Reserve, Biota Neotrop. v. 6, n. 2 13p.
- PRADO, M. R. do; ROCHA, E. C. e GIUDICE, G. M. L. del. Mamíferos de médio e grande porte em um fragmento de mata atlântica, Minas Gerais, Brasil. Rev. Árvore. 2008, vol.32, n.4, pp. 741-749.
- PRIMACK, R. B. 2001. Biologia da conservação. Londrina: E. Rodrigues, 327p.
- REIS, N.R. dos et al. (Eds.). Mamíferos do Brasil. Londrina, 2006. 437p.
- ROCHA, E. C. e DALPONTE, J. C. 2006. vol.30, n.4, pp. 669-677. Composição e caracterização da fauna de mamíferos de médio e grande porte em uma pequena reserva de cerrado em Mato Grosso, Brasil. Rev. Árvore..
- SCHUMM, L. 2003. Dinâmica de Evolução de Fragmentos de Mata Atlântica na Bacia Hidrográfica do Rio Pequequer, Município de Teresópolis – RJ. Monografia de Conclusão de Curso em Ciências Biológicas. 82p.
- SCOSS, L. M.; MARCO J., PAULO de; SILVA, E. e MARTINS, S. V. 2004. , vol.28, n.1, pp. 121-127. Uso de parcelas de areia para o monitoramento de impacto de estradas sobre a riqueza de espécies de mamíferos. Rev. Árvore.

# ESTRATEGIA DE MANEJO DE LAS MASAS FORESTALES DE YUNGAS EN EL MARCO DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y EL DEFICIT ENERGÉTICO

## STRATEGY FOR YUNGAS FOREST MANAGEMENT IN A CLIMATE CHANGE AND LESS ENERGY CONTEXT

Badinier, C.<sup>1</sup>; Malizia, L. R.<sup>2</sup>; Eliano, P. M.<sup>3</sup>; Balducci, E. D.<sup>4</sup>; Arturi, M. F.<sup>5</sup>; Goya, J. F.<sup>6</sup>; Giraud, A.<sup>7</sup>; Brown, A.D.<sup>8</sup>;

<sup>1</sup>Ing. Ftal., Consultor Fundación ProYungas, Deán Funes 344, Salta (4400), Salta, capucine\_badinier@yahoo.fr

<sup>2</sup>Fundación ProYungas

<sup>3</sup>Asociación Foresto-Industrial de Jujuy; <sup>4</sup> Ing. Ftal., Consultor independiente; <sup>5</sup>Laboratorio de Investigación de Sistemas Ecológicos y Ambientales - Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales – UNLP

<sup>6</sup>Laboratorio de Investigación de Sistemas Ecológicos y Ambientales - Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales

<sup>7</sup>ONF International; <sup>8</sup>Presidente de la Fundación ProYungas

### RESUMEN

Fundación ProYungas busca desarrollar, en base a la Ley de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos (No. 26.331) y a los Planes de Ordenamiento Territorial de las Provincias de Salta y Jujuy, líneas de acción para generar una propuesta REDD y de bioenergía para la ecoregión de Yungas. Sus acciones se basan en tres proyectos que tienen como objetivos principales (i) generar información técnica de base sobre el manejo sustentable de los bosques nativos, (ii) analizar el uso de especies nativas y exóticas en plantaciones y enriquecimiento, y (iii) cuantificar la biomasa y la cantidad de carbono incluida en estos bosques nativos y su potencial energético. Los resultados principales se presentan en documentos técnicos de difusión que presentan (i) un protocolo piloto de manejo sustentable de los bosques nativos, (ii) un análisis del potencial productivo de las plantaciones, y (iii) una metodología de evaluación de la biomasa y del carbono incluido en los bosques nativos. Finalmente, se está desarrollando actualmente un proyecto piloto de evaluación del potencial energético de esta biomasa.

**Palabras claves:** Sustentabilidad, Ordenamiento Territorial, REDD, Biomasa, Bioenergía

### SUMMARY

Fundación ProYungas is developing, based on the Environmental Protection of Native Forests Act (No. 26331) and the Territorial Management Plans of the Salta and Jujuy Provinces, lines of action to generate a REDD and bio-energy proposal for the Yungas eco-region. Actions are based on three projects whose objectives are (i) to generate technical information about sustainable management of the native forests, (ii) to analyze the use of native and exotic species in plantations and forest enrichments, and (iii) to quantify biomass and carbon included in these native forests and their energetic potential. Main results appear in technical documents presenting (i) a pilot protocol for sustainable management of native forests, (ii) an analysis of the productive potential of plantations, and (iii) a methodology for the evaluation of the biomass and carbon included in the native forests. Finally, a pilot project is currently being developed to evaluate the bio-energetic potential of forest biomass.

**Key words:** Sustainability, Territorial Management, REDD, Biomass, Bioenergy

## INTRODUCCIÓN

Argentina posee unos 30 millones de hectáreas de bosques nativos, 2/3 de los cuales se encuentran en el norte del país, donde una parte importante de los mismos continuarán siendo transformados para ampliación de la frontera agropecuaria en el marco de los respectivos Planes de Ordenamiento Territorial provinciales. Un cálculo conservador nos indica que de continuar la actual tendencia de precios internacionales de granos, al menos entre 3 y 5 millones de hectáreas más serán transformadas en las próximas décadas. Este proceso, a una tasa quizás de unos 100.000 ha/año generará un importante volumen de madera disponible para la industria forestal, pero también como fuente de energía, que frente a la actual escasez y precio, sin duda podrá ser un componente adicional a nuestra matriz energética, al menos en las áreas forestales marginales de la Argentina.

La Fundación ProYungas (FPY) colaboró técnicamente en la realización de los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) de las masas boscosas de las provincias de Salta y Jujuy. Estos POT determinan las zonas de conservación (zonas rojas), zonas de manejo forestal sustentable (zonas amarillas) y zonas sujetas a potenciales desmontes (zonas verdes).

En este contexto, FPY busca desarrollar líneas estratégicas de acción para avanzar en una propuesta de “Reducción de las Emisiones procedentes de la Deforestación y la Degradación de los bosques” (REDD) y de bioenergía para la ecoregión de las Yungas, enmarcadas en una estrategia asociada a los POTs provinciales. Estas líneas de acción buscan promover:

- el manejo sustentable de los bosques nativos en las zonas amarillas;
- la valorización de la actividad forestal mediante plantaciones forestales en zonas desmontadas y de enriquecimiento en zonas degradadas;
- el uso de la biomasa procedente de los desmontes y aprovechamientos forestales como biocombustible.

Estas líneas de acción se basan en varios trabajos realizados por FPY y otros en diversos proyectos. Entre ellos mencionaremos:

- la elaboración de un protocolo tipo de manejo sustentable de los bosques nativos basado en una experiencia piloto (Eliano, Badinier y Malizia, 2009);
- la evaluación del potencial de especies nativas de Yungas y exóticas en plantaciones forestales (Balducci, Arturi, Goya y Brown, 2009);
- la estimación de la biomasa y del carbono almacenado en los bosques de Yungas (Giraud, 2009);
- la evaluación del poder calorífico de los diferentes compartimientos de biomasa de los bosques nativos y plantaciones de Yungas para su uso como bioenergía (proyecto a iniciarse en 2010).

El presente trabajo presenta los objetivos, métodos y principales resultados obtenidos hasta ahora para cada línea de acción enunciada.



## MATERIAL Y MÉTODOS



**Mapa 1. Distribución de las Yungas – Yungas distribution.**

los bosques nativos, del sector forestal y las experiencias de manejo en Yungas y en otros bosques (Bolivia, Costa Rica, Indonesia),

- un fuerte involucramiento del sector Yungas en la determinación de de manejo forestal, mediante talleres participativos y jornadas en el campo (capacitaciones),

- una experiencia piloto en una finca ubicada en la ecoregión de Yungas Ballivián - Dpto. San Martín -

de Salta) en la cual se aplicaron y ajustaron los parámetros de manejo forestal determinados con el sector, mediante el desarrollo de protocolos de inventarios forestales, de monitoreo de la biodiversidad, identificación de técnicas de aprovechamiento de bajo impacto (planificación de las actividades de aprovechamiento incluyendo censo, diseño de los caminos, corte dirigido, manejo de los residuos, reglas de vivencia en los campamentos, etc.) y una planificación de los tratamientos silviculturales. Estos parámetros de manejo fueron integrados en un Plan de Manejo Forestal Sustentable de 10 años para la finca piloto, en curso de aprobación por la Secretaria de Política Ambiental de Salta. Finalmente, se instalaron en esta finca piloto parcelas permanentes de monitoreo de la biodiversidad forestal que permiten generar información sobre la dinámica de los bosques nativos en cuanto a mortalidad, regeneración, crecimiento, dinámica, etc. La información resultante de las mediciones de estas parcelas permanentes deberá permitir ajustar

El componente principal de este trabajo es la generación de información técnica de base a nivel ecoregional sobre 1) las técnicas y los parámetros de manejo sustentable del bosque nativo en Yungas; 2) el potencial de las especies nativas de Yungas y de algunas especies exóticas en plantaciones y enriquecimientos; 3) la cantidad de biomasa generada por los bosques nativos desmontados y el originado a partir de plantaciones en Yungas, y el potencial de uso de esta biomasa como biocombustible.

Los métodos empleados para responder a los objetivos de las distintas líneas de acción de este proyecto son los siguientes:

### 1) Elaboración de un protocolo tipo de manejo forestal sustentable.

La elaboración de este protocolo tipo se basó en:

- una recopilación bibliográfica sobre Yungas sustentables similares forestales de parámetros



**Mapa 2. Ubicación de la finca piloto Demostrative property location.**

privada (Gal. Provincia

algunos parámetros determinados en este proyecto, tales como la tasa de crecimiento o la cantidad de árboles semilleros a dejar en pie, por ejemplo.

## 2) Determinación del potencial productivo de las especies de Yungas y algunas especies exóticas en plantaciones.



**Mapa 3. Ubicación de la plantación experimental**  
**Experimental plantation location.**

Este trabajo se realizó sobre una plantación experimental de 50 ha iniciada en el año 2000 con el objetivo de proveer al sector forestal de información sobre comportamiento y crecimiento de las principales especies nativas y exóticas usadas por la industria forestal en las Yungas. Se desarrollaron entonces varios tipos de ensayos:

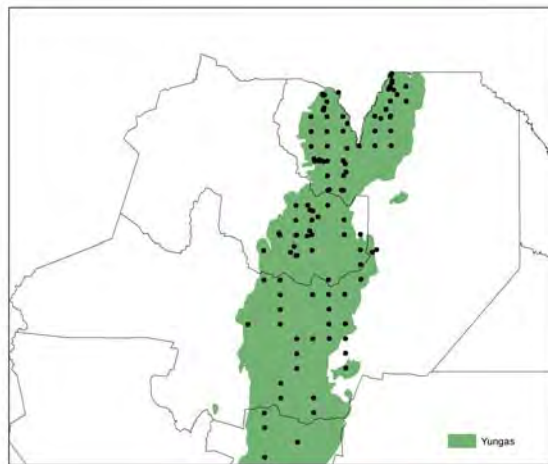
- ensayos de restauración destinados a evaluar el potencial de plantaciones mixtas con especies nativas en el proceso de cicatrización de áreas desmontadas o fuertemente degradadas;
- ensayos de procedencia que permiten determinar los mejores rendimientos en función de la procedencia de las semillas en especies de

alto valor maderable (cedros por ejemplo);

- ensayos de progenie orientados a detectar diferencias entre genotipos a nivel de familia, sobre tasas de crecimiento, forma de los árboles, sanidad;
- ensayos silviculturales puros o mixtos que permitan evaluar el impacto de diferentes tratamientos silviculturales en función de la composición en especies, sobre la tasa de crecimiento, la forma y sanidad de los árboles, comportamiento de las especies (competencia o complementación).

Se realizan en estos diferentes ensayos mediciones repetidas (DAP, Alturas, sanidad y forma) cada dos años y se procesan los datos.

## 3) Estimación de la cantidad de biomasa generada por los bosques nativos y plantaciones y el potencial de uso de esta biomasa como biocombustible.



**Mapa 4. Ubicación de las parcelas de muestreo en Yungas**  
**Sampling plots location in Yungas**

Este trabajo se divide en dos etapas. En primer lugar se realizó una estimación de la cantidad de biomasa (y carbono) almacenada en los bosques nativos de Yungas según el tipo de bosque (estratificación de las masas boscosas según el piso altitudinal y el estado de degradación) a partir de datos de inventarios forestales y de crecimiento recopilados en la ecoregión de Yungas (incluidos datos del proyecto piloto de manejo forestal y de la plantación experimental, mencionados arriba, datos de parcelas permanentes e inventario forestal nacional) y de datos recomendados por defecto por el GIEC-IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change)

cuando no se encontraban datos locales. Se aplicaron diferentes métodos de cálculo a estos datos (métodos de Chave, método de Brown) para tratar de determinar la que se adapta mejor a los estratos y a los tipos de datos disponibles. A partir de este primer análisis se determinarían los datos que habría que generar específicamente para las Yungas para afinar los resultados obtenidos.

En segundo lugar, se está elaborando un proyecto piloto, a iniciarse en el transcurso del año 2010, para evaluar el potencial de uso de esta biomasa como biocombustible (desmontes, residuos de aprovechamiento y de aserrado, plantaciones para leña, etc.). Este proyecto piloto se basa en mediciones de biomasa proveniente de desmontes realizados en las Yungas y ambientes aledaños (bosques chaqueños) y evaluación del poder calorífico/energético de los diferentes compartimientos de esta biomasa (estrato arbóreo, árboles muertos, estrato arbustivo, raíces, lianas y enredaderas) mediante su combustión en calderas. A partir de estos datos, se realizará un análisis de rentabilidad económica y ambiental (emisiones de CO<sub>2</sub>) de este biocombustible frente a otras fuentes de energía más comunes que son el gas y la electricidad.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **1) Elaboración de un protocolo tipo de manejo forestal sustentable.**

Este proyecto piloto permitió, de manera general, generar información silvicultural específica a los bosques nativos de Yungas, pero también determinar parámetros y criterios de manejo forestal sustentable tales como los parámetros estadísticos a usar para diseñar un inventario forestal en Yungas, la definición del estado de degradación del bosque según su área basal, el crecimiento promedio de los bosques de Yungas en área basal y volumen, la posibilidad de un bosque (tasa anual de aprovechamiento máximo), el número de árboles semilleros y árboles hogar a dejar en pie por ha para el mantenimiento de la biodiversidad y regeneración del bosque, la pendiente máxima a aplicar en el diseño de los caminos según el tipo (camino principal, secundario, vías de saca), etc. Estos parámetros se definieron en función de la información recopilada en Yungas y en otros bosques similares, mediante 2 importantes talleres con técnicos forestales privados (consultores independientes, empresas forestales, ONG, etc.) y públicos (INTA, autoridades de aplicación provinciales, universidades nacionales, etc.) pero también con biólogos, sociólogos, industriales, etc.

Por otra parte, el seguimiento de la aplicación del Plan de Manejo Piloto y de las mediciones de las parcelas permanentes instaladas en la finca donde se aplican deberían a mediano plazo precisar estos criterios y parámetros y permitir ajustarlos.

Además, este trabajo permitió brindar al sector forestal (privado y público) otra visión del uso del bosque, aportando herramientas de planificación que permitan asegurar en un mediano plazo (turno de corta), por lo menos, una sustentabilidad económica, social y ambiental. Dentro de este proyecto se realizó también una capacitación al aprovechamiento de bajo impacto en el campo.

Los principales productos de este proyecto son: 1) la redacción de un plan de manejo forestal a mediano plazo (10 años) consensado con el sector forestal del NOA para una finca piloto; 2) su presentación y promoción ante la Autoridad de Aplicación de Salta; 3) la elaboración de una cartilla de difusión presentando un análisis del sector forestal de las Yungas, un protocolo tipo de manejo forestal sustentable y un resumen del Plan de Manejo elaborado para la finca piloto (Eliano, Badinier, Malizia, 2009).

La difusión de esta cartilla se inscribió en un contexto de nuevos cambios para el sector forestal argentino, determinado por la Ley Nacional 26.331, donde se busca aplicar un manejo sustentable de las masas boscosas. A nivel provincial en Salta y Jujuy, esta cartilla trajo herramientas nuevas a las Autoridades de Aplicación Provinciales que las puedan ayudar a

establecer nuevas normas para su actividad forestal en sintonía con las nuevas exigencias y con la aplicación de normas compatibles con la sustentabilidad del aprovechamiento forestal.

## 2) Determinación del potencial productivo de las especies de Yungas y algunas especies exóticas en plantaciones.

A través de las mediciones realizadas cada dos años en la plantación experimental, se obtuvieron primeras informaciones sobre las diferentes especies ensayadas, tales como su comportamiento (mortalidad, desarrollo de ramas laterales, rectitud de fuste, resistencia a las plagas, etc.) en distintas combinaciones (plantaciones puras o mixtas) y su crecimiento diamétrico y en altura. Se logró tener la certeza sobre que especies nativas se comportan de manera satisfactoria en macizo y cuales de las exóticas ensayadas lograron adaptarse a la zona con crecimientos adecuados. Tras 9 años de ensayo, se obtuvieron conclusiones específicas para cada especie considerada (unas 20 especies nativas y 11 especies exóticas), que se encuentran disponibles en una cartilla de difusión (Balducci, Arturi, Goya, Brown, 2009).

Las especies consideradas se presentan en la **Tabla 1**.

Nombre común	Nombre científico	Ensayos			
		Restauración	Procedencia	Progenie	Silviculturales
Especies nativas					
afata	<i>Cordia trichotoma</i>	X			X
cebil	<i>Anadenanthera colubrina</i>	X			X
cedro orán	<i>Cedrela balansae</i>	X		X	X
mandor	<i>Coccoloba tiliacea</i>	X			
coronillo	<i>Gleditsia amorphoides</i>	X			
guayabil	<i>Saccellium lanceolatum</i>	X			
guayacán	<i>Caesalpinea paraguariensis</i>	X			X
jacarandá	<i>Jacaranda mimosifloia</i>	X			X
lapacho rosado	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	X			X
laurel	<i>Nectandra pichurim</i>	X			
pacará	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	X			X
pacay	<i>Inga sp.</i>	X			
espinillo	<i>Pithecellobium foliosolum</i>	X			
algarrobo	<i>Prosopis sp.</i>	X			
quebrachillo	<i>Athyana weinmannifolia</i>	X			
quina colorada	<i>Myroxylon peruiverum</i>	X			X
roble	<i>Amburana cearensis</i>	X			
tipa blanca	<i>Tipuana tipu</i>	X			X
tipa colorada	<i>Pterogyne nitens</i>	X			X
tusca	<i>Acacia aroma</i>	X			
urundel	<i>Astronium urundeuva</i>	X			X
Palo amarillo	<i>Phyllostillum rhamnoides</i>				X
Especies exóticas					
Cedro australiano	<i>Toona ciliata</i>			X	X
Roble sedoso	<i>Grevillea robusta</i>		X		X
Eucalipto	<i>Eucalyptus grandis</i>				X
Eucalipto	<i>E.teretricornis</i>				X
Eucalipto	<i>Corymbia torelliana</i>				X
Eucalipto	<i>Corymbia citriodora</i>		X		X
Eucalipto	<i>Corymbia maculata</i>		X		X
-	<i>Flindersia xanthoxila</i>				X
-	<i>F. australis</i>				X

Caoba africana	<i>Khaya senegalensis</i>				X
Kiri	<i>Paulownia fortunei</i>				X

**Tabla 1. Especies ensayadas – Tested species**

Los principales resultados de los ensayos se presentan en las **Tabla 2, 3, 4 y 5.**

Especies	Ind./ha	DAP prom. (cm)	Alt. prom. (m)
Afata	50	13,6	9,5
Cebil	31,3	11,6	7,1
Cedro	106,3	18,2	11,4
coronillo	6,3	14,4	9,8
Espinillo	18,8	6	4,9
guayacán	43,8	8,2	5,3
jacaranda	81,3	11,3	9,5
lapacho rosado	100	5,8	5,8
Laurel	6,3	9,8	6,3
Pacay	31,3	4,4	3,8
quebrachillo	31,3	9,2	7,7
quina colorada	43,8	9	6,3
tipa blanca	25	26,1	15,7
tipa colorada	100	10,9	7,8
Urundel	68,8	12,5	8,4

**Tabla 2. Principales resultados del ensayo de restauración a los 6 años de ensayo – Principal results of restoration test to 6 years old.**

Especies	DAP prom. (cm)	IMA (DAPcm/año)	Alt. prom. (m)	IMA (Alt.m/año)
<i>Corymbia maculata</i>	13,4	2,8	14,3	2,9
<i>Corymbia citriodora</i>	13,7	2,9	14,6	3,1
<i>Grevillea robusta</i>	15,9	3,3	9,3	1,9

**Tabla 3. Resultados promedios de las diferentes procedencias por especie a los 5 años de ensayo – Average test results of the different species origins to 5 years old.**

Especies	DAP prom. (cm)	IMA (DAPcm/año)	Alt. prom. (m)	IMA (Alt.m/año)
<i>Cedrela balansae</i>	14,4	3,2	7,1	1,6
<i>Toona ciliata</i>	21,4	4,4	9,7	2,0

**Tabla 4. Resultados promedios de las 10 familias que presentaron valores superiores de crecimiento por especie a los 5 años de ensayo – Average test results of the 10 higher increase values families to 5 years old.**

Ensayos silviculturales puros				
Especies	DAP prom. (cm)	IMA (DAPcm/año)	Alt. prom. (m)	IMA (Alt.m/año)
<i>Eucaliptus tereticornis</i>	15,34	3,12	13,62	2,77
Tipa blanca	11,68	2,51	9,77	2,1
Cedro orán	10,5	2,25	6,9	1,48
Afata	7,6	1,63	5,3	1,14
Jacarandá	7,06	1,52	4,56	0,98
Lapacho rosado	6,3	1,35	4,4	0,94
Ensayos silviculturales mixtos				
Afata	6,22	1,33	5,37	1,15
Cedro orán	12,84	2,76	7,75	1,66
Cedro orán	6,85	1,83	5,54	1,48
Tipa blanca	12,77	3,41	8,9	2,37

Tipa colorada	5,46	1,46	4,76	1,27
Jacarandá	6,88	1,83	4,45	1,19
Afata	5,78	1,54	3,39	0,9
Lapacho rosado	6,2	1,65	3,33	0,89
Tipa colorada	4,8	1,28	3,5	0,93
Lapacho rosado	6,8	1,81	3,93	1,05
Cedro orán	7,91	2,11	4,33	1,15
Urundel	7,69	2,05	4,66	1,24
Cedro orán	9,24	2,46	5,05	1,35
Tipa colorada	4,92	1,31	4,19	1,12

**Tabla 5. Resultados promedios de los ensayos silviculturales en 2005 (a los 3, 4 o 5 años según las especies) – Average silvicultural test results in 2005 (to 3, 4 or 5 years old, depends of the specie)**

En 2010 se comenzó a seleccionar del ensayo de progenies de *Toona ciliata*, material genético sobresaliente, con el objetivo de avanzar en la identificación de las familias de esta especie exótica, que mejor se comporta en la región.

desarrollo de plantaciones y enriquecimiento del bosque nativo en la ecoregión de las Yungas. Sin embargo, se debe ampliar con mediciones en estados de desarrollo más avanzados de los árboles plantados y seguir ensayando combinaciones en función de los primeros resultados.

### 3) Estimación de la cantidad de biomasa generada por los bosques nativos y plantaciones y el potencial de uso de esta biomasa como biocombustible.

Al cabo de la primera etapa del trabajo se presentó una primera estimación de la biomasa, y de su contenido en carbono, incluida en los diferentes compartimientos de los bosques nativos (biomasa arbórea, radicular, sotobosque, árboles muertos, lianas y epifitas y suelo) según diferentes estratos identificados (selva pedemontana en buen estado, selva pedemontana degradada, selva pedemontana muy degradada, selva montana, bosque montano). La **Tabla 6** presenta una comparación de la biomasa de los árboles de DAP mayor a 10 cm estimada para los diferentes estratos a partir de métodos de cálculo diferentes.

Estrato	Sitio	BROWN (tMS/ha)	Ecuaciones "moist"		Ecuaciones "dry"	
			CHAVE1 H/D (tMS/ha)	CHAVE 1 D (tMS/ha)	CHAVE 2 H/D (tMS/ha)	CHAVE 2 D (tMS/ha)
<b>Bosque Montano</b>	1	78.39	98	278	102	167
<b>Selva Montana</b>	2	104.63	130	309	128	180
<b>SP Buen Estado</b>	3	176.01	219	372		220
<b>SP Degradada</b>	4	187	233	304	226*	196
<b>SP Degradada</b>	5	112	140	281	135	168
<b>SP Degradada</b>	6	116	145	320	138	187
<b>SP Degradada</b>	7	102	128	277	123	165
<b>SP Muy degradada</b>	8	107	133	265	131	166
<b>SP Muy degradada</b>	9	77	96	208	96	132
<b>SP Muy degradada</b>	10	71	89	188	87	116

**Tabla 6. Comparación de la biomasa incluida en los árboles de DAP superior a 10 cm calculada según diferentes métodos. Comparison of DAP>10 cm trees biomass estimations with diferentes calculate methods. (SP: Selva Pedemontana)**

La Tabla 7 presenta una estimación de la biomasa y carbono incluidos en los diferentes compartimientos de los bosques nativos con el método de Chave (considerado como el más adecuado en este caso).

Estrato	G Prom. (m <sup>2</sup> /ha)	Alt. Prom. (m)	AGB Chave f(D)	BGB (ratio)	Madera muerta	Sotobosque	Lianas	TOTAL Biomasa tMS/ha	TOTAL Carbono t/ha
<b>Bosque Montano</b>	31	9	<b>167</b>	40	3.7	5.0	1.6	<b>217</b>	<b>103</b>
<b>Selva Montana</b>	28	10	<b>180</b>	43	3.6	5.4	1.6	<b>234</b>	<b>111</b>
<b>Selva Pedemontana muy degradada</b>	17	11	<b>135*</b>	33	4.1	4.1	1.6	<b>178</b>	<b>84</b>
<b>Selva Pedemontana degradada</b>	23	13	<b>174*</b>	42	10.2	5.2	1.6	<b>233</b>	<b>111</b>
<b>Selva Pedemontana en buen estado</b>	26	13	<b>220</b>	53	10.1	6.6	1.6	<b>291</b>	<b>138</b>
<b>Promedio Selva Pedemontana</b>			<b>176</b>					<b>234</b>	<b>111</b>

\* promedio ponderado por superficie de los resultados de los diferentes sitios.

**Tabla 7. Biomasa estimada para los diferentes compartimientos según el estrato y carbono total correspondiente – compartments estimated biomass for each forest strata and total corresponding carbon.**

Además, se estimó la variación del carbono en estos estratos en diferentes casos: bosque transformado (en campo agrícola, pasturas, plantaciones forestales o construcciones) y bosque manteniéndose como tal. Primero se estimó que entre 1985 y 2005 se desmontaron unas 136 387 ha de Yungas con un ritmo promedio de 6 800ha/año, correspondiendo a unas emisiones de CO<sub>2</sub> de aproximadamente 2 750 000 tCO<sub>2</sub>/año. En cuanto al almacenamiento de CO<sub>2</sub> en los bosques quedando como tal, se calculó un aumento promedio de la biomasa por año en Selva Pedemontana de 0.8 tMS/ha/año correspondiendo a un almacenamiento de CO<sub>2</sub> de 0.38tCO<sub>2</sub>/ha/año. Considerando la superficie total de Selva Pedemontana mencionada por el Inventario Regional de 2005 (1 790 000ha) se estima que la Selva Pedemontana almacenaría unas 680 000 tCO<sub>2</sub>/año. Es importante relevar que esta estimación no precisa el tipo de actividad aplicado al bosque (aprovechamiento forestal, ninguna intervención). En cuanto a Selva Montana y Bosque Montano no se pudieron encontrar datos satisfactorios que permitan realizar esta estimación. Estos primeros resultados muestran sin embargo que a nivel ecoregional se estaría observando un balance negativo de los flujos de carbono bastante importante (solamente el 25% de las emisiones resultantes de los desmontes en Yungas se compensan por el crecimiento del bosque).

Si bien se pudo realizar una evaluación de los contenidos y flujos de biomasa y carbono en los bosques de Yungas, una conclusión importante de este trabajo es la falta de información específica y de sistematización de los datos disponibles que genera errores e imprecisiones pudiendo ser importantes. Al cabo de este trabajo, se definió una serie de recomendaciones para seguir generando información en el marco del desarrollo de una estrategia REDD. Algunas de estas recomendaciones son la sistematización de los inventarios (adaptar los diseños a los requerimientos REDD como por ejemplo realizar parcelas de 1ha), determinar los métodos para medir los árboles (medir exactamente las alturas con Vertex o clinómetro y no estimarla a ojo,



medir los árboles muertos en pie en el piso, etc.), generar información de base (tablas de volumen, etc.) sobre los diferentes compartimientos de carbono. Se redactó un informe técnico de esta primera etapa (Giraud, 2009).

La segunda etapa de este proyecto deberá aplicar las metodologías de cálculo de biomasa y carbono secuestrado establecidos en esta primera etapa, sobre datos más precisos proveniente de desmontes puntuales en el marco de un proyecto piloto y traducir esta biomasa en potencial energético. Los resultados principales deberán mostrar una comparación de los costos económicos y ambientales de uso del biocombustible madera con los costos de uso de gas y luz según la procedencia de la madera (tipo de producto, distancia a la caldera, etc.).

## CONCLUSIONES

El trabajo piloto realizado para la elaboración de un Plan de Manejo Sustentable tipo en Yungas permitió tanto generar información de base, como lograr un pequeño avance sobre los métodos de gestión de los bosques nativos, tanto en el sector privado como al nivel de las Autoridades de Aplicación. Si bien este trabajo necesita ser profundizado (seguimiento de la aplicación del Plan de manejo y de las parcelas permanentes y ajuste del Plan según las observaciones relevadas), marcó un primer paso en el proceso (largo) de cambio de visión en la gestión de los recursos naturales productivos. Se logró sensibilizar al sector forestal sobre las ventajas y la necesidad de aplicar pautas de manejo sustentable de los bosques.

Los diferentes ensayos realizados en la plantación experimental permitieron identificar especies resaltantes en las primeras etapas de crecimiento. Es el caso por ejemplo de la Tipa blanca en los ensayos de restauración y silvicultural mixto o del eucaliptos tereticornis en el caso del ensayo silvicultural puro. Mostró también resultados interesantes en cuanto a crecimiento de las diferentes especies exóticas plantadas (eucaliptos, grevilleas, toonas) además de comparar diferentes procedencias y progenies de estas mismas.

Sin embargo estos resultados se procesaron a los 5 o 6 años de ensayo, ó sea en la etapa “juvenil” de los árboles. Es imprescindible ahora seguir generando información ahora sobre árboles “adultos”.

Los primeros resultados de la estimación de la biomasa y carbono incluidos en los bosques de Yungas y sus flujos permitieron cuantificar de manera general el impacto de los desmontes en las emisiones de CO<sub>2</sub> vs el almacenamiento de CO<sub>2</sub> generado por el crecimiento de estos bosques. Aunque para ser exacto se debería considerar mucho más elementos, el balance general muestra que solamente el 25% del CO<sub>2</sub> emitido por año con el cambio de uso del suelo se reintegra en los bosques. Estos primeros resultados, aunque deban ser profundizados (la segunda etapa de este trabajo deberá aportar más precisiones) deberían fomentar el desarrollo de una estrategia de REDD a nivel regional.

De manera general, el conjunto de estos tres proyectos abarca 3 componentes esenciales en la definición de una estrategia REDD y de bioenergía: sustentabilidad del uso del bosque nativo, promoción del desarrollo del sector forestal mediante el desarrollo de plantaciones y el enriquecimiento de los bosques degradados, permitiendo brindar otra alternativa frente al desarrollo agrícola (desmontes) y el desarrollo de una fuente de energía alternativa a partir de un biocombustible. Estas acciones, llevadas por FPY en colaboración con instituciones del medio, son unas de las pocas realizadas a nivel nacional en esta temática y acompañan el proceso de determinación de una estrategia REDD y Cambio Climático a nivel nacional, llevado a cabo por la Agencia de Cambio Climático de la Secretaria de Medioambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.



## **Agradecimientos**

Agradecemos de forma general a todo el sector forestal privado y público del NOA, incluyendo a los consultores independientes de las provincias de Jujuy y Salta, asociaciones diversas de productores, industriales, entes de investigación, entes gubernamentales. Agradecemos también a consultores externos al NOA y a Argentina que participaron en la realización de estos trabajos. Finalmente un reconocimiento en especial al Fondo Francés para el Medioambiente Mundial (FFEM) y la Embajada de Francia en Argentina quienes a través del Proyecto Alto Bermejo posibilitaron el desarrollo de gran parte de las actividades expuestas en el presente trabajo.

## **BIBLIOGRAFÍA REFERENCIADA**

- Balducci E.D., Arturi M.F., Goya J.F., Brown A.D., 2009, Potencial de Plantaciones Forestales en el Pedemonte de las Yungas, Ediciones del Subtrópico, Tucumán, 39 Pág.
- Eliano P.M., Badinier C, Malizia L.R., 2009, Manejo Forestal Sustentable en Yungas. Protocolo para el Desarrollo de un Plan de Manejo Forestal e Implementación en una Finca Piloto, Ediciones del Subtrópico, Tucumán, 101Pág.
- Giraud A., 2009, Estimación del carbono almacenado en los bosques del Noroeste Argentino, Informe Técnico ONF International – Fundación ProYungas, París, 39 pág.

# **AVALIAÇÃO PRELIMINAR DE ÁREA DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA: USANDO A TEORIA DA NUCLEAÇÃO**

## **PRELIMINARY EVALUATION OF A RESTORATION ECOLOGY AREA: USING THE NUCLEATION THEORY**

**Bechara, F. C.<sup>1</sup>; Sgarbi, A. S.<sup>2</sup>; Barretto, K. D.<sup>3</sup>; Bufo, L. V. B.<sup>4</sup>; Gabriel, V. A.<sup>3</sup>; Santos, V. S.<sup>3</sup>**

1 – Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Coordenação de Engenharia Florestal, Estrada para Boa Esperança, km 04, 85660-000, Dois Vizinhos-PR, Brasil, bechara@utfpr.edu.br, tel 55-46-35368900, ramal 8962, fax 55-46-35368905

2 – Graduanda do curso de Engenharia Florestal- Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos-PR, Brasil.

3 – Casa da Floresta Assessoria Ambiental, Av. Joaquina Morganti 289, 13415-030, Piracicaba, Brasil, www.casadafloresta.com.br, tel/fax 55-19-34337422

4 – Ex-pesquisador da Casa da Floresta Assessoria Ambiental.

### **RESUMO**

Ações de restauração devem recriar comunidades viáveis, protegendo e facilitando a sucessão natural dos ecossistemas degradados e integrando-os na paisagem. É apresentada uma avaliação inicial do uso da teoria da nucleação aplicada em área degradada por pastagem, isolada de fragmentos florestais. Foram testadas as seguintes técnicas de nucleação: poleiros e abrigos artificiais, transposição de solo e de placas de mudas germinadas de chuva de sementes dos fragmentos mais próximos e plantio de árvores em grupos adensados de Anderson. A avaliação preliminar do experimento revelou que a nucleação apresentou, considerando o conjunto de técnicas, uma densidade estimada de 15 plantas/m<sup>2</sup> e compreendendo uma riqueza de 82 espécies nativas, em apenas um ano. Estes resultados indicam a eficácia da restauração das áreas degradadas através de uma abordagem estocástica e ecossistêmica.

**Palavras-chave:** sucessão, heterogeneidade ambiental, interações interespecíficas, paisagem

### **SUMMARY**

Restoration actions should recreate sustainable communities, protecting and facilitating the natural succession of degraded ecosystems and integrating them in the landscape. The use of nucleation theory employs techniques such as artificial shelters for animals, introduction of herbaceous shrub life forms, soil and seed bank translocation, seed rain translocation's seedling set, artificial perches and plantation of native trees in groups. We presented here an initial assessment of nucleation applied on a degraded pasture area, isolated from forest patches. A preliminary evaluation of the techniques set revealed an estimated density of 15 plants/m<sup>2</sup> comprising 82 native species richness, after just one year. These results therefore confirm the efficacy of restoration of degraded areas by means of a stochastic and ecosystematic approach.

**Key words:** facilitation, succession, heterogeneity, landscape connectivity, degraded areas

### **INTRODUÇÃO**

Ações de restauração devem recriar comunidades ecologicamente viáveis, porém protegendo e facilitando a capacidade natural de mudança dos ecossistemas (Engel e Parrota,

2003; Gomez-Aparicio *et al.*, 2004). No Brasil, muitos autores têm avaliado os plantios mistos de espécies arbóreas nativas para restauração ambiental, através de vários indicadores ambientais (Souza e Batista, 2004; Sorreano, 2002; Hardt *et al.*, 2006; Damasceno, 2005). Alguns autores (Reis *et al.*, 2003; Bechara *et al.*, 2007; Reis e Tres, 2007 e Reis *et al.*, 2007, Reis *et al.*, 2010) têm se proposto ao estudo de técnicas baseadas nas teorias da nucleação de Yarranton e Morrison (1974) que já vem sendo empregadas em diversos projetos do Brasil, incluindo ações governamentais e de empresas hidrelétricas e florestais dos estados de Santa Catarina e Mato Grosso do Sul (onde os órgãos ambientais orientam o uso da nucleação no modelo de PRADs), São Paulo (onde a Resolução SMA 08/2007 recomenda o uso da nucleação) e, mais recentemente no Paraná (onde estão sendo desenvolvidas pesquisas com o apoio do CNPq, dentro do programa CT-Hidro, relacionado à Agência Nacional de Águas).

O uso de técnicas de nucleação, empregadas em sinergia, possibilita a restauração com abordagem estocástica e ecossistêmica (Reis *et al.*, 2010). Quanto maior os níveis de heterogeneidade ambiental proporcionada, maior a biodiversidade local (Wilson, 2002). A nucleação acelera a sucessão natural através não só da produção vegetal, mas também pelo estímulo de interações interespecíficas decorrentes da ação de consumidores e decompositores (Reis e Kageyama, 2003). As ações de nucleação trazem a biodiversidade dos remanescentes naturais mais próximos à área degradada, e, num segundo momento, possibilitam, num mecanismo de *feedback*, o restabelecimento de fluxos naturais da área em restauração para a paisagem (Griffith e Toy, 2005; Metzger, 2006; Reis *et al.*, 2010).

Foi testado o seguinte conjunto de técnicas de nucleação em área degradada de pastagem: poleiros e abrigos artificiais, transposição de solo e de mudas germinadas da chuva de sementes e plantio de árvores em grupos adensados de Anderson, com coberturas anuais e colares de proteção de mudas. Este trabalho apresenta resultados preliminares onde já nota-se a heterogeneidade ambiental (Wilson, 2002), proporcionada pelo sistema de restauração através da nucleação.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A área de estudo foi intensamente degradada pelo cultivo de batata, cana-de-açúcar, milho e dez anos de pastagem com capim-braquiária (*Brachiaria* sp. (Trin.) Griseb.) até o início deste experimento, quando o gado foi retirado e a área cercada. Logo em seguida a instalação da cerca no local, foi iniciada a implantação da nucleação. Trata-se de uma paisagem isolada de fontes de sementes, composta de matriz de pastagens e recentes plantios de eucalipto (*Eucalyptus* sp. L'Hér.). A região apresenta precipitação anual de 1.240 mm, com déficit hídrico de abril a setembro, temperatura média de 21,6°C e altitude média de 544 m (Esalq, 2007). A área experimental possui manchas de neossolo litólico e está em domínio de Floresta Estacional Semidecidual Montana, entre as coordenadas 45°42'40''W e 23°15'38''S, Município de Jambuí, Estado de São Paulo, Brasil.

O delineamento experimental da área de nucleação foi constituído de quatro blocos casualizados de 2.500 m<sup>2</sup>, totalizando uma área de um hectare. Em cada bloco foram implantadas dez parcelas de 10 x 25 m. Em cada uma destas, foi aplicada uma técnica diferente de nucleação, amostrada em seis sub-parcelas de 1 m<sup>2</sup>, totalizando 192 m<sup>2</sup> de área amostral, mais 48 m<sup>2</sup> de tratamentos-controle em sub-parcelas de mesmo tamanho.

Todas as sub-parcelas receberam retirada da camada superficial de solo (20 cm de profundidade) e descompactação do solo (com enxada). Decorridos cinco e onze meses, foram feitos coroamentos (com herbicida) de 1 m de raio ao redor de todas as sub-parcelas amostrais. As técnicas de nucleação (Reis *et al.*, 2003, Reis *et al.*, 2010) são descritas a seguir:

### **Poleiros artificiais**

Foi instalado um poleiro de cada tipo no centro de cada parcela, compondo três tratamentos: 1) “Torre seca” composta de três varas de eucalipto de 10-12 m, enterradas no solo e unidas a 6 m de altura; 2) “Torre de cipó” constituída da mesma estrutura da torre seca, com adição de plantio da trepadeira em sua base; 3) “Poleiro de cabos” fundado com uma única vara de eucalipto (10-12 m) enterrada no solo e três cordas amarradas do ápice do poleiro até o chão de forma equidistante, para o pouso de aves. A 5 m de cada poleiro, foram montados dois abrigos artificiais compostos de pilhas de 1 m<sup>3</sup> de lenha. Desta forma, foram totalizados 24 abrigos e 12 poleiros/ha.

### **Transposição de solo**

Seis porções de 1 m<sup>2</sup> de solo (com 10 cm de profundidade mais a serapilheira) foram retiradas do fragmento florestal conservado mais próximo e transpostas para cada parcela da área degradada, em época úmida. Assim, foram totalizados 24 m<sup>2</sup> de transposição de solo/ha.

### **Transposição de placas de mudas germinadas da chuva de sementes**

Foi capturada, mensalmente, a chuva de sementes no fragmento conservado mais próximo da área degradada em uma trilha de 60 coletores de sementes (bolsas de sombrite), dispostos a cada 15 m. O material coletado foi semeado em caixas de germinação (com substrato inerte de viveiro, composto por 70-80% de *Sphagnum* sp. L.. Estas formaram placas de mudas de 27 x 39 cm. A cada 3-4 meses foi feita a expedição de seis placas de mudas procedentes de cada mês formando núcleos de 1 m<sup>2</sup>, em cada sub-parcela.

### **Plantio de árvores em grupos de Anderson**

Foram conduzidos três tratamentos de plantio de árvores nativas. O primeiro contou com a implantação de grupos de Anderson (1953) de cinco mudas com espaçamento bem adensado entre plantas (0,5 x 0,5 m) e amplamente espaçado entre grupos (96 grupos/ha). Em cada parcela foram implantados seis grupos monoespecíficos de espécies de rápido crescimento e atrativas de fauna ou copa densa para bom sombreamento: *Mimosa bimucronata* (DC.) Kuntze, *Schinus terebinthifolius* Raddi, *Guazuma ulmifolia* Lam., *Trema micrantha* (L.) Blume, *Croton floribundus* Spreng. e *Senna multijuga* (Rich.) H.S. Irwin & Barneby. Os métodos de “limpeza”, adubação de base e cobertura e replantio foram os mesmos do plantio tradicional de mudas (ver adiante), porém com o diferencial de não ser feito em área total, mas somente dentro dos grupos.

O segundo tratamento de plantio contou com os mesmos materiais e métodos do primeiro tratamento, com a inclusão de implantação de cobertura anual composta de um coquetel de milho (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) e girassol (*Helianthus annuus* L.), semeado em duas faixas de 3 x 25 m de largura recobrando os grupos de mudas. O coquetel recebeu adubação nas entrelinhas, de 400 kg/ha da fórmula 4-28-6 (NPK).

Para o terceiro tratamento também foram implantados os mesmos materiais e métodos do primeiro tratamento, adicionando o uso de colares de proteção de mudas. Os colares são confeccionados com papel, reciclado e biodegradável, de 0,50 cm de diâmetro.

### **Tratamentos-controle**

O primeiro tratamento-controle, intitulado “Sucessão”, contou simplesmente com a marcação do solo com estacas. Este tratamento amostrou a regeneração natural propriamente dita, diferente do tratamento-controle, denominado “Testemunha” (vide a seguir), que amostrou a regeneração após a intervenção da confecção das sub-parcelas, a qual incluiu retirada de solo superficial.

No segundo tratamento-controle, as sub-parcelas “Testemunha” foram feitas do mesmo modo que a dos outros tratamentos (exceto o tratamento “Sucessão”): retirada da camada superficial de 20 cm de solo e descompactação do mesmo, com enxada.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Poleiros artificiais

A implantação dos poleiros funcionou como atrativo para muitas aves, pois lhes serviram como pontos de repouso, observação, vocalização e alimentação, resultando em centros de aporte de sementes da região de área de uso das aves (Shiels e Walker, 2003). Nas sub-parcelas sob os poleiros de cabos, torres secas e torres de cipó foram encontradas 37, 36 e 35 espécies vegetais nativas e 16, 18 e 16 plântulas/m<sup>2</sup>, respectivamente. Ocorreram 12 espécies zoocóricas, provavelmente disseminadas por aves que foram avistadas usando os poleiros, tais como, sanhaços (*Thraupis sayaca* (Linnaeus, 1766)) e tiranídeos (*Myiozetetes similis* (Spix, 1825) e *Elaenia flavogaster* (Thunberg, 1822)), provavelmente trazendo sementes dos fragmentos mais próximos. Entre as espécies vegetais zoocóricas, foram registradas as arbóreas *Alchornea sidifolia* Müll. Arg, *Cecropia pachystachya* Trécul, *Lithraea molleoides* Engl, *Solanum granuloso-leprosum* Dunal, *Solanum variabile* Mart, e *T. micrantha*; e as herbáceas *Commelina diffusa* Burm. f, *Physalis pubescens* L., *Sida rhombifolia* L., *Solanum americanum* Mill., *Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw. e *Tilesia baccata* (L.) Pruski.

### Transposição de solo

Foram introduzidas nas sub-parcelas, através da transposição de solo, 39 espécies nativas regionais com dez plântulas/m<sup>2</sup>. Foram detectadas diversas espécies zoocóricas com potencial de atração de aves (*A. sidifolia*, *Momordica charantia* L., *T. baccata* e *T. micrantha*), de morcegos (*C. pachystachia*, *S. americanum*, *S. granuloso-leprosum*, *Solanum palinacanthum* Dunal, *S. variabile*) e até mesmo de pequenos e grandes mamíferos (*S. rhombifolia* e *Pereskia grandifolia* Haw.). A espécie que apresentou maior densidade foi *T. micrantha* com 1,5 indivíduos por m<sup>2</sup>.

### Transposição de placas de mudas germinadas da chuva de sementes

O uso de placas de mudas germinadas da chuva de sementes foi potencial para a manutenção da sobrevivência de mudas na época de estiagem. Com a chuva de sementes, de apenas três meses de coleta, formaram-se densos agrupamentos de diversidade nas sub-parcelas, com 64 plântulas/m<sup>2</sup> de 32 espécies nativas, permitindo a formação de um microclima mais ameno e propício para a emergência de plântulas esciófitas na área degradada.

Diversas espécies vegetais atrativas de fauna foram introduzidas na área através desta técnica, a saber: *A. sidifolia*, Bromeliaceae, *Campomanesia* sp. Ruiz & Pav., *C. pachystachia*, *C. diffusa*, *Citharexylum myrianthum* Cham, *L. molleoides*, *Maclura tinctoria* (L.) D. Don ex Steud., *Maytenus robusta* Reissek, *Passiflora amethystina* J.C. Mikan, *Psidium* sp. L., *S. terebinthifolius*, *S. granuloso-leprosum*, *S. variabile* e *Symplocos* sp. Jacq.

### Plantio de árvores em grupos de Anderson

Nas sub-parcelas sob o tratamento grupo de mudas com cobertura anual de milho e girassol, foram encontradas 12 plântulas/m<sup>2</sup> de 25 espécies nativas (incluindo as cinco mudas plantadas). Houve destaque em densidade para a erva *Diodia alata* Nees & Mart. (autocoria) e para a arbórea *T. micrantha*, com 1 e 2 plântulas/m<sup>2</sup>, respectivamente. Não foi registrado recrutamento de milho e girassol.

No tratamento grupo de mudas com colar foram amostradas 8 plântulas/m<sup>2</sup> de 26 espécies nativas (contendo aquelas plantadas via mudas). A planta que atingiu maior densidade foi *T. micrantha*, espécie que além de ter sido plantada via mudas também fora encontrada na regeneração.

Os grupos de mudas sem cobertura viva e colar de proteção apresentaram 29 espécies nativas e 12 plântulas/m<sup>2</sup>, incluindo as cinco mudas plantadas. As espécies com maior densidade foram: o arbusto *Eupatorium* sp. L. e a erva *S. rhombifolia*, capaz de atrair animais em poucos meses.

Os grupos de Anderson rapidamente formaram “moitas” sombreadas em meio à pastagem, formando núcleos de diversidade. Um fato curioso registrado foi que 4% dos grupos de Anderson apresentaram nidificação por tiziu (*Volatinia jacarina* (Linnaeus, 1766)), sendo 3% em mudas de *G. ulmifolia* e 1% em mudas de *S. terebinthifolius*. Não foram encontrados ninhos de aves no plantio tradicional.

### **Sucessão**

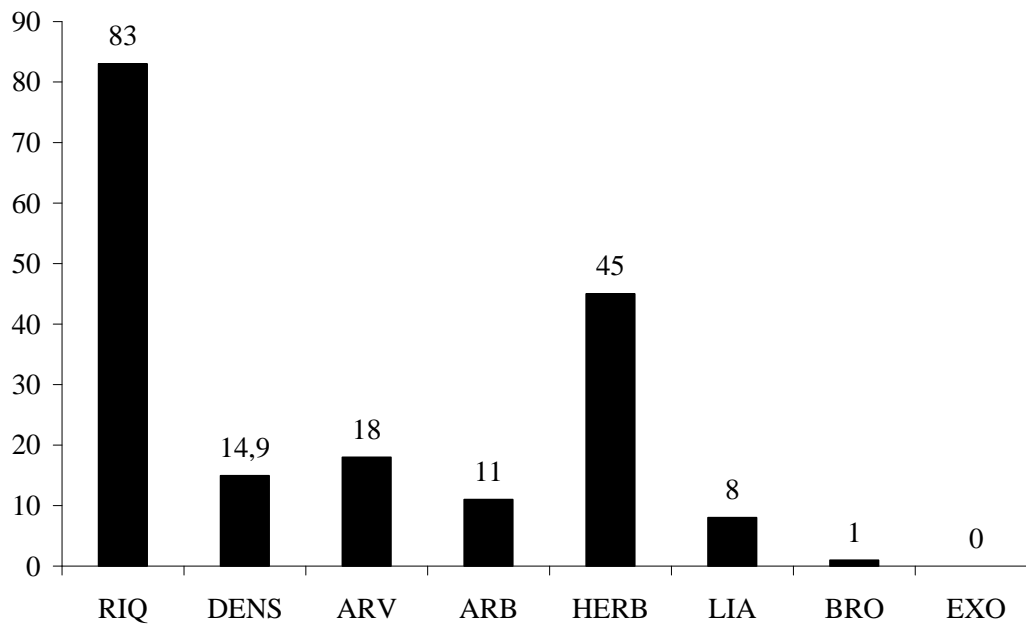
Nas sub-parcelas do tratamento-controle denominado “Sucessão”, onde não foi aplicada nenhuma técnica de restauração, apresentou-se baixa densidade (2 plântulas/m<sup>2</sup>) e riqueza, com apenas sete espécies nativas, sendo apenas duas espécies zoocóricas: a liana *M. charantia* e a erva *S. rhombifolia*. Este dado indicou a baixa resiliência ambiental (Pimm, 1991) da área degradada sem a aplicação de técnicas de restauração.

### **Testemunha**

O tratamento denominado testemunha, o qual incluiu somente a retirada do solo superficial, apresentou bons resultados de riqueza e densidade de espécies nas sub-parcelas, com 26 espécies nativas (8 zoocórica) e 9 plântulas/m<sup>2</sup>. Portanto, a simples retirada da camada superficial de solo, em parcelas de 1 m<sup>2</sup>, se mostrou um interessante tratamento para o controle de invasão de *Brachiaria* e acréscimo de diversidade vegetal. Isto ocorreu, provavelmente, devido à retirada do banco de sementes de *Brachiaria* associado com o incremento de chuva de sementes na área devido às outras técnicas de nucleação.

### **Análise preliminar da nucleação**

O conjunto de técnicas de nucleação exibiu uma densidade de plantas de 15 indivíduos/m<sup>2</sup> e uma riqueza florística de 82 espécies nativas. Foram registradas espécies de várias formas de vida, incluindo ervas, arbustos, árvores, lianas e até mesmo uma espécie de bromeliácea, família de extrema importância na atração de animais em áreas degradadas, principalmente pelo seu acúmulo de água. Finalmente, a nucleação contou apenas com espécies nativas, essencialmente regionais, e muitas de difícil produção em viveiros florestais (Fig. 1).



**Figura 1:** Características de plântulas (inclui mudas plantadas) amostradas em 192 parcelas de 1 m<sup>2</sup> em sistema de nucleação, aos 12 meses de idade. Onde: RIQ = riqueza (nº de espécies vegetais nativas), DENS = densidade (nº de indivíduos/m<sup>2</sup>), ARV = nº de espécies arbóreas, ARB = nº de espécies arbustivas, HERB = nº de espécies herbáceas, LIA = nº de espécies de lianas, BRO = nº de espécies bromeliáceas, EXO = espécies exóticas

## CONCLUSÕES

Com um ano de idade, apesar de ser um estudo ainda de caráter preliminar, já se pôde notar o potencial das técnicas de nucleação, usadas em conjunto. Percebeu-se uma diversidade de micro-condições ambientais, que provavelmente disponibilizaram abrigo e recursos alimentares e reprodutivos para espécies da fauna e flora, os quais são fundamentais na reestruturação de interações ecológicas perdidas com a degradação do habitat natural. Os núcleos trabalhados ocuparam apenas 15% da área total, promovendo heterogeneidade espacial e temporal (Stewart *et al.*, 2002). Nos 85% de área destinada aos “espaços vazios” para expressão da regeneração natural ainda ocorre infestação por *Brachiaria*. No entanto, diversas espécies herbáceo-arbustivas, tais como as popularmente chamadas “mata-pasto” (Asteraceae), têm construído a base da sucessão inicial (Gomez-Aparicio *et al.*, 2004) nestes espaços, florindo e frutificando rapidamente. Foram re-introduzidas várias espécies zoocóricas dos fragmentos mais próximos para a área degradada, o que denota maior probabilidade de fluxo gênico na paisagem. Desta forma, a área degradada recebeu um aporte de biodiversidade dos fragmentos ocorrentes na paisagem. Com o desenvolvimento sucessional, espera-se uma maior biodiversidade na área, podendo ocorrer um incremento nos fluxos ecológicos, em um mecanismo de retroalimentação entre a área restaurada e a paisagem (Reis *et al.*, 2010). É importante salientar que o monitoramento ambiental de áreas em restauração, ao longo prazo, é primordial para uma avaliação mais concisa do sucesso do sistema implantado.

No atual estágio de conhecimento, parece ser consenso entre os ecólogos da restauração no Brasil, que é necessário permitir uma natureza participativa, incluindo a aceleração da própria sucessão natural, com abordagem ecossistêmica, não-determinística e ao nível de paisagem (Rodrigues *et al.*, 2009). Inferiu-se que a nucleação proporcionou alta heterogeneidade ambiental na área degradada e uma probabilidade de conectividade de fluxos ecológicos na paisagem.

## Agradecimentos

ÓRGÃOS FINANCIADORES: Votorantim Celulose e Papel; Casa da Floresta Assessoria Ambiental; Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq - Brasil.

## BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON, M. L. 1953. Spaced-Group planting. *Unasyuva*. Roma. v. 7, n. 2, p. 1-14.
- BECHARA, F. C.; CAMPOS FILHO, E. M.; BARRETTO, K. D.; GABRIEL, V. A.; ANTUNES, A. Z.; REIS, A. 2007. Unidades demonstrativas de restauração ecológica através de técnicas nucleadoras de biodiversidade. *Revista Brasileira de Biociências*. Porto Alegre. v.5, p.9-11.
- DAMASCENO, A. C. F. 2005. Macrofauna edáfica, regeneração natural de espécies arbóreas, lianas e epífitas em florestas em processo de restauração com diferentes idades no Pontal do Paranapanema. 107 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Universidade de São Paulo. Piracicaba.
- ENGEL, V. L.; PARROTA, J. A. 2003. Definindo a Restauração Ecológica: Tendências e Perspectivas Mundiais. In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES L. F. D; ENGEL V. L.; GANDARA, F. B (Org.). Restauração ecológica de ecossistemas naturais. FEPAF. Botucatu. p. 1-26.
- ESALQ - ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA LUIZ DE QUEIROZ. Núcleo de Monitoramento Agroclimático. Piracicaba, 2007. Disponível em: <<http://www.lce.esalq.usp.br/nurma.html>>.
- GOMEZ-APARICIO, L.; ZAMORA, R.; GOMEZ, J. M.; HODAR, J. A.; CASTRO, J.; BARAZA, E. 2004. Applying plant facilitation to forest restoration: a meta-analysis of the use of shrubs as nurse plants. *Ecological Applications*. Tempe. v. 14, n. 4, p. 1128-1138.
- GRIFFITH, J. J.; TOY, T. J. 2005. O modelo físico-social da recuperação ambiental. *Brasil Mineral*. São Paulo. v. 42, p. 166-174.
- HARDT, E.; PEREIRA-SILVA, E. F. L.; ZAKIA, M. J. B.; LIMA, W. P. 2006. Plantios de restauração de matas ciliares em minerações de areia da Bacia do Rio Corumbataí: eficácia na recuperação da biodiversidade. *Scientia forestalis*. Piracicaba. n. 70, p. 107-123.
- METZGER, J. P. 2006. How to deal with non-obvious rules for biodiversity conservation in fragmented areas. *Natureza & Conservação*. Curitiba. v. 4, n. 2, p. 125-137.
- PIMM, S. L. 1991. The balance of nature: ecological issues in the conservation of species and communities. The University of Chicago Press. Chicago. 434 p.
- REIS, A.; BECHARA, F. C.; ESPINDOLA, M. B.; VIEIRA, N. K.; SOUZA, L. L. 2003. Restoration of damaged land areas: using nucleation to improve successional processes. *Natureza & Conservação*. Curitiba. v. 1, n. 1, p. 85-92.
- REIS, A.; BECHARA, F. C.; TRES, D. R. 2010. Nucleation in tropical ecological restoration. *Scientia Agrícola*. Piracicaba. v.67, n.2, p.244-250.
- REIS, A.; KAGEYAMA, P. Y. 2003. Restauração de áreas degradadas utilizando interações interespecíficas. In: KAGEYAMA, P. Y.; OLIVEIRA, R. E.; MORAES L. F. D; ENGEL V. L.; GANDARA, F. B (Org.). Restauração ecológica de ecossistemas naturais. FEPAF. Botucatu. p. 98-110.
- REIS, A.; TRES, D. R. 2007. Recuperación de áreas degradadas: la función de la nucleación. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA, 2. Proceedings. Santa Clara.
- REIS, A.; TRES, D. R.; SCARIOT, E. C. 2007. Restauração na Floresta Ombrófila Mista através da sucessão natural. *Pesquisa Florestal Brasileira*. Colombo. v.55, p.67-73.
- RODRIGUES, R. R.; LIMA, R. A. F.; GANDOLFI, S.; NAVE, A. G. 2009. On the restoration of high diversity forests: 30 years of experience in the Brazilian Atlantic Forest. *Biological Conservation*. London. v. 142, p. 1242-1251.
- SHIELS, A. B.; WALKER, L. R. 2003. Bird perches increase forest seeds on Puerto Rican landslides. *Restoration Ecology*. Malden. v. 11, n. 4, p. 457-465.
- SORREANO, M. C. M. 2002. Avaliação de aspectos da dinâmica de florestas restauradas, com diferentes idades. 145 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Universidade de São Paulo. Piracicaba.
- SOUZA, F. M.; BATISTA, J. L. F. 2004. Restoration of seasonal semideciduous Forest in Brazil: influence of age and restoration design on forest structure. *Forest Ecology and Management*. Cambridge. v. 196, p. 275-285.
- STEWART, A. J. A.; JOHN, E. A.; HUTCHINGS, M. J. 2002. The world is heterogeneous: ecological consequences of living in a patchy environment. In: HUTCHINGS, M. J.; JOHN, E. A.; STEWART, A. J. A. (Ed.). The ecological consequences of environmental heterogeneity. University Press. Cambridge. p.1-8.
- WILSON, S. D. 2002. Heterogeneity, diversity and scale in plant communities. In: HUTCHINGS, M. J.; JOHN, E. A.; STEWART, A. J. A. (Ed.). The ecological consequences of environmental heterogeneity. University Press. Cambridge. p.52-69.
- YARRANTON, G. A.; MORRISON, R.G. 1974. Spatial dynamics of a primary succession: nucleation. *Journal of Ecology*. Oxford. v. 62, n. 2, p. 417-428.



# ESTIMATIVA DO ESTOQUE DE CARBONO UTILIZANDO DOIS MODELOS DE EQUAÇÃO DE BIOMASSA EM UM TRECHO DE MATA CILIAR RESTAURADA EM PIRACICABA – SÃO PAULO - BRASIL

**Estimate of carbon pool using two biomass equation models in a riparian restored forest at Piracicaba, São Paulo - Brazil.**

**Cunha, C. R. <sup>1</sup>; Gorenstein, M. R. <sup>2</sup>; Nicoletti, M. F. <sup>3</sup>; Castro, T. N. <sup>3,1</sup>**

<sup>1</sup>Mestranda em Recursos Florestais na Universidade de São Paulo – Avenida Pádua Dias, 11 - Caixa Postal 09 - Piracicaba, SP – CEP: 13418-900. cacaflorestal@usp.br; <sup>2</sup>Professor Titular do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, Estrada para Boa Esperança Km 4, CEP: 85660-000 – Dois Vizinhos/PR. mrgorens@esalq.usp.br; <sup>3</sup>Mestrandos em Recursos Florestais na Universidade de São Paulo – Avenida Pádua Dias, 11 - Caixa Postal 09 - Piracicaba, SP – CEP: 13418-900. mfnicoletti@usp.br; tito.castro@usp.br.

## RESUMO

O presente trabalho teve como objetivos comparar a estimativa de estoque de carbono utilizando dois modelos de equação de biomassa em um trecho de mata ciliar do ribeirão Piracicamirim – no município de Piracicaba, São Paulo – Brasil. Para o cálculo de biomassa foi considerado o fator de conversão 0,50 equação alométrica desenvolvida para florestas tropicais proposta por Brown e toda a biomassa viva acima do solo onde também foi encontrada a superestimativa total de 89% a mais do que ocorreria com a equação utilizada neste levantamento comparando com o segundo modelo utilizando 0,48 – valor comumente utilizado na maioria dos artigos em questão, analisados e também comparados, utilizando apenas o fuste, com a equação ajustada de Scolforo 1994 – considerando 61,01% de biomassa. O volume de biomassa por hectare e carbono encontrado foi de 170,1 Mg.ha<sup>-1</sup> e 74 Mg.ha<sup>-1</sup> respectivamente para os dois modelos.

**Palavras-Chave:** fator de conversão, comparação, densidade da madeira.

## SUMMARY

This study aimed to compare the estimated carbon stock using two biomass equation models in a forest fragment at Piracicamirim river - in Piracicaba, São Paulo - Brazil. To calculate the biomass, it was considered the conversion factor 0,50 for allometric equation developed for tropical forests proposed by Brown and all living biomass above ground where there is an total overestimate of 89% than would occur with the equation used in this survey compared with the second model that used 0.48 - the value commonly used in most of the articles in question, analyzed and also compared, using only the trunk, with the Scolforo (1994) equation adjusted - whereas 61.01% of biomass. The volume of biomass per hectare carbon found was 170.1 Mg.ha<sup>-1</sup>, and 74 Mg.ha<sup>-1</sup> respectively for the two models.

**Keywords:** conversion factor, comparable, wood density.

## INTRODUÇÃO

A restauração de florestas ciliares tinha, até pouco tempo, como metas, restaurar as funções de recursos abióticos (solo e água) e também restabelecer a diversidade biológica e os processos ecológicos do ecossistema original que fora destruído. Surgiu assim uma nova demanda direcionada para as pesquisas sobre a restauração de florestas: quantificar esse serviço ambiental prestado pelos diferentes modelos de plantio em diferentes situações ambientais e discutir a eficácia dessa estratégia na redução de níveis de CO<sub>2</sub> atmosférico (MELLO, 2006).

A matéria seca que constitui a biomassa é formada especialmente por carbono e por nutrientes minerais cujas concentrações variam com a espécie, fase de desenvolvimento, estado nutricional, condições edafoclimáticas e com a parte do vegetal considerada (LARCHER, 1986). Segundo Krapfenbauer (1982), na madeira das árvores, encontram-se, em média, 50% de carbono, 43% de oxigênio, 6% de hidrogênio e 1% de elementos minerais. A estimativa de biomassa de florestas pode nos proporcionar informações sobre o estoque de macro e micro nutrientes retidos na vegetação, sendo de grande importância nas atividades de manejo florestal, no que se refere ao uso sustentável dos recursos naturais e também nas questões de clima, nas quais a biomassa é usada para estimar o estoque de carbono e quantidade de CO<sub>2</sub> liberado à atmosfera devido à adoção de diferentes usos da terra (FEARNSIDE *et al.*, 1993; FEARNSIDE, 1994; HIGUCHI, 1994; SALOMÃO, 1994; CARVALHO, 1996; BROWN, 1997; HAIRIAH *et al.*, 2001).

As estimativas de biomassa de um ecossistema podem ser obtidas por métodos diretos (destrutivo) ou indiretos (não destrutivo). O Método Direto é mais acurado e eficaz, mas é difícil pesar todas as árvores de uma área e, em geral, trabalhos que utilizam o método direto baseiam-se em poucas e pequenas parcelas, tendenciosamente escolhidas. O Método Indireto é mais rápido, não corta, não pesa e nem seca nenhum indivíduo, pode amostrar uma área maior e maior número de indivíduos, pois, utiliza variáveis mais facilmente obtidas no campo, como o diâmetro a 1,30 m acima do solo (diâmetro à altura do peito - DAP), porém, esse método está sujeito a erros de medição que nem sempre são mencionados (HIGUCHI *et al.*, 1998)

Embora, seja conhecido que, ao determinar-se à densidade de carbono, com base em dados obtidos em parcelas, pode ocorrer influência nos resultados, por causa da fertilidade, sítio, interferência humana e outros fatores naturais e biológicos, o que numa larga variação da densidade de carbono, pode resultar numa superestimativa do estoque de carbono. Por isso, na China, são utilizados dados de inventários florestais para estimar o estoque de carbono das florestas, tanto em nível regional como nacional. O inventário florestal é preferível à maioria das outras fontes de informações para estimar do estoque de carbono, porque ele consegue abarcar com maior realidade as fontes de variação dos dados bases acerca do volume por hectare em todos os tipos florestais em diferentes condições biológicas (FANG *et al.*, 1998).

Para Higuchi *et al.* (1998) as estimativas de biomassa acima do solo são imprescindíveis aos estudos do balanço global de carbono e também representam um importante indicador para monitorar e avaliar a exportação de nutrientes após exploração florestal, na busca de minimizar os impactos ambientais gerados por essa atividade.

Quanto ao mercado de créditos de carbono, ele depende de imediato, deste conhecimento, da proposição de técnicas que apresentem uma combinação ótima de precisão e aplicabilidade para o monitoramento da fixação de carbono pelas florestas plantadas (ROCHA, 2004).

Dessa forma, o trabalho realizado busca: Estimar o de estoque de carbono neste trecho de mata ciliar utilizando duas metodologias, uma abordada por Brown 1997, utilizando fator de conversão 0,5 e outra abordada pela maioria dos autores utilizando fator de conversão 0,48.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Caracterização da área de estudo**

A vegetação ripária existente fica próximo ao departamento de Ciências Florestais da Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz” – Universidade de São Paulo (ESALQ/USP) é usada anualmente para aulas práticas, principalmente pelas disciplinas de Mensuração Florestal e Ecologia Florestal. Essa mata é carinhosamente chamada pelos alunos de “Matinha do Pisca” e forma, junto com a Mata da Pedreira, Mata do Pomar e o Parque da

ESALQ, um contíguo que é o principal fragmento da vegetação da região metropolitana de Piracicaba (SPAROVECK & COSTA, 2004).

A mesma apresenta uma área de 9.520 m<sup>2</sup>, está localizada nas coordenadas 22°42'23'' S e 47°37'39'' W, margeando o Ribeirão Piracicamirim. A área de estudo está localizada na província geomorfológica da Depressão Periférica na zona do Médio-Tietê (ROSS & MOROZ, 1997), o solo é classificado como uma associação de NITOSSOLO VERMELHO eutroférico léptico, NITOSSOLO VERMELHO eutroférico típico e CAMBISSOLO HÁPLICO eutroférico léptico, sobre diabásio da formação Serra Geral (TORRADO *et al.*, 2004). O clima é Cwa (Köppen), tropical com inverno seco e verão chuvoso, com precipitação média anual de 1.200 mm e temperatura média de 21,4° C. (SENTELHAS *et al.*, 1998). A situação topográfica na área é comum aos rios da região de Piracicaba (RODRIGUES, 1999), com o ribeirão bem encaixado e uma elevação suave no terreno à medida que se distancia do curso d'água, a altitude média é de 528 m e a declividade chega a mais que 15% (BARRETO *et al.*, 2006). A vegetação da área é classificada como Floresta Estacional Semidecidual Aluvial, que se caracteriza pela estacionalidade, um verão quente e chuvoso e um inverno frio e seco, e pela perda das folhas por parte das espécies no inverno (VELOSO, 1992). O dossel apresenta-se contínuo com cerca de 20 m de altura, com árvores emergentes que podem alcançar até 30 m, e árvores de estratos intermediários com alturas variando entre 10 a 15 m. O sub-bosque chama a atenção para o grande número de indivíduos de café - *Coffea arabica* L.

### **Procedimento de Campo**

Primeiramente a área foi dividida em 7 (sete) glebas a partir de trilhas que já existiam e que cortam a mata no sentido vertical, nomeadas por letras de A à G. A delimitação das glebas ocorreu seguindo-se as trilhas do início ao fim e em cada ponto inicial e final foram demarcadas com “bandeirinhas” importadas, de coloração forte, de fácil visualização onde também foram coletados os pontos de início e fim de cada uma com GPS e as medidas em metros com Medidor de Distâncias DME.

### **Censo do Estrato Arbóreo e Inventário da área**

O Inventário das espécies arbustivas-arbóreas foi realizado nos meses de agosto, setembro e outubro de 2008. Para o levantamento e quantificação do estrato arbóreo foi realizado censo da área. O estrato arbóreo foi dividido em duas classes de tamanho: a primeira classe corresponde às árvores com diâmetro à altura do peito (DAP) acima de dez centímetros. A segunda classe corresponde às árvores com DAP variando entre cinco a dez centímetros.

Todos os indivíduos foram plaqueados, medidos e identificados. As medições foram realizadas com fita métrica, obtendo desta forma o perímetro do círculo, ou seja, a circunferência à altura do peito (CAP), que posteriormente foram transformados em DAP para a análise de dados. As árvores foram marcadas com placa de metal numeradas pregadas no tronco voltadas na direção do rio, a uma altura aproximada de 1,70 metros. Esse procedimento foi adotado para evitar a poluição visual e vandalismo. Os indivíduos também foram coletados e identificados mediante o uso de gancho de coleta – podão. As espécies foram classificadas pelo sistema APG II (Souza & Lorenzi, 2005). A marcação e identificação dos indivíduos da primeira classe (DAP > 10 cm), já haviam sido realizadas em outro trabalho (ARANHA, *et al.*, 2006).

Foi realizado o inventário da área levando em conta os parâmetros estruturais das espécies com os cálculos de densidade, área basal, volume e o cálculo da estimativa de biomassa.

A densidade absoluta foi estimada, segundo (FINOL, 1971 apud ALVARENGA, 2004) por meio da razão entre o número de indivíduos amostrados de uma determinada

espécie e a área amostrada. Já a densidade relativa apresenta o valor percentual da razão entre a densidade absoluta de cada espécie e a soma de todas as densidades. Esses parâmetros foram calculados através das seguintes fórmulas:  $DAi = Ni/A$ ,  $Dri = (DAi/DAT) * 100$  Onde:  $DAi$  = Densidade absoluta para a i-ésima espécie;  $Dri$  = Densidade relativa para a i-ésima espécie;  $DAT$  = Soma de todas as densidades absolutas;  $Ni$  = Número de indivíduos amostrados da i-ésima espécie;  $A$  = área amostrada, em hectare. Já o cálculo de área basal ou dominância absoluta foi realizado através do somatório das áreas seccionais dos indivíduos pertencentes a uma mesma espécie, por unidade de área.  $G = \sum gi$ ;  $g = (\pi) / 40000 * DAP^2$ . Onde:  $\pi$  = constante trigonométrica  $\pi = 3,1416$  e  $DAP$  = diâmetro a 1,30m do solo (cm).

Para o cálculo da equação do volume, utilizou-se um modelo de ajuste da equação de dados de uma floresta estacional semidecidual montana de Minas Gerais (Scolforo et al., 1994), na qual foram testados mais quatro modelos de equação de volume local, sempre em função da DAP realizado por Rocha (2004). Dentre os modelos testados, ocorreu o problema de heterocedasticidade, onde os dois primeiros modelos foram ajustados pelo método dos quadrados mínimos ponderados tendo como peso  $1/(dap^3)$ , foi aplicado à seguinte fórmula, utilizado nos cálculos de volume:  $Vi = 0,005698 - 0,002700 * (DAP) + 0,0005226 * (DAP^2)$  Onde:  $DAP$  = diâmetro a 1,30m do solo. (cm)

### Cálculo da estimativa de Biomassa

Para o cálculo da biomassa foram utilizados os valores de volume de cada indivíduo considerando apenas a DAP, multiplicado pelo valor da densidade característica da espécie (Embrapa, 2003). Algumas espécies não apresentaram valores de densidade segundo as referências consultadas. A maioria dos valores das densidades foi encontrada em Lorenzi, (2002) e IPT, (1989).

Para tanto, os valores das densidades não encontradas foi calculado uma média segundo a classificação qualitativa como: descrição das características morfológicas da madeira e suas classes de densidade. As espécies não encontradas eram ocorrentes das seguintes classes de densidade: leve, moderadamente leve e pesada, onde estão representadas suas médias na Tabela 1 abaixo.

**Tabela 1. Cálculo da média das densidades não encontradas de determinadas espécies ocorrentes em um trecho de mata ciliar do ribeirão Piracicamirim, campus da ESALQ/USP, Piracicaba – SP.**

**Table 1. Averaging the densities of certain species not found occurring in a forest fragment at Piracicamirim river, ESALQ / USP, Piracicaba - SP.**

Classe de densidade	Densidades (g/cm <sup>3</sup> )	Densidade Média (g/cm <sup>3</sup> )
Leve	0,20 - 0,30	0,25
Moderadamente Leve	0,65 - 0,90	0,77
Pesada	0,91 - 1,12	1,01

### Cálculo da Estimativa de Estoque de Carbono

Para estimar o estoque de carbono utilizou-se um fator de conversão de 0,48 indicado para a maioria das florestas tropicais, segundo alguns autores em média a biomassa seca contém aproximadamente 48 % de carbono (MURILLO, 1997; HIGUCHI *et al.*, 1998). O valor da estimativa de carbono também foi realizado para cada indivíduo, sendo o valor da biomassa multiplicado pelo fator de conversão e logo o mesmo, foi calculada a soma para cada espécie através da seguinte fórmula:

$$C = B * 0,48, \text{ Onde: } B = \text{biomassa da espécie e } 0,48 = \text{fator de conversão}$$

## Comparação do cálculo da estimativa de biomassa e estoque de carbono utilizado, com a equação proposta por Brown, (1997)

Para a comparação entre as formulações aplicadas, também foi calculada a estimativa de biomassa e estoque de carbono nessa floresta pela equação de Brown, (1997) na qual se adotou a equação alométrica descrita abaixo:

$$Y = \exp[-1.996 + 2.32 \cdot \ln(DAP)], \text{ Onde: DAP} = \text{diâmetro a 1,30m do solo.}$$

A estimativa da proposta baseia-se no fator 0,5, recomendado por MacDicken, (1997). Relembrando que a equação de Brown considera toda a biomassa viva acima do solo, no presente estado, foi utilizado apenas uma variável, o valor da DAP e os respectivos valores de densidade de cada espécie.

A diferença em porcentagem da estimativa de biomassa e estoque de carbono utilizado com a equação de Brown, (1997) foi calculada através da fórmula:

$$Dif = (B. Brow - B. utilizada) / B utilizada * 100 \text{ Onde: B. Brown} = \text{Valor da equação da biomassa de Brown e B utilizada} = \text{Valor da equação da biomassa utilizada.}$$

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o cálculo da biomassa, os maiores valores encontrados foram das seguintes espécies: Pau-ferro - *Caesalpinia ferrea* var. *leiostachya* com 18,01 Mg.ha<sup>-1</sup>, Sibipiruna - *Caesalpinia pluviosa* DC. var. *peltophoroides* (Benth) G.P. Lewis com 12,66 Mg.ha<sup>-1</sup>, Chichá - *Sterculia chicha* A. St. Hil. com 11,16 Mg.ha<sup>-1</sup> e Bingueiro - *Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze com 10,17 Mg.ha<sup>-1</sup>, na qual representam 30,57 % da biomassa total. O volume de biomassa por hectare encontrado foi de 170,1 Mg.ha<sup>-1</sup>. No Gráfico 1 podemos observar a distribuição das 15 primeiras espécies com maior área basal, e seu aporte para a biomassa da floresta. Lembrando que cada espécie possui diferentes densidades da madeira, contribuindo de modo diferente para as estimativas de biomassa e carbono.

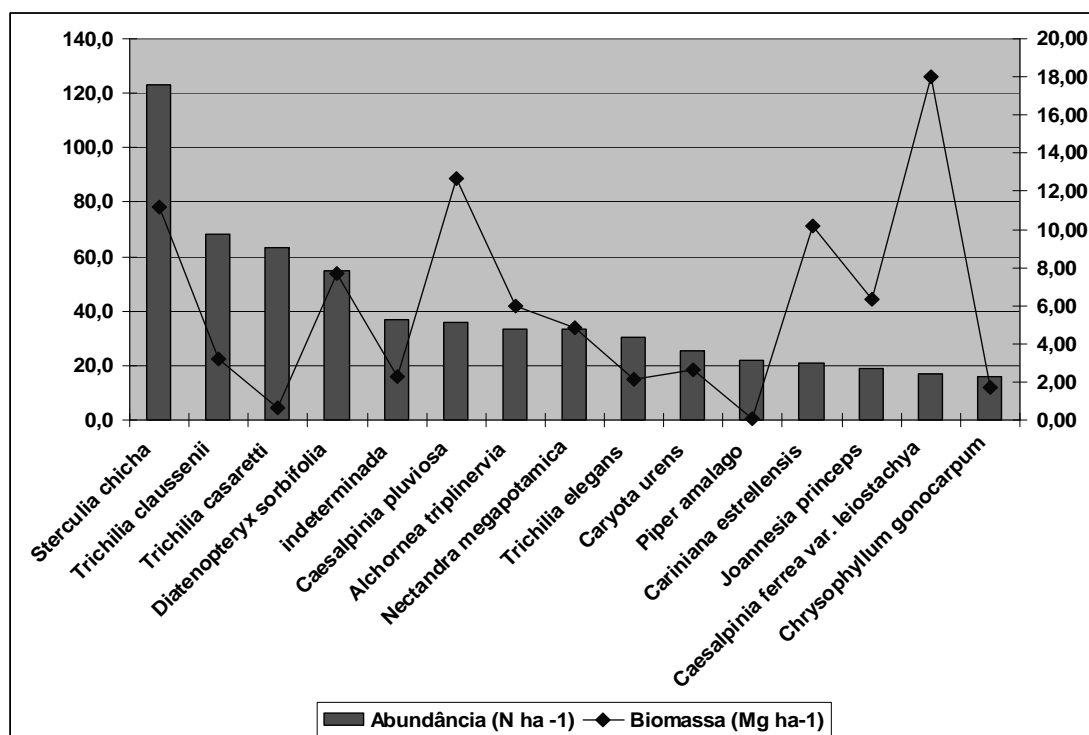
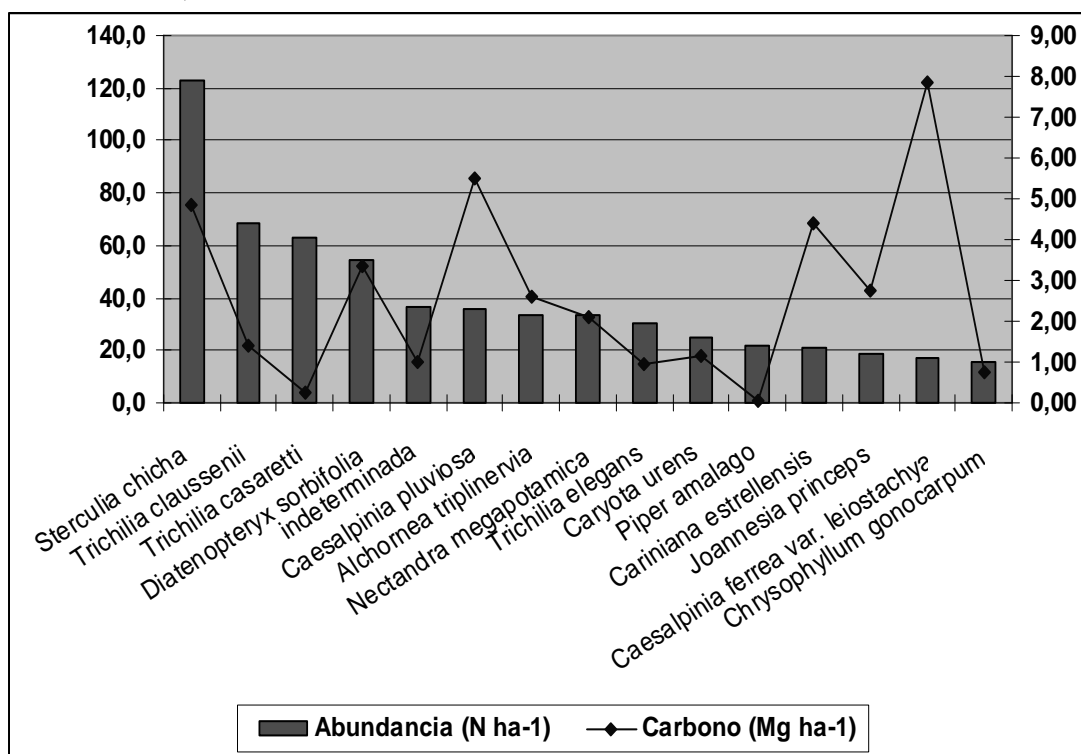


Gráfico 1. Distribuição de 15 espécies com maior abundância em função da área basal e biomassa de cada espécie, encontradas em um trecho de mata ciliar do ribeirão Piracicamirim, campus da ESALQ/USP, Piracicaba-SP.

**Graph 1. Distribution of 15 most abundant species on the basis of basal area and biomass of each species found in forest fragment at Piracicamirim river, ESALQ / USP Piracicaba-SP.**

No tocante à estimativa de carbono, as espécies que apresentam maiores valores são as mesmas espécies que apresentam os maiores valores da biomassa, pois a equação do carbono é a de biomassa vezes o fator “0,48”, constante encontrada na literatura, pois segundo alguns autores, em média a biomassa seca contém aproximadamente 48% de carbono (MURILLO, 1997; HIGUCHI *et al.*, 1998).

A soma dos valores de *Sterculia chicha* possui alta abundância, com 13,7% dos indivíduos e área basal de 10,79%. Tal espécie contribuiu menos com a biomassa e carbono, pois a densidade da madeira é classificada por Lorenzi (2002) como baixa, com valor de 0,39 g.m<sup>-3</sup>. O Gráfico 2 apresenta a relação entre a abundância que cada espécie representa e o estoque de carbono de todas elas, o que nos faz ressaltar que são condizentes a relação entre as diferentes densidades que cada uma apresenta e o volume que ela fornece, pois quanto maior a densidade, maior o volume encontrado.



**Gráfico 2. Relação entre a abundância em função das contribuições de carbono de cada espécie, encontrados em um trecho de mata ciliar do ribeirão Piracicamirim, Campus da ESALQ/USP, Piracicaba-SP.**

**Graph 2. Relationship between the abundance depending on the contributions of carbon species, found in forest fragment at Piracicamirim river, campus of ESALQ / USP, Piracicaba-SP.**

Também foi comparada a equação de biomassa pela derivação do volume e o fator 0,48 utilizado neste levantamento com a equação alométrica desenvolvida para florestas tropicais proposta por Brown (1997), e as estimativas de estoque de carbono basearam-se no fator 0,5 (MACDIKEN, 1997).

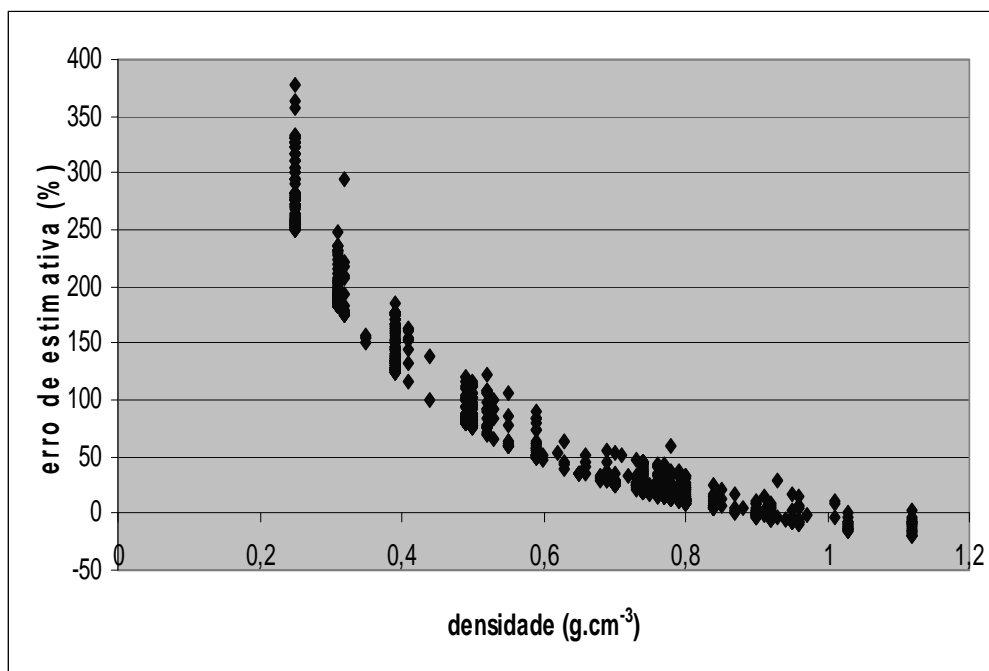
Este método de derivação do volume em biomassa e carbono reduz as incertezas na estimativa do estoque de carbono das florestas e tem sido usada para estimativas do estoque de carbono em florestas do Canadá, floresta dos Estados Unidos da América, florestas da Rússia e florestas da China (FANG *et al.*, 1998).

O método utiliza um fator de conversão para obter o estoque de carbono da vegetação, pela proporção entre a biomassa e o volume da floresta. O fator varia com o tipo florestal (espécies), região (qualidade do sítio), estágio de desenvolvimento (classe de idade) e

atividade humana. Além disto, devem-se conhecer a densidade básica da madeira, o conteúdo de carbono e a proporção do volume para a biomassa total (WANG et al., 2001).

A Gráfico 3 apresenta o erro de estimativa proposta por Brown utilizando o fator de conversão 0,5 em função dos valores reais das densidades de cada espécie, lembrando que a equação de volume não foi ajustada para a área de estudo, mas sim para florestas estacionais semidecíduais. Mas o que interfere de fato na diferenciação dos valores é a utilização do fator de forma empregado, onde alguns variam de 0,45 a 0,50, (MACDIKEN, 1997).

A equação de Brown superestima 89% a mais do que ocorreria com a equação utilizada neste levantamento. Isto ocorre, pois as espécies que possuem baixa densidade, a equação de Brown superestima e as espécies que possuem alta densidade seus valores são subestimados. Podemos observar que em certos casos os valores são superestimados até 363,38%. Esses valores são superestimados, pois a equação de Brown considera o valor da biomassa viva acima solo englobando fuste, galhos e folhas, já a equação que utilizamos considera somente uma variável, a DAP, ou melhor, o fuste, pois a equação de volume foi calculada em função do valor comercial da tora da madeira (SCOLFORO et.al., 1994). Os valores indicados na Gráfica 3 possuem superestimativas altas, pois é considerado toda a biomassa viva acima do solo, totalizando 100%.



**Gráfico 3. Erros de estimativas das densidades proposta pela equação de Brown (1997), considerando toda Biomassa Viva Acima do Solo em relação às densidades reais da variável fuste das espécies encontradas em um trecho de mata ciliar do ribeirão Piracicamirim, campus da ESALQ/USP, Piracicaba – SP.**

**Graph 3. Errors in estimates of the densities proposed by the equation of Brown (1997), considering all living biomass above ground in relation to actual density of the variable stem of the species found in a forest fragment Piracicamirim river, ESALQ / USP, Piracicaba - SP.**

Segundo CALDEIRA (2001), em um estudo com povoamento de Acácia Negra *Acacia mearnsii* De Wild foi encontrado 61,01% de acúmulo de biomassa somente no fuste. O método foi comparado com a contribuição que os fustes da mata ciliar representando 61,01%, e mesmo assim os valores de superestimativas são considerados altos.

## CONCLUSÕES

Segundo as estimativas de biomassa, conclui-se que esta floresta apresenta forte valor e que contribui significativamente para o acúmulo de carbono, pois a compartimentação da biomassa da aérea em classes de DAP é relativamente harmoniosa, ou seja, as árvores

pequenas (baixa biomassa) ocorrem com alta abundância. A discrepância nos valores de porcentagem do modelo proposto por Brown e no modelo mais utilizado foi considerado alto, concluindo assim, que o melhor fator de conversão seria 0,48 em função apenas do fuste.

## REFERÊNCIA

- ARANHA, B.A. *et al.* **Levantamento da flora arbórea de um trecho da vegetação ripária do ribeirão Piracicamirim no campus da ESALQ/USP**, Piracicaba – SP, no prelo, 2005.
- BARRETO, A. G. O. P., SPAROVECK, G., GIANNOTTI, M. Atlas Rural de Piracicaba, IPEF – Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, Piracicaba SP 2006.
- BROWN, S. Estimating biomass and biomass changing of tropical forests: a primer. **FAO Forestry Paper**, Rome, n.134, p.1-55, 1997.
- CARVALHO, A. R. **Avaliação de qualidade da água e da interação entre o ecossistema aquático e o ecossistema terrestre em dois afluentes do Rio Jacaré-Guaçu, na APA Corumbataí (Itirapina/SP)**. 115p. Dissertação (mestrado Engenharia Ambiental)-Universidade de São Paulo, São Carlos – SP. 1996.
- CALDEIRA, M. V. W., Acúmulo de Biomassa Aérea em um Povoamento de Acácia Mearnsii. **Revista Pol. Pesquisa Florestal** Jan-Jun, p. 95 a 104. 2001.
- EMBRAPA – Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento – **Estimativa de Biomassa e Estoque de Carbono de uma Floresta Secundária em Minas Gerais - 2003**.
- FANG, J.; WANG, G. G.; LIU, G.; XU, S. Forest biomass of Masson pine in Huitong, Human Province. **For. Res.** v.1, p. 117-134, 1998.
- FEARNSIDE, P. M.; LEAL FILHO, N.; FERNANDES, F. M. 1993. Rainforest Burning and the Global Budget: Biomass, combustion efficiency and charcoal formation in the Brazilian Amazon. **Journal of Geophysical Research**, 98 (D9):16733-26743.
- FEARNSIDE, P. M. 1994. *Biomassa das florestas amazônicas brasileiras*, In.: Seminário Emissão e Seqüestro de CO<sub>2</sub>: uma nova oportunidade de negócios para o Brasil. Porto alegre. **Anais... CVRD**, Rio de Janeiro. p. 95-124.
- HAIRIAH, K.; SITOMPULL, S.M.; NOORDWIJK, M. Van.; PALM, C. **Methods for sampling carbon stocks above and below ground**. In: Noordwijk, M. Van.; et al. (Ed.). Towards integrated natural resource management in forest margins of the humid tropics. Bogoi: ICRAF, 2001. p.3-49.
- HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; IMANAGA, M.; YOSHIDA, S. **Aboveground biomass estimate for Amazonian dense tropical moist forest**. *Memoirs of the Faculty of Agriculture*, 30 (39): 43-54. 1994.
- HIGUCHI, N.; SANTOS, J.; RIBEIRO, R. J.; MINETTE, L.; BIOT, Y. Biomassa da parte aérea da vegetação de floresta tropical úmida de terra-firme da Amazônia Brasileira. **Acta Amazonica**, 28 (2): 153-165. 1998.
- IPT – Fichas de características das madeiras brasileiras. Instituto de Pesquisas Tecnológicas – Divisão de Madeiras. Calvino Mainieri e João Peres Chimelo- São Paulo, 1989, 2º .ed.- Publicação IPT.
- KRAPFENBAUER, A. ; ANDRAE, F. **Pesquisas Ástro-Brasileiras 1973-1982 sobre Araucaria angustifolia, Podocarpus lambertii e Eucalyptus saligna**. Santa Maria : Universidade Federal de Santa Maria, 1982. p. 16-29
- LARCHER, W. **Utilização de carbono e produção de matéria seca**. In: LARCHER, W.; LAMBERT, A. *Ecofisiologia Vegetal*. São Paulo: EPU. 1986. p.74-160.
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**, vol. 1 / Harri Lorenzi. – 3. ed. – Nova Odessa, SP: Editora Plantarum, 2002.
- MACDICKEN, K. **A guide to monitoring carbon storage in forestry and agroforestry projects**. Arlington: Winrock International Institute for Agricultural Development, 1997.
- MELLO, A. C. G. & DURIGAN, G. Fixação de carbono em reflorestamentos de matas ciliares no Vale do Paranapanema, SP, Brasil. **Siencia Forestalis**.n. 71, p. 149-154, agosto 2006.
- MURILLO, M. A. Almacenamiento y fijación de Carbono en ecosistemas forestales. **Revista Forestal Centroamericana**, 6 (19):9-12. 1997.
- ROCHA, F. T. **Levantamento florestal na estação ecológica dos caetetus como subsídio para laudos de desapropriação ambiental**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2004.
- RODRIGUES, R. R. A vegetação de Piracicaba e municípios do entorno. Relatório Técnico (189). Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais. 1999.
- ROSS, J. L. S. & MOROZ, I. C. **Mapa geomorfológico do estado de São Paulo**: escala 1:500.000. FFLCH/USP, IPT, FAPESP. São Paulo. 1997.
- SALOMÃO, R. P. **Estimativas de biomassa e avaliação do estoque de carbono da vegetação de florestas primárias e secundárias de diversas idades (capoeiras) na Amazônia Oriental, município de Peixe-boi, Pará**. Dissertação de Mestrado, UFPA/MPEG, Belém. 53p. 1994.
- SPAROVECK, G. & COSTA, F. P. S. Evolução urbana e da cobertura vegetal de Piracicaba-SP (1940-2000). Caminhos de Geografia. **Revista on line**. 5(13): 65-88. 2004.
- SCOLFORO, J.R.S.; MELLO, J.M.; LIMA, C.S.A. 1994. Obtenção de relações quantitativas para estimativa de volume do fuste em floresta estacional semidecídua montana. **Cerne**, 1(1): 123-134.
- SENTELHAS, P. C., MARIN, F. R., PEREIRA R., ANGELOCCI, L. R., VILA NOVA, N. A. & BARBIERI, V. **Análise de dados climáticos e do balanço hídrico climatológico de Piracicaba (1917-1997)**. ESALQ/USP. Piracicaba. p.81. 1998.
- SOUZA, V. C. & LORENZI, H. **Botânica sistemática: Guia ilustrado para a identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II**. Nova Odessa, São Paulo. Instituto Plantarum. 2005.
- TORRADO, P. V., DE FARIA, L. E. O., SPAROVECK, G. & COOPER, M. **Mapa pedológico detalhado do campus “Luiz de Queiroz” – USP**. ESALQ/USP. Piracicaba. 2004.



VELOSO, H. P. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE/Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, p.93. 1992.

WANG, X.; FENG, Z.; OUYANG, Z. The impact of human disturbance on vegetative carbon storage in forest ecosystems in China. **Forest Ecology and Management**, v. 148, p. 117-123, 2001.

# INVENTÁRIO E AVALIAÇÃO DE UMA FLORESTA NATIVA IMPLANTADA EM UM TRECHO DE MATA CILIAR DO RIBEIRÃO PIRACICAMIRIM, PIRACICABA - SÃO PAULO - BRASIL.

## Inventory and evaluation of native implanted forest in a fragment of riparian forest at Piracicamirim river, Piracicaba - São Paulo - Brazil.

Cunha, C. R. <sup>1</sup>; Gorenstein, M. R. <sup>2</sup>; Batista, J. L. F. <sup>3</sup>; Nicoletti, M. F. <sup>4</sup>; Castro, T. N. <sup>4.1</sup>.

Mestranda em Recursos Florestais na Universidade de São Paulo – Avenida Pádua Dias, 11 - Caixa Postal 09 - Piracicaba, SP – CEP: 13418-900. cacaflorestal@usp.br; <sup>2</sup>Professor Titular do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, Estrada para Boa Esperança Km 4, CEP: 85660-000 – Dois Vizinhos/PR. mrgorens@esalq.usp.br; <sup>3</sup>Professor Titular do Departamento de Ciências Florestais da Universidade de São Paulo - Avenida Pádua Dias, 11 - Caixa Postal 09 - Piracicaba, SP – CEP: 13418-900. parsival@usp.br; <sup>4</sup>Mestrandos em Recursos Florestais da Universidade de São Paulo – Avenida Pádua Dias, 11 - Caixa Postal 09 - Piracicaba, SP – CEP: 13418-900. mfnicoletti@usp.br; tito.castro@usp.br.

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivos avaliar a vegetação do estrato arbóreo, seus índices de diversidade e equabilidade para o trecho de mata ciliar do ribeirão Piracicamirim. Foram amostrados todos os indivíduos da área com diâmetro a altura do peito (DAP). O estrato arbóreo foi dividido em duas classes de tamanho: a primeira classe corresponde às árvores com DAP acima de 10 cm, e a segunda classe com DAP variando entre 5 a 10 cm. A floresta apresentou indivíduos pertencentes a 106 espécies, 82 gêneros, 33 famílias e 17 ordens. Foram pesquisados porte, ocorrência, síndrome de dispersão, síndrome de polinização, densidade e área basal. A porcentagem de indivíduos mortos foi de 51 fustes, o que indica 5,6 % de mortalidade, aceitável para florestas ciliares. Segundo o Índice de Shannon ( $H'$ ) o valor de 3,67 nats/<sup>ind-1</sup>, e equabilidade de Pielou foi ( $J'$ ) 0,78, foi considerada diversidade florística razoável e índice de equabilidade de médio a alto.

**Palavras-chave:** levantamento florístico, índices de diversidade e equabilidade, área basal.

## SUMMARY

This study aimed to evaluate the upper stratum of vegetation, diversity and evenness indices for the fragment of riparian Piracicamirim. It was sampled all trees in the area with a diameter at breast height (DBH) upper than 5 cm. The upper stratum was divided into two size classes: one class corresponds to trees with DBH greater than 10 cm, the second class with DBH ranging from 5 to 10 cm. The forest presented individuals belonging to 106 species, 82 genera, 33 families and 17 orders. We surveyed sized, occurrence, dispersal syndrome, pollination syndrome, density and basal area. The percentage of dead individuals were 51 stems, which indicates 5.6% mortality, acceptable in riparian forests. According to the Shannon Index ( $H'$ ) value of 3.67 nats/<sup>ind-1</sup>, and evenness ( $J'$ ) 0.78, it was considered reasonable floristic diversity index and evenness was medium to high.

**Keywords:** Floristic composition, diversity index and evenness, basal area.

## INTRODUÇÃO

A utilização de fundamentos de amostragem para determinação ou estimativa de características florestais, sejam elas quantitativas ou qualitativas, são determinadas pelo Inventário Florestal. Ele tem a finalidade de informar o conhecimento do estoque presente da

floresta, conhecer e identificar o potencial da mesma, fornecer base para os estudos de crescimento e produção e base para conhecer a estrutura horizontal e vertical da floresta (SCOLFORO & MELLO, 1997).

Com a evolução da tecnologia e a constante pressão dos órgãos ambientais, os inventários tornaram-se muito mais complexos e informativos. Neste novo enfoque, os inventários que na maioria dos casos eram utilizados para determinação do volume de madeira existente na floresta, passaram a ser utilizados para determinação de outros aspectos como volume total, volume comercial, estágio sucessional da floresta, a avaliação da regeneração natural das espécies, e outras peculiaridades inerentes ao objetivo do inventário florestal e com diferentes métodos de amostragem. (MANTOVANI, *et al.*, 2005).

Segundo Pimentel Gomes (1987) citado por Rocha (2004), a amostragem é a parte da estatística que nos ensina a obter amostras representativas de uma população. Independente do tipo de amostragem existe algumas etapas a serem trilhadas. Quanto aos procedimentos de amostragem em florestas nativas os mesmos seguem uma cronologia de atividades a serem realizadas tais como: o contorno do fragmento, demarcação no espaço e sua rede de parcelas. Os estudos sobre a composição florística e a estrutura fitossociológica das formações florestais são de fundamental importância, pois oferecem subsídios para a compreensão da estrutura e da dinâmica dessas formações, parâmetros imprescindíveis para o manejo e regeneração de diferentes comunidades vegetais (MANZATTO, 2001 apud MOREIRA *et al.*, 2004).

Segundo a definição de Martins (2001), a fitossociologia envolve os estudos das interrelações de espécies vegetais dentro da comunidade vegetal no espaço e no tempo, e refere-se ao estudo quantitativo da composição, estrutura, dinâmica, história, distribuição e relações ambientais da comunidade vegetal, sendo justamente a idéia de quantificação que a distingue de um estudo florístico.

De acordo com Durigan (1999), a importância da existência de florestas ao longo dos rios e ao redor dos lagos e reservatórios, fundamentam-se num amplo espectro de benefícios que este tipo de vegetação traz ao ecossistema, exercendo função protetora e de recuperação sobre os recursos florestais bióticos e/ou abióticos. Dessa forma, o trabalho realizado busca: Compreender como está a vegetação do estrato arbóreo nesta mata ciliar quanto a sua diversidade e equabilidade, abundância e área basal.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Caracterização da área de estudo**

A vegetação ripária existente fica próximo ao departamento de Ciências Florestais da Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz” – Universidade de São Paulo (ESALQ/USP) é usada anualmente para aulas práticas, principalmente pelas disciplinas de Mensuração Florestal e Ecologia Florestal. Essa mata é carinhosamente chamada pelos alunos de “Matinha do Pesca” e forma, junto com a Mata da Pedreira, Mata do Pomar e o Parque da ESALQ, um contíguo que é o principal fragmento da vegetação da região metropolitana de Piracicaba (SPAROVECK & COSTA, 2004). A mesma apresenta uma área de 9.520 m<sup>2</sup>, está localizada nas coordenadas 22°42’23’’ S e 47°37’39’’ W, margeando o Ribeirão Piracicamirim. A área de estudo está localizada na província geomorfológica da Depressão Periférica na zona do Médio-Tietê (ROSS & MOROZ, 1997), o solo é classificado como uma associação de NITOSSOLO VERMELHO eutroférico léptico, NITOSSOLO VERMELHO eutroférico típico e CAMBISSOLO HÁPLICO eutroférico léptico, sobre diabásio da formação Serra Geral (TORRADO *et al.*, 2004). O clima é Cwa (Köppen), tropical com inverno seco e verão chuvoso, com precipitação média anual de 1.200 mm e temperatura média de 21,4° C. (SENTELHAS *et al.*, 1998). A situação topográfica na área é comum aos rios da região de Piracicaba (Rodrigues, 1999), com o ribeirão bem encaixado e uma elevação

suave no terreno à medida que se distancia do curso d'água, a altitude média é de 528 m e a declividade chega a mais que 15% (BARRETO *et al.*, 2006).

A vegetação da área é classificada como Floresta Estacional Semidecidual Aluvial, que se caracteriza pela estacionalidade, um verão quente e chuvoso e um inverno frio e seco, e pela perda das folhas por parte das espécies no inverno (VELOSO, 1992). O dossel apresenta-se contínuo com cerca de 20 m de altura, com árvores emergentes que podem alcançar até 30 m, e árvores de estratos intermediários com alturas variando entre 10 a 15 m. O sub-bosque chama a atenção para o grande número de indivíduos de café - *Coffea arabica* L.

### **Procedimento de Campo**

Primeiramente a área foi dividida em 7 (sete) glebas a partir de trilhas que já existiam e que cortam a mata no sentido vertical, nomeadas por letras de A à G. A delimitação das glebas ocorreu seguindo-se as trilhas do início ao fim e em cada ponto inicial e final foram demarcadas com “bandeirinhas” importadas, de coloração forte, de fácil visualização onde também foram coletados os pontos de início e fim de cada uma com GPS e as medidas em metros com Medidor de Distâncias DME.

O Medidor de distâncias DME é um aparelho que trabalha através de tecnologia ultrasônica num ângulo de 360 graus, possui um tamanho que permite seu transporte no bolso e é bastante resistente ao trabalho de campo. Ele oferece medições rápidas e exatas mesmo em terreno difícil e de densa folhagem. A partir desta divisão iniciaram-se os trabalhos em campo e a coleta de dados.

### **Censo do Estrato Arbóreo**

O Inventário das espécies arbustivas-arbóreas foi realizado nos meses de agosto, setembro e outubro de 2008. Para o levantamento e quantificação do estrato arbóreo foi realizado censo da área. O estrato arbóreo foi dividido em duas classes de tamanho: a primeira classe corresponde às árvores com diâmetro à altura do peito (DAP) acima de dez centímetros. A segunda classe corresponde às árvores com DAP variando entre cinco a dez centímetros.

Todos os indivíduos foram plaqueados, medidos e identificados. As medições foram realizadas com fita métrica, obtendo desta forma o perímetro do círculo, ou seja, a circunferência à altura do peito (CAP), que posteriormente foram transformados em DAP para a análise de dados.

As árvores foram marcadas com placa de metal numeradas pregadas no tronco voltadas na direção do rio, a uma altura aproximada de 1,70 metros. Esse procedimento foi adotado para evitar a poluição visual e vandalismo.

Os indivíduos também foram coletados e identificados mediante o uso de gancho de coleta – podão. As espécies foram classificadas pelo sistema APG II (Souza & Lorenzi 2005). A marcação e identificação dos indivíduos da primeira classe (DAP > 10 cm), já haviam sido realizadas em outro trabalho (ARANHA, *et al.*, 2006).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Composição florística do estrato arbóreo**

No levantamento florístico do estrato arbóreo, realizado entre agosto e outubro de 2008, foram encontrados um total de 919, onde foram plaqueados, identificados e medidos 507 novos indivíduos, além do total, onde foram identificados 884 e 35 indeterminados. A mata ciliar apresentou indivíduos pertencentes a 106 espécies, 82 gêneros, 33 famílias e 17 ordens. As famílias que apresentaram maior número de indivíduos foram: Meliaceae (208), Malvaceae (135), Fabaceae (81) e Sapindaceae (58), representando 52,44 % do total de indivíduos. A família Fabaceae, representada por 25 espécies, foi a de maior riqueza,

perfazendo 23,58% do total de espécies registradas as mesmas estão de acordo com as encontradas na região (Catharino, 1989,; Rozza & Ribeiro, 1992). O gênero melhor representado, com maior número de espécies foi *Trichilia*, com cinco espécies também vulgarmente chamadas de trichilia: *Trichilia claussenii* C.DC, *Trichilia casaretti* C.DC, *Trichilia elegans* A.Juss, *Trichilia pallida* Sw. e *Trichilia catiguá* C.DC e em segundo lugar *Caesalpinia*, com quatro espécies, Sibipiruna - *Caesalpinia peltophoroides* (Benth). G.P. Lewis, pau-ferro - *Caesalpinia ferrea* var. *leiostachya* Benth e pau-brasil - *Caesalpinia echinata* Lam.

As espécies que apresentaram maior número de indivíduos foram em ordem decrescente: chichá: *Sterculia chicha* A. St.-Hil. Ex Turpin (126 indivíduos), trichilias: *Trichilia claussenii* (72 indivíduos) e *Trichilia casaretti* (60 indivíduos) e também a maria-preta: *Diatenopteryx sorbifolia* Radlk. (53 indivíduos). Essas espécies representam 33,84 % dos indivíduos levantados. Segundo Lorenzi (2000), os dados de porte nos mostram uma compatibilidade entre o estrato inferior e superior, sendo que o maior número de espécies encontra-se no estrato médio. Os dados de ocorrência demonstraram que aproximadamente somente 61% dos indivíduos são ocorrentes de Floresta Estacional Semidecidual, ocorrendo grande número de indivíduos de outros lugares denominados como invasores ou exóticos, pois foram implantados na área na década de 1940.

Quanto à síndrome de dispersão 42,45% das espécies são zoocóricas, o que significa que são dispersas por animais, 41,50% são anemocóricas, dispersadas pelo vento e 14,15% são autocóricas, estas espécies se auto dispersam, como por exemplo, ocorrendo queda espontânea de sementes. A alta porcentagem de síndrome de dispersão por animais vem confirmar as observações de Longman & Jenik (1974) e Hartshorn (1980), que relataram a ocorrência da zoocoria na maioria das espécies arbóreas tropicais, conforme Tabela 1. abaixo:

**Tabela 1. Distribuição do número de indivíduos quanto à Síndrome de Dispersão das espécies encontradas em um trecho de mata ciliar do ribeirão Piracicamirim, campus da ESALQ/USP, Piracicaba – SP.**

**Table 1. Distribution of numbers tree regarding to the syndrome of dispersion of the species found in a fragment of Piracicamirim river at ESALQ / USP, Piracicaba - SP.**

Síndrome de dispersão - por espécie	Número de indivíduos	Número de indivíduos %
anemocórica	44	41,50
autocórica	15	14,15
zoocórica	45	42,45
Total	106	100,00

A síndrome de polinização apresentou 58,49% de melitofilia, o que significa que estas espécies se auto polinizam. Já 37,73% de ornitofilia são polinizadas por pássaros, 1,87% de primatofilia, polinizadas por algum tipo de primata e 1,87% de quiropterofilia, polinizadas por morcegos, conforme representadas na Tabela 2.

**Tabela 2. Distribuição do número de indivíduos quanto à Síndrome de Polinização das espécies encontradas em um trecho de mata ciliar do ribeirão Piracicamirim, campus da ESALQ/USP, Piracicaba – SP.**

**Table 2. Distribution of numbers tree regarding to the syndrome of polinization from founded species in the riparian forest at Piracicamirim river, ESALQ/USP, Piracicaba-SP.**

Síndrome de polinização - por espécie	Número de indivíduos	Número de indivíduos %
melitofilia	62	58,49
ornitofilia	40	37,73
primatofilia	2	1,87
quiropterofilia	2	1,87
Total	106	100,00

O valor da síndrome de ornitofilia destaca-se, pois geralmente espécies pioneiras são atrativas à fauna e acabam por facilitar a sucessão, pois mantém grande interação com elementos da fauna que visitam copas como local de abrigo e alimentação, atuando como polinizadores ou dispersores (GALETTI e STOZT, 1996).

Quanto à porcentagem de indivíduos mortos foram encontrados 51 fustes, o que indica 5,6 % de mortalidade número natural ocorrente em florestas ciliares.

Segundo os índices de diversidade calculados encontramos com o Índice de Shannon (H') o valor de 3,67 nats/<sup>ind-1</sup>, e equabilidade de Pielou foi (J') 0,78, considerada uma diversidade florística razoável e índice de equabilidade de médio a alto.

Esperava-se encontrar para o trecho de mata ciliar do ribeirão Piracicamirim número de espécies um pouco maior do que o amostrado, segundo a alta riqueza florística. Isto, pois, o trabalho de (RODRIGUES & NAVE 2000) que estudou quarenta e três trabalhos realizados em florestas ciliares do Brasil extra amazônico, em condições de altitude, clima e coordenadas geográficas muito variáveis, onde foram amostradas 947 espécies arbustivo-arbóreas e o número de espécies variou de 23 até 247 nos trabalhos levantados. Sendo assim, o valor das espécies encontradas apresenta-se perto da média (123,5 espécies) do valor total de 247, que é descrito como limite de ocorrência de espécies para diferentes lugares.

No entanto, o valor da diversidade de Shannon foi semelhante ao encontrado em outras localidades, onde em uma vegetação ripária de Floresta Estacional Semidecídua, em Ipeúna – SP, Bertani *et al.* (2001), encontraram 105 espécies em 0,785 ha, com um índice de Shannon de 3,6 nats/<sup>ind-1</sup> e equabilidade de 0,5. O que nos mostra que o índice de Shannon foi relativamente igual entre o trabalho de Bertani *et al.* (2001) e o levantamento realizado na “Matinha do Pisca” e quanto ao índice de equabilidade ele se demonstrou menor, porém, os dois valores ainda são altos nos dois trabalhos.

A equabilidade igual a 0,78 foi alta, indicando que as populações das espécies ocorrentes nessa mata apresentam distribuição quase homogênea, sugerindo estabilidade na abundância destas espécies o que contribuiu para elevar o valor do índice de diversidade.

A menor riqueza florística e diversidade em espécies encontradas neste estudo, se comparado a estudos conduzidos na região Sudeste, pode estar relacionada a fatores físicos locais, e a processos de fragmentação e perturbações que propiciaram condições para dominância de algumas espécies do trecho estudado. Ao longo de toda a área estudada, foram observados elevada abundância de *Sterculia chicha* e freqüentes agrupamentos de *Coffea arabica*. Estas espécies predominam determinados locais devido principalmente a perturbações sofridas no passado.

O índice máximo de diversidade calculado nos demonstra que se todas as espécies levantadas possuísem o mesmo número de indivíduos, sua equabilidade seria 0,1. Para tanto, seriam necessários que ocorressem 7,75 números de indivíduos por cada espécie, mas isto não ocorre devido às espécies possuírem padrões de abundância e características biológicas próprias intrínsecas a ela.

Quanto à densidade da mata ciliar estudada foi de 900 árvores por hectare, inferior a média de florestas aluviais no domínio das florestas estacionais semidecíduais se comparado com Rocha (2004) que encontrou uma densidade de 1.305,56 árvores por hectare. A espécie

que mais se destacou em abundância, apresentando 122,9 ind.ha<sup>-1</sup>, foi *Sterculia chicha*, representando 13,7% dos indivíduos. Outras três espécies que se destacaram foram *Trichilia clausenii*, *Trichilia casaretti* e *Diatenopteryx sorbifolia* representando juntas 185,90 ind.ha<sup>-1</sup> ou 20,70%.

As espécies com maior área basal foram *Sterculia chicha* com 5,09m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>, *Caesalpinia pluviosa* var. com 2,81m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> e a copaíba - *Alchornea triplinervia* (Sreng.) Müll.Arg. com 2,16m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>. As mesmas representam em porcentagem 10,79%, 5,96% e 4,58% respectivamente, as quais correspondem juntas 21,33% da área basal total. O povoamento apresenta elevada área basal, pois 47,10 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> se aproxima à média de levantamentos realizados por Rocha (2003) onde encontraram-se 45,98 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>, isso ocorreu provavelmente devido a ocorrência de indivíduos com porte avantajado na área, uma vez que poucas árvores grandes têm maior contribuição para a área basal comparativamente a muitas árvores de tamanho pequeno.

Quanto ao volume, as espécies que apresentaram maiores valores foram *Sterculia chicha* 28,62m<sup>3</sup>.ha com 10,62%, *Caesalpinia pluviosa* 16,44m<sup>3</sup>.ha com 6,10%, *Caesalpinia ferrea* 16,08 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> com 5,96% e bingueiro - *Cariniana estrelensis* (Raddi) Kuntze 13,04 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> com 4,84%, representando 74,18 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> ou 27,47% de 270 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> do volume total da floresta.

## CONCLUSÕES

Foi verificado aumento significativo da composição arbustivo-arbórea além dos indivíduos estudados anteriormente em suas classes de diâmetro. Conclui-se também que a área de estudo tem um grande papel na ligação dos fragmentos do campus da ESALQ, onde foram observados vários bandos de sagüis (*Calithrix j. jacchus*), ouriço cacheiro (*Erinaceus europaeus*) e quatis (*Nasua nasua*), na qual estes últimos foram observados somente na mata ciliar do ribeirão Piracicamirim.

A floresta possui um número razoável de indivíduos devido seu histórico de perturbação, mas que segundo os dados de ocorrência, muitos são invasores ou exóticos. Mesmo assim, o total de indivíduos contribui de forma significativa para as variáveis e a composição da mata ciliar, conforme representado pelos valores de diversidade e equabilidade. Sendo assim, tendo a amostra da floresta, e conhecendo cada variável, o conhecimento das mesmas oferece características desta mata ciliar a fim de que se possibilite planejar futuras recomendações de manejo para a área, sendo elas, necessárias de imediato.

## REFERÊNCIAS

- ARANHA, B.A. *et al.* Levantamento da flora arbórea de um trecho da vegetação ripária do ribeirão Piracicamirim no campus da ESALQ/USP, Piracicaba – SP, no prelo.
- BARRETO, A. G. O. P., GIANNOTTI, M., BERNARDES, A. S., DOURADO NETO, D., COSTA, F. P. S., VILA NOVA, N. A. & TORRADO, P. V. O meio físico. In: Atlas rural de Piracicaba. BARRETO, A. G. O. P.; SPAROVECK, G. & GIANNOTTI, M. IPEF. Piracicaba. p.77. 2006.
- BERTANI, D., RODRIGUES, R., BATISTA, J. & SHEPHERD, G. 2001. Análise temporal da heterogeneidade florística e estrutural de uma floresta ribeirinha. *Revista Brasileira de Botânica* 24(1), 11-23.
- CATHARINO, E. L. M. Estudos fisionômicos, florísticos e fitossociológicos em matas residuais secundárias no município de Piracicaba, SP. Tese de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas. 1989.
- DURIGAN, G. et al. Recomposição da mata ciliar em domínio de cerrado, Assis, SP. *Scientia Forestalis*, n. 56, p. 135-144, dez. 1999.
- GALETTI, M.E. & STOZT, D. *Miconia hypoleuca* (Melastomataceae) como espécie-chave para aves frugívoras no Sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Biologia* 56(2):435-439. 1996,
- HARTSHORN, G. S. Neotropical forest dynamics. *Biotropica*. 12 (supl.): 23-30p. 1980.
- LORENZI, H. *Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*, vol. 1 / Harri Lorenzi. – 3. ed. – Nova Odessa, SP: Editora Plantarum, 2000.
- LONGMAN, K. A. & JENIK, J. *Tropical forest and its environment*. London, Longman, 196p. 1974.
- MANTOVANI, A, et al. Amostragem, caracterização de estádios sucessionais na vegetação catarinense e manejo do palmitreiro (*euterpe edulis*) em regime de rendimento sustentável. NPFT, Florianópolis, 2005.

- MARTINS, S. V. **Recuperação de Matas Ciliares**. Aprenda Fácil. Viçosa: MG, 2001, 143p.
- MOREIRA, C. M. et al. **Avaliação de métodos fitossociológicos através de simulações, para um trecho de Cerradão na Estação Ecológica de Assis, SP**, Piracicaba –SP, 2004.
- ROCHA, F. T. **Levantamento florestal na estação ecológica dos caetetus como subsídio para laudos de desapropriação ambiental**. Tese de mestrado – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo – Piracicaba, 2004.
- RODRIGUES, R. R. A vegetação de Piracicaba e municípios do entorno. Relatório Técnico (189). **Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais**. 1999.
- RODRIGUES, R. R. & NAVE, A. G. Heterogeneidade florística das matas ciliares. Pp. 45-71. In: R. R. Rodrigues & H. F. Leitão-Filho. **Matas Ciliares: conservação e recuperação**. São Paulo, EDUSP/Editora da Universidade de São Paulo 2000.
- ROSS, J. L. S. & MOROZ, I. C. **Mapa geomorfológico do estado de São Paulo**: escala 1:500.000. FFLCH/USP, IPT, FAPESP. São Paulo. 1997.
- ROZZA, A. M. & RIBEIRO, C. A. 1992. **Estudo florístico e fitossociológico de fragmento de mata ciliar dos campos da ESALQ, Piracicaba, SP**. 8º Congresso da Sociedade Botânica de São Paulo. Anais 7-12.
- SCOLFORO, J. R. S.; MELLO, J. M. **Inventário Florestal**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 341p.
- SENTELHAS, P. C., MARIN, F. R., PEREIRA R., ANGELOCCI, L. R., VILA NOVA, N. A. & BARBIERI, V. **Análise de dados climáticos e do balanço hídrico climatológico de Piracicaba (1917-1997)**. ESALQ/USP. Piracicaba. p.81. 1998.
- SOUZA, V. C. & LORENZI, H. **Botânica sistemática: Guia ilustrado para a identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II**. Nova Odessa, São Paulo. Instituto Plantarum. 2005.
- SPAROVECK, G. & COSTA, F. P. S. Evolução urbana e da cobertura vegetal de Piracicaba-SP (1940-2000). Caminhos de Geografia. **Revista on line**. 5(13): 65-88. 2004.
- TORRADO, P. V., DE FARIA, L. E. O., SPAROVECK, G. & COOPER, M. **Mapa pedológico detalhado do campus “Luiz de Queiroz” – USP**. ESALQ/USP. Piracicaba. 2004.
- VELOSO, H. P. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE/Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, p.93. 1992.



# REGENERACIÓN NATURAL DE ESPECIES MIXTAS EN PRESIDENCIA DE LA PLAZA, CHACO

## NATURAL REGENERATION OF MIXED SPECIES IN PRESIDENCIA DE LA PLAZA, CHACO

Delvalle, P.<sup>1</sup>; Atanasio, M. A.<sup>2</sup>; Monicault, L. A.<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Ing. Ftal.- INTA Colonia Benítez – [pdelvalle@correo.inta.gov.ar](mailto:pdelvalle@correo.inta.gov.ar)

<sup>2</sup> Ing. Ftal.- INTA Colonia Benítez – [matanasio@correo.inta.gov.ar](mailto:matanasio@correo.inta.gov.ar)

<sup>3</sup> C.P. – INTA Colonia Benítez – [lmonicault@correo.inta.gov.ar](mailto:lmonicault@correo.inta.gov.ar)

### RESUMEN

Los bosques Chaqueños están muy sobre-explotados. En la imagen satelital se observa el fenómeno de su atomización. Una de las formas de poder solucionar este inconveniente de escasez de maderas de calidad y sin descuidar al bosque nativo es enriqueciendo y manejando la regeneración natural de especies de rápido crecimiento y de gran valor económico como toona, grevillea, tipa blanca, tipa colorada, etc., es lo que se practicó en este estudio de caso. La experiencia se realizó en la Estación Forestal Presidencia de la Plaza (Chaco); lográndose un rodal con las siguientes características dendrométricas: 251 árboles por ha.; A.B:14,55 m<sup>2</sup>/ha.; volumen Total 174,82 m<sup>3</sup>/ha., posibilidad a los 17 años de 37m<sup>3</sup>/ha. Crecimiento medio anual de 8,300 m<sup>3</sup>/ha. El análisis económico-financiero da como resultado lo siguiente: VAN de \$ 87.093,86; TIR del 11% y la relación entre los beneficios y costos ajustados de 1,45.

**Palabras clave:** enriquecimiento, rápido crecimiento, bosque, recuperación, maderas de calidad.

### SUMMARY

The Chaqueños forests are very on-exploded. In the satellite image the phenomenon of its atomization is observed. One of the forms to be able to solve this disadvantage of shortage of wood of quality and without neglecting to the native forest is enriching and handling to the natural regeneration of species of fast growth and great economic value like toona, red grevillea, tipa white, tipa, etc., it is what it practiced in this study of case. The experience is realized in the Forest Station Presidency of the Place (Chaco); being obtained a rodal with the following dendrométricas characteristics: 251 trees by have. ; A.B: 14,55 m<sup>2</sup>/ha. ; total volume 174.82 m<sup>3</sup>/ha., possibility to the 17 years of 37m<sup>3</sup>/ha. Half annual growth of 8.300 m<sup>3</sup>/ha. The economic-financial analysis gives like result the following thing: THEY GO of \$ 87,093, 86; The 11 TIR of and the relation between the benefits and fit costs of 1,45.

**Key words:** enrichment, express growth, forest, recovery, wood of quality.

### INTRODUCCIÓN

El sector forestoindustrial de la Región Oriental del Chaco se sustenta básicamente en el procesamiento de maderas del bosque nativo, como algarrobo, quebracho colorado, quebracho blanco, urunday, guayacán, lapacho y otras, las cuales son cada vez más escasas y de menor calidad. La presión de la extracción sobre estas especies a llevado a un fuerte deterioro de los bosques. Pérez et. al. (1993) sostienen que la estructura poblacional de estos bosques altos explotados presentan déficit generalizado de ejemplares por clases diamétricas; la densidad defectiva es significativamente crítica en la clase 12,5 – 22,5cm. donde la

cantidad de ejemplares por ha es de 4 a 5 veces menos de lo esperado. En la clase de 22,5 a 52,5cm. el déficit es del 80% lo que evidencia la condición bosque explotado. Esto lo convierte en un bosque de escasa producción. En cambio la regeneración natural de la mayoría de las especies es abundante, que constituye una ventaja para el manejo del bosque.

El déficit de clases diamétricas, es un problema que se podrá resolver en el largo plazo dada la lentitud de crecimiento de de a mayoría de las especies (para volver a constituirse en un bosque normal). Ante esta situación y de acuerdo al estudio de caso que presentamos es posible acortar la brecha y mejorar la calidad del bosque; promocionando (implantando o buscando regenerar en el bosque) el manejo de especies de más rápido crecimiento nativas ó exóticas de maderas de gran valor económico. También de esta manera se puede ofrecer al mercado maderas de diversas aptitudes tecnológicas y manteniendo el bosque su diversidad específica.

Experiencias de plantaciones mixtas de especies forestales fueron llevadas a cabo por Montagnini et. Al. (1993) con el objeto de mejorar condiciones de suelo en la llanura del Atlántico en Costa Rica. Investigaciones previas del mismo autor mostraron mejoras en el suelo (incremento de materia orgánica, nitrógeno y cationes).

El objetivo básico de este trabajo es generar información de los principales parámetros dasométricos de crecimiento en una parcela permanente con una composición mixta de especies nativas y exóticas de alto valor ecológico y económico.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

La experiencia se lleva a cabo en la Estación Forestal Presidencia de la Plaza, de la EEA INTA - Sáenz Peña, ubicada geográficamente entre las coordenadas 50°- 48' de longitud oeste y 26° - 56' de latitud sur; a 75 m.s.n.m. en el extremo oeste de la Subregión del Chaco Oriental ó Chaco Húmedo. El lugar corresponde al área geomorfológico Cañadas y Cauces. El clima es subtropical sub-húmedo seco, con precipitación media anual de 1170 mm., las mayores precipitaciones ocurren en los meses de verano-otoño y el déficit hídrico es leve de julio a febrero. La temperatura media anual es de 21,4 °C; promedio de invierno es de 15 °C y verano 27 °C. La frecuencia de heladas meteorológicas es de 8 días/año, siendo el periodo libre de heladas de 300 a 320 días anuales. (Gómez C. 2003)

El suelo pertenece a la Serie Plaza (Pp) según la clasificación taxonómica es un natrustalf mólico que se encuentra en albardones semi-fósiles con forma de loma tendida, evolucionada, de relieve normal. Perfil completo de textura media franco limosa, con estructura migajosa en los 8 horizontes superficiales y en prismas irregulares a masiva en profundidad. Moderadamente alto contenido de materia orgánica; buena capacidad de retención de agua hasta los 120 cm. de profundidad; moderadamente salino; fuertemente sódico; bueno en calcio y magnesio, muy rico en potasio; alto contenido en fósforo; moderadamente alta capacidad de intercambio de cationes; mediano porcentaje de bases. Sus principales problemas son escaso espesor del horizonte superficial donde se acumula la materia orgánica; el horizonte lixiviado que se encuentra cerca de la superficie; fuertemente sódico; moderadamente salino. Es un suelo forestal que no debe desmontarse; procurar mantener su vegetación natural con adecuados turnos de manejo. Capacidad de Uso Clases III y IV. En caso de desmontarse, agricultura restringida, preferiblemente ganadería. (Ledezma 1992)

La formación boscosa que predomina en la zona es El Bosque Alto Explotado con densidades de 270 a 300 árboles por hectárea (mayores a 10 cms. de diámetro) especies de alguna importancia económica, con área basal de 20 m<sup>2</sup>/ha.; constituido principalmente por especies de sombra como ser palo lanza (*Phyllostylon rhamnoides*), guayaibí blanco (*Patagonula americana*), lapacho negro (*Tabebuia heptaphylla*); y en menor proporción por especies de media sombra como espina corona (*Gleditsia amorphoides*) ibirá puitá-í

(*Rupreschtia laxiflora*) Urunday (*Astronium balansae*) guayacán (*Caesalpinia paraguariensis*). Estos tipos forestales son los más indicados para las prácticas silvícolas de enriquecimiento ó regeneración de especies valiosas. Según inventario forestal de las Provincias del Chaco (2.002 y Formosa 1980 un 40 % de la masa boscosa total corresponde al Tipo Forestal Bosque Alto Explotado, que según L. Perfumo – 1.950, son los Bosques de mayor producción de la Región Chaqueña con 3 – 4,5 m<sup>3</sup>/ha. de crecimiento corriente anual.

Se estableció una regeneración natural de especies mixtas en un sector del parque de la Estación Experimental, a partir de 1.987 cubriendo una superficie de 5 has. Años atrás se había desmontado y posteriormente se constituyó en un fachinal de especies colonizadoras, que fue brindando condiciones para la instalación de las especies de temperamento medio, que finalmente regeneraron. Allí en junio de 1.991 por indicaciones del suscripto, el Ing. Ftal. Favio Moscovich, (por entonces técnico de la experimental) enriqueció dicho fachinal con la plantación de Cedro australiano (*Toona ciliata*) en fajas de 10 m. de ancho y 5 m. de distancia entre plantas, se utilizaron plantines provenientes de la Estación Forestal General Belgrano de la Provincia de Misiones. Las Especies regeneradas son Tipa blanca (*Tipuana tipu*), Ibirá puita guazú (*Peltophoron dubium*), Grevillea (*Grevillea robusta*), Tipa clorada (*Pterogine nitens*). La regeneración proviene de árboles padres del parque aledaño. Al disolverse el IFONA en 1.991, este enriquecimiento de unas 2 has. es abandonado y recién se empieza a evaluar a partir del año 2.000, cuando también se comprueba que el joven rodal enriquecido, estaba regenerado por especies de alta calidad maderable. En el año 2000 y 2004 se efectuaron limpieza y raleo suave por lo bajo en el área enriquecida-regenerada.

El control de datos se realizó sobre una parcela de 1.750 m<sup>2</sup>, se midió el diámetro a 1,30m. de altura (DAP) con cinta forestal ; la altura de fuste (hf) y total (h) con clinómetro SUUNTO, las mediciones se efectuaron todos los años en invierno desde el 2004 al 2008.

Estimación del volumen: *Volumen total con corteza* (vtcc) se utilizó una ecuación relacionando el DAP y la altura total (h) y usando un factor de forma (f) de 0,5.

*Volumen de fuste con corteza* (vfcc): se utilizó una ecuación relacionando el DAP y la altura de fuste (hf) y usando un factor de forma (f) de 0,7 para todas las especies. No se cuenta con ecuaciones locales basadas en una cubicación rigurosa de los árboles, según aconsejan distintos investigadores (Prodan, 1997).

## RESULTADOS

En la Tabla 1 se muestra los principales caracteres dasométricos de la especie más representativa de la parcela en cuanto a la densidad a los 17 años de su implantación. Cabe destacar que todos son ejemplares sanos y rectos; ocupando una posición de codominantes y dominantes. Podrían haber tenido mayor desarrollo diametral, si hubieran tenido aclareos oportunos. Recién se realizaron aclareos suaves en el año 2.000, prácticamente salieron solos al dosel superior (superando diversas competencias), considerando que desde su implantación en 06/91 hasta 06/2000, no tuvo tratamiento silvícola alguno.

**Tabla 1: Caracteres dasométricos de *Toona ciliata*.**

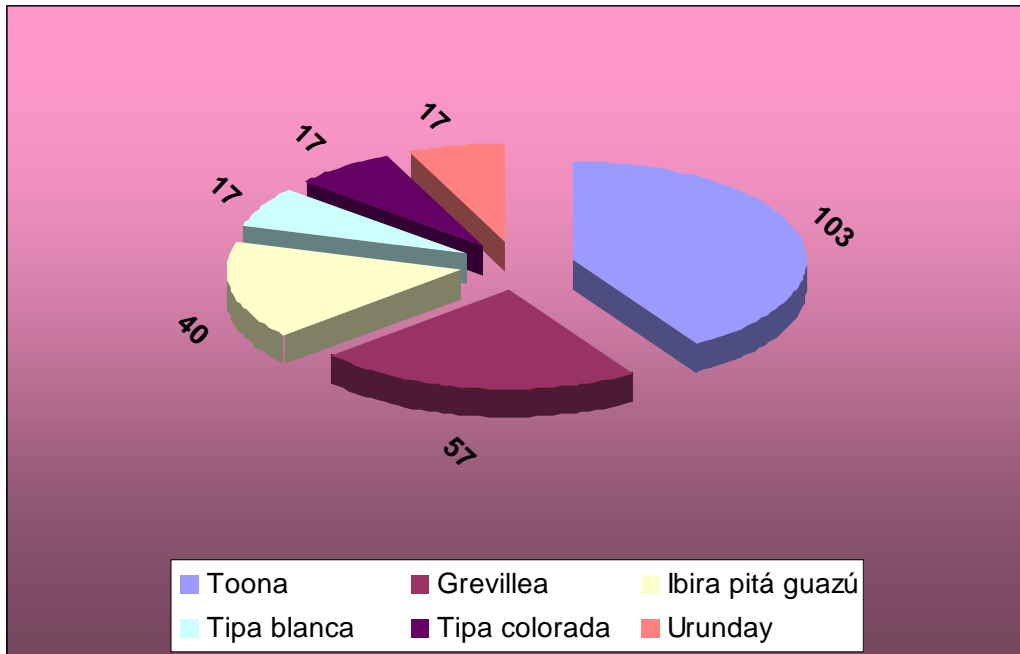
**Table 1: Dasometrics characters of *Toona ciliata*.**

	Año 2004 DAP (cm)	AÑO 2008		
		DAP (cm)	Altura total (m)	Altura fuste (m)
Media	12,9	16,6	15,9	8,2
Mínimo	7,6	8,6	13	4,8
Máximo	25,6	29,7	21,6	11
Desv. Estándar	4,4	5,7	2,8	2

\* Con un 95,0 % de Confianza y un 5,0 % de Error.

En el Gráfico 1 se observa el número de plantas presentes correspondientes a diferentes especies.

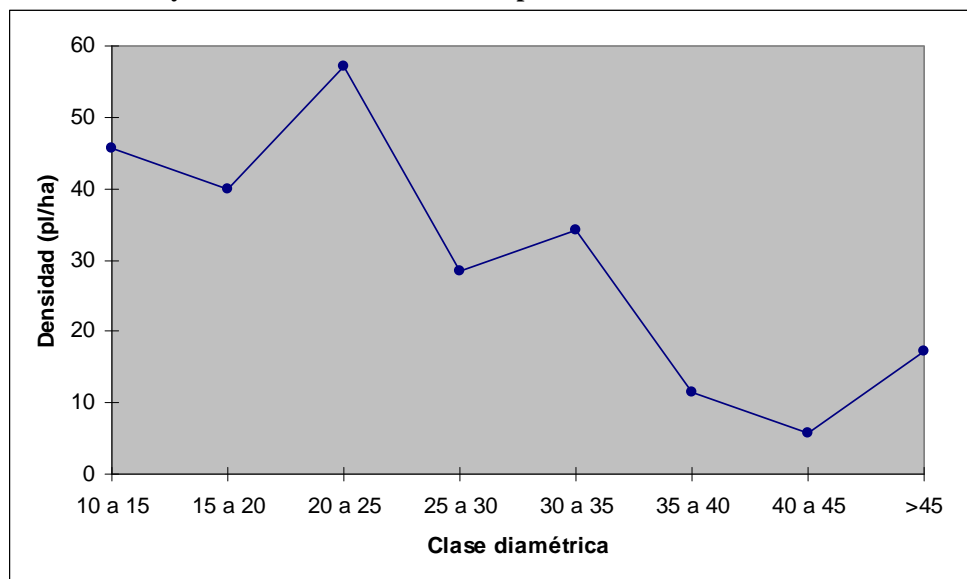
**Grafico 1: Número de plantas presentes por especies (pl/ha).**  
**Graphic 1: Number of present plants by species (pl/ha).**



En la participación de las distintas especies sobre la densidad total se destaca por la abundancia la regeneración de la grevillea y el ibirá pitá. La densidad de la toona comprende al enriquecimiento en fajas.

La composición estructural de la parcela se aprecia en el gráfico anterior en valores de densidad, cuyo grado de importancia en términos relativos para cada especie se observa en la Tabla 2.

**Grafico 2: Densidades por clase diamétrica para todas las especies.**  
**Graphic 2: Densities by diametrical class for all the species.**



Como se observa en el gráfico la composición estructural del bosque tiende a optimizarse con el enriquecimiento lo que permitirá mejorar la oferta de madera, la periodicidad y turnos de corta. Este rodal posee 251 árboles por hectárea con dap mayores a 10 cm y un bosque normal que actualmente oscila entre 250-300 arb./ha. Lo que se evidencia es que las especies de más rápido crecimiento como Grevillea y Tipa blanca, son las que brindan las mayores posibilidades en el menor plazo (Tabla 3). En esta oportunidad no se evaluó la nueva regeneración natural existente, que es abundante y son de las especies en cuestión. Esto nos da la pauta que se puede guiar la regeneración deseada (de aquellas especies valiosas y no conducir especies de escaso valor que aparecen espontáneamente).

**Tabla 2: Caracteres dendrométricos.**

**Table 2: Dendrometrics characters.**

Especie	Densidad (pl/ha)	Densidad relativa	Área Basal (m <sup>2</sup> /ha)	Volumen fuste (m <sup>3</sup> /ha)	Volumen total (m <sup>3</sup> /ha)	Volumen fuste (%)
Toona	103	41	2,49	15,21	20,61	15,50
Grevillea	57	23	6,00	46,300	64,57	47,10
Ibirá puitá guazú	40	16	2,25	16,48	50,86	16,80
Tipa blanca	17	7	2,12	13,15	22,83	13,40
Tipa colorada	17	7	0,53	2,42	4,43	2,50
Urunday	17	7	1,15	4,74	11,52	4,80
<b>Total</b>	<b>251</b>	<b>100</b>	<b>14,55</b>	<b>98,300</b>	<b>174,82</b>	<b>100,0</b>

**Tabla 3: Dimensiones y Volumen comercial 2008.**

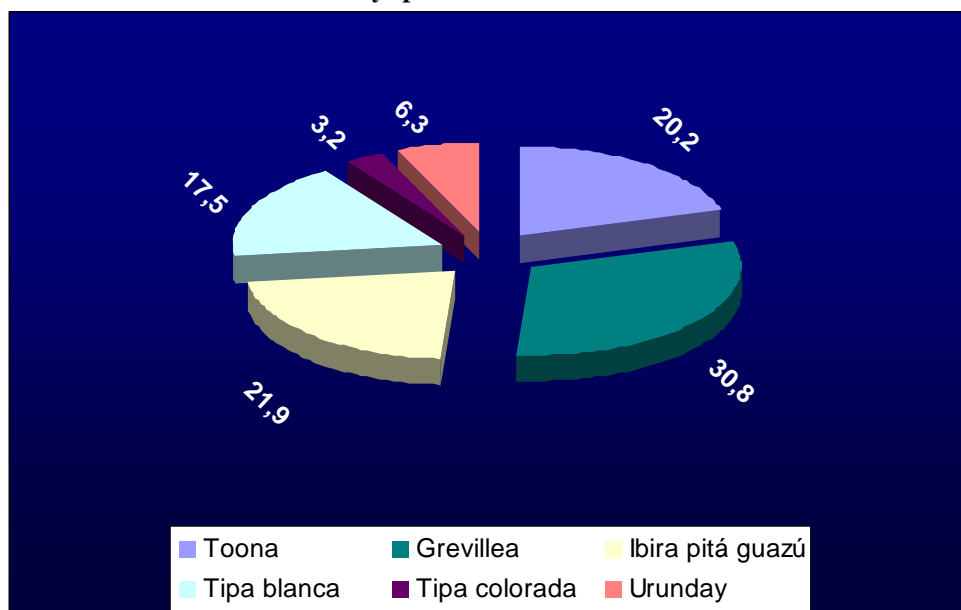
**Table 3: Dimensions and commercial Volume 2008.**

Especie	dap medio (cm.)	Altura fuste (m.)	Vol. fuste (m <sup>3</sup> /ha)
Grevillea	41,15	11,35	37,610
Ibirá pita Guazú	34,3	13	4,8
Tipa blanca	39,85	8,15	10,19
<b>Total</b>			<b>52,600</b>

La posibilidad del bosque a los 17 años es de 37 m<sup>3</sup>/ha. de madera de primera calidad (25 m<sup>3</sup> de grevillea; 7 m<sup>3</sup> de tipa blanca hasta 30 cm en punta fina; y 5 m<sup>3</sup>/ha de toona producto del raleo); que representa una extracción del 21 % de la existencia total. El crecimiento medio anual total es de 8,3 m<sup>3</sup>/ha.

En el Gráfico 3, se observan las existencias volumétricas relativas expresadas en porcentaje de cada especie.

**Gráfico 3: Existencia volumétrica relativa por especie.**  
**Graphic 3: Relative volumetric existence by species.**



Las tres especies más importantes por su densidad y volumen son Grevillea robusta, Toona ciliata e Ibira puitá guazú. Urunday, Tiba blanca y Tiba colorada poseen una distribución más proporcional. En líneas generales este bosque pese a ser de regeneración natural posee una distribución casi normal; indicándonos que en una silvicultura intensiva se puede manipular la densidad deseada por especies y categorías diamétricas.

### **Crecimiento de las especies**

En general el incremento en diámetro durante periodo 2004-2008, no fue el ideal (conociendo las virtudes de las especies) que puede deberse a dos factores: su alto grado de competencia; hay abundantes ejemplares de las clases diamétricas superiores a 30 cm de dap que cierran el vuelo y quitan espacio para el crecimiento de los demás ejemplares y que además sufrió dos fuertes sequías (en ese periodo), por lo que no se hace una análisis minucioso del crecimiento corriente anual.

En definitiva esto apunta a la conducción de un bosque irregular, con dominancia de especies de alta calidad maderable, con un crecimiento medio actual de 8,3 m<sup>3</sup>/ha/año que es altamente satisfactorio, al considerar que los bosques nativos actuales rara vez superan los 3 m<sup>3</sup>/ha/año.

En las imágenes siguientes tomadas de una posición inferior próxima al fuste se puede apreciar su excelente conformación y como sus copas emergieron al dosel superior (determinando una cubierta de vuelo completa).





Grevillea robusta (Roble sedoso)

Toona ciliata (Cedro australiano)

En otra parcela de enriquecimiento con toona y tipa blanca, en la misma experimental, se registraron los siguientes parámetros dasométricos en el mismo período:

**Tabla 4: Parámetros dasométricos.**

**Table 4: Dasometrics parameters.**

<b>PARÁMETROS DASOMÉTRICOS. / ESPECIE</b>	<b>TOONA</b>	<b>TIPA BLANCA</b>
Dap medio	16,72	34,34
Dap mínimo	8,60	22,7
Dap máximo	29,70	46,2
Densidad (pl/ha)	185	92
Area basal (m <sup>2</sup> /ha)	2,07	8,84
Volumen de fuste (m <sup>3</sup> /ha) coeficiente: 0.7	11,9	56,94
Volumen total (m <sup>3</sup> /ha) coeficiente: 0.5	16,2	121,57

### **Evaluación Económica:**

Luego de transcurridos los 17 años, se extrajeron los datos necesarios para realizar el análisis del enriquecimiento y en atención a la posibilidad de las especies, los resultados fueron más que favorables, demostrados a través de los criterios de evaluación: el Valor Actual Neto resultó igual a \$ 87.093,86; interpretándose que no solo se recuperó lo invertido en el sistema sino que se obtuvo éste remanente; la Tasa Interna de Retorno del enriquecimiento dio igual al 11%, resultando mayor que el costo de oportunidad y por último la relación entre los Beneficios actualizados y los Costos actualizados es de 1,45. Interpretándose que los beneficios fueron superiores a los costos en más del 45%, además en

silvicultura intensiva, la rotación rondaría los 12 años lo que sería más favorable aun su rentabilidad.

## CONCLUSIONES

- El manejo de la regeneración natural en el Bosque Alto Explotado del Chaco Oriental es una alternativa viable para su recuperación en el mediano plazo.
- Especies cuyas maderas son de alta calidad tecnológica como toona, grevillea, ibirá puitá guazú, viraró y tipa blanca (especies diferentes pero de temperamento ecológico similares) pueden crecer y desarrollarse en parcelas mixtas en sitios de monte alto del Chaco Oriental, triplicando la producción de madera de estos bosques.
- La combinación de actividades silviculturales como el enriquecimiento y manejo de la regeneración natural permiten mejorar la conformación del bosque y aumentar la productividad de los mismos (IMA del volumen total: 8,3 m<sup>3</sup>/ha/año) y reducir los turnos tecnológicos.
- Esto es solo una experiencia, que podría contribuir a recuperar áreas degradadas del Chaco Oriental y de transición, posibilitando la sustentabilidad económica, social y ambiental.
- Mejora la rentabilidad de todo el sistema.

## BIBLIOGRAFÍA

- LEDESMA, L. L. (1992). Carta de Suelos de los Campos Anexo Lote V y Estación Forestal Plaza, 90 p.
- MONTAGNINI, F.; Sancho, F. (1993). El uso de especies maderables nativas en plantaciones mixtas para la reforestación de terrenos degradados: resultados preliminares de experiencias en la llanura del Atlántico de Costa Rica. Actas VII Jornadas Técnicas. Eldorado, Misiones, pag. 190-200.
- PÉREZ, V. R. Oviedo, R.; Delvalle, P.; Cañete, M.; Rhiner, G.(1993). Estudio del crecimiento de especies nativas y enriquecimiento del bosque alto explotado del Chaco Oriental. Actas VII Jornadas Técnicas Eldorado, Misiones, pag. 211-224.
- PRODAN, M.; PETERS, R.; COX, F.; REAL, P. (1997). Mensura forestal. GTZ/IICA. San José, Costa Rica. 586 p.
- GÓMEZ, C. (2003). "Enriquecimiento del bosque nativo con ibirá puitá guazú (*Peltophorum dubium* Spreng)". <http://www.inta.gov.ar/saenzpe/info/documentos/forestales/Ibirá-puita/pdf>
- MANGIALAVORI, A.; Minetti, J. M.; Moscovich, F.; Crechi, E. Dasometría en Plantaciones comerciales de toona (*Toona ciliata* var. *australis*) en la provincia de salta. Revista SAPYA Forestal N° 29, Diciembre de 2003.
- GÓMEZ, C. Hampel, H. Dinámica y Manejo de Bosques en el Chaco Húmedo. *Idia XXI Revista de información sobre investigación y desarrollo agropecuario. Forestales. Año V-N° 8. Julio 2005. Pag. 29-32.*
- GÓMEZ, C. Kees, S. Estructura y composición florística de un bosque alto explotado. *Idia XXI Revista de información sobre investigación y desarrollo agropecuario. Forestales. Año V-N° 8. Julio 2005. Pag. 29-32.*



# RIQUEZA DEL ESTRATO ARBÓREO EN LOS BOSQUES DEL CHACO SEMIÁRIDO

## TREE STRATUM RICHNESS IN SEMIARID CHACO FOREST

Giménez, A. M.; Hernández, P.; Figueroa, M. E; Barrionuevo, I

Instituto de Silvicultura y Manejo de Bosques (INSIMA), Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Santiago del Estero. Av. Belgrano (s) 1912. 4200 Santiago del Estero. Email: [amig@unse.edu.ar](mailto:amig@unse.edu.ar)

### RESUMEN

El objetivo del trabajo es analizar la riqueza del estrato arbóreo de áreas significativas del Chaco Semiárido. Se estudiaron 19 sitios, seleccionados según áreas homogéneas. En cada uno se delimitó una superficie de 5 ha, donde se procedió a realizar el inventario de vegetación y el muestreo. El tamaño de la muestra es de 500 m<sup>2</sup>, con parcelas de 4m x 25 m. Se consideraron los biotipos árbol, arbolito, arbusto, palmeras y crasas. Se calculó riqueza total y arbórea. La diversidad del bosque según biotipos está representada por 28,6 % de árboles; 48,3% arbustos; 21,76 % de plantas crasas y 1,3 % palmeras. Los árboles constituyen el 41 % de las leñosas, con 46 especies presentes. La riqueza total (RT) y arbórea (RA) están altamente correlacionadas. Este estudio sienta bases para seguir investigando sobre representatividad de las leñosas arbóreas en el estudio de la diversidad de los bosques.

**Palabras clave:** diversidad, árboles, bosques, Chaco semiárido

### SUMMARY

The objective of this study is to analyze the tree stratum richness in significant areas of semiarid Chaco. We studied 19 sites, selected according to homogeneous areas. In each were surveyed an area of 5 ha, where he proceeded to make an inventory of vegetation and sampling. The sample size is 500 m<sup>2</sup>, with plots of 4m x 25m. Biotypes were considered: tree, tree, shrub, palm trees and succulent. We calculated total (RT) and tree richness (RA). The diversity of forest biotopes as represented by 28.6% of trees, shrubs 48.3%, 21.76% from 1.3% succulents and palms. The trees constitute 41% of woody present, with 46 tree species. ST and SA are highly correlated. This study lays groundwork for further research on representation of woody trees in the study of diversity in forests.

**Key words:** Diversity, trees, Chaco semiarid, forest

### INTRODUCCIÓN

La diversidad biológica forestal es la diversidad dentro de los bosques. Comprende todas las especies de plantas, animales y microbios presentes en el bosque. En los bosques tropicales hay alrededor del 50 % de todos los vertebrados conocidos, el 60 % de las especies vegetales y tal vez el 90 % del total de especies mundiales. La gran diversidad biológica de los bosques constituye una de las razones principales por las cuales su conservación tiene una alta prioridad de nivel mundial (FAO, 2000).

La diversidad de especies está íntimamente relacionada con la diversidad de ecosistemas. Esta estrecha relación conduce a la certeza que no es posible conservar la diversidad de especies si no se conservan los ecosistemas y, consecuentemente, su destrucción es la principal causa de la acelerada extinción específica de los últimos siglos.

La biodiversidad podría entenderse como la variabilidad de especies presentes en un monte, así como la variabilidad en la distribución espacial de dichas especies y en la estructura de las masas forestales que conforman (Del Pino *et al.*, 2004).

Terradas (2001) enfatiza que “las plantas dominantes condicionan el medio donde deben desenvolverse las demás, es decir, el árbol condiciona el ambiente en el que viven las plantas menores”.

Se puede pensar, por tanto, que la biodiversidad de la vegetación leñosa, como elemento estructural principal de un ecosistema, se encuentre relacionada positivamente con la biodiversidad total. Además, la vegetación leñosa es el principal componente biótico sobre el que recaen los tratamientos silvícolas programados por la ordenación de montes, que requiere de predicción y control (Del Pino *et al.*, 2004).

La utilización de la diversidad específica como indicador de las condiciones de un ecosistema o comunidad, es un parámetro más a tener en cuenta al medir el impacto de un factor determinado sobre el ecosistema; asimismo es un indicador importante de las oportunidades de desarrollo que tiene cada ser vivo dentro de un área (Estevan Bolea, 1984).

El bosque Chaqueño es el ecosistema más extenso de Argentina. La vegetación típica de la región del Chaco semiárido es el bosque xerófilo estacional que se caracteriza por presentar un estrato arbóreo con emergentes dispersos y un estrato arbustivo continuo (Morello y Adámoli, 1974). Predominan las especies caducifolias, de hojas pequeñas o transformadas en espinas. Las formaciones vegetales se empobrecen de este a oeste en estrecha relación con la disminución de las lluvias. En estos ecosistemas concurren especies perennifolias y caducifolias al igual que en otros ecosistemas neotropicales secos estacionales.

Es un ecosistema boscoso que se encuentra al límite climático de su distribución, siendo por ello muy susceptible a impactos que perturben el sistema natural. Los bosques de Chaco semiárido argentino están sufriendo una importante alteración antrópica en los últimos 100 años. El proceso acelerado de degradación es evidente en el reemplazo de la fisonomía boscosa original por arbustales con bajo potencial de uso (Adamoli *et al.*, 1990).

Pocos estudios hacen referencia a la diversidad de bosques en el país, por ello es importante citar el análisis general realizado por Gartland y Bohren (2009) sobre la flora dendrológica argentina y su relación con la diversidad arbórea de la selva misionera, según el Catálogo de plantas vasculares (Zuloaga y Morrone, 2004).

La diversidad arbórea del Chaco Húmedo ha sido estudiada según los distintos tipos de bosque por Barberis *et al.* (2005); Marino y Pensiero (2003).

Los primeros trabajos sobre la diversidad forestal del Chaco semiárido han sido realizados a través del proyecto PIARFON Chaco Semiárido (2003) y continuados en PICTOS Biodiversidad en ambientes naturales del Chaco Argentino (Giménez y Hernández, 2008; Hernández *et al.*, 2008).

Por ello se han seleccionado áreas de interés de conservación, donde se considera la biodiversidad y los atributos del estrato arbóreo.

El objetivo del trabajo es analizar la riqueza del estrato arbóreo de bosques en áreas significativas del Chaco Semiárido, Argentina y evaluar la representatividad del mismo en referencia a la diversidad de las leñosas.

## **MATERIAL Y MÉTODO**

El estudio se realizó en las Provincias de Santiago del Estero y Chaco. Se estudiaron 19 sitios de interés según la clasificación de áreas homogéneas, en un gradiente latitudinal entre los 24 a 29° Lat. S. Se utilizaron imágenes satelitales LANDSAT TM 5 de febrero de 2003. Se seleccionaron áreas de interés según lo precisado en el proyecto Piarfón Chaco Semiárido y PICTOs. En cada área se delimitaron 5 has, donde se procedió a realizar el inventario de vegetación y el muestreo.

Para el presente trabajo, se ubicó una transecta sobre el eje central del predio y sobre ella se procedió al muestreo (Corral Rivas *et al.*, 2002). El tamaño de la muestra fue de 500 m<sup>2</sup>, con parcelas de 4m x 25 m, en ellas se realizó conteo de individuos de las especies presentes.

Se elaboró un listado de especies para cada unidad de vegetación, además se caracterizó la vegetación, de manera de obtener una descripción del hábitat a través de los siguientes parámetros estructurales: Frecuencia o constancia: I: 5-20%; II: 21-40%; III: 41-60%; IV: 61-80%; V: 81-100; Abundancia: 5. Muy numerosa muy abundante: 4. Numerosa abundante 3. No numerosa común 2. Escasa rara 1. Muy escasa- muy rara (Braun Blanquet, 1979; MOPT, 1992).

A partir de los datos obtenidos de los muestreos se determinó abundancia relativa, la frecuencia de especies y la riqueza específica (Magurran, 1988). Para el procesamiento de los datos se empleó el programa BIODIVERSITY PRO Vs. 2.

Los sitios del presente estudio son: Áreas de serranía: El Remate, Sumampa, Ambargasta y Guasayán (Santiago del Estero).

Áreas de influencia salina: El Peral, La Noria, Isla Verde, Tala Atum y Quimilioj (Santiago del Estero).

Áreas de bosques típicos: Parque Los Quebracho, Buen Lugar, San Isidro, Maravilla, Ahí Veremos y Medellín (Santiago del Estero).

Área de bosques de transición: Miramar y Algarrobal (Chaco).

## **RESULTADOS**

En base a la matriz de especies en los diferentes ambientes estudiados, se realizó un primer análisis de agrupamientos, por el método hierático con su correspondiente dendrograma. Esto permitió identificar grupos de varianza similar. Se hicieron agrupamientos según dos criterios: a) de todas las especies en función de los sitios (Figura 1); b) todos los sitios según las especies (Figura 2)

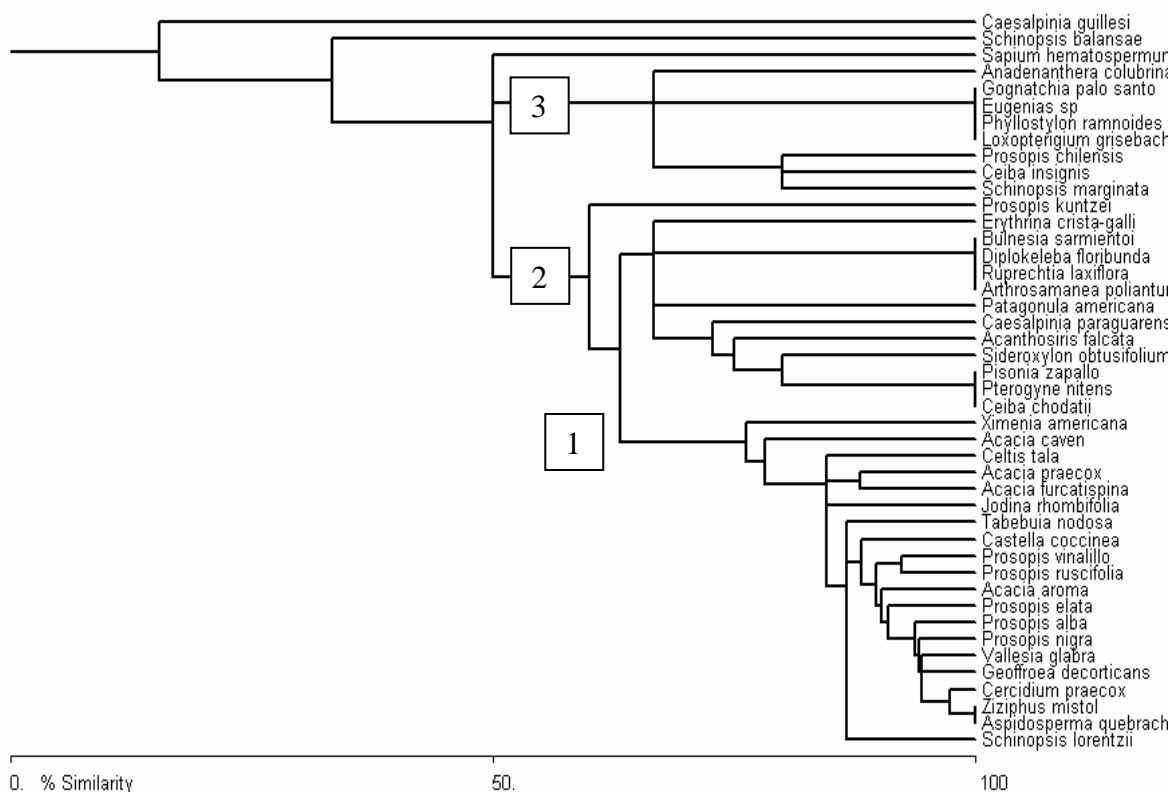


Figura 1- Agrupamiento de especies del estrato arbóreo  
Figure 1. Tree species group

En la Figura 1 las especies que forman el primer grupo (1) son las típicas del estrato arbóreo del Chaco semiárido: *Schinopsis lorentzii* Griseb., asociado con *Aspidosperma quebrachoblanco* Schlecht., *Ziziphus mistol* Grises., *Cercidium praecox* (Ruiz & Pav.) Burkart & Carter, *Prosopis nigra* (Griseb.) Hieron, *Geoffroea decorticans* (Gill. ex Hook. & Arn.) Burkart, *Prosopis ruscifolia* Griseb., *Prosopis vinalillo* Stuck, junto a *Prosopis alba* Griseb., *Prosopis torquata*, *Jodina rhombifolia* Hook. et Arn., *Tabebuia nodosa* (Griseb.) Griseb. y *Celtis tala* Gill. ex Planch.

El segundo grupo corresponde a las especies arbóreas típicas del Chaco de transición con algunos elementos propios del Chaco Húmedo: *Bulnesia sarmientoi* Lor. ex Griseb. *Diplokeleba floribunda* N. E. Brown, *Sideroxylon obtusifolium* Pennington, *Acanthosyris falcata* Grises., *Ruprechtia laxiflora* Meissner, *Pisonia zapallo* Griseb., *Erythrina crista-galli* L., *Arthrosamanea poliantum* Burk., *Caesalpinia paraguayensis* Burk. y *Pterogyne nitens* Tul.

Un grupo aparte (3) lo conforman las especies de las áreas serranas con la presencia de *Schinopsis lorentzii* var. *marginata* Engl., *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* Altschul., *Loxopterigium grisebachii* Hieron. et Lorentz, *Gognatchia palo santo* Cabrera, *Prosopis chilensis* Stuntz. y *Ceiba chodatii* (Hassl.) Rabean.

El segundo agrupamiento se refiere a todos los sitios en función de las especies (Figura 2).

Bray-Curtis Cluster Analysis (Single Link)

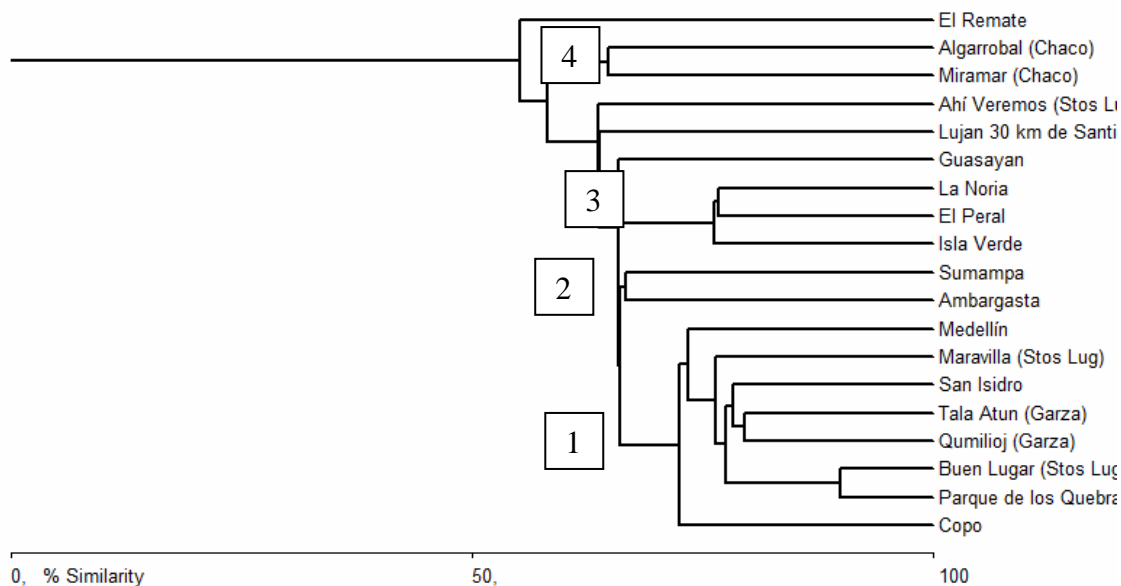


Figura 2- Agrupamiento de sitios según las especies del estrato arbóreo

Figure 2- Sites Groups of depending on the tree layer species

El grupo 1 corresponde a los sitios definidos como áreas de bosques típicos del Chaco Semiárido. Sumampa y Ambargasta discriminan un grupo 2 como formación característica de la zona serrana. La Noria, El Peral e Isla Verde que corresponde a áreas de influencia salina discriminan un grupo 3.

Algarrobal y Miramar (sitios en el Chaco de transición) forman un grupo 4. La diversidad de cerro El Remate es diferente. Este análisis preliminar da una idea general de la asociación de especies según los diferentes ambientes.

Se determinaron 46 especies y 20 familias. Las familias mejor representadas son: Fabaceas (19 spp.) y Anacardiáceas (4 spp.), correspondiendo al 45% del total de especies muestreadas. Las familias menos representadas presentan una única especie con un número bajo de individuos. De las 20 familias censadas, el 68% presentan solamente una sola especie.

El bosque esclerófilo es heterogéneo, la diversidad arbórea por sitio se caracteriza por la presencia de 11 a 31 especies para un valor promedio de 17 (desvío estándar: 4). La riqueza es baja en los sitios de influencia de las Salinas grandes o bajos del Salado; para ser máxima en el Cerro El Remate donde hay influencia de especies propias de las Yungas, Miramar (Chaco) con elementos del Chaco Húmedo y Parque Copo.

Las especies más frecuentes son: *Aspidosperma quebracho-blanco*, *Ziziphus mistol* (presentes en todos los sitios), *Cercidium praecox* (18 sitios), *Geoffroea decorticans* (17 sitios), *Ge Schinopsis* con *Sch. lorentzii* (14 sitios), *Sch. lorentzii* var. *marginata* (3sitios), *Prosopis nigra* (16 sitios), *P. alba*, *P. elata* (15 sitios) y *P. ruscifolia* (14 sitios).

La diversidad del bosque según biotipos está representada por 28,6 % de árboles; 48,3% de arbustos; 21,76 % de plantas crasas y 1,3 % de palmeras. Los árboles constituyen el 41 % de las leñosas presentes. La riqueza total (RT) y arbórea (RA) presentan una correlación de 0,88. En la Fig. 3 se indica la regresión RT y RA para  $Y = (\text{Riqueza Total}) = 2,11 * \text{RA} + 8,16$

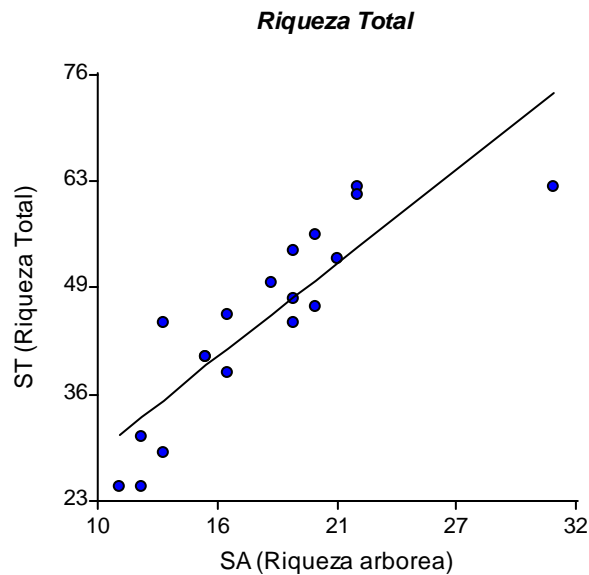


Figura 3- Regresión RT y RA  
Figure 3- RT and RA Regression

Se indican los estadísticos descriptivos de RT y RA y regresión lineal en Tabla 1.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos  
Table 1. Descriptive Statistics

Variable		Media	Desviación	Mínimo	Máximo	Coef. Pearson	Corr.
RA	31	17.6	4.8	11	31	<.0001	
RT	62	46.0	10.8	25	62	<.0001	
Análisis de regresión lineal Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	ECMP	AIC	BIC	
RT (Riqueza Total)	19	0.75	0.74	64.7	125.85	128.69	
Coeficientes de regresión y estadísticos asociados							
Coef.	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	
Const.	8.16	5.35	-3.13	19.46	1.52	0.1458	
RA (Riqueza arbórea)	2.11	0.29	1.49	2.73	7.17	<0.0001	1

Esta relación plantea un punto de partida muy interesante para una evaluación ecológica a campo, de la situación de la diversidad vegetal del área a analizar. La matriz de base de especies arbóreas del Chaco Semiárido está compuesta por *Aspidosperma quebracho-blanco*; *Ziziphus mistol*; *Cercidium praecox*; *Geoffroea decorticans*; *Prosopis nigra* junto a *Schinopsis lorentzii* que es reemplazado por *Sch lorentzii* var. *marginata* en los bosques serranos. Dicha matriz básica se mantiene en todos los sitios estudiados, sin influir el grado de deterioro ambiental.

## DISCUSIÓN

El bosque típico del Chaco Semiárido es un bosque mixto y heterogéneo de dos quebrachos: colorado (*Schinopsis lorentzii*) y blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco*). El estrato arbóreo tiene dos pisos de vegetación. El superior que alcanza una altura de 20

metros y está constituido por el quebracho blanco y colorado y uno inferior que tiene como límite superior los 15 metros y está representado por algarrobos, guayacán, mistol y otras especies (Giménez y Moglia, 2003).

Brassiolo (2005) clasifica los bosques del Chaco semiárido por el potencial de aprovechamiento según los siguientes tipos: monte alto o bosque aprovechable; bajo o bosque en regeneración y monte degradado o de mistol. Si se considera la diversidad de leñosas y los tipos de degradación planteados por Brassiolo (2005), se manifiesta una concordancia entre ellos y la diversidad forestal. La clasificación concuerda con la frecuencia de especies y afirma que el bosque típico del Chaco se caracteriza por la presencia de quebracho blanco, mistol, indicando que el colorado desaparece por el aprovechamiento excesivo. Estas generalidades hacen referencia a bosques aprovechados o degradados y no a bosques que por condiciones climáticas y edáficas presentan estas características. En base a lo analizado en el trabajo se puede decir que la presencia de especies principales es común en todos los bosques, no así su abundancia. Ello debe atribuirse al manejo forestal.

Tálamo y Cazziani (2004) para el Parque Copo, Santiago del Estero, determinaron una riqueza de leñosas que varió entre 16-27 sp.

Al tratar la riqueza del estrato arbóreo es importante tomar referencias de otras regiones argentinas. Según Gardtland y Bohren (2009), el total de especies arbóreas argentinas es de 606 sp (10 gimnospermas y 596 angiospermas). El mismo autor cita para Misiones una flora arbórea de 2 gimnospermas y 324 angiospermas, lo que representa el 54% de la flora arbórea nacional.

Con muchas menos pretensiones, en los ambientes estudiados del Chaco semiárido, la flora arbórea censada es de un valor de riqueza de 46 sp, lo que representa el 26% del total de árboles nativos. Este valor es superior para la región total, ya que se ha trabajado en un área limitada.

En relación a las familias botánicas con mayor número de especies arbóreas en el Chaco Semiárido, las Fabáceas representan el 40% de las especies presentes, algo similar ocurre en Misiones con un 48%, lo que demuestra que esta familia cumple una función muy importante en la estructura del bosque.

Barth *et al.* (2008) describen para un bosque remanente de la cuenca del arroyo Elena, Eldorado, Misiones, una riqueza arbórea de 42 sp en 22 familias, con 17% de Fabáceas. Los bosques de Chaco Húmedo exhiben una interesante heterogeneidad florística y estructural, atribuida en numerosos trabajos a la topografía, tipo de suelo y regímenes de incendios. La riqueza de especies varía según los distintos tipos de bosque: manifiestan para los bosques densos mixtos del Chaco Húmedo santafesino 58 sp; para quebrachales 38 sp y para algarrobales 9 sp (Barberis *et al.*, 2005). Estos valores son inferiores a los bosques del Chaco Semiárido.

Marino y Pensiero (2003) analizan la estructura y la diversidad florística de un bosque chaqueño húmedo de *Schinopsis balansae* a lo largo de un gradiente de inundación. Citan la presencia de 21 especies arbóreas, destacándose las Fabáceas con 11 especies. Los resultados del trabajo son similares a los de Terradas (2001) quien enfatiza que los árboles condicionan el ambiente en el que viven las plantas menores.

## CONCLUSIONES

Por lo anteriormente se concluye que:

En el bosque típico del Chaco semiárido, el componente arbóreo varía entre 10 a 23 sp.

Las especies más frecuentes son: *Aspidosperma quebracho-blanco* y *Ziziphus mistol*.

La diversidad arbórea es un buen indicador de la biodiversidad total.

Este estudio sienta bases para seguir investigando sobre representatividad de las leñosas arbóreas en el estudio de la diversidad de los bosques.

## BIBLIOGRAFÍA

- ADAMOLI, J.; E. Sennhauser; J. Acero; A. Rescia. 1990. Stress and disturbance: vegetation dynamics in the dry Chaco region of Argentina. *J. Biogeogr.* 17:491-500.
- BARBERIS, I. M.; J. P. Lewis; W. B. Batista. 2005. Heterogeneidad estructural de los bosques de la Cuña Boscosa de Santa Fe en distintas escalas espaciales. La heterogeneidad de la vegetación de los agroecosistemas: un homenaje a Rolando J.C. León. M. Oesterheld, M. R. Aguiar, C. M. Ghersa & J. M. Paruelo. Buenos Aires, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires: 43-58.
- BARTH, S.; B. Eibl.; J. Palavecino.; A. Martínez.2008. Composición florística y estructura del componente arbóreo de bosques remanentes de la cuenca del arroyo Elena; Eldorado, Misiones, Argentina. 13 Jornadas Forestales Misiones.
- BRASSIOLO, M. 2005. Propuestas para la conversión de bosques degradados. Los bosques del Chaco Semiárido. *IDIA XXI* 8: 23-28.
- BRAUN BLANQUET, J. 1979. *Fitosociología* 2 ed. H. Blume. Rosario Madrid.
- CORRAL RIVAS, J.; C. Aguirre, O.; J. Jiménez Pérez.; J. Navar Chaidez.2002. Muestreo de diversidad y observaciones ecológicas del estrato arbóreo del bosque mesófilo de montaña "el cielo", Tamaulipas, México. *Revista Chapingo* versión impresa: 125-131
- DEL PINO, J.O.; R. Zamora.; J.A. Oliet.2004. Empleo de Diferentes Índices de Biodiversidad en los Modelos Basados en Técnicas de Decisión Multicriterio. <http://www.gruponahise.com/simposio/papers%20pdf/25%20OSCAR%20DEL%20PINO.pdf>.
- ESTEVAN BOLEA, M.T. 1984. Evaluación del impacto ambiental. Madrid: Fundación MAPFRE. 609 pp.
- FAO- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2000. Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales.
- GARDTLAND, M.; A. Bohren. 2009. Consideraciones sobre de biodiversidad forestal a nivel de especies arbóreas, en la selva paranaense de Misiones, Argentina. *Yvyrareta* 15: 39-49.
- GIMÉNEZ, A.M.; J.G. Moglia. 2003. Árboles del Chaco Argentino. Guía para el reconocimiento dendrológico. ISBN: 987 95852-9-1. 310 p. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable del Ministerio de Desarrollo Social, Facultad de Ciencias Forestales, UNSE.
- GIMÉNEZ, A.M.; P. Hernandez. 2008. Biodiversidad en Ambientes naturales del chaco Argentino. Vegetación del Chaco SEMIÁRIDO, Provincia de Santiago del Estero. Fascículo 1.FONCYT. FCF-UNSE. 120 p. ISBN: 978-987-1375-26-4
- HERNÁNDEZ P.; A.M. Giménez.; R. Gerez. 2008. Situación actual de la biodiversidad vegetal en el interfluvio Salado-Dulce, Santiago del Estero- Argentina. *Revista Quebracho* 16: 20-31.
- MARINO; G.; JF. Pensiero. 2003 Heterogeneidad florística y estructural de los bosques de *Schinopsis balansae* (Anacardiaceae) en el sur del Chaco Húmedo. *Darwiniana* 41: 1-4: 17-28.
- MAGURRAN, A. E. 1988. Diversidad Ecológica y su Medición. Ediciones VEDRA. Barcelona. 200 p.
- MOPT. 1992. Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Ministerio de Obras Públicas y Transporte. España. 809 pag.
- MORELLO, J.; J. Adámoli. 1974. Las grandes unidades de vegetación y ambiente del Chaco argentino. Segunda Parte: Vegetación y ambiente de la Provincia del Chaco. *INTA Serie Fitogeográfica* 13:1-130.
- TÁLAMO, A.; S. Cazziani. 2004. Inventario de diversidad de plantas leñosas del Chaco semiárido: aplicaciones de funciones de acumulación de especies. *II Reunión Binacional de Ecología*. pa: 218.
- TERRADAS, J. 2001. Ecología de la vegetación. De la ecofisiología de las plantas: dinámica de comunidades y paisajes. Editorial Omega. Barcelona.
- ZULOAGA, F. O. & O. Morrone (eds.). 2004. Catálogo de las Plantas Vasculares de la República Argentina. II.



# ANÁLISIS DEL CRECIMIENTO DIAMETRAL EN *Geoffreea decorticans* BURK.

## GROWTH DIAMETRICAL ANALYSIS OF *GEOFFREEA DECORTICANS* BURK.

Giménez, A. M.<sup>1</sup>; Rios, N.<sup>2</sup>; Moglia, J.G.<sup>1</sup>; Hernandez, P.<sup>2</sup>; Calatayu, F.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Cátedra de Dendrología 2. Cátedra de Dasometría. INSIMA. Facultad de Ciencias Forestales, UNSE. Avda Belgrano 1912 (s) 4200. Santiago del Estero. E mail: amig@unse.edu.ar

### RESUMEN

Es objetivo del trabajo analizar el crecimiento diametral través del análisis de anillos de árboles individuales de *Geoffreea decorticans* Burk. (chañar). Se estudiaron 16 árboles del Parque Los Quebrachos, Alberdi, Santiago del Estero. Se midió diámetro normal, alturas total y de fuste, extrayéndose de este último rodajas de 5 cm. de espesor, a las alturas de 0,30 y 1,30 m. La marcación y medición de anillos se efectuó con el Equipo Computarizado ANIOL y el programa CATRAS. El chañar tiene anillos de crecimiento bien demarcados. El espesor medio de anillos es 4,71 mm. (2.2 y 16.51) para 35 años. El IMA (Incremento medio anual) e IA (Incremento anual) en función del DAP se interponen tempranamente a los 5 años a un valor de 1,181cm. El tiempo de tránsito por clase diamétrica oscila entre 6 a 10 años. Se concluye que el chañar tiene buen crecimiento y perspectivas de aprovechamiento en relación al tiempo de tránsito de clases diamétricas.

**Palabras claves:** incremento diametral, chañar, edad

### SUMMARY

Objective of this study is to analyze the growth diameter through tree rings analysis of *Geoffreea decorticans* Burk (chañar) individual trees. We studied 16 trees in the Parque Los Quebrachos, Alberdi, Santiago del Estero. We measured normal diameter, stem and total height extracted slices of 5 cm. thick, at the height of 0.30, 1.30 m. Marking and measuring rings are made with computerized equipment and program Aniol BED. Chañar has well marked growth rings. The average thickness rings is 4.71 mm. (2.2 and 16.51) for 35 years. IMA (medium annual increment) and IA (annual increment) in terms of DAP stand at 5 years at a value of 1.181cm. Transit time by size class ranges from 6 to 10 years.

We conclude that chañar has good prospects for growth and achievement in relation to the transit time of diameter classes.

**Keywords:** diameter increment, chañar, age

### INTRODUCCIÓN

El chañar (*Geoffreea decorticans* Burk.) es una especie arbórea secundaria de amplia distribución geográfica, se extiende desde el sur de Perú, norte de Chile, Bolivia, Chaco Paraguayo y oeste de Uruguay, hasta la patagonia argentina. En el país ocupa principalmente las provincias fitogeográficas del Chaco, Monte y Espinal, desde Jujuy a Río Negro y Neuquén.

Puede encontrarse como un integrante secundario del bosque chaqueño, o formando rodales puros en zonas abiertas, inundables, con napas freáticas poco profundas y salinas. Es una especie colonizadora de suelos húmedos, ya consolidados y ricos en limos, muy agresiva en el Chaco Boreal (Mereles, Degen, 1997).

Una de las principales características de la especie es la regeneración por semillas o por vía vegetativa mediante raíces gemíferas y corona de la planta (lignotuber). Las semillas poseen diseminación endozoica. La activación de yemas en las ramas o corona del tallo o las raíces puede ser provocada entre otros factores por el fuego. Presenta alta capacidad de rebrote después de sufrir incendios y cortes severos.

En las zonas semiáridas y subhúmedas puede formar densas colonias, debido a que su sistema radical da origen a un conjunto de plantas dispuesta en forma circular u oval, llamadas isletas, con plantas de mayor tamaño y edad, próximas al centro.

En algunas regiones, se relaciona a la especie con perjuicios que ocasiona al comportarse como invasora en pastizales degradados (Anderson, 1976), sin considerar los importantes productos que ofrece. La concepción que la biomasa de chañar puede tener usos industriales, no ha sido debidamente desarrollada, con aspectos positivos complementarios y sinérgicos, obteniendo ventajas productivas (ganadera y forestal) económicas y ecológicas (Echeverría, Giulietti, (2002). Para implementación de sistemas silvopastoriles debe tomarse en cuenta la cobertura y la densidad de individuos, regulando mediante podas y raleos la entrada de luz y la circulación del ganado.

Es de interés regional investigar sobre el crecimiento y ecología del chañar a fin de poder manejarla adecuadamente. Una herramienta válida para tal análisis es el estudio de crecimiento a partir de técnicas dendrocronológicas. El ancho de los anillos de crecimiento es el parámetro que tradicionalmente se emplea para inferir cambios en la historia de vida de los árboles y la relación con su entorno.

El empleo de los anillos de crecimiento de las leñosas permite cuantificar en forma precisa las velocidades de crecimiento radial de los árboles en distintos ambientes, así como determinar diferencias en las estructuras poblacionales del bosque en relación a factores tales como el clima, el suelo, los disturbios naturales y la historia de uso (Villalba *et al.*, 2006).

El conocimiento de la estructura y dinámica de los bosques permitirá plantear estrategias de manejo y recuperación de los mismos. A través del estudio de los anillos de crecimiento se puede conocer, entre otras cosas, la edad de los árboles y su tasa de crecimiento anual, y la capacidad de regeneración de la población. (Villagra *et al.* 2002).

La aplicación del análisis dendrocronológico en el manejo es directa y representa una herramienta indispensable en la planificación de aprovechamientos sustentables de bosques. La tasa de crecimiento observada en las diferentes especies nativas estudiadas indica que los turnos biológicos de corta son más largos de lo que se ha pensado y se viene aplicando hasta la actualidad (Giménez, Ríos. 1999.; Giménez *et al.*; 2000. Giménez *et al.*, 2003).

Es objetivo del presente trabajo contribuir al conocimiento de incremento diametral través del análisis dendrocronológico de árboles individuales de *Geoffreea decorticans*, definir la evolución de los anillos de crecimiento, incremento radial, diámetro normal (DAP) en función de la edad, y determinar tiempo de tránsito para las clases diamétricas a fin de evaluar las perspectivas de la especie.

## MATERIAL Y MÉTODO

El estudio fue realizado con 16 individuos de la especie *Geoffreea decorticans* Burk., Familia: Fabaceae (Leguminosae: Papilionoideae), provenientes de un rodal natural del Parque Los Quebrachos, Departamento Alberdi, Provincia de Santiago del Estero, Argentina. El área corresponde al Distrito Chaqueño Occidental y su posición geográfica es 25° 58' 28" Lat. S.; 62° 9' 04" Long. O. La elección de los árboles para el estudio se realizó en forma selectiva y siguiendo los criterios de: DAP superior a 15cm.; fuste sin defectos; de buena vitalidad. Se midió el DAP (diámetro de referencia a 1.30 m.) de cada árbol seleccionado, su altura de fuste y altura total, marcándose la dirección Norte en el fuste; para un total de 16 árboles abatidos, se extrajeron rodajas (Fig. 3) de 5 cm. de espesor, a las alturas de 0.30 y 1.30m (Helinska *et al.*, 1991). Las muestras se trabajaron con cepilladora, lijadora de banda y orbital con juego de lijas de granulometría de 600 a 100, hasta tener una superficie lisa que demarque con la mayor fidelidad los anillos de crecimiento.

Para el estudio de crecimiento se trabajó con las secciones transversales acondicionadas, determinándose las orientaciones Norte, Sur, Este y Oeste. La marcación y medición de anillos se efectuó con el Equipo Computarizado ANIOL y el programa CATRAS. En este procedimiento se consignó número de años y espesor del anillo con una precisión de centésima de milímetro.

Los datos fueron analizados con el programa SSPS como muestras de medidas repetidas. Las mediciones se efectuaron de corteza a médula. Se sincronizó los anillos manualmente y por cuadrantes, a fin de tener diferencia de edad ( $\pm 2$  años).

Se promedió el espesor de anillos de las cuatro orientaciones medidas y a partir de este dato medio, se generó la planilla de diámetro en función de la edad. Para el estudio de las tendencias de crecimiento se usó el método basado en la edad biológica de los árboles, trabajándose con individuos de edades diferentes. El espesor de los anillos de cada uno de ellos se alineó con los de otros individuos según la edad biológica.

El espesor de anillos de todos los árboles fue promediado para producir la curva del árbol base. Así se expresó biológicamente las tendencias de crecimiento de la especie en determinado sitio. Este proceso de promediación atenúa en gran parte las fluctuaciones anuales en el anillo debido a causas ambientales, que quedan descartadas (Stokes y Smiley, 1968).

La estandarización de la curva de crecimiento medio asume que la forma de la estructura a cualquier edad biológica es independiente al período de tiempo durante el cuál se produce. Posteriormente se calculó la sección normal promedio a 1.30 m. de altura en los individuos estudiados en función de la edad. Fueron analizados los modelos de regresión para las propiedades estudiadas y la edad.

### Resultados de Crecimiento

El chañar es una de las pocas especies arbóreas del Chaco argentino que presenta anillos de crecimiento bien demarcados, lo que permite usar técnicas dendrocronológicas para el estudio de crecimiento. La definición del anillo está dada por la presencia de parénquima terminal y porosidad semicircular. A nivel macroscópico se marca una banda oscura correspondiente al final del anillo donde el tejido es más denso, seguida de una banda ancha y clara (inicio del anillo) Fig.1.



Fig.1- Patrón de anillos macro y microscópico  
Fig.1- Macro and microscopic ring pattern

En Tabla 1 se indican los estadísticos descriptivos de las series promedios de los 16 individuos estudiados.

Tabla 1. Estadística Descriptiva (en mm)  
Table 1. Descriptive Statistics (in mm)

Variable	n	Med	Desví standar.	Mínim	Máximo
Árbol 1	23	5.	2.	2.	10.
Árbol 2	19	5.	1.	2.	8.
Árbol 3	20	4.	1.	2.	7.
Árbol 4	33	4.	1.	2.	8.
Árbol 5	17	9.	3.	5.	16.
Árbol 6	15	7.	3.	2.	12.
Árbol 7	21	6.	1.	4.	10.
Árbol 8	16	6.	2.	1.	10.
Árbol 9	16	5.	2.	2.	9.
Árbol 10	29	5.	1.	2.	7.
Árbol 11	21	4.	2.	2.	10.
Árbol 12	10	11.	3.	6.	16.
Árbol 13	10	7.	1.	4.	10.
Árbol 14	9	8.	2.	4.	11.
Árbol 15	26	5.	1.	2.	9.
Árbol 16	20	5.	1.	2.	9.
Espesor medio	33	4.	0.	2.	6.

Los valores de espesor de anillos son muy variables entre los individuos de un mismo bosque.

El espesor medio las series de anillos es 4.71 mm. (2.2 y 16.51), desviación estándar de 2.59 y un coeficiente de variabilidad de 43.2%. El espesor de los anillos correspondientes a la sección de 1.30m y la edad presentan una correlación de 0.95, se ajusta a una curva explicada por un función polinómica de segundo grado con un  $R^2$  de 0.93 (Fig.2).El incremento radial de los individuos en conjunto, presenta un valor máximo a los 5 años de edad.

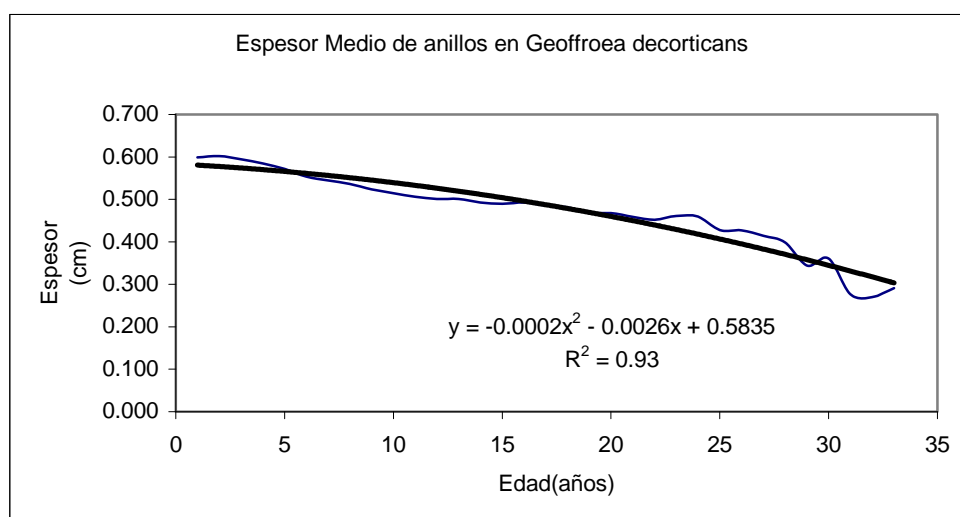


Fig.2- Espesor de anillos y edad  
Fig.2- Ring thickness and age

La evolución del DAP y la edad ajusta a una ecuación polinómica de segundo grado (Fig. 3) con un  $R^2$  de 0.9998 y un coeficiente de correlación de 0.9970 (30cm DAP a los 31 años). Este dato es excepcional en las leñosas arbóreas del Chaco Semiárido, ya que se alcanza el diámetro mínimo de corta a temprana edad.

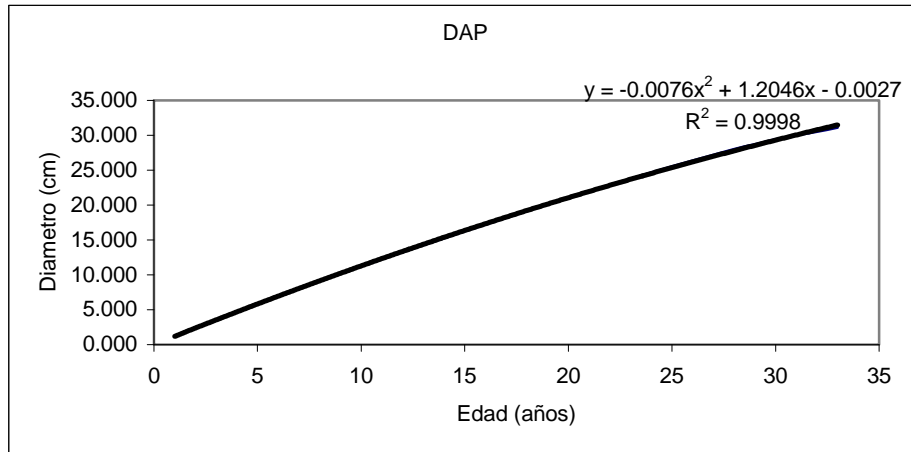


Fig. 3- Evolución del DAP y la edad  
Fig. 3 - DAP and age evolution

El IMA (Incremento medio anual) e IA (Incremento anual) en función del DAP se interponen tempranamente a los 5 años a un valor de 1.181cm (Fig. 4).

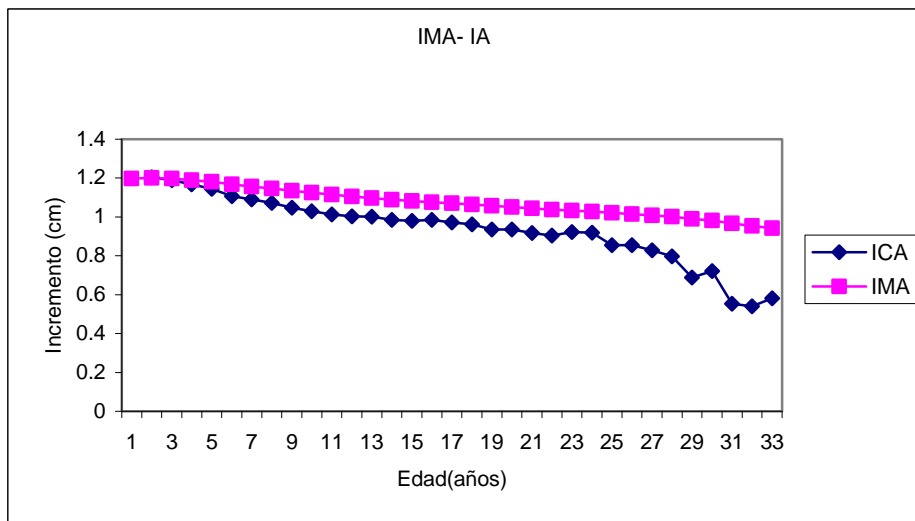


Fig.4- IMA e IA en función de la edad  
Fig.4-IMA and IA on the basis of age

Con la curva de DAP y edad se estima el tiempo de tránsito entre cada clase diamétrica de 5 cm (Fig.5). El tiempo de tránsito oscila entre 6 a 10 años según las clases diamétricas.

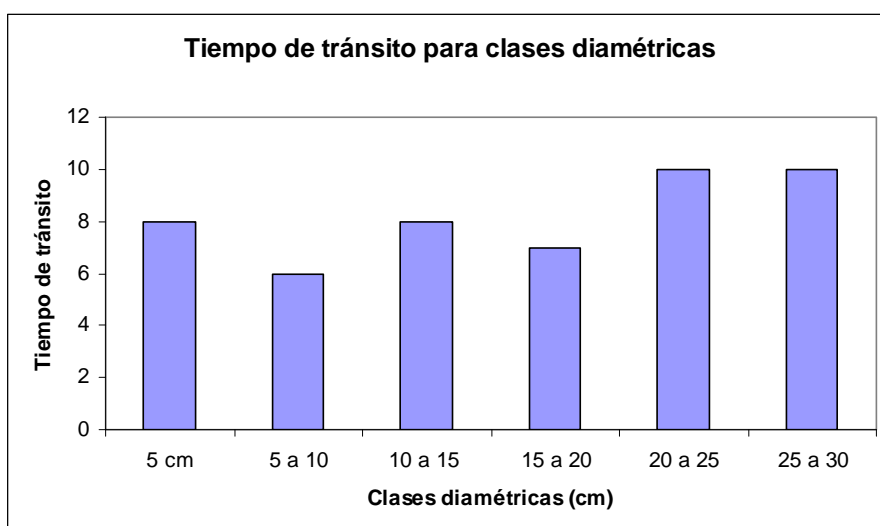


Fig. 5- Tiempo de tránsito por clases diamétricas

Fig. 5 - Transit time by diameter class

## DISCUSIÓN

Escasos son los datos sobre el ancho de anillos de la especie, excepto lo indicado por Roth, Giménez, 2006 (3.1mm: 1-5). Echeverría, Giulietti, (2002) indican un espesor de anillos de 3.4 mm/año para San Luis, con un crecimiento en diámetro de 0.65 cm anuales. Para cañaverales en Chile, Serra (1998) cita un crecimiento en diámetro de 0.7 cm.

En el presente trabajo IMA en DAP para 33 años es de 0.942 cm. Existe una marcada diferencia en la velocidad de crecimiento con la edad. Es muy rápido durante los primeros 5 años de vida y alcanza un máximo entre los 2-5 años (0.59 cm) para decrecer a los 30 años. Los árboles objeto de estudio están indicando un comportamiento de una especie de rápido crecimiento para las condiciones ecológicas del Chaco, y además está hablando de una especie de una longevidad baja.

Este resultado implica que es necesario replantear la mayoría de los emprendimientos forestales existentes, incluso la legislación forestal. Por ejemplo, tradicionalmente se ha aconsejado cortar árboles mayores a 30 cm de diámetro, esto significa cortar árboles antes de que alcancen la mayor tasa de crecimiento forestal.

En referencia a los anillos de crecimiento, las características de demarcación y el espesor varía según las especies de la región. En *Prosopis alba* el espesor medio de anillos es: 4.05 mm (2.11–5.18) (Giménez *et al.*, 1998); *Prosopis kuntzei*: 3.26 mm (1.9-4.5) (Giménez *et al.*, 1997); *Prosopis nigra* 3.289 mm (1.14- 8.59) (Giménez *et al.* 2000); *Schinopsis quebracho-colorado* 2.19 mm (1.6-4.5) (Giménez, Ríos, 1999) y *Aspidosperma quebracho-blanco* con 2.2mm (Moglia, 2000).

Como se evidencia *Geoffroea decorticans* es la especie de mayor espesor de anillo promedio de las estudiadas para el Chaco Semiárido, lo cual representa una aliciente muy importante. Hay que destacar que los diámetros máximos citados de 30 cm (Tortorelli, 1956), indica baja longevidad de la especie.

## CONCLUSIONES

*Geoffroea decorticans* es una especie de crecimiento medio y de muy buenas perspectivas de aprovechamiento en relación al tiempo de tránsito de clases diamétricas. El espesor medio de anillo es de 4.71 mm. (2.2 y 16.51) para un período de 35 años: La culminación de incremento diametral se produce a edades tempranas (5 años).

## BIBLIOGRAFÍA

- Anderson, D. 1976. Invasión del chañar (*Geoffreea decorticans*) en los pastizales de la Pcia de San Luis. RIA (7): 153-172.
- Echeverría J.C., Giulietti, J., 2002. Incidencia del chañar en la producción bovina en San Luis. RIA, 30 (1):59 a 66 ISSN 0325 – 8718.INTA, Argentina [http://www.inta.gov.ar/ediciones/ria/31\\_1/004.pdf](http://www.inta.gov.ar/ediciones/ria/31_1/004.pdf)
- Giménez, A. y N. Ríos. 1999. Crecimiento de *Schinopsis quebracho-colorado*, Anacardiaceae. Bosques- Xalapa. Méjico: 5 (2): 35-51.
- Giménez, A.; Ríos, N.; Moglia, G. 1997. Leño y corteza de *Prosopis kuntzei* en relación a algunas magnitudes dendrométricas. Revista de Investigaciones Agraria Sistemas y Recursos Forestales- España- Vol 6- N: 1, 2; p: 163-182.
- Giménez, A.; Ríos, N.; Moglia, G.; López, C. 1998. Leño y corteza de *Prosopis alba Griseb.*, algarrobo blanco, en relación con algunas magnitudes dendrométricas. Bosque 19 (2): 53-62.
- Giménez, A.M., Ríos N.A., Moglia, J.G. (2003). Crecimiento de *Prosopis nigra* (Griseb.) Hieron (Algarrobo negro) en Santiago del Estero, Argentina. Foresta Veracruzana. Vol.5 N°2.ISSN 1405-7247. Pags.17-21
- Giménez, A.; Moglia, G.; Hernández, P.; Bravo, S. 2000. Leño y corteza de *Prosopis nigra* (Griseb.) Hieron, Mimosaceae, en relación a algunas magnitudes dendrométricas. Revista Forestal Venezolana 44 (2): 29-37.
- Helinska, R., Raczkowska, E.; Fabisiak, G. 1991. Radial variation and growth rate in the length of the axial elements of sessile oak wood. IAWA Bull.Vol.12 (3): 257- 262.
- Serra, M. 1998. Especies arbóreas y arbustivas para las zonas áridas y semiáridas de América Latina. *Geoffreea decorticans*. FAO. Red Latinoamericana de Cooperación Técnica en Sistemas Agroforestales. Web: <http://www.rlc.fao.org/redes/sisag/arboles/Chi-geof.htm>.
- Mereles, F.; Degen, R. 1997. Leñosas colonizadoras e indicadores de sitios modificados en el chaco boreal , Paraguay. Rojasiana 4 (1): 25-83.
- Stokes, M.; Smiley, T. 1968. An introduction to tree rings dating. Univ. Chicago Press., Chicago. 120p.
- Tortorelli, L. 1956. Maderas y bosques argentinos. Editorial ACME, SACI, Buenos Aires. 891 p.
- Villalba, R., Delgado,S, De Membiela, M., Mendoza. D., 2006. Variabilidad interanual de los caracteres anatómicos en el leño de *Cedrela lilloi*, en el noroeste de Argentina. En: Ecología y producción de cedro (género *Cedrela*) en las Yungas australes. Pacheco, S. y A. Brown (Eds.). LIEY-ProYungas. Argentina. pp. 59-82.
- Villagra, P.; Morales, M.; Villalba, R.; J. Boninsegna. 2002. Dendroecología de los algarrobales de la zona árida argentina. IANIGLA: 52- 55.

# ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD FORESTAL DE PARQUE DE LOS QUEBRACHOS, SANTIAGO DEL ESTERO, ARGENTINA

## ANALYSIS OF FORESTRY DIVERSITY OF QUEBRACHOS PARK, SANTIAGO DEL ESTERO, ARGENTINA

Hernández, P. C.<sup>1</sup>; Giménez, A. M.<sup>2</sup>; Ríos, N.A.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Auxiliar Docente Cátedra de Dasometría. Facultad de Ciencias Forestales. UNSE. Av. Belgrano (S) 1912. [phernandez@unse.edu.ar](mailto:phernandez@unse.edu.ar)

<sup>2</sup>Profesor Titular Cátedra de Dendrología. Facultad de Ciencias Forestales. UNSE. Av. Belgrano (S) 1912. [amig@unse.edu.ar](mailto:amig@unse.edu.ar)

<sup>3</sup>Profesor Adjunto Cátedra de Dasometría. Facultad de Ciencias Forestales. UNSE. Av. Belgrano (S) 1912. [nar@unse.edu.ar](mailto:nar@unse.edu.ar)

### RESUMEN

Los bosques son ecosistemas complejos, en su estabilidad y desarrollo intervienen multitud de procesos e interrelaciones entre los organismos que lo conforman; de ahí el interés creciente que adquiere la conservación de la diversidad biológica en la gestión forestal. El objetivo es analizar la composición y diversidad estructural de un bosque a partir de un inventario forestal general. Se analizan 20 parcelas rectangulares, de 10mx100m, en un sitio ubicado en el norte de Santiago del Estero. Se calculan los índices de diversidad de Shannon- Wiener, dominancia de Simpson y Uniformidad, a partir de datos de área basal; se calculan los índices de Cox, homogeneidad y la curva de Lorenz, para determinar el patrón de distribución espacial de los individuos. Con los valores de diversidad, dominancia y equitatividad se concluye que la diversidad alcanza un 60% del máximo valor posible y existe dominancia marcada de dos especies; su distribución es heterogénea según los resultados de los índices aplicados.

Palabras clave: bosque, estructura, área basal

### SUMMARY

Forests are complex ecosystems, its stability and development involves many processes and interrelationships among the organisms that make up, hence the growing interest in acquiring the conservation of biological diversity in forest management. The objective is to analyze the composition and structural diversity of a forest from a general forest inventory. We analyzed 20 rectangular plots of 10mx100m, at a site in northern Santiago del Estero. With basal area data diversity index of Shannon- Wiener, Simpson dominance and Uniformity; rates are calculated Cox, uniformity and the Lorenz curve to determine the spatial distribution pattern of individuals. With the values of diversity, dominance and evenness is concluded that diversity reaches 60% of the maximum value and there is dominance of two species, their distribution is heterogeneous as shown by the rates applied.

Key words: Forest, structure, basal area

### INTRODUCCION

Los bosques son ecosistemas complejos en cuya estabilidad y desarrollo intervienen multitud de procesos e interrelaciones entre los diferentes organismos que forman parte de ellos. De ahí el interés creciente que ha adquirido en los últimos tiempos la conservación de la



diversidad biológica como uno de los objetivos de la gestión forestal. (Hunter, 1990 por Montes Pita, 2004)

Evaluar la biodiversidad forestal, es decir la diversidad existente en las especies forestales y entre ellas y la diversidad de ecosistemas forestales, es esencial para conservar eficazmente y ordenar de forma sostenible los recursos forestales (Hunter, 1999 por Newton y Kapos, 2002)

En la Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2000 (ERF 2000) se incluyeron algunos indicadores básicos con el propósito de poder comprender mejor la situación y las tendencias en la diversidad biológica forestal, en relación con la condición natural, el estado de protección y la fragmentación de los ecosistemas forestales. (Newton y Kapos, 2002). En las conclusiones de la ERF 2000 se subraya la necesidad de controlar no solamente la cantidad de bosques existentes sino también su calidad y se sugiere que las actuaciones futuras se centren en la elaboración, ensayo y aplicación de nuevos indicadores relacionados con los criterios que comúnmente son aceptados para la ordenación forestal sostenible. Por lo tanto cuando se evalúan los bosques se debería facilitar información detallada sobre la situación y las tendencias de la biodiversidad forestal. Según Newton y Kapos (2002) en la medida de lo posible se deberían utilizar indicadores de la biodiversidad que puedan establecerse a partir de los datos recogidos en los inventarios forestales generales. Noss (1999) presentó un marco jerárquico para formular indicadores de la biodiversidad, reconociendo que tres elementos de la biodiversidad -composición, estructura y función- pueden ser considerados en varios niveles o escalas de organización.

Es objetivo del presente trabajo es analizar la composición y diversidad estructural de un bosque nativo, a partir de datos de un inventario forestal general.

## **MATERIALES Y METODO**

### **Localización del área de estudio**

Parque de los Quebrachos, Dpto Alberdi, provincia de Santiago del Estero se ubica en Latitud S: 26° 40' 51,87'' y Longitud W: 63° 35' 39,89''. Es uno de los sitios analizados por el PIARFON Chaco Semiárido, el cual incluía entre sus objetivos la ejecución de inventario forestal de diferentes sitios de la provincia.

Según el informe del PIARFON (2005) este sitio se localiza a escasos metros al este de la llanura de escurrimiento impedido del Río Salado, los cuales son bañados activos. Su localización geomorfológica coincide con la antigua llanura de inundación del mencionado río, la cual fue cubierta por un manto superficial de sedimentos eólicos. Como consecuencia el material originario de los suelos de este sitio se halla íntimamente relacionado al comportamiento del Río Salado y a la posterior cobertura superficial.

Dentro del mismo se han señalado dos unidades cartográficas de suelos. Estas son:

- Suelos de los planos suavemente elevados con vegetación boscosa.
- Suelos de los planos bajos salinizados con vegetación halófito.

El inventario forestal se realizó en la primera unidad cartográfica mencionada, la cuales se ubica en la zona más alta del sitio. Estos suelos se encuentran moderadamente bien drenados, con escurrimiento lento y permeabilidad rápida hasta el contacto con las capas intermedias de texturas finas que retardan el libre movimiento gravitacional del agua. (PIARFON 2005).



Figura 1: Ubicación de Parque de los Quebrachos, Provincia de Santiago del Estero.  
 Figure 1: Location Quebrachos Park, Province of Santiago del Estero

## METODOLOGÍA

Se trabaja con datos del estrato arbóreo obtenidos en la realización del inventario forestal del PIARFON Chaco Semiárido en Parque de los Quebrachos, donde se midieron todos los árboles con diámetro a  $1,30 \geq 5$  cm. Las parcelas son rectangulares de 10m x 100m. El PIARFON Chaco Semiárido (2005) divide al sitio en cuatro (4) estratos o lotes en base a estudios previos, de allí se toman 20 parcelas para su análisis.

Con el número de individuos por especie se calcula: abundancia y frecuencia; y el Índice de Cox, el cual informa sobre la uniformidad de la distribución espacial de los individuos.

En base a los datos de área basal por especie y por lote se calcula: el Índice de Shannon- Wiener, el Índice de Simpson, el cual es indica el grado de dominancia y el Índice de Uniformidad. También se analiza la riqueza de especies observadas mediante la curva de acumulación de especies de Mao Tau,

Se obtiene el número de especies esperadas mediante el índice CHao, Jackknife1 y Jackknife 2 calculado con el software PAST.

Al estimar la proporción de una especie en una masa forestal para calcular los índices de Shannon- Wiener, Uniformidad y Simpson se puede utilizar el número de pies o bien el área basimétrica (Köhl y Sing., 1996 Citado por Del Rio, 2003), reflejando la segunda variable mejor la importancia de cada especie desde el punto de vista de la competencia. Del Rio, 2003 cita menciona que al aplicar estos tres índices al estrato arbóreo de un ecosistema forestal encuentran correlaciones significativas entre todos ellos, calculándolos tanto con el número de pies como con el área basimétrica de las diferentes especies.

El índice de Equitatividad o Uniformidad varía entre 0, valor que toma cuando todos los individuos pertenecen al mismo grupo, y 1, si los individuos se reparten homogéneamente en los distintos grupos (Del Rio, 2003)

Otro aspecto de la estructura de una masa forestal es la diferenciación, que describe la relación dimensional entre árboles vecinos. La diferenciación se puede referir a distintas variables (diámetro, altura, copa, etc), aunque para reflejar la diferenciación horizontal y vertical

las variables mas frecuentes son el diámetro y la altura respectivamente. El índice de homogeneidad es frecuentemente usado y se suele emplear en combinación con la curva de Lorenz (De Camino, 1976, en Kramer 1988; citado por Del Rio, 2003). Cuanto mayor es el valor de este índice, más heterogénea es la masa. Se calcula en el presente trabajo el Índice de homogeneidad utilizando el área basal por especie y por lote, y se acompaña con la Curva de Lorenz la cual se construye con los porcentajes de número de pies y su área basal. Se acompaña esta información con la distribución diamétrica.

## RESULTADOS

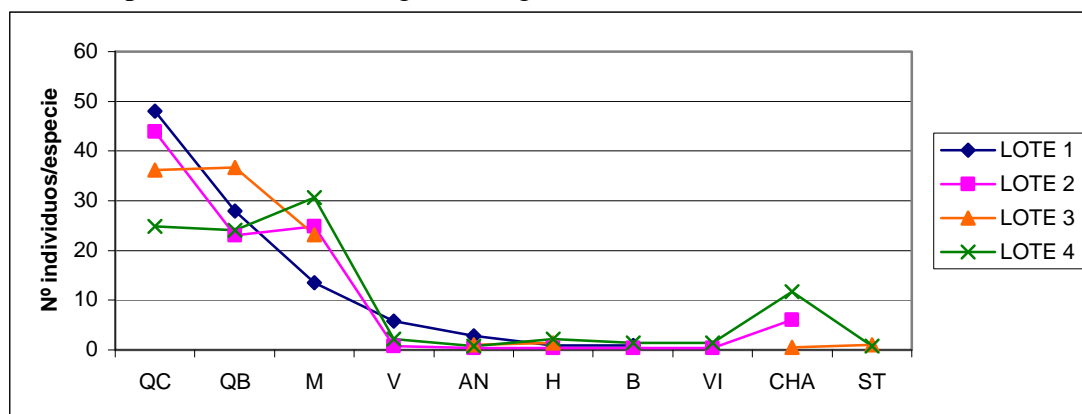
Las especies localizadas se detallan en la **tabla 1**, a continuación.

Tabla 1: Especies arbóreas localizadas en Parque de los Quebrachos, Santiago del Estero.

Table 1: Tree species located in Park Quebrachos, Santiago del Estero

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN	CODIGO
Anacardiaceas	<i>Schinopsis lorentzii</i>	quebracho colorado	QC
Apocinaceas	<i>Aspidosperma quebracho blanco</i>	quebracho blanco	QB
Bignoniaceas	<i>Tabebuia nodosa</i>	huiñaj	H
Leguminosas	<i>Prosopis ruscifolia</i>	vinal	V
Leguminosas	<i>Prosopis nigra</i>	algarrobo negro	AN
Leguminosas	<i>Geoffroea decorticans</i>	chañar	CHA
Leguminosas	<i>Cercidium praecox</i>	brea	B
Leguminosas	<i>Prosopis vinalillo</i>	vinalillo	VI
Ramnaceas	<i>Ziziphus mistol</i>	mistol	M
Santalaceas	<i>Jodina rombipholia</i>	sombra de toro	ST

En el **gráfico 1** se observa que las especies más abundantes son quebracho colorado (*Schinopsis lorentzii* Griseb.) Engl., quebracho blanco *Aspidosperma quebracho blanco* Schlecht y mistol *Ziziphus mistol* Grisebach, con gran diferencia respecto a las demás especies, como se puede observar en el gráfico siguiente.



QC: quebracho colorado

V: Vinal

B: Brea

ST: Sombra de Toro

QB: quebracho blanco

AN: Algarrobo Negro

VI: Vinalillo

M: Mistol

H: Huiñaj

CHA: Chañar

Gráfico 1: Abundancia de especies arbóreas.

Grafic 1: Abundance of tree species.

Las especies mas frecuentes son quebracho colorado presente en el 100% de las parcelas, quebracho blanco, con 95 % de frecuencia, y mistol, con 90% de frecuencia, en los cuatro lotes. Según Acosta *et al* (2006) la abundancia mide la participación de cada especie en la masa y la frecuencia se refiere a la distribución espacial de los individuos en la masa.

El índice de Cox informa sobre la distribución espacial de los individuos, es mayor a 1 en todos los casos por lo tanto se interpreta que se trata de una masa en agregados, aunque en el Lote 3 se acerca a 1 y se podría interpretar que se trata de una masa con un patrón de distribución aleatorio. Los valores del índice de Cox se muestran en la **Tabla 2**.

Tabla 2: Valores del Índice de Cox para cada lote.

Table 2: Cox Index for each batch

	<b>Índice de cox</b>
LOTE 1	3,06
LOTE 2	2,85
LOTE 3	1,14
LOTE 4	2,09

Los índices de Shannon- Wiener, Simpson se calcularon con el Software PAST a partir de los datos de área basal por especies y para cada uno de los cuatro lotes; se pueden comparar sus valores en la **tabla 3**.

Tabla 3: Índice de Shannon- Wiener, Simpson y Equitatividad calculados a partir del área basal por especie.

Table 3: Index of Shannon- Wiener, Simpson and evenness. Are calculated from basal area by species.

INDICE	LOTE 1	LOTE 2	LOTE 3	LOTE 4
Taxa_S	7	9	7	10
Individuals	35810	61060	61128	44968
Dominance_D	0,3779	0,357	0,3518	0,3128
Shannon- Wiener_H	1,18	1,233	1,177	1,453
Simpson_1-D	0,6221	0,643	0,6482	0,6872
Equitability_J	0,6063	0,5614	0,6048	0,6312

El índice de Shannon- Wiener es bajo si se considera que el máximo alcanzado llega a 4.5 según lo afirma Magurran (1989), pero no lo es si se tiene en cuenta que el máximo valor que puede alcanzar en el sitio es 2,2. Este índice indica la diversidad de especies, en este caso en relación al área basal de cada una de ellas.

Los índices que evalúan la dominancia miden la probabilidad de que dos individuos de la población extraídos al azar sean de la misma especie; valores altos indican dominancia de alguna especie.

Los índices de Chao, Jacknife1 y Jacknife 2 determinan el número de especies esperado en base al número de especies observadas, en este caso coinciden ambos valores. Los valores se muestran en la **tabla 4**.

Tabla 4: Índice de Chao, Jacknife1 y Jacknife2 en base al número de especies en el sitio

Index of Chao, and Jacknife2 Jacknife1 based on the number of species on the site

<b>Índice</b>	<b>Riqueza esperada</b>
<b>Chao 2</b>	10,0
<b>Jacknife 1</b>	10,0
<b>Jacknife 2</b>	9,3

El **gráfico 2** es la curva de acumulación de especies de Mau Tau, se construye con los valores obtenidos en ESTIMATES de riqueza de especies observadas (Sobs)

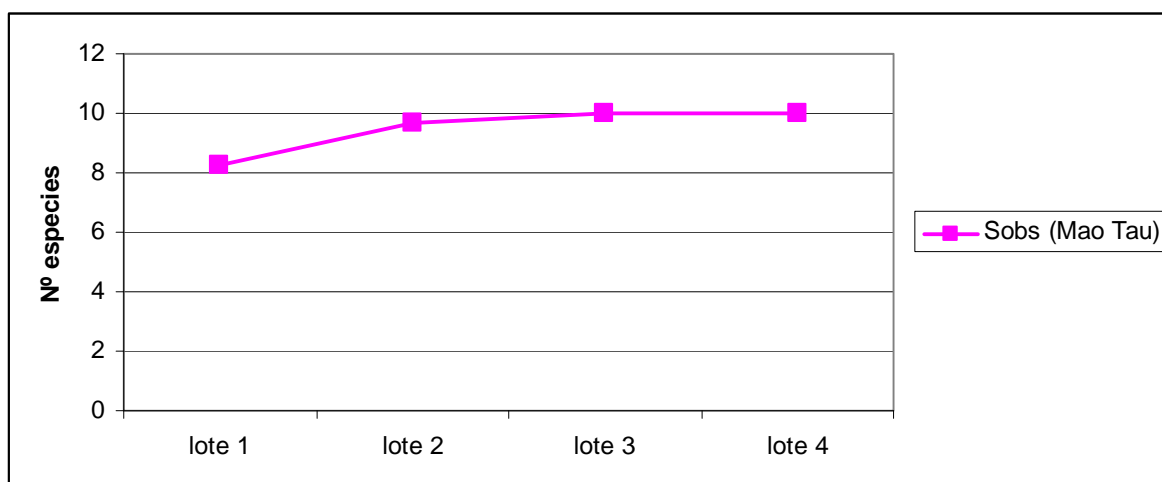


Gráfico 2: Curva de acumulación de especies de Mau Tau (Sobs= Riqueza de especies observada)  
 Gráfico 2: Species accumulation curve of Mau Tau (Sobs = observed species richness)

Para determinar el patrón de distribución espacial de los individuos o diferenciación se aplica el índice de homogeneidad en cada lote, **tabla 5**, y se muestra la curva de Lorenz para el Lote 1 en el **gráfico 3**. En la Curva de Lorenz se representa el porcentaje de número de pies ( $Ad_i\%$ ) frente al porcentaje de área basal con diámetro menor o igual a  $d_i$  ( $ABd_i\%$ ).

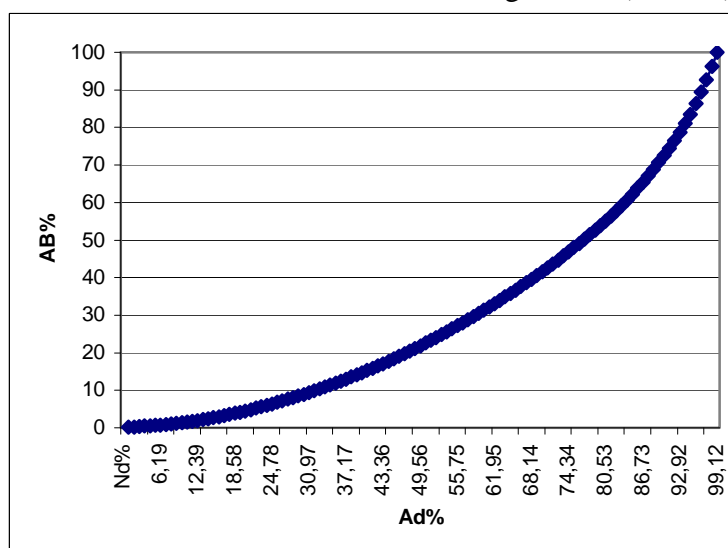


Gráfico 3: Curva de Lorenz del Lote 1  
 Gráfico 3: Lorenz curve of plot 1

Tabla 5: Índice de Homogeneidad en los cuatro Lotes analizados  
 Table 5: Homogeneity Index analyzed in the four plots

	<b>Índice de Homogeneidad</b>
<b>LOTE 1</b>	2,40
<b>LOTE 2</b>	2,10
<b>LOTE 3</b>	1,92
<b>LOTE 4</b>	1,78

En una masa homogénea la relación sería la recta bisectriz, mientras que la curva se separa más de la recta cuanto más heterogénea es la masa. Cuanto mas amplia es la distribución diamétrica de una masa más se aleja de la bisectriz la curva (Del Rio, 2003). En el **gráfico 4** se

observa que el Lote 1 posee menor número de pies por clase diamétrica y los Lotes 2, 3 y 4 siguen una misma tendencia en la frecuencia de sus pies.

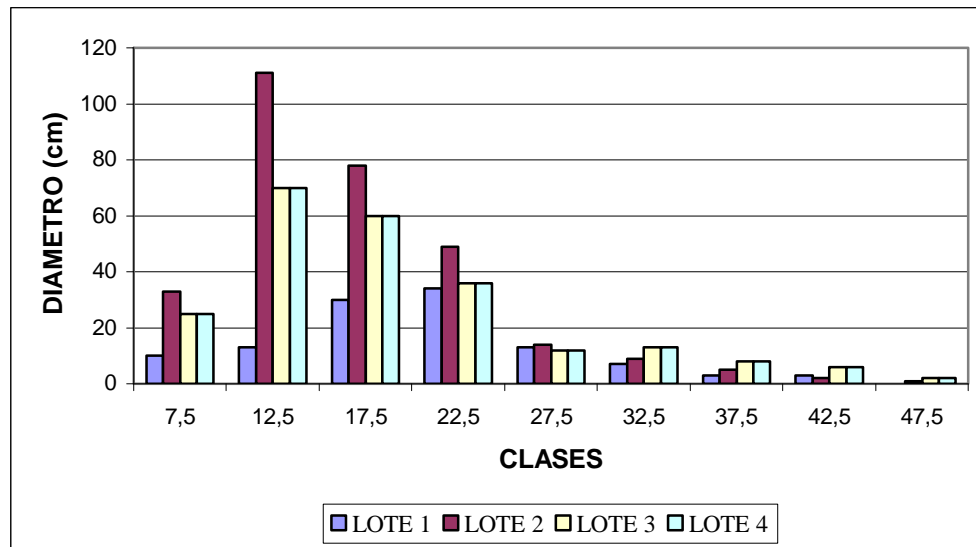


Gráfico 4: Distribución diamétrica en cuatro Lotes  
 Gráfico 4: Distribution diameter of four plots

## CONCLUSIONES

El valor del índice de Shannon- Wiener no es bajo si se considera que el máximo valor que puede alcanzar en el sitio es de 2,2; esto se confirma con los valores del índice de Uniformidad que está por encima del 50% en los cuatro lotes. En cuanto a la dominancia estimada por el índice de Simpson y también en base a los datos de área basal, es notable la dominancia de dos especies. Para completar esta información se tiene que las especies más abundantes y frecuentes son *Schinopsis lorentzii* y *Aspidosperma quebracho blanco*, con más del 80 % de frecuencia y más del 30% de abundancia relativa.

Los valores de los índices de Chao, Jackknife1 y Jackknife2 coinciden con la riqueza observada, lo que significa que ya no se pueden encontrar nuevas especies. Esto se confirma con la curva de acumulación de especies de Mau Tau, la cual toma forma asintótica.

La curva de Lorenz se aleja de la bisectriz lo que indica que se trata de una masa heterogénea, esto coincide con los valores del índice de Cox que describe una masa en agregados.

El índice de homogeneidad y la curva de Lorenz tienen la ventaja de que no es necesario tener datos sobre la distancia al vecino para estimar el patrón de distribución.

La distribución diamétrica de este bosque nativo indica que existen pocos individuos en las clases más bajas, lo cual podría estar indicando que la regeneración de especies arbóreas es escasa.

Se trata entonces de un bosque con un patrón de distribución heterogéneo y en agregados, con una diversidad alta pero con dominancia marcada de dos especies.

## BIBLIOGRAFIA

- Acosta, H; Araujo, P; Iturre, M. 2006. Caracteres estructurales de las masas. Serie Didáctica Cátedra de Sociología Vegetal y Fitogeografía Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. UNSE.
- Del Rio, M; Montes, F; Cañellas, I; Montero, G. 2003. Revisión: índices de diversidad estructural en masas forestales. *Investig Agrarias Sist. Recur. For.* 12 (1), 159- 176
- Hunter, M.L., ed. 1999. *Maintaining biodiversity in forest ecosystems*. Cambridge, Reino Unido, Cambridge University Press. (citado por Newton y Kapos, 2002)
- Magurran, A. 1989. *Diversidad ecológica y su medición*. Ediciones Vedral. 200 pp.

- Montes Pita, F- 2004- Estudio de la relación entre la selvicultura y la diversidad estructural en los montes Pinar de Valsáin y Pinar de Navafría. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid.
- Newton A.C. and Kapos V. - 2002- Indicadores de la biodiversidad en los inventarios forestales nacionales. Unasylva 210, Vol 53 , pag 56-64
- PIARFON, 2005. Informe final. Chaco Semiárido. Capítulo II. – Inventario Parque de los Quebrachos. Disponible en biblioteca de la Facultad de Ciencias Forestales- UNSE y en el sitio Web: <http://www.ambiente.gov.ar/?idarticulo=947>
- Yajaira Moret, A; Valera, L; Mora A; Garay V; Jerez M; Plonczak M; Ramírez N; Hernández D. 2008. Estructura horizontal y vertical de *Pachira Quinata* (Jacq.) W.S. Alverson, (Bombacaceae) en el bosque universitario “El Caimital”, Barinas, Venezuela ECOTRÓPICOS 21(2): 62-74. Sociedad Venezolana de Ecología. Web: <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/28976/1/art1.pdf>

# COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS DE MENSURAÇÃO DE DIÂMETRO E ALTURA NO INVENTÁRIO REALIZADO NA FLORESTA ESTADUAL DE ASSIS, SÃO PAULO, BRAZIL.

## COMPARISON OF DIAMETER AND HEIGHT MENSURATION METHODS APPLIED IN FOREST INVENTORY IN ASSIS FOREST STATION, SÃO PAULO, BRAZIL.

Longo, D.H.M.<sup>1</sup> Gorenstein, M.R.<sup>2</sup> ; Vilas Boas, O.<sup>3</sup>; Max, J.C.M.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Eng. Florestal., Dr., Professor do curso de Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Dois Vizinhos. Estrada p/ Boa Esperança, km 4 – CEP: 85660-000, Dois Vizinhos, PR, Brasil – mauriciorg@utfpr.edu.br

<sup>2</sup> Acadêmico de Engenharia Florestal – FAEF, Estagiário da Floresta Estadual de Assis, Instituto Florestal, São Paulo, SP, Brasil - [david.helena@terra.com.br](mailto:david.helena@terra.com.br)

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, MSc, Instituto Florestal, Estrada Assis-Lutécia, Km 09 CEP: 19800-970, Caixa-Postal: 104, Assis, SP, Brasil - [osmarvb@gmail.com](mailto:osmarvb@gmail.com)

<sup>4</sup> Engenheiro Florestal, Instituto Florestal, Estrada Assis-Lutécia, Km 09 CEP: 19800-970, Caixa-Postal: 104, Assis, SP, Brasil - [jcmmax@uol.com.br](mailto:jcmmax@uol.com.br)

## RESUMO

Foi efetuado um estudo de comparação entre métodos de mensuração de altura e diâmetro a fim de verificar existência de viés. Utilizaram-se como base, dados de 211 árvores de *Pinus* spp. e 60 árvores de *Corymbia citriodora* (Hook.) K.D.Hill & L.A.S.Johnson, plantadas na região de cerrado em Assis-SP. O erro médio na medida das alturas para o *Pinus* spp. foi de -0,12 m e para *C. citriodora* foi de -0,11 m, indicando ausência de viés e compensação dos erros. Para a medida do diâmetro a diferença foi de -1,34 cm para *Pinus* spp. e 0,89 cm, para *C. citriodora*, indicando tendência de superestimativa este e subestimativa para aquele. Recomenda-se, portanto, a realização de duas medidas de diâmetro a fim de se aumentar a exatidão desta medida.

**Palavras-chave:** erros de medição; cubagem rigorosa; inventário florestal, estimação de volume.

## SUMMARY

A comparison methods study of height and diameter measurement was made to verify the existence of bias. Data from 211 trees of *Pinus* spp. and 60 trees of *Corymbia citriodora*, planted in the cerrado region of Assis, Sao Paulo state, Brazil was used provided from forest inventory. The average error in the measurement of *Pinus* spp. heights was -0.12 m and for *Corymbia* was -0.11m, indicating absence of bias and compensation of errors. The diameter methods difference was -1.34 for *Pinus* spp. and 0.89 cm for *Corymbia*. This results indicates trends of underestimate to *Pinus* and overestimate to *Corymbia*. Recommendations are made to take two diameter measures to improve the precision of this measure.

**Key words:** measurement errors, volume scaling; forest inventory, volume estimation.

## INTRODUÇÃO

Os recursos florestais, tanto de florestas plantadas como naturais, possuem as funções de produção e proteção, requerendo sempre informações precisas e confiáveis para melhor conservar ou manejar estes recursos, sendo somente possível através da realização do



inventário florestal (Sanquetta *et al.*, 2006). Segundo Péllico Netto e Brena (1997), a definição de inventário florestal é complexa por envolver diversos tipos de atividades diferenciais de acordo com os objetivos específicos para cada caso. A maioria dos inventários florestais visa somente à obtenção de uma estimativa de volume total de uma espécie, tornando-o simplesmente um instrumento informativo de volume existente em uma floresta.

Como o volume da árvore é uma função dependente das variáveis, diâmetro, altura e forma, seu cálculo pressupõe que essas variáveis são medidas no campo e não apresentam erros de medição. Caso contrário, o volume estimado será enviesado. A medida da altura deve ser resultado de um procedimento de mensuração cujo hipsômetro esteja calibrado, o operador treinado e a distância deste para a árvore sejam equivalentes à altura da árvore. Obedecendo a essas premissas, qualquer diferença entre o valor medido com o hipsômetro e o valor da altura real, deve ser atribuída ao objeto mensurado, no caso a árvore. Os erros na medição de altura e diâmetro são compensatórios, ou seja, erros negativos anulam erros positivos e como consequência, a estimativa da média não é enviesada (Philip, 1994; Sanquetta *et al.* 2006). A inclinação da árvore medida, devido a efeitos ambientais, como por exemplo, vento ou direção de crescimento, podem ser causas desse viés (Philip, 1994).

De acordo com Couto e Bastos (1988), a altura total de uma árvore só pode ser conseguida se o topo e a base são simultaneamente visíveis. Os autores ainda afirmam que em povoamentos de alta densidade a descoberta de um ponto ótimo de visada fica prejudicada, e consequentemente dificulta o encontro do topo da árvore. Na mensuração do diâmetro da árvore através de uma suta, as pressuposições são feitas no sentido de que o operador é treinado, a medida é feita a 1,30 metros do solo, e que essa medida seja representativa do fuste. Se apenas uma medida é tomada, considera-se que o tronco tem forma do cilindro perfeito, o que nem sempre ocorre.

O diâmetro é a variável que permite o cálculo da área basal, e esta, multiplicada pela variável altura e o fator de forma permite o cálculo de volume. O erro na medição dessas variáveis implica em erro no cálculo do volume. De acordo com Couto e Bastos (1988), o erro na medição do diâmetro é mais importante que o erro na medição da altura, os autores citam que a diferença em um centímetro na medição do diâmetro implica em 19% no volume cilíndrico e a diferença em um metro ? na altura em 14% do volume na mesma árvore.

São raros trabalhos publicados que analisam erros nas medições de altura e diâmetro de árvores. O resultado de um Inventário Florestal, preocupado na estimativa de volume de madeira, será confiável somente se houver medidas não enviesadas dessas variáveis.

O presente trabalho teve como objetivo responder as seguintes perguntas:

Existe viés na medição da altura das árvores?

A hipótese é que não existe, pois se houver viés a previsão é que ocorrerá erros na estimativa do volume.

Há diferença entre o diâmetro da árvore em pé e da árvore abatida?

A hipótese é que não há diferença, pois se houver o diâmetro medido na árvore em pé é de pouca exatidão, comprometendo assim o cálculo do volume.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Área de estudo**

Situada no município de Assis- São Paulo (SP), a Floresta Estadual de Assis do Instituto Florestal de São Paulo tem como objetivo a produção de madeira de *Pinus* e *Eucalyptus* para múltiplos usos. Localizada nas coordenadas geográficas 25°35'S e 50°25'W, a Estação possui uma altitude média de 560 metros com precipitação média anual de 1.400 mm. O clima na região é classificado pelo sistema de Köppen, com transição entre Cwa e Cfa,

com estação seca de duração variável, a precipitação média anual é de 1.400 mm e a temperatura média anual é de 21,8 ° C (Melo *et al.*, 2004).

O solo do tipo Latossolo ocupa 95% da área da unidade e está associado ao Neossolo, os 5% restantes da área é composta por Argissolo (Max *et al.*, 2007). A vegetação natural da região é de domínio de cerrado e cerradão (Durigan *et al.*, 1999).

### Procedimento de campo

Foi realizado um procedimento de cubagem rigorosa em 271 árvores, sendo 60 de *Corymbia citriodora* e 211 de *Pinus* spp. A medição do diâmetro a altura do peito (DAP) com casca, foi realizada com uma suta de alumínio dobrável, de 0,5 cm de precisão, a 1,30 m acima do solo. Os diâmetros foram medidos todos no mesmo sentido, em todas as árvores, sempre perpendicular à linha de plantio. As alturas das árvores em pé foram medidas pelo hipsômetro de Blume-Leiss, obedecendo uma distância de trinta metros entre a árvore e o medidor.

Após a medição do DAP e altura de todas as árvores, procedeu-se o abate das mesmas e foi conferida a altura real com auxílio de uma trena, a fim de se obter o erro na medição das alturas. Comparou-se também o diâmetro medido com a suta de alumínio em relação ao medido pela fita métrica, na seção de 1,30 m.

### Análise dos dados

O valor da altura da árvore em pé medida com o hipsômetro foi comparado com o da altura real, obtida após o abate da árvore com o auxílio de uma trena, pela equação:  $E = (H_{hip} - H_{real})$

Onde:  $E$  = erro na medição da altura;  $H_{hip}$  = altura da árvore em pé, medida pelo hipsômetro de Blume-Leiss;  $H_{real}$  = altura da árvore abatida, medida com a trena.

O DAP com casca, medido a 1,30 m pela suta de alumínio e o diâmetro medido pela fita métrica, também foi comparado através da diferença, como mostra a equação:  $D = (d_s - d_f)$

Onde:  $D$  = diferença entre diâmetros;  $d_s$  – diâmetro medido com a suta;  $d_f$  – diâmetro medido com a fita métrica.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Medição da altura

A tabela 1 apresenta a média e o coeficiente de variação das 211 alturas das árvores de *Pinus* obtidas pelos dois métodos de medição. Nota-se que a altura média obtida pelo hipsômetro foi de 20,66 m, e para as árvores abatidas o valor foi de 20,78 m, resultando em um erro de -0,12 metros. Os dois métodos também apresentaram variações na distribuição da altura muito próximas. Nas 60 árvores de *Corymbia* mensuradas com o hipsômetro, a média foi de 19,66 m, e com a árvore abatida a média foi de 19,77 m, gerando um erro médio de -0,11 m. A variação também foi muito próxima.

Tabela 1. Estatísticas descritivas (média e CV (%)) das distribuições de altura das árvores de *Pinus* e *Corymbia* obtidas pelos dois métodos de medição.

Table 1. Descriptive statistics (mean and CV (%)) of the tree height distributions of *Pinus* and *Corymbia* obtained by the two measurement methods.

Método de Medição	<i>Pinus</i> (n=211)	<i>Corymbia</i> (n=60)
Hipsômetro	20,66 (25,91%)	19,66 (26,88%)
Árvore Abatida	20,78 (25,69%)	19,77 (26,54%)
Erro (m)	-0,12	-0,11

Uma análise gráfica dos resíduos (considerar apresentar as gráficas) resultantes das medidas em *Pinus* mostrou que a diferença entre os valores de medição de diâmetro não aumentaram com o aumento do diâmetro, ou seja, a margem de erro é a mesma para todo o intervalo considerado. Poucas observações discrepantes apareceram no gráfico, sendo que a menor subestimativa e a maior superestimativa, foi respectivamente de -2,18 metros e 1,72 metros.

O exame da distribuição dos erros mostrou que 85% dos pontos ficaram no intervalo de mais ou menos meio metro. Apenas 15% dos erros ultrapassaram esse limite. A distribuição é bimodal com um maior número de erros negativos que positivos. A porcentagem de erro nas classes de -0,5 m até a classe de -0,01 metros somam juntas 46% de diferenças, enquanto que as classes que mostram superestimativas da altura, no intervalo de 0,01 metros até 0,5 metros somam 36% dos casos. Os 3% restantes representam erros nulos. Essa assimetria indica um maior número de erros negativos que positivos. Como a maioria dos erros de medição em *Pinus* ficaram abaixo de 0,5 m e a média da medida de altura foi de 20,78 m, obteve-se para esse conjunto de observações uma precisão de 2,4%, o que é bem inferior ao máximo tolerado, que segundo Sanquetta *et al.* 2006 é de 10%.

A dispersão dos erros para *Corymbia* mostrou que os erros positivos também se anulam com os negativos, porém ocorreu uma observação com um erro de -4,5 metros, provavelmente resultante da medição de uma árvore com inclinação acentuada. Não há tendência de aumento do erro na medição da altura à medida que se aumenta o diâmetro.

O histograma dos erros na medição do eucalipto mostrou que 72% das árvores medidas, situam-se entre  $\pm 0,5$  metros. Houve uma leve tendência de subestimar as alturas, pois os erros com medidas inferiores a -0,5 metros correspondem a 15% e os superiores a 0,5 metros correspondem a 13% das observações.

### Medição do diâmetro

Na medição do diâmetro das árvores de *Pinus*, com método da suta com a árvore em pé, a média foi de 31,45 cm, e a obtida pela fita métrica com a árvore abatida, a média foi de 32,79 cm. A diferença média de -1,34 cm sugere que ocorreu uma subestimativa pela medida da suta, uma vez que essa diferença é bastante significativa e pode comprometer a estimativa do volume. Uma possível explicação para essa diferença pode ser porque as árvores de *Pinus* sofreram processo de resinagem e conseqüentemente formaram casca bastante irregular devido à cicatrização. Nota-se também que a variação para essa medida foi elevada, em torno de 40%, porém não ocorreu diferença entre os dois métodos (Tabela 2).

Fazendo a mesma análise para os dados de *Corymbia citriodora*, observa-se que a média de 19,95 cm, obtida pela suta foi 0,89 cm, maior que a obtida pela fita na árvore abatida. Nessa espécie, a diferença pode ser atribuída a um maior diâmetro no sentido transversal à linha de plantio, já que pode haver uma tendência da árvore crescer em diâmetro nesse sentido, acompanhando o crescimento da copa, que busca os maiores espaços na entrelinha, ocorrendo assim uma tendência a formar uma secção elíptica. O coeficiente de variação no emprego da suta foi de 41,78%, um pouco mais elevado que o obtido pela fita, que foi de 40,01%.

Tabela 2. Estatísticas descritivas (média e CV(%)) das distribuições de DAP das árvores de *Pinus* e *Corymbia* obtidas pelos dois métodos de medição.

Table 2. Descriptive statistics (mean and CV (%)) of DBH distributions of *Pinus* and *Corymbia* trees obtained by the two measurement methods.

Métodos de Medição	<i>Pinus</i> (n=211)	<i>Corymbia</i> (n=60)
Suta	31,45 (40,01%)	19,95 (41,78%)
Árvore Abatida	32,79 (40,29 %)	19,06 (40,14%)
Erro (cm)	-1,34	0,89

Na análise da dispersão dos erros na medição do diâmetro, percebeu-se que há uma variação grande para essa variável, com valores bastante elevados ( $\pm 8$  cm). Não há relação entre o diâmetro e o erro na sua medição, mostrando que esse erro é independente do tamanho da árvore.

O histograma dos erros na medição do diâmetro para os povoamentos de *Pinus* mostra uma grande amplitude. A porcentagem dos erros que se situaram entre os limites de  $\pm 1$  cm foi de 60% e os erros nulos foram de 23%. Notou-se que 29% dos dados são subestimativas, abaixo de  $-1,0$  cm, enquanto que 11% das diferenças acima de  $1,0$  cm são superestimativas.

Para as árvores de *Corymbia* as diferenças são menores, com menor magnitude de erro em relação ao *Pinus*. Essas diferenças ficaram no intervalo de  $-1,5$  a  $3,5$  cm. Observou-se que há uma tendência de aumento da magnitude do erro à medida que se aumenta o diâmetro, principalmente para erros positivos.

A análise da distribuição dos erros da medida de diâmetro para *Corymbia* mostrou que os erros presentes entre as classes de  $\pm 1,0$  cm, correspondem a 88% dos casos. Os erros nulos correspondem a 25% da distribuição. A proporção dos erros positivos e negativos acima de  $1$  cm foram respectivamente de 8,33 e 3,33%. Ocorreu, portanto, nesse caso uma tendência de superestimativa.

## CONCLUSÕES

Os erros na medida das alturas são compensatórios, o erro médio foi baixo, portanto, não há indício de viés para esta variável, tanto para as árvores de *Pinus* quanto para as árvores de *Corymbia*. As diferenças entre o diâmetro medido com a suta em relação à fita métrica foram altas. No *Pinus*, essa diferença foi mais alta. Como o erro médio não foi próximo de zero, há indício de viés. Para o eucalipto o viés foi mais baixo, porém considerável.

Como nesse estudo foi tomada apenas uma medida de diâmetro, recomenda-se em um próximo estudo a tomada de duas medidas com a suta e com a fita métrica, a fim de obter um resultado mais preciso. A conclusão final desse trabalho é que a variável altura não apresentou problemas de medida, porém a variável diâmetro apresentou. Portanto, recomenda-se na realização da medição do diâmetro a tomada de duas medidas, de preferência a maior e a menor a fim de se evitar problemas de viés na estimação do volume de madeira.

## BIBLIOGRAFIA

- COUTO, H. T. Z.; BASTOS, N. L. M. 1988. Erros de medição de altura em povoamentos de *Eucalyptus* em região plana. *IPEF*, Piracicaba, n. 39, p. 21-31.
- DURIGAN, G. BACIC, M.C.; FRANCO, G.A.D.C. & SIQUEIRA, M.F. 1999. Inventário florístico do cerrado na Estação Ecológica de Assis, SP. *Hoehnea*, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 149-172.
- MAX, J.C.M. et al. 2007. Plano de Manejo da Floresta Estadual de Assis. *IF Ser. Reg.*, São Paulo, n. 30, p. 1-80.
- MELO, A. C. G; DURIGAN, G.; KAWABATA, M. Crescimento e sobrevivência de espécies arbóreas plantadas em áreas de cerrado, Assis-SP. In: Vilas Boas, O., Durigan, G. (orgs.). 2004. *Pesquisa em conservação e recuperação ambiental no Oeste Paulista: resultados da cooperação Brasil/Japão*. São Paulo, Pg & Letras: São Paulo. p. 315-324.
- PELLICO NETTO, S.; BRENA, D. A. 1997. *Inventário florestal*. Curitiba: Editorado pelos autores. 316p.
- PHILIP, M.S. 1994. **Measuring trees and forests**. 2.ed. Wallington: CAB International, 310p.
- SANQUETTA, C. R. WATZLAWICK, L. F.; CORTE, A. P. D.; FERNANDES, L. A. V. 2006. **Inventários Florestais: planejamento e execução**. Multi-Graphic Curitiba. 270 p.

# DESARROLLO EXPERIMENTAL DE ENRIQUECIMIENTO Y RESTAURACION EN AREAS DEGRADADAS DEL BOSQUE ATLANTICO DEL ALTO PARANA – BAAP – CON PEQUEÑOS PRODUCTORES: PRIMEROS RESULTADOS

## EXPERIMENTAL DEVELOPMENT ABOUT THE RESTORATION AND ENRICHMENT OF DEGRADATED AREAS OF THE OF THE ALTO PARANA ATLANTIC FORESTRY FOR SMALLER GROWERS: FIRST RESULTS

Maiocco, D. C.<sup>1</sup>; Stehr, A. M.<sup>2</sup>; Dummel, C.<sup>3</sup>; Perez, O.<sup>3</sup>

- 1.- M. Sc. Ing. Forestal, Profesor Adjunto, Facultad de Ciencias Forestales, Bertoni 124, [dmaiocco@facfor.unam.edu.ar](mailto:dmaiocco@facfor.unam.edu.ar)
- 2.- Ing. Forestal, Jefe Trabajos Prácticos, Facultad de Ciencias Forestales, Bertoni 124, [astehr@facfor.unam.edu.ar](mailto:astehr@facfor.unam.edu.ar)
- 3.- Estudiantes carrera Ingeniería Forestal, Facultad de Ciencias Forestales, Bertoni 124.

### RESUMEN

La creciente disminución de los bosques nativos en la Provincia de Misiones motiva el interés de profesionales y propietarios a indagar en alternativas para su recuperación. El financiamiento de proyectos ambientales a través del Banco Mundial permitió establecer 6 “áreas demostrativas” de recuperación de bosques en diferentes estados de conservación mediante el enriquecimiento con especies nativas plantadas a 5 m de distancia y en fajas de 1,5 m de ancho separadas entre sí 10 a 15 m. Paralelamente se analizó la regeneración y el estrato arbóreo presente en cada una de ellas. Las especies nativas que presentaron mayor sobrevivencia fueron Caña fístola (*Peltophorum dubium*), lapacho negro (*Tabebuia heptaphylla*) y timbó (*Enterolobium contortisiliquum*), observándose una alta susceptibilidad de las mismas a las heladas. Se presenta un análisis de la regeneración y el estrato arbóreo de las propiedades con bosque secundario y primario degradado

**Palabras clave:** Especies nativas, recuperación, áreas degradadas

### SUMMARY

The increased degradation of the native forestry in the Misiones Province is the motor for researchers and growers in looking forward different alternatives for their recuperation. With the credit from the Word Bank has been established six demonstrative plots for forestry recuperation which has different degree of conservation using native seedling trees set a 5 m of distance in a band of 1,5 m wide and separated at 10 to 15 meter each other. The regeneration and the trees stratification was also analyzed in each plot. The native species trees with the larger survival rate were: Cañafístola (*Peltophorum dubium*), lapacho negro (*Tabebuia heptaphylla*) y timbó (*Enterolobium contortisiliquum*) but all were susceptible to freeze damage. The results of the regeneration and the tree stratification of each property are showed related to the primary and secondary degradation rate.

**Key words:** Tree native species, forestry recuperation, degraded areas.

### INTRODUCCIÓN

La fragmentación y degradación del Bosque Atlántico del Alto Paraná – BAAP -, especialmente en el Área Integral de Conservación y Desarrollo Sostenible Corredor Verde de Misiones; la expansión de la frontera agrícola con escasa aplicación de los incentivos de promoción que establece la ley nacional 26432 (ex 25080) al bosque nativo; insuficientes experiencias de enriquecimiento y restauración de bosques nativos replicables por los

pequeños productores agrícolas y forestales de la Provincia de Misiones; la baja rentabilidad del bosque una vez degradado y la amenaza en la pérdida de biodiversidad y de conectividad de los núcleos del Corredor Verde (CV) motiva el desarrollo del presente trabajo.

Los bosques nativos se vienen explotando mediante cortas selectivas por entresaca, donde no se garantiza la producción sostenida. Esto se debe a que los criterios de corta adoptados hasta la actualidad no fueron eficientes, ya sea por no adecuarse a las características del bosque y/o por falta de control por parte de los organismos oficiales, en donde quizás el principal factor sea la poca información existente.

De la regeneración natural dependerá la futura estructura del bosque, su eficiencia y sus beneficios directos e indirectos, por lo cual es de fundamental importancia caracterizar el comportamiento de la misma (Pérez 2010).

Los bosques que han sido sometidos a extracción selectiva en Misiones tienen en general un alto deterioro en su estructura y funcionamiento, ya que han sido invadidos por bambúseas y lianas. La disminución de abundancia de especies forestales de mayor valor comercial debido a la extracción, y a su regeneración limitada en sitios invadidos por bambúseas y lianas después del aprovechamiento, disminuyen el valor maderable de los bosques restándole importancia como alternativa económica para la poblaciones locales (Campanello, 2004; Placci, 2000).

Durante el año 2005 fueron 2000 ha aproximadamente las solicitudes de enriquecimiento de bosques nativos presentadas en el Ministerio de Ecología y Recursos Naturales y Turismo de la Provincia de Misiones. El objetivo del proyecto contempla la investigación experimental de enriquecimiento de bosques nativos en predios de pequeños productores y posteriores capacitaciones a técnicos y propietarios para incentivar el aumento de solicitudes de planes presentados para enriquecimiento en el área del Corredor Verde.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo consistió en establecer seis (6) áreas demostrativas en predios con diferentes estados de conservación, en los Municipios de: 9 de Julio, Comandante Andresito Guacurará y San Pedro. Los propietarios a través de un compromiso firmado, cedieron un sector de su chacra para la instalación de los mismos. En la **tabla 1** se detallan las características de las áreas demostrativas:

Tabla 1: Características de las Áreas demostrativas:  
Table 1: Characteristic of the Demonstrative Plots

Municipios	Propietarios	Criterios de selección	Superficie (ha)
9 de julio	Rubén Costas	Bosque secundario producto de tala rasa de <i>Pinus elliotii</i> . en el año 1993.	2,5
Cte. Andrés Guacurará	Víctor Chamula	Yerbal improductivo de 10 años, con suelo compactado.	1,0
Cte. Andrés Guacurará	Jacobo Bernardy	Bosque primario protector en zona alta con suelo muy pedregoso.	1,5
San Pedro (Pozo Azul)	Adán Camargo	Bosque secundario a partir del abandono de cultivos anuales desde 1997.	1,0
San Pedro (Colonia Siete Estrellas)	Juan Barreto	Bosque primario muy degradado y sector con abandono de cultivos anuales.	2,0
San Pedro	Escuela de la Familia Agrícola (EFA)	Área degradada con pasturas y sector de <i>Araucaria angustifolia</i> nativas.	1,0

En los predios se realizaron apertura de rumbos paralelos y en dirección este-oeste, separados por 10 – 15 m entre sí y 1,5 m de ancho con el propósito de plantar cada 5 m las

siguientes especies forestales nativas entremezcladas: Timbó (*Enterolobium contortisiliquum*), Caña fístola (*Peltophorum dubium*), Lapacho negro (*Tabebuia heptaphylla*), Loro blanco (*Bastardiopsis densiflora*), Lapacho amarillo (*Tabebuia alba*). Las mismas provenientes de vivero se encontraban en maceta y con una altura promedio de 0,50 m. Se dejaban los ejemplares de especies comerciales y/o renovales que se encontraban en el lugar. Con éste sistema de enriquecimiento en fajas se puede ampliar la época de plantación desde el mes de abril hasta agosto.

Durante el primer año se realizaron tareas de limpieza para controlar las malezas como así también reposición de las plantas muertas cuyo registro permitió realizar el análisis de sobrevivencia.

Con el objeto de caracterizar las cuatro propiedades que presentan bosques en diferentes estados de conservación se realizó en cada una de ellas, a través de un muestreo al azar 3 (tres) parcelas cuadradas de 10 x 10 m (100 m<sup>2</sup>) relevamientos de las especies de la regeneración natural clasificadas desde 0,5 m de altura hasta 9,9 cm de diámetro. Con ésta información se determinaron diferentes índices de riqueza y diversidad: Shannon, Simpson y Margalef y análisis de abundancia.

Para el relevamiento del estrato arbóreo se determinó el área mínima de muestreo para cada propiedad registrándose las especies a partir de 10 cm de DAP. Esto permitió analizar: densidad (individuos/ha), área basal (m<sup>2</sup>/ha) y distribución diamétrica. Con el fin de determinar las especies de mayor peso se calcularon la: abundancia, frecuencia y dominancia de las mismas, estos datos proporcionaron la información para determinar cuales de ellas eran la que presentaban un mayor Índice de Valor de Importancia (IVI).

## RESULTADOS

En la **tabla 2** se puede observar el resultado de la sobrevivencia de las especies para cada una de las áreas demostrativas, siendo evidente que las que presentan mejores respuestas son Caña fístola (*Peltophorum dubium*), lapacho negro (*Tabebuia heptaphylla*) y timbó (*Enterolobium contortisiliquum*); sobre todo en condiciones de bosque secundario y primario degradado.

En las propiedades que presentaban pastura y por lo tanto escasa cobertura a las plantas, se notó alta mortalidad de las mismas por efecto de las heladas y en algunos casos daño por ramoneo de ganado bovino.

Tabla 2: Sobrevivencia de las especies nativas al primer año en las seis áreas demostrativas.

Table 2: Survival of the native species in the six demonstratives plots

Áreas demostrativas - características	Caña Fístola	Lapacho Amarillo	Lapacho Negro	Timbó	Loro Blanco
Pozo Azul - Bosque secundario	76,5	28	20	100	100
San Pedro - Pasturas	39,5	44,4	40,9	58,7	----
9 de julio - Bosque secundario	92,2	78,8	80,6	----	----
Andresito - Bosque primario degradado	88,6	65,5	91,3	84,8	53,8
Andresito - yerbal improductivo con pasturas	52	69,4	100	94,8	----
7 Estrellas - Bosque primario degradado	49,7	-----	54,0	66,7	----

Al analizar la regeneración en cuanto a número de especies (**tabla 3**) en las cuatro propiedades que poseen bosque en diferentes estados de conservación, podemos hacer notar que a pesar de que la propiedad de 9 de Julio es un bosque secundario, no presenta diferencias

con respecto a la propiedad de 7 Estrellas y Cdante. Andresito que son bosques primarios degradados (37, 36 y 33 especies respectivamente). En contraste en Pozo Azul se observó un valor significativamente menor (19 especies). Se atribuye las diferencias en cuanto a riqueza y los otros índices a que en esta propiedad el bosque secundario se generó luego de un uso agrícola intensivo. Si analizamos los datos de densidad podemos ver como los valores tanto de Andresito como de 9 de Julio pueden considerarse como un sotobosque más denso (8634 y 9667 respectivamente), que no se observa en las otras situaciones, siendo muy bajo para el caso de Pozo Azul (1734). En cuanto a los diferentes índices, se observa que los valores más altos están presentes para las situaciones de la Colonia 7 Estrellas y 9 de Julio.

Tabla 3: Análisis de la regeneración en las áreas demostrativas que presentan bosque.

Table 3: Regeneration analyses in the demonstrative areas with present forestry.

REGENERACIÓN				
	ANDRESITO (Bosque primario)	7 ESTRELLAS (Bosque primario)	9 DE JULIO (Bosque secundario)	POZO AZUL (Bosque secundario)
Riqueza (Nº especies)	33	36	37	19
Densidad (Nº Ind/ha)	8634	3367	9667	1734
Índice de Shannon	2,52	3,00	2,83	1,92
Índice de Simpson	0,857	0,899	0,899	0,675
Índice de Margalef	3,53	4,31	3,92	2,41

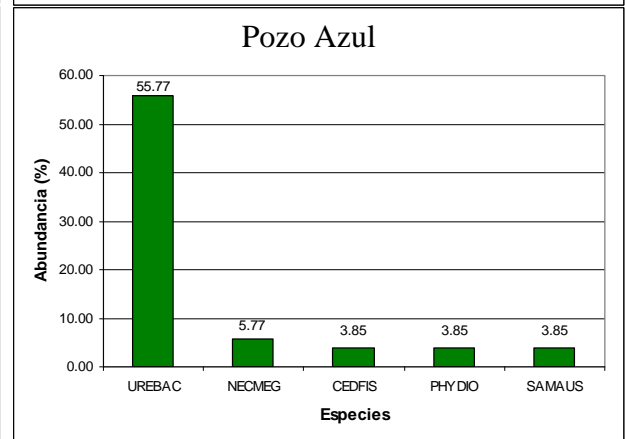
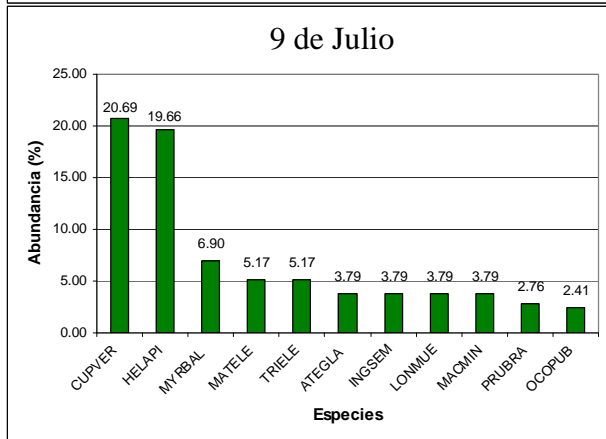
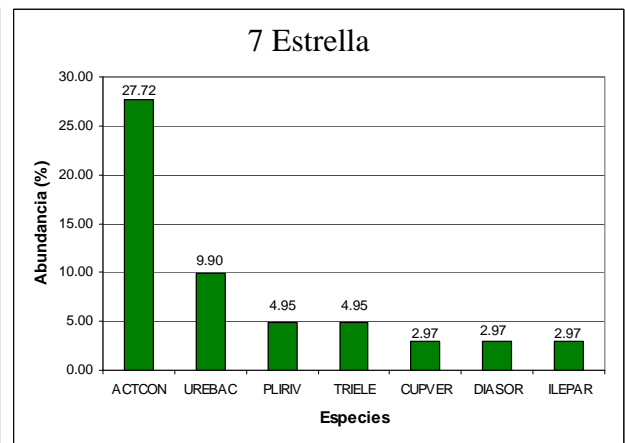
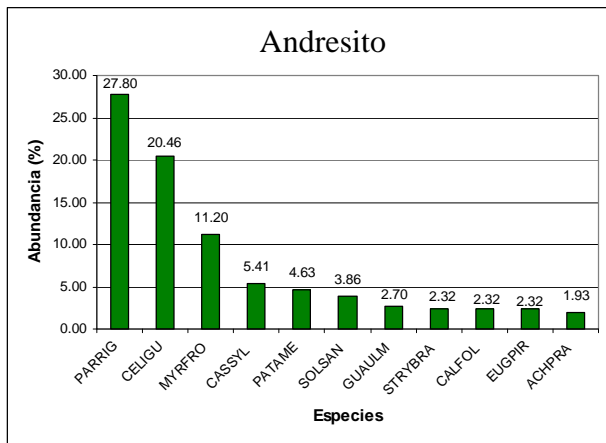
Si evaluamos la abundancia relativa para los diferentes sitios (ver **gráfico 1**), podemos resaltar que para el caso de Andresito las especies *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan (27,80 %), *Celtis iguanaea* (Jacq.) Sarg. (20,46 %) y *Myrocarpus frondosus* Allemão (11,20 %) son las que presentan los valores más elevados y algunas son de interés en el mercado. En el caso de 7 Estrellas se observa *Actinostemon concolor* (Spreng.) Müll. Arg (27,72 %) y *Urera baccifera* (L.) Gaudich. (9,90) son especies de pequeño porte pero que presentan una presencia importante. En cambio en el caso de 9 de Julio las especies son *Cupania vernalis* Cambess. (20,69 %), *Helietta apiculata* Benth. (19,66 %) y *Myrcine balansae* (Mez) Otegui (6,90 %) presentan los mayores valores pero se evidencia la abundancia de otras, en el caso de Pozo Azul fueron *Urera baccifera* (L.) Gaudich. (55,77%) y *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez (5,77 %), destacándose la primera por sobre las demás.

Andresito y 7 Estrellas presentan una composición del sotobosque parecido a los bosques primarios, donde la composición de especies esta distribuida en un grupo amplio; en 9 de Julio se observa un bosque secundario en estado de recuperación por la regeneración presente y Pozo Azul es un ambiente mucho más degradado donde una sola especie es prácticamente la más abundante. En Andresito debido a la presencia y abundancia de diferentes especies en el sotobosque sería recomendable aplicar técnicas de reconducción y liberación de renovales.

Gráfico 1: Abundancia relativa de la regeneración para las propiedades con bosque secundario y primario degradado.

Graph 1: Relative abundance of the regeneration with the secondary and primary degradation forestry.





**Referencias:** ACHPRA: *Achatocarpus praecox* f. *obovatus* (Schinz & Aufran) Hauman; ACTCON: *Actinostemon concolor* (Spreng.) Müll. Arg.; ATEGLA: *Ateleia glazioviana* Baill.; CALFOL: *Calliandra foliolosa* Benth.; CASSYL: *Casearia sylvestris* Sw.; CEDFIS: *Cedrela fissilis* Vell.; CELIGU: *Celtis iguanaea* (Jacq.) Sarg.; CUPVER: *Cupania vernalis* Cambess.; DIASOR: *Diatenopteryx sorbifolia* Radlk.; EUGPIR: *Eugenia pyriformis* Cambess. var. *Pyriformis*; GUAULM: *Guazuma ulmifolia* Lam. var. *tomentella* K. Schum.; HELAPI: *Helietta apiculata* Benth.; INGSEM: *Inga semialata* (Vell.) Mart.; ILEPAR: *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.; LONMUE: *Lonchocarpus muehlbergianus* Hassl.; MACMIN: *Machaerium minutiflorum* Tul.; MATELE: *Matayba elaeagnoides* Radlk.; MYRBAL: *Myrsine balansae* (Mez) Otegui; MYRFRO: *Myrocarpus frondosus* Allemão; NECMEG: *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez; PARRIG: *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan; PATAME: *Patagonula americana* L.; PHYDIO: *Phytolacca dioica* L.; PLIRIV: *Plinia rivularis* (Cambess.) Rotman; PRUBRA: *Prunus brasiliensis* (Cham. & Schlttdl.) D. Dietr.; OCOPUB: *Ocotea puberula* (Rich.) Nees; SAMAUS: *Sambucus australis* Cham. & Schlttdl.; SOLSAN: *Solanum sanctae-catharinae* Dunal; STRYBRA: *Strychnos brasiliensis* (Spreng.) Mart.; TRIELE: *Trichilia elegans* A. Juss.; UREBAC: *Urera baccifera* (L.) Gaudich.

Con respecto al estrato arbóreo, en la **tabla 4** se puede observar que los datos de la riqueza en cuanto a número de especies se mantuvieron similares en las diferentes propiedades, entre 22 y 27 especies. Pero hay que hacer notar que estos valores son muy inferiores a otras situaciones, por ejemplo López y otros (1996 y 1999) encontraron en un bosque primario sin intervención 89 especies en tanto en un bosque secundario de más de cincuenta años se encontraron unas 47 especies. Observando los valores de los distintos índices de riqueza y diversidad podemos asumir los mejores valores para Andresito, aunque esto puede variar según el índice que se tome de referencia. En cuanto a la densidad se puede decir de manera general que 9 de Julio presento valores altos (552), siendo para los otros casos similares, entre los 250 y 350 individuos por hectárea. Si analizamos los valores de área basal se observa que Andresito con 27,66 m<sup>2</sup>/ha presenta los mejores valores, justamente relacionado a la presencia en este bosque primario de *Aspidosperma polyneurom* Müll. Arg. una especie de grandes diámetros y muy frecuente en éste sector y que además se encuentra actualmente protegida por la ley provincial 2.380 que no permite su aprovechamiento. En cambio en las otras zonas sin estas características los valores están entre los 9,33 y 12,84

m<sup>2</sup>/ha. Estas características señaladas anteriormente también influyen en el dato de diámetro medio cuadrático como se observa en Andresito, presentando éste sitio el mayor valor con 31,84 cm.

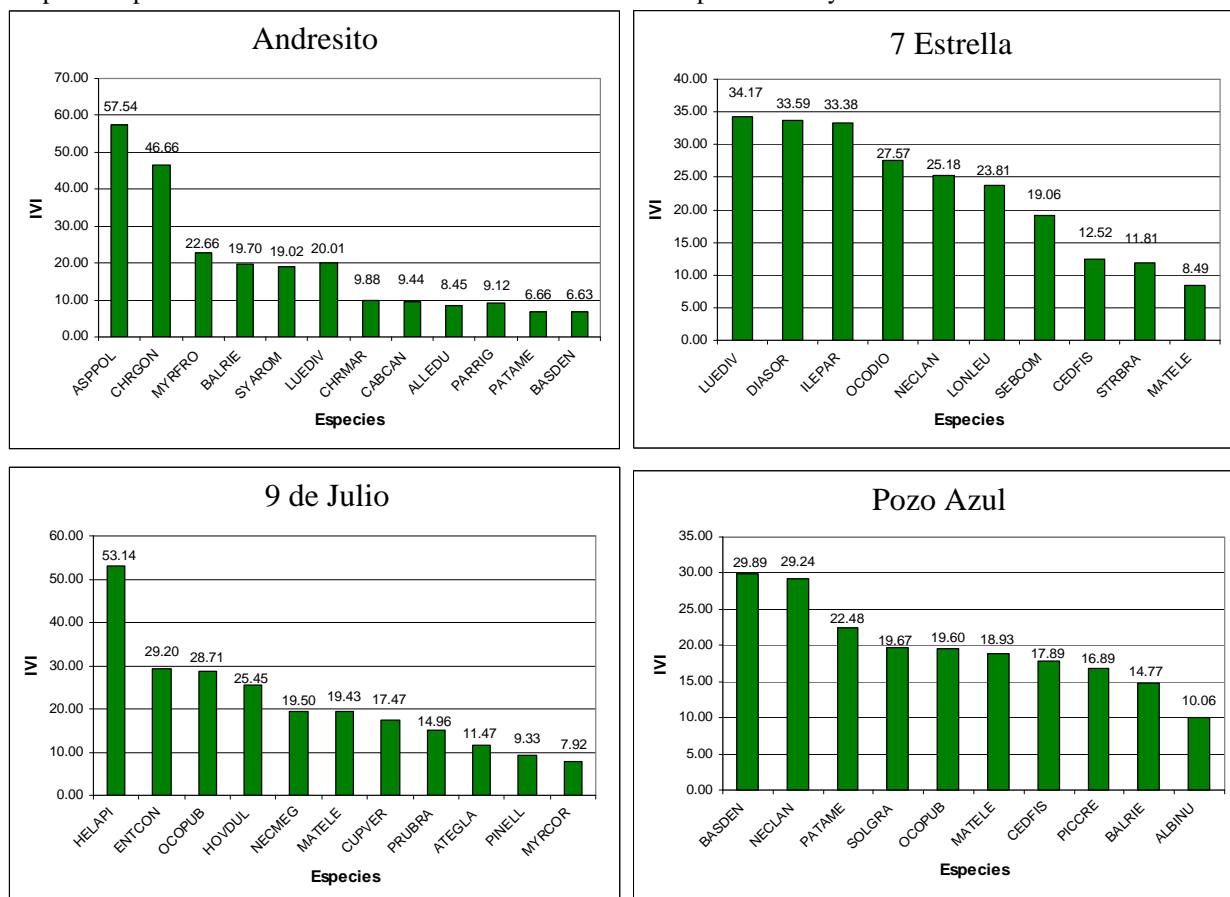
Tabla 4: Análisis de los datos obtenidos para el estrato arbóreo para las cuatro áreas demostrativas que presentan bosques.

Table 4: Data analysis for the tree stratification for four demonstrative plots of the forestry.

<b>ESTRATO ARBÓREO</b>				
	<b>ANDRESITO</b>	<b>7 ESTRELLA</b>	<b>9 DE JULIO</b>	<b>POZO AZUL</b>
<b>Riqueza (N° especies)</b>	27	22	26	25
<b>Índice de Shannon</b>	2,86	2,84	2,75	2,83
<b>Índice de Simpson</b>	0,916	0,929	0,909	0,918
<b>Índice de Margalef</b>	4,45	3,80	3,95	4,22
<b>Densidad (N° de árb/ha)</b>	347	250	<b>552</b>	295
<b>Área Basal (m<sup>2</sup>/ha)</b>	27,66	12,84	9,33	12,32
<b>DMC (cm)*</b>	31,84	25,60	20,23	22,29
*DMC = Diámetro Medio Cuadrático				

Analizando los datos de las especies que son más representativas en cuanto al Índice del Valor de Importancia (IVI) se puede resaltar que para Andresito las especies con mejores valores son *Aspidosperma polyneurom* Müll. Arg. (57,54 %), *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler) Engl. (46,57 %), *Myrocarpus frondosus* Allemão (22,66 %), *Balfourodendrom riedelianum*(Engl.) Engl. (19,70 %), y *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman (19,02 %). Para el caso de 7 Estrellas las especies son *Luehea divaricata* Martius & Zuccarini. (34,17 %), *Diatenopteryx sorbifolia* Radlk. (33,59 %), *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil. (33,38 %), *Ocotea diospyrifolia* (Meisn.) Mez (27,57 %), *Nectandra lanceolata* Nees (25,18 %), *Lonchocarpus leucanthus* Burkart (23,81 %), y *Sebastiania commersoniana* (Baill.) L.B. Sm. & B.J. Downs (19,06 %).

Gráfico 2: Índice de Valor de Importancia del estrato arbóreo para las propiedades bajo estudio.  
Graph 2: Importance Value Index of the tree stratification for all plots in study.



**Referencias:** ALBINU: *Albizia inundata* (Mart.) Barneby & J.W. Grimes; ALLEDU: *Allophylus edulis* (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Radlk.; ASPPOL: *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg.; ATEGLA: *Ateleia glazioviana* Baill.; BALRIE *Balfourodendron riedelianum* (Engl.) Engl.; BASDEN: *Bastardiopsis densiflora* (Hook. & Arn.) Hassl.; CABCAN: *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart.; CEDFIS: *Cedrela fissilis* Vell.; CHRGON: *Chrysophyllum gonocarpum* (Mart. & Eichler) Engl.; CHRMAR: *Chrysophyllum marginatum* (Hook. & Arn.) Radlk.; CUPVER: *Cupania vernalis* Cambess.; DIASOR: *Diatenopteryx sorbifolia* Radlk.; ENTCON: *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong; HELAPI: *Helieta apiculata* Benth.; HOVDUL: *Hovenia dulcis* Thunb.; ILEPAR: *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.; LONLEU: *Lonchocarpus leucanthus* Burkart; LUEDIV: *Luehea divaricata* Mart.; MATELE: *Matayba elaeagnoides* Radlk.; MYRCOR: *Myrsine coriacea* (Sw.) R. Br.; MYRFRO: *Myrcarpus frondosus* Allemão; NECLAN: *Nectandra lanceolata* Nees; NECMEG: *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez; OCODIO: *Ocotea diospyrifolia* (Meisn.) Mez; OCOPUB: *Ocotea puberula* (Rich.) Nees; PARRIG: *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan; PATAME: *Patagonula americana* L.; PICCRE: *Picrasma crenata* (Vell.) Engl.; PINELL: *Pinus elliotii* Engl.; PRUBRA: *Prunus brasiliensis* (Cham. & Schtdl.) D. Dietr.; SEBCOM: *Sebastiania commersoniana* (Baill.) L.B. Sm. & B.J. Downs; SOLGRA: *Solanum granulosum-leprosum* Dunal; STRBRA: *Strychnos brasiliensis* (Spreng.) Mart.; SYAROM: *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman

En la propiedad de 9 de Julio las especies con mejores valores son *Helieta apiculata* Benth. (53,14 %), *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong (29,20 %), *Ocotea puberula* (Rich.) Nees (28,27 %), *Hovenia dulcis* Thunb. (25,45 %) y *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez (19,50 %), como se puede ver *Hovenia dulcis* Thunb. presenta un valor interesante que es una especie asilvestrada. Por ultimo para el caso de Pozo Azul las especies son *Bastardiopsis densiflora* (Hook. & Arn.) Hassl. (29,89 %), *Nectandra lanceolata* Nees (29,24 %), *Patagonula americana* L. (22,48 %), *Solanum granulosum-fruticosum* Dunal (19,67 %), y *Ocotea puberula* (Rich.) Nees (19,60 %), cabe hacer notar que *Solanum granulosum-fruticosum* Dunal es una especie considerada como pionera por lo cual es de hacer notar que este sitio presenta lugares muy abierto o malos. (Gráfico 2)

Andresito y 7 Estrellas presentan una composición del estrato arbóreo similar a los bosques primarios, aunque en el caso del segundo, el área basal es muy inferior debido a la presencia de individuos de las diferentes especies con pequeños DAP, donde el número de especies encontradas también fue escaso. En 9 de Julio se observa un bosque secundario en estado de recuperación por las especies presentes y Pozo Azul es un ambiente mucho más degradado y con menor cobertura lo que demuestra la presencia abundante de una especie pionera.

## CONCLUSIONES

Las especies utilizadas en éste proyecto en general, tienen una alta sobrevivencia en situaciones con bosque secundario o primario degradado.

La principal causa de mortandad de plantas al primer año de instalación de los ensayos se debe al efecto de las heladas y al daño producido por ganado bovino.

Si se quieren recuperar áreas con pasturas, es imprescindible delimitar la superficie a plantar con cerco perimetral para evitar el ingreso de animales y con esto evitar posibles pérdidas de las plantas por ramoneo.

El timbó (*Enterolobium contortisiliquum*) se recomienda para la implantación en situaciones de pasturas.

En general la información analizada expone ecosistemas con datos estructurales en algunos casos similares a los esperables en los bosques en buen estado de conservación (27,66 m<sup>2</sup>/ha) y en otros inferiores (9,33 a 12, 97 m<sup>2</sup>/ha), pero todos presentan un bajo número de especies nativas arbóreas (22 a 29 especies) lo que evidencia una degradación de los ambientes en diferentes grados de acuerdo a la propiedad bajo estudio.

## BIBLIOGRAFÍA

- Campanello, P. 2004. Diversidad, crecimiento y fisiología de árboles en la Selva Misionera: efectos de los cambios en la estructura y funcionamiento del ecosistema producidos por la invasión de lianas y bambúseas. Universidad de Buenos Aires, Tesis Doctoral, 152 pp.
- Placci, G. 2000. En: Situación Ambiental Argentina (Eds. Bertonatti, C. y J. Corcuera). 2000. Fundación Vida Silvestre Argentina. Buenos Aires, pp. 349-354.
- Pérez O. A. 2010. Crecimiento del bosque nativo y su dinámica en un sector de la Reserva de Usos Múltiples Guaraní, Misiones, Argentina. Integradora Final 41 pp.
- López Cristóbal, Lidia; Grance, Luis; Maiocco, Domingo; Eibl, Beatriz. Estructura y composición florística del Bosque Nativo, en el Predio de Guaraní. Revista Forestal YVYRARETA N° 7. p: 30-37. Mayo 1996.
- López Cristóbal, Lidia; Vera, Norma. La diversidad Florística del Bosque Nativo Secundario y Primario de la Reserva Guaraní, Misiones, Argentina. Revista Forestal YVYRARETA N° 9. p: 92-99. Noviembre 1999.

# **AValiação dos danos causados pela exploração seletiva de madeira sobre a regeneração natural, em floresta estacional decidual, no Rio Grande do Sul.**

## **EVALUATION OF THE DAMAGES CAUSED BY THE SELECTIVE WOOD'S HARVESTING ON THE NATURAL REGENERATION, IN A DECIDUOUS SEASONAL FOREST, IN RIO GRANDE DO SUL.**

**Meyer, E. A.<sup>1</sup>; Finger, C. A. G.<sup>2</sup>; Cantarelli, E. B.<sup>3</sup>; Schappo, C. M.<sup>4</sup>; Silva, E. S. da<sup>4</sup>; Silveira, J. M. D. da<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria, RS. Bolsista Cnpq. Rua José Manhago, 495, Camobi, Santa Maria, RS. CEP: 97105-430. E-mail: eam.meyer@gmail.com

<sup>2</sup> Professor Adjunto da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). E-mail: finger@smail.ufsm.br

<sup>3</sup> Professor Adjunto da Universidade Federal de Santa Maria, *Campus* de Frederico Westphalen, RS, Brasil. E-mail: ecantarelli@smail.ufsm.br

<sup>4</sup> Alunos de graduação do curso de Engenharia Florestal da UFSM *Campus* de Frederico Westphalen, RS, Brasil. E-mail: cristianoshappo@yahoo.com.br; ede\_sabino@hotmail.com; jmarcosduarte@yahoo.com.br

### **RESUMO**

Este estudo foi realizado em Floresta Estacional Decidual, em Frederico Westphalen, RS, para avaliar os danos da exploração madeireira sobre a regeneração natural. Efetuou-se dois levantamentos da regeneração, um antes e outro após a intervenção de manejo. Utilizou-se uma parcela de 20m x 50m, dividida em subparcelas de 10m x 10m. Amostraram-se sistematicamente cinco parcelas, onde foram mensurados os indivíduos maiores que 0,30m de altura e menores que 5cm de DAP, classificadas em três classes de altura (a- entre 0,3 e 1,5m; b- entre 1,6 e 3,0m; c- maiores que 3,0m e menores que 5cm de DAP). Verificou-se uma redução do número de indivíduos, mas a proporção de plantas danificadas aumentou em todas as classes de tamanho. Os danos mais frequentes foram quebra de indivíduos e danos na copa. Estudos para quantificar impactos são importantes, pois a comunidade regenerante é responsável pela qualidade e recuperação da floresta após a exploração.

**Palavras Chave:** colheita florestal, impactos, manejo florestal sustentado.

### **SUMMARY**

This study was realized at Seasonal Deciduous Forest, in Frederico Westphalen, RS, to evaluate the damages of the wood's harvesting on the natural regeneration. We accomplished two samplings of the regeneration, a before and other after the management intervention. A plot of 20 m x 50 m was used, divided in subplots of 10 m x 10 m. Five plots were systematically sampling, where they were measured the largest individuals than 30 cm of height and smaller than 5 cm of diameter, classified in three height classes (the - between 0,3 and 1,5 m; b - between 1,6 and 3,0 m; c - larger than 3,0 m and smaller than 5 cm of DAP). A reduction of the number of individuals was verified, but the proportion of damaged plants increased in all of the size classes. The most frequent damages were individuals' break and damages in the crown. Studies to quantify such impacts are important, because the community regeneration is responsible for the quality and recuperation of the forest after the logging.

**Key-words:** Forest logging, impacts, sustainable forest management.

## INTRODUÇÃO

Os recursos florestais brasileiros vêm sendo explorados desde o início da colonização do país. Essa exploração, aliada a conversão de áreas florestais em pastagens e lavouras, fez com que as florestas sofressem drásticas mudanças na sua estrutura original. No Rio Grande do Sul o processo foi semelhante ao restante do país. De acordo com I-CESNO-RS (2006) a cobertura florestal do Estado, que conforme estimativas, cobria 48% do território gaúcho, hoje se encontra restrito a 17%, considerando áreas de capoeira, floresta secundária e de reflorestamento.

A vegetação do Estado gaúcho encontra-se bastante alterada. A devastação de grande parte das florestas foi causada por uma exploração intensa de espécies madeiráveis, que aliadas à derrubada da floresta e com o posterior avanço da fronteira agrícola reduziu os maciços florestais a florestas fragmentadas, comprometendo a manutenção da diversidade biológica e a conservação destes locais (Longhi et al., 1999).

Segundo Vaccaro e Longhi (1995) a Floresta Estacional Decidual do Alto Uruguai, no Rio Grande do Sul encontra-se fragmentada em pequenas manchas espalhadas entre lavouras, principalmente de milho, trigo e, sobretudo soja. Além disso, Leite e Klein (1990) comentam que os poucos povoamentos de Florestas Estacionais Deciduais restantes na Região Sul do Brasil, estão alterados e parcialmente descaracterizados. Nesse sentido Marchiori (1991) menciona que as florestas nativas neste Estado, são apenas pálidas sombras do que foram no passado.

Numa tentativa de preservar os remanescentes florestais, a legislação pertinente (Código Florestal) restringiu o uso dessas florestas. Isso trouxe um desinteresse dos proprietários rurais pelas florestas nativas. Para que as florestas voltem a ser atrativas para os seus proprietários, é importante que essas, além de desempenharem as suas funções ambientais, gerem renda. Deste modo, haverá interesse por parte dos mesmos em usar e conservar as reservas florestais em suas propriedades.

Uma técnica que pode viabilizar o decréscimo da taxa de desmatamento é a prática do manejo florestal sustentado. Essa técnica é uma das formas de uso sustentável das áreas florestais, pois mantém as principais funções ambientais da biodiversidade. (Scolforo, 1998; Schneider e Finger, 2000). Isso evidencia que o manejo florestal sustentado gera renda e ainda conserva as florestas nativas, apresentando-se como uma alternativa para a exploração sustentada dessas.

Para que as florestas nativas possam ser manejadas é fundamental que elas gerem produtos para novas colheitas, princípio básico do rendimento sustentável, sendo a regeneração natural a condição vital que permite a sua conservação e preservação. Assim, a colheita das florestas nativas deve considerar o conceito de sustentabilidade, uma vez que novos ciclos de corte devem ser realizados (Martins et al., 2003).

Para que a sustentabilidade do manejo florestal de florestas nativas possa ser atingida, devem-se considerar aspectos relacionados com a regeneração de espécies remanescentes que ocorrem na comunidade. Nesse sentido, devem-se avaliar os impactos causados por intervenções - como o corte seletivo sobre a regeneração natural e sobre o sub-bosque (Scolforo, 1998).

Os processos de retirada das árvores de comunidades vegetais, em geral causam danos à regeneração. Dessa forma, é de fundamental importância determinar o impacto que a exploração madeireira causa sobre a regeneração natural, bem como a capacidade de recuperação das espécies que ocorrem no local, principalmente as de elevado valor econômico ou ecológico, evitando o esgotamento dos recursos florestais e o empobrecimento da floresta. Os danos causados pela colheita florestal devem ser cuidadosamente investigados, para detectar seus efeitos sobre a floresta remanescente, na tentativa de eliminá-los ou reduzi-los

ao mínimo, evitando prejuízo às produções futuras. Assim, apesar de haver regeneração natural após a colheita, essa nem sempre é adequada ao rendimento futuro dessa floresta (Martins et al., 2003).

Apesar do crescente número de trabalhos sobre a exploração de florestas naturais, muitas questões ainda precisam ser respondidas. Portanto, é necessária a aplicação de estudos que tenham por finalidade responder a algumas dessas indagações, de modo que o manejo de florestas nativas possa ser executado causando o mínimo impacto possível. Existem vários trabalhos citando os impactos da exploração sobre a vegetação adulta remanescente, mas os impactos sobre a regeneração ainda são pouco conhecidos, sendo raros os trabalhos sobre o assunto. Neste sentido, o objetivo específico deste estudo é avaliar e quantificar os danos da exploração seletiva de madeira sobre a regeneração natural.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Este trabalho foi realizado em um fragmento de aproximadamente 60 ha, no município de Frederico Westphalen (região fisiográfica do Alto Uruguai), nas dependências nas dependências da UFSM *Campus* de Frederico Westphalen (FIGURA 1). A área localiza-se a uma latitude de 27°23'44.40" sul e longitude 53°25'59.26" oeste, sendo que a altitude varia entre 520 a 550 m.

Pela classificação climática de Köppen, o clima da região é do tipo Subtropical Temperado úmido (Cfa) caracterizado pela temperatura do mês mais quente superior a 22°C, e a do mês mais frio inferior a 3°C, A ocorrência média de geadas ficam entre 5 a 15 por ano. A região apresenta um equilíbrio no regime pluviométrico pela ausência de estação seca definida, tendo uma média pluviométrica anual de 1900 mm, com variação mensal entorno de 130 – 197 mm (Moreno, 1961; Nimer, 1990).

A vegetação do fragmento estudado pertencente ao domínio da Floresta Estacional Decidual Submontana (Leite & Klein, 1990); Oliveira-Filho et al., 2006). Este fragmento sofreu perturbações no passado em virtude do corte seletivo de árvores de grande porte, fato que pode ser comprovado pela observação de grandes clareiras e de porções de troncos serrados deixados na área.

De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006), os solos predominantes na área são os Latossolos Vermelhos Distroférricos. Pertence à unidade de mapeamento Erechim, estes solos são profundos, homogêneos e bem drenados. Por serem bastante intemperizados, têm predomínio de caulinita e óxidos de ferro, conferindo baixa CTC. Apresenta acentuada acidez, baixa reserva de nutrientes e toxidez por alumínio, para as plantas (Streck et al., 2008).

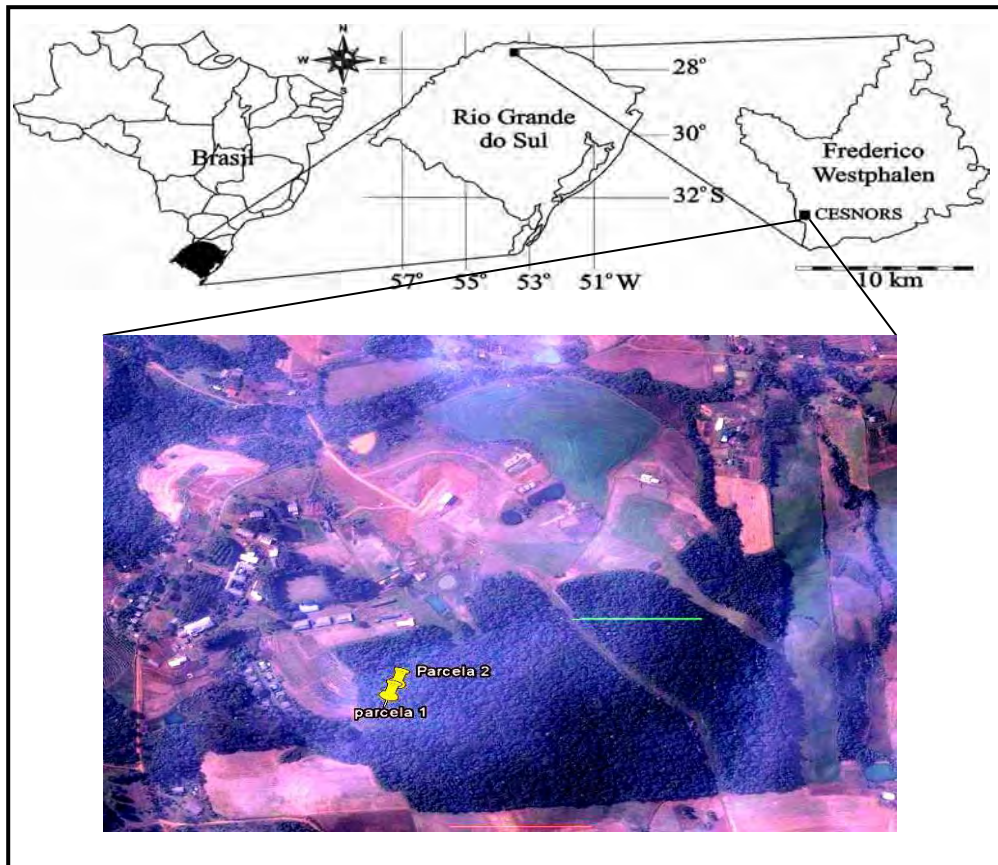


FIGURA 1: Localização da área de estudo, Frederico Westphalen, RS, 2008. (Adaptado de Scipioni et al., 2008).

ILLUSTRATION 1: Location of the study area, Frederico Westphalen, RS, 2008. (Adapted of Scipioni et al., 2008).

Para a avaliação dos danos foi utilizada uma parcela de 20 m x 50 m, dividida em subparcelas de 10 m x 10 m. Destas foram amostradas, sistematicamente, 5 subparcelas. Em cada uma destas foram mensurados todos os indivíduos com altura superior a 30 cm, e DAP (diâmetro à altura do peito) inferior a 5 cm. Para cada planta amostrada anotou-se a classe de regeneração e presença de danos. Plantas cuja altura foi reduzida a menos de 30 cm, em função de danos, não foram consideradas. Foram contabilizadas apenas as plantas de espécies arbóreas ou arbustivas. Foram feita duas avaliações, uma antes do corte das árvores, e outra depois da retirada da madeira, feita manualmente.

foi realizado o corte seletivo de árvores nativas. A seleção foi feita dando preferência ao abate de indivíduos mortos, defeituosos e danificados, bem como aos de menor interesse econômico. No caso de árvores muito próximas entre si, optou-se por cortar as de menor valor econômico, dando condições de as remanescentes crescerem livres de competição. Assim espera-se obter fustes de melhor qualidade para um próximo ciclo de corte. O abate das árvores teve como regra o direcionamento da queda de modo a causar os menores impactos possíveis sobre a vegetação remanescente.

O corte foi realizado após a expedição da autorização de corte pelo Departamento de Florestas e Áreas Protegidas (DEFAP) do Estado do Rio Grande do Sul.

Os indivíduos amostrados foram divididos em três classes de tamanho. Para enquadrar cada indivíduo na sua respectiva classe, sua altura foi aferida com o auxílio de uma fita métrica. As classes foram: a) Classe 1: Altura entre 0,3 e 1,5 m; b) Classe 2: Altura entre 1,5 e 3,0 m;



Classe 3; c) Altura maior que 3 m, e DAP inferior a 5 cm. A análise dos dados foi realizada no software Microsoft Excel.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 verifica-se a distribuição das plantas da regeneração natural nas diferentes classes, bem como o número de indivíduos danificados em cada classe. Analisando estes dados, verificou-se que antes da intervenção havia um total de 1.164 indivíduos na área amostrada, dos quais 86 (7,4%) apresentavam algum tipo de dano, devido à efeitos bióticos naturais da área, bem como pela queda de galhos de grandes dimensões.

Observou-se uma redução no número total de indivíduos após a exploração em todas as classes de tamanho analisadas, passando de 1.164 para 1.042 indivíduos, uma redução de 10,5 % (112 indivíduos).

Tabela 1: Número de indivíduos por classe de tamanho, e indivíduos danificados, antes e depois da exploração. Frederico Westphalen-RS, 2008.

Table 1: Number of individuals for size class, and damaged individuals, before and after the harvesting. Frederico Westphalen-RS, 2008.

	Pré-exploração			Pós-exploração		
	Nº total de ind.	Indivíduos danificados	%	Nº total de ind.	Indivíduos danificados	%
Classe 1	930	72	7,7	847	197	23,3
Classe 2	165	8	4,8	137	28	20,4
Classe 3	69	6	8,7	58	19	32,8
Total	1164	86	7,4	1042	244	23,4

Apesar da diminuição do número de plantas, ocorreu um aumento das árvores danificadas, que passou de 86 (7,4 %) a 244 (23,4 %). Dentre as classes, a classe 3 foi a que apresentou o maior percentual dos indivíduos com danos após a intervenção (32,8%), conforme Tabela 1. Isso pode ser explicado pelo maior porte e cobertura de copa dessa classe, proporcionando assim uma maior probabilidade do indivíduo ser atingido durante a queda de árvores e galhos.

Nesse sentido Azevedo et al. (2008) comentam que na exploração florestal, a queda da árvore é brusca e causa danos e morte no povoamento remanescente, principalmente nos extratos inferior e médio. Hendrisson (1989) menciona que a derrubada de árvores causa distúrbios como injúrias e destruição de mudas, plântulas e árvores da regeneração natural.

O maior número de indivíduos danificados ocorreu na Classe 1, tanto antes quanto depois da exploração. Isto ocorreu devido ao maior número de plantas nesta classe. Delgado (1995) comenta que um considerável número de árvores e indivíduos pequenos é danificado quando se derruba ou se arrasta a árvore abatida, isto ocorre por serem mais vulneráveis que as árvores grandes.

A redução no número de plântulas ocorreu devido à destruição de indivíduos mais frágeis, da menor classe. Já nas classes maiores, essa redução se deve, possivelmente, à quebra de partes da copa, que diminuiu a altura das plantas. Com isso, conclui-se que os indivíduos de classes maiores passaram para as menores. No caso da Classe 1, a redução aconteceu em função dos danos causados pela queda das árvores e extração da madeira, que além de diminuir a altura de algumas plântulas, destruíram outras, que desta forma ficaram abaixo do limite inferior de amostragem.

Hack (2007), em estudo realizado em uma Floresta Ombrófila Mista, verificou uma redução significativa do número de plantas após a intervenção. Segundo o autor, esta perda

foi ocasionada em virtude de danos mecânicos causados pela extração das árvores vizinhas, ou abertura de caminhos para a retirada da madeira. Este autor verificou ainda que as perdas no número de indivíduos não correspondeu com uma maior redução no volume, mostrando que as maiores reduções ocorreram nos menores indivíduos.

Dentre os danos, observou-se que o mais comum foi a quebra das plantas, devido ao impacto causado pela queda das árvores abatidas. A queda destas causou ainda o tombamento de outros indivíduos, danificando a copa e o caule de mudas. A distribuição destes danos dentro das classes pode ser visualizada na Tabela 2.

Borsoi (2004) verificou que os danos mais comuns da vegetação remanescente foram o, entortamento de árvores quebra de fustes, quebra de galhos e copa. Este autor também verificou que quanto maior o diâmetro das árvores abatidas mais danos a queda destas árvores causou. Outro fator que aumenta os danos é a quantidade de árvores cortadas, pois os danos causados são diretamente proporcionais à intensidade de exploração.

Tabela 2: Análise dos danos causados à regeneração natural pelas intervenções na floresta. Frederico Westphalen-RS, 2008.

Table 2: Analysis of the damages caused to the natural regeneration by the interventions in the forest. Frederico Westphalen-RS, 2008.

Dano	Indivíduos danificados			Total	% do total de Ind. danificados
	Classe 1	Classe 2	Classe 3		
Corte	37 (18,8%)	1 (3,6%)	-	38	15,6
Caule danificado	-	1 (3,6%)	3 (15,8%)	4	1,6
Plantas deitadas	24 (12,2%)	7 (25,0%)	8 (42,1%)	39	16
Copa danificada	38 (19,3%)	9 (32,1%)	7 (36,8%)	54	22,1
Indivíduos quebrados	97 (49,2,8%)	10 (35,7%)	1 (5,3%)	108	44,3
Arrancado	1 (0,5%)	-	-	1	0,4
<b>TOTAL</b>	<b>197</b>	<b>28</b>	<b>19</b>	<b>244</b>	<b>100</b>

A maior quantidade de indivíduos cortados e quebrados na classe de menor tamanho ocorreu pela diminuição da altura das plantas em função do corte, e conseqüentemente quebra da copa destas plantas, e da maior quantidade de plantas nesta classe.

Como existem poucos trabalhos quantificando os danos da exploração florestal sobre a regeneração natural, estudos que visem quantificar tais impactos e quantificar a capacidade de recuperação da floresta são de extrema importância, já que é a comunidade regenerante a responsável pela qualidade e recuperação da floresta após a exploração. Além disso, deve-se avaliar a resposta da regeneração à abertura destas clareiras, pois a longo prazo, a exploração poderá ser benéfica ao desenvolvimento de algumas espécies de valor presentes na área.

## CONCLUSÕES

Após a análise dos resultados pode-se concluir que:

- Não houve uma redução drástica do número de indivíduos;
- A proporção de plantas danificadas aumentou em todas as classes de tamanho;
- Os danos mais freqüentes foram quebra de indivíduos e danos na copa.

## Agradecimentos

Ao FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos) pelo apoio financeiro ao estudo.

## REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, C. P.; SANQUETTA, C. R.; SILVA, J. N. M.; MACHADO, S. A. 2008. Efeito da exploração de madeira e dos tratamentos silviculturais no agrupamento ecológico de espécies. **Rev. Floresta**, Curitiba, PR, v. 38, n. 1, p. 53-69.
- BORSOI, G. 2004. **Subsídios para o manejo de uma Floresta Ombrófila Mista em estágio avançado de regeneração natural**, Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 189 p.
- DELGADO, L. D., 1995. **Efectos em La riqueza, composición y diversidad florística producidos por el manejo silvícola de um bosque húmedo tropical de terras bajas em Costa Rica**. Tesis (Magister Scientiae) - CATIE, Turrialba, 97 p.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2006. **Sistema de Classificação Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: 306 p.
- HACK, C. 2007. **Respostas da vegetação remanescente e da regeneração natural em uma Floresta Ombrófila Mista cinco anos após intervenções de manejo**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 97 p.
- HENDRISON, J. 1989. **Damage – controlled logging in tropical rain Forest in Suriname**. Wageningen: Agricultural University., 204 p.
- I-CESNO-RS. 2006. **Crescimento, produção e dinâmica de floresta inequívoca mista**. Santa Maria, UFSM-FATEC, 49 p. (Projeto de pesquisa).
- LEITE, P. F.; KLEIN, R. M. 1990. Vegetação. In: **Geografia do Brasil – Região Sul**. Rio de Janeiro: IBGE, p.113 - 150.
- LONGHI, S.J. NASCIMENTO, A. R. T., FLEIG, F. D., DELLA-FLORA, J.B. et al.. 1999. Composição florística e estrutura da comunidade arbórea de um fragmento florestal no município de Santa Maria, Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 9, n. 1, p. 115-133,
- MARCHIORI, J.N.C. 1991. Florestas nativas privadas: uma análise fitogeográfica e histórica do problema no Rio Grande do Sul. In: SEMINÁRIO SOBRE A SITUAÇÃO FLORESTAL DO RIO GRANDE DO SUL, 1, 1991, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: p.21-27.
- MARTINS, S.S., COUTO, L., MACHADO, SOUZA, C. C. A. L. de., 2003. Efeito da exploração florestal seletiva em uma floresta estacional semidecidual. **Árvore**, Viçosa, v. 27, n.1, p. 65-70.
- MORENO, J. A. 1961. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, 42p.
- NIMER, E. 1990. Clima. In: **Geografia do Brasil – Região Sul**. Rio de Janeiro: IBGE, p.151 – 187.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T.; JARENKOW, J. A.; RODAL, M. J. N. 2006. Floristic relationships of seasonally dry forests of eastern South America based on tree species distribution patterns. In: PENNINGTON, R. T.; LEWIS, G. P.; RATTER, J. A. (Org.). **Neotropical savannas and dry forests: Plant diversity, biogeography and conservation**. Boca Raton: CRC Press, v.1, p. 159-192.
- SCHNEIDER, P.R.; FINGER, C.A.G. 2000. **Manejo sustentado de florestas inequívocas heterogêneas**. Santa Maria: CEPEF, 195 p.
- SCIPIONI, M.C., CANTARELLI, E. B., DENARDI, L., JESUS, R. S. de. et al. Florística, diversidade e grupos ecológicos da vegetação arbórea em diferentes áreas de um fragmento florestal, Frederico Westphalen, RS. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE MANEJO FLORESTAL, 4, 2008, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 2008, p. 356-362.
- SCOLFORO, J.R.S. 1998. **Manejo Florestal**. Lavras: UFLA/FAEPE, 438 p.
- STRECK, E.V., KÄMPF, N., DALMOLIN, R. S. D., KLAMT, E. et al. 2008. **Solos do Rio Grande do Sul**, 2. ed. Porto Alegre: EMATER/RS – ASCAR, 222 p.
- VACCARO, S.; LONGHI, S.J. 1995. Análise fitossociológica de algumas áreas remanescentes da Floresta do Alto Uruguai, entre os rios Ijuí e Turvo, no Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.5, n.1, p.33-53.

# FITOSOCIOLOGÍA DE UNA FRACCIÓN DE SELVA MISIONERA SECUNDARIA, CON INTERVENCIÓN ANTRÓPICA

## FITOSOCIOLOGICAL CHARACTERIZATION OF A SECONDARY FOREST PORTION IN MISIONES, WITH HUMAN INTERVENTION

Fabio MOSCOVICH<sup>1</sup>, Claudio DUMMEL<sup>2</sup>, Martín PINAZO<sup>3</sup>, Otto KNEBEL<sup>4</sup>, Ramón ALCARAZ<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Ing. Ftal., M.Sc., Dr., Investigador del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Famaillá. Ruta Provincial 301 Km 32 C.C. 9, (4132) Famaillá, Tucumán (Argentina), fmoscovich@correo.inta.gov.ar.

<sup>2</sup> Ing. Ftal., Docente, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones (UNaM), Bertoni 124, (3380) Eldorado, Misiones (Argentina), cdummel@yahoo.com.ar.

<sup>3</sup> Ing. Ftal., M.Sc., Investigador del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Montecarlo. Av. Libertador 2472, (3384) Montecarlo, Misiones (Argentina), mpinazo@montecarlo.inta.gov.ar.

<sup>4</sup>Técnicos, Ayudantes de Campo, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Montecarlo. Av. Libertador 2472, (3384) Montecarlo, Misiones (Argentina).

### RESUMEN

El estudio analiza la fitosociología y estructura vertical de una fracción de 600 ha de Selva Misionera en el Municipio de San Antonio, Misiones (Argentina). En dos parcelas de 100 m x 100 m, fueron inventariados 956 individuos con CAP  $\geq$  30 cm, se identificaron 68 especies, pertenecientes a 55 géneros y 30 familias botánicas. El valor del Índice de Shannon fue de 3,612. La familia que presentó mayor número de individuos fue Meliaceae. Las especies que tuvieron mayor Valor de Importancia fueron *Cabralea canjerana*, *Cedrela fissilis* y *Ocotea diospyrifolia*. La estructura vertical se dividió en 5 estratos usando el Diagrama *h-M*, que se mostró de fácil aplicación e interpretación.

**Palabras clave:** Bosque nativo secundario; estructura; composición florística; Diagrama *h-M*

### SUMMARY

It analyses the community's phito-sociology and vertical structure of a 600 ha fragment of Misiones Forest in the San Antonio county, Misiones, Argentina. In two sample units of 100 m x 100 m, 956 individuals with CBH  $\geq$  30 cm have been inventoried, identifying 68 species, belonging to 55 genera and 30 botanical families. The Shannon diversity index was 3,612. The family which the largest number of present individuals were: Meliaceae. The species that highest Importance Value, in decreasing order, were: *Cabralea canjerana*, *Cedrela fissilis* and *Ocotea diospyrifolia*. The vertical structure was divided in three story's, using the *h-M* diagram, that showed to be of easy application and interpretation..

**Key words:** Secondary native forest; structure; composition; *h-M* Diagram

### INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas forestales están entre los más complejos, principalmente los bosques nativos, y de modo especial los bosques neotropicales con altísima diversidad biológica. Con la creciente importancia que tiene el manejo sustentable de los bosques nativos, crece también la necesidad de informaciones cuantificadas sobre la disponibilidad de materia prima que se puede obtener.

Así, Clutter *et al.* (1983) afirman que el manejo forestal tiene mucha similitud con el manejo industrial. En ambas actividades, diferentes niveles de entrada al proceso resultan en salidas consecuentes y, en concordancia, lucros o pérdidas para la empresa.

La Selva Misionera es una prolongación en territorio argentino de la Selva Paranaense de los Estados brasileños de Paraná, Santa Catalina y del Este del Paraguay. Constituye uno de los sistemas de mayor diversidad y complejidad ecológica. Desde la colonización, los árboles presentes en la Selva Misionera fueron objeto de intensas extracciones, que concluyen en nuestros días con la formación de bosques secundarios de baja productividad y diversidad en especies.

El objetivo del presente trabajo es conocer la estructura fitosociológica de un remanente de bosque nativo secundario con intervención antrópica para poder sentar las bases de conocimiento necesarias para establecer planes de manejo que garanticen la sustentabilidad del recurso.

## MATERIAL Y METODOS

### Área de Estudio

El Campo Anexo Manuel Belgrano, con una superficie de 2.147 ha, está localizado en el Departamento Manuel Belgrano (Provincia de Misiones), depende administrativamente de la Estación Experimental Agropecuaria Montecarlo del INTA. Se ubica a los 26° 04' Latitud Sur y a los 53° 45' Longitud Oeste a una altitud de 600 m.s.n.m. El clima es subtropical húmedo, con régimen pluviométrico isohigro, considerando que en cualquier estación o mes del año puede haber sequía o abundantes precipitaciones, con temperatura media anual de 23,3 °C y media mínima de -7,0 °C (Muttarelli, 1988). Está ubicado en la región más templada de la provincia debido a la altura sobre el nivel del mar, razón por la cual las heladas que se registran son relativamente intensas. La humedad relativa anual es de 76% y la precipitación media anual es de 2.137,5 mm (INTA EEA Cerro Azul, 2004 – Comunicación personal).

La vegetación original de la región, definida por Cabrera (1976) como “Selva de Laurel, Guatambú y Pino”, se caracteriza por un estrato arbóreo dominante donde predomina *Araucaria angustifolia*; un estrato arbóreo mediano donde sobresalen *Nectandra saligna* (Laurel negro), *Balfuorodendron riedelianum* (Guatambú), *Ilex paraguarienses* (Yerba mate), *Patagonula americana* (Guayaibi-rá), entre otras.

El estrato herbáceo se encuentra formado por varias especies del género *Doryopteris*, *Hydrocotyle*, *Olyra*, etc. De acuerdo al inventario florístico realizado por Bosso *et al.* (1994), en el área en estudio, se destacan las siguientes especies: *Aspidosperma polyneuron* (Palo rosa), *A. australe* (Guatambú amarillo), *Araucaria angustifolia* (Pino Paraná), *Tabebuia impetiginosa* (Lapacho negro), *Cordia tricotoma* (Loro negro), *Ilex paraguarienses* (Yerba mate), entre otras especies.

### Metodología

De acuerdo con Braun-Blanquet (1979), el área de muestreo para levantamientos florísticos, depende del tipo de comunidad a investigar; destacando que en bosques naturales heterogéneos y de estructura compleja, la elección del tamaño y número de muestras se torna muy importante para una buena caracterización de la vegetación

En este estudio se usaron dos parcelas permanentes, instaladas en el año 2006, de forma cuadrada con 100 m de lado, totalizando una superficie de 1 ha. Estas unidades están marcadas en terreno y divididas en diez fajas de 10 m de ancho por 100 m de largo, las cuales están subdivididas en diez subunidades de 10 m x 10 m (100 m<sup>2</sup>). Todos los árboles de la parcela, que tienen una circunferencia a la altura del pecho (CAP) mayor o igual a 30 cm, fueron numerados, etiquetados, identificados y tomadas sus coordenadas.

La medición de la altura de los árboles se realizó con altímetro VERTEX (con precisión de 0,1 m) y la medición de las circunferencias a la altura del pecho (CAP) fue realizada con cinta métrica con precisión de milímetro.

Para los cálculos de la fitosociología fueron consideradas las fajas de 10 m de ancho por 100 m de largo como unidades de muestreo individual. El procesamiento de los datos se realizó con el programa FITOPAC 2, elaborado por el Dr. George Shepherd, de la Universidad de Campinas (UNICAMP). Para cada especie, fueron calculados los parámetros densidad, dominancia, frecuencia y valor de importancia, parámetros comúnmente usados en análisis fitosociológicos (Longhi, 1980 y 1997; Martins, 1991, Moscovich, 1998 y 2006).

Para la estratificación vertical, se usó la metodología propuesta por Sanquetta (1995) denominada de Diagrama *h-M*, por ser un método eficiente y simple.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Composición florística

Las especies arbóreas encontradas en este tipo forestal están relacionadas en la Tabla 1, con los respectivos nombres comunes y científicos, ordenados en función de la familia a que pertenecen.

TABLA 1 – Listado de especies encontradas en el área muestreada, ordenadas por familia botánica.

TABLE 1 - Listing of species found in the ploted area, ordered by botanical family.

Nombre Científico	Nombre Común	Familia
<i>Rollinia salicifolia</i> Schldtl.	Araticú	Annonaceae
<i>Rollinia rugulosa</i> Schldtl.	Araticú bayo	Annonaceae
<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil.	Yerba mate	Aquifoliaceae
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerl. & Frodin	Cacheta	Araliaceae
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bert.) O. Ktze.	Araucaria	Araucariaceae
<i>Vernonia petiolaris</i> DC.	Mora	Asteraceae
<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	Caona	Aquifoliaceae
<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	Caroba	Bignoniaceae
<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	Carobita	Bignoniaceae
<i>Ceiba speciosa</i> (A. St.-Hil, Juss & Cambess) Rabean	Samohú	Bombacaceae
<i>Cordia tricotoma</i> (Vell.) Arráb. Ex Steud.	Peteribí	Boraginaceae
<i>Patagonula americana</i> L.	Guayuvira	Boraginaceae
<i>Cecropia pachystachya</i> Trecul	Amba'y	Cecropiaceae
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	Mora blanca	Euphorbiaceae
<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp.	Mora blanca chica	Euphorbiaceae
<i>Acacia polyphylla</i> Clos, hom. illeg.	Yuquerí guazú	Fabaceae
<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	Anchico blanco	Fabaceae
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vog.) Macbr.	Grápia	Fabaceae
<i>Ateleia glazioviana</i> Baill.	Timbó de campo	Fabaceae
<i>Erythrina falcata</i> Benth.	Ceibo	Fabaceae
<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	Alecrín	Fabaceae
<i>Inga verna</i> Willd. subsp. <i>affinis</i> (DC.) T.D. Penn.	Inga guazú	Fabaceae
<i>Lonchocarpus leucanthus</i> Burkart	Rabo itá	Fabaceae
<i>Machaerium minutiflorum</i> Tul.	Ysapu'y moroti	Fabaceae
<i>Machaerium paraguariense</i> Hassl.	Canela do brejo	Fabaceae
<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	Incienso	Fabaceae
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	Anchico colorado	Fabaceae
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	Cañafistola	Fabaceae

<i>Banara tomentosa</i> Clos	Guazatunga blanca	Flacourtiaceae
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	Guazatunga	Flacourtiaceae
<i>Casearia lasiophylla</i> Eichler	Guazatunga	Flacourtiaceae
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Burro caá	Flacourtiaceae
		Cont.
Nombre Científico	Nombre Común	Familia
<i>Casearia</i> spp.	Casearia	Flacourtiaceae
<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.	Espolón de gallo	Loganiaceae
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	Laurel amarillo	Lauraceae
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	Canela preta	Lauraceae
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	Laurel ayu'ý	Lauraceae
<i>Ocotea puberula</i> Nees	Canela guaica'	Lauraceae
<i>Cabrlea canjerana</i> (Vell.) Mart.	Cancharana	Meliaceae
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Cedro	Meliaceae
<i>Melia azederach</i> L.	Paraíso	Meliaceae
<i>Ficus luschnathiana</i> (Miq.) Miq.	Higuera de monte	Moraceae
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) Steud. subsp. tinctoria	Mora amarilla	Moraceae
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C. Burger, Lanj. & Wess. Boer	Cincho	Moraceae
<i>Myrsine balansae</i> (Mez) Otegui	Caa pororoca	Myrsinaceae
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> Berg	Guabiroba	Myrtaceae
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Pindo	Palmae
<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn.	Marmelero	Polygonaceae
<i>Prunus brasiliensis</i> (Cham. & Schltld.) D. Dietr.	Persiguero	Rosaceae
<i>Rudgea parquioides</i> (Cham.) Müll. Arg.	Caona	Rubiaceae
<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	Palo cruz	Rubiaceae
<i>Randia</i> spp.		Rubiaceae
<i>Balfourodendron riedelianum</i> Engl.	Guatambú blanco	Rutaceae
<i>Fagara rhoifolia</i> (Lam.) Engl.	Mamica de cadela	Rutaceae
<i>Helietta apiculata</i> Benth.	Canela de veado	Rutaceae
<i>Allophylus edulis</i> (St. Hil.) Radlk.	Chal chal	Sapindaceae
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	Maria preta	Sapindaceae
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Camboatá blanco	Sapindaceae
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler) Engl.	Aguai	Sapotaceae
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk	Vasuriña	Sapotaceae
<i>Picrasma crenata</i> Vell.	Palo amargo	Simaroubaceae
<i>Cestrum laevigatum</i> Schltld.	Palo capuera	Solanaceae
<i>Solanum granulatum-leprosum</i> Dunal	Fumo bravo	Solanaceae
<i>Solanum sanctae-catharinae</i> Dunal	Solanacea	Solanaceae
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. var. tomentella K. Schum.	Cambá acá	Sterculiaceae
<i>Styrax leprosum</i> Hook. et Arn.	Carne de vaca	Styracaceae
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	Azoita caballo	Tiliaceae
NN01	NN01	Verbenaceae

La Tabla 2 muestra el número de especies, número de individuos, dominancia y densidad relativas, y el porcentaje de importancia de las familias muestreadas. El análisis de estos parámetros muestran que la familia Fabaceae es la más representada, con 13 especies arbóreas, seguida de Flacourtiaceae (5 especies) y Lauraceae (4 especies) correspondiendo a, aproximadamente, 32,4% del total de las especies muestreadas, lo que demuestra que estas familias cumplen una función muy importante en la estructura de este bosque secundario.

TABLA 2 – Número de especies, número de individuos, dominancia relativa, densidad relativa y porcentaje de importancia de las familias encontradas en el área muestreada.

TABLE 2 - Number of species, number of individuals, relative dominancia, relative density and percentage of importance of the families found in the muestreada area.

Familia	N	N Ind.	DR	DoR	PI
Meliaceae	3	154	16,11	11,27	11,21
Lauraceae	4	141	14,75	12,65	11,11
Fabaceae	13	77	8,05	10,44	8,14
Myrsinaceae	2	82	8,58	2,83	5,89
Sapindaceae	3	46	4,81	7,04	5,41
Sapotaceae	2	54	5,65	4,73	5,13
Rutaceae	3	37	3,87	2,56	4,12
Aquifoliaceae	2	31	3,24	3,88	3,91
Araucariaceae	1	9	0,94	8,29	3,81
Moraceae	3	24	2,51	3,95	3,51
Bignoniaceae	2	30	3,14	2,13	3,32
Flacourtiaceae	2	30	3,14	1,30	3,14
Araliaceae	1	23	2,41	2,29	3,02
Boraginaceae	2	12	1,26	4,88	2,77
Rosaceae	1	21	2,20	2,39	2,68
Rubiaceae	3	21	2,20	0,85	2,37
Euphorbiaceae	2	18	1,88	1,46	2,05
Verbenaceae	1	19	1,99	1,90	2,02
Asteraceae	1	18	1,88	1,17	1,85
Polygonaceae	1	4	0,42	0,81	0,83
Palmae	1	5	0,52	0,33	0,80
Bombacaceae	1	6	0,63	0,83	0,80
Loganiaceae	1	6	0,63	0,18	0,79
Solanaceae	3	6	0,63	0,23	0,70
Simaroubaceae	1	5	0,52	0,11	0,63
Tiliaceae	1	2	0,21	1,12	0,55
Styracaceae	1	4	0,42	0,26	0,54
Sterculiaceae	1	1	0,10	0,03	0,15
Cecropiaceae	1	1	0,10	0,02	0,15

N = número de especies muestreadas; N Ind. = número de individuos; DR = densidad relativa; DoR = dominancia relativa; PI = porcentaje de importancia (valor de importancia de cada familia dividido por tres)

Merecen destacarse, también la participación de las familias Meliaceae y Lauraceae que, juntamente con las familias Myrsinaceae, Fabaceae y Sapotaceae sumaron el 56,2% del número de individuos por hectárea presentes. De las 30 familias encontradas, 46,7% presentan solamente una sola especie.

### Estructura horizontal

La caracterización de la estructura horizontal fue realizada a través del cálculo el Índice de Valor de Importancia (IVI) de cada especie, conforme se observa en la Tabla 3, donde se encuentran listadas por IVI las 15 especies más importantes. Se reconocieron 478 árboles/ha con CAP mayor o igual a 30 cm, considerando también los individuos muertos en pié, indicando que el bosque en estudio es bastante denso.

Las especies *Cabralea canjerana* (Cancharana), *Cedrela fissilis* (Cedro), *Ocotea diospyrifolia* (Laurel ayu'y), *Myrsine balansae* (Caa pororoca), *Nectandra megapotamica* (Laurel negro) y



*Diatenopteryx sorbifolia* (Maria preta) fueron las más importantes de la comunidad representado el 30,34% del porcentaje de importancia.

TABLA 3 – Las 10 especies más importantes de la formación vegetal en estudio, ordenadas por su Índice de Valor de Importancia (IVI).

TABLE 3 - The 10 more important species of the vegetal formation in study, ordered by its Index of Value of Importance (IVI).

<b>Especie</b>	<b>DR</b>	<b>DoR</b>	<b>FR</b>	<b>IVI</b>
<i>Cabralea canjerana</i>	10,46	4,40	4,18	19,03
<i>Cedrela fissilis</i>	5,33	5,77	4,18	15,28
<i>Ocotea diospyrifolia</i>	4,50	6,52	3,74	14,76
<i>Myrsine balansae</i>	7,64	2,51	4,18	14,32
<i>Nectandra megapotamica</i>	7,01	4,30	2,86	14,17
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i>	3,97	6,63	2,86	13,46
<i>Araucaria angustifolia</i>	0,94	8,29	1,54	10,77
<i>Ilex paraguarienses</i>	3,14	3,85	3,08	10,06
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	3,03	3,15	2,42	8,60
<i>Jacaranda micrantha</i>	2,93	2,03	3,30	8,26
Otras 58 especies	40,05	40,18	54,90	135,19

DR = densidad relativa; DoR = dominancia relativa; FR = frecuencia relativa; IVI = índice de valor de importancia.

Los árboles muertos en pie representan el 5,44%. Este valor es inferior al valor (6,5%) encontrado por Longhi, *et al.* (1997) para un bosque secundario en São Francisco de Paula (RS – Brasil); y superior al encontrado por Moscovich (2006), 4,2%, trabajando sobre un bosque secundario en Nova Prata (RS – Brasil).

El índice de Shannon ( $H'$ ) es de 3,612, representando una diversidad alta, lo que puede ser esperado para un bosque con intervención antrópica durante una fase de mudanza en su estructura.

### **Estructura vertical**

La Figura 1 presenta el Diagrama *h-M* para el bosque estudiado, de acuerdo con el inventario del año 2007. Se observa, en esta Figura, que el bosque presentó el 98,8% de sus árboles con alturas inferiores a 25 m.

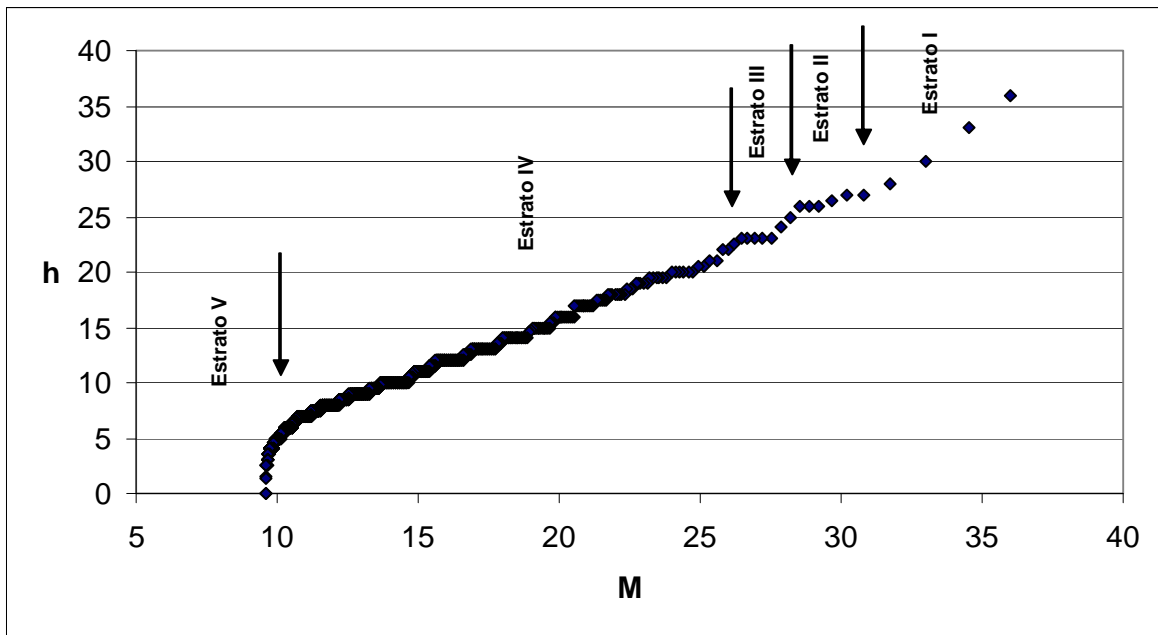


FIGURA 1 – Diagrama  $h$ - $M$  para el bosque en estudio.  
 FIGURE 1 -  $h$ -  $M$  diagram for forest in study

En la Figura 1 se pueden reconocer cinco estratos por causa de las mudanzas en el curso rectilíneo del diagrama indicado por las flechas. El primer estrato (Estrato I), discontinuo, compuesto por árboles con altura total mayor o igual a 30 m, se encuentra formado por árboles esporádicos, llamados de emergentes. El segundo estrato (Estrato II), un poco más compacto y también discontinuo, está compuesto por árboles con altura total mayor o igual a 27 m y menor que 30 m; el tercer estrato (Estrato III) se conforma con individuos con altura mayores o iguales a 25 m y menores a 27. Estos tres estratos conforman el dosel superior de la formación vegetal.

El cuarto estrato (Estrato IV) compuesto por individuos con alturas iguales o mayores a 10 m e inferiores a 25 m, forma el estrato principal de la estructura vegetal. Por último, el quinto estrato (Estrato V), conformado por todos los individuos con alturas inferiores a 10 m, constituye el estrato inferior de la estructura. Como en el presente estudio no se consideraron los individuos con CAP inferior a 30 cm, resulta difícil establecer la estructura completa del quinto estrato, formado por especies características del sub-bosque.

### Estrato I

En el Estrato I, árboles dominantes emergentes, se encuentra conformado por una sola especie vegetal: *Araucaria angustifolia* que domina la estructura con individuos con altura totales superiores los 30 m. El área basal total de esta formación es de 1,034 m<sup>2</sup>/ha, valor muy inferior a los 20 m<sup>2</sup>/ha citados por Gasic, *et al.* 1950; Gasic, *et al.* 1951; Gasic, *et al.* 1955; Tortorelli, 1956 y Cabrera, 1976.

Evidentemente, la explotación forestal llevó a la disminución del número de ejemplares por hectárea comprometiendo seriamente la estructura original. En este estrato no fueron encontrados individuos arbóreos muertos.

### Estrato II

Este estrato forma parte, también, de los árboles dominantes de la estructura vegetal y se encuentra caracterizado por los ejemplares con altura total mayor o iguales a 27 m e inferiores a 30 m. Las 3 especies encontradas fueron: *Apuleia leiocarpa* (Grapia), *Araucaria angustifolia* (Pino paraná) y *Melia azedarach* (Paraíso). El área basal en este estrato es de

0,714 m<sup>2</sup>/ha y el índice de Shannon (H') fue de 1,099. En este estrato no se encontraron individuos arbóreos muertos.

### Estrato III

En este estrato, se identificaron 5 individuos, correspondientes a 4 especies y 4 familias botánicas (Tabla 4). *Araucaria angustifolia* (Pino paraná), fue la especie que mostró mayor número de individuos y mayor valor de importancia, seguida de *Parapiptadenia rigida* (Anchico colorado), *Schefflera morototoni* (Cacheta) y *Patagonula americana* (Guayaibí). Los árboles encontrados forman parte del dosel superior del bosque, según lo citado por Gasic, *et al.* 1950; Gasic, *et al.* 1951; Gasic, *et al.* 1955; Tortorelli, 1956 y Cabrera, 1976.

TABLA 4 – Especies del Estrato IV ordenadas por su Índice de Valor de Importancia.  
TABLE 4 - Species of Story IV ordered by Index of Value of Importance.

<b>Especie</b>	<b>DR</b>	<b>DoR</b>	<b>FR</b>	<b>IVI</b>
<i>Araucaria angustifolia</i>	40,00	37,02	40,00	117,02
<i>Parapiptadenia rigida</i>	20,00	47,96	20,00	87,96
<i>Schefflera morototoni</i>	20,00	10,15	20,00	50,15
<i>Patagonula americana</i>	20,00	4,87	20,00	44,87

DR = densidad relativa; DoR = dominancia relativa; FR = frecuencia relativa; IVI = índice de valor de importancia.

En este estrato, las familias botánicas encontradas fueron Araucariaceae, Fabaceae, Araliaceae y Boraginaceae, todas ellas representadas con una sola especie. El área basal es de 1,361 m<sup>2</sup>/ha y presente un Índice de Shannon de 1,332. No fueron encontrados individuos arbóreos muertos.

### Estrato IV

En este estrato fueron muestreados 336 individuos arbóreos, distribuidos en 56 especies y 27 familias botánicas. El área basal es de 13,863 m<sup>2</sup>/ha y el valor del Índice de Shannon es de 3,503 mostrando una diversidad florística alta.

*Diatenopterix sorbifolia* (Maria preta) es la especie con mayor Valor de Importancia, seguida de *Cedrela fissilis* (Cedro), *Ocotea diospyrifolia* (Laurel ayu'y), *Nectandra megapotamica* (Laurel negro), *Cabrlea canjerana* (Cancharana), *Chrysophyllum marginatum* (Vasuriña) y *Patagonula americana* (Guayubira). Estas especies representan el 57,14% de la densidad total (Tabla 5).

TABLA 5 – Las 10 especies más importantes del Estrato IV ordenadas por su Índice de Valor de Importancia.  
TABLE 5 – The 10 more important species of Story IV ordered by its Index of Value of Importance.

<b>Especie</b>	<b>DR</b>	<b>DoR</b>	<b>FR</b>	<b>IVI</b>
<i>Diatenopterix sorbifolia</i>	7,80	10,60	5,13	23,54
<i>Cedrela fissilis</i>	8,38	8,89	5,56	22,82
<i>Ocotea diospyrifolia</i>	6,65	9,07	5,98	21,70
<i>Nectandra megapotamica</i>	9,54	5,38	4,70	19,62
<i>Cabrlea canjerana</i>	6,36	3,03	5,98	15,37
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	4,91	4,45	3,42	12,78
<i>Patagonula americana</i>	2,02	7,92	2,14	12,08
<i>Prunus brasiliensis</i>	4,05	3,57	3,85	11,46
<i>Ilex paraguariensis</i>	3,18	4,14	3,85	11,17
<i>Schefflera morototoni</i>	2,60	1,77	3,85	8,22
Otras 46 especies	44,51	41,18	55,54	141,24

DR = densidad relativa; DoR = dominancia relativa; FR = frecuencia relativa; IVI = índice de valor de importancia.

La familia con mayor representatividad en cuanto el número de individuos fue Lauraceae (66 individuos) seguida de Meliaceae (51 individuos), Fabaceae (39 individuos) y Sapindaceae (32 individuos). La familia que presentó mayor número de especies fue Fabaceae (13 especies) seguida de Lauraceae y Flacuortiaceae (ambas con 4 especies). Los árboles muertos representan el 2,89% del total de individuos encontrados, con un área basal de 2,154 m<sup>2</sup>/ha.

### Estrato V

Se identificaron 556 individuos, correspondientes a 59 especies y 28 familias botánicas. El área basal es de 8,113 m<sup>2</sup>/ha y presenta un Índice de Shannon de 3,459 mostrando una diversidad florística alta.

*Cabralea cancharana* (Cancharana), fue la especie que mostró mayor número de individuos (78 ejemplares) y mayor valor de importancia, seguida de *Myrsine balansae* (Caa pororoca), *Nectandra megapotamica* (Laurel negro), *Ocotea diospyrifolia* (Laurel ayu'y) e *Ilex paraguariensis* (Yerba mate). Estas especies conforman el 85,85% del total del IVI del Estrato III (Tabla 6).

TABLA 6 – Las 10 especies más importantes del Estrato V ordenadas por su Índice de Valor de Importancia.  
TABLE 6 - The 10 more important species of Story V ordered by its Index of Value of Importance.

Especie	DR	DoR	FR	IVI
<i>Cabralea canjerana</i>	13,04	8,40	5,94	27,38
<i>Myrsine balansae</i>	10,70	6,00	5,63	22,33
<i>Nectandra megapotamica</i>	5,69	4,12	3,44	13,24
<i>Ocotea diospyrifolia</i>	3,34	4,68	3,44	11,46
<i>Ilex paraguariensis</i>	3,18	4,82	3,44	11,44
<i>Jacaranda micrantha</i>	3,51	4,16	3,75	11,42
<i>Cedrela fissilis</i>	3,68	2,66	4,69	11,02
<i>Nectandra lanceolata</i>	3,18	2,48	3,13	8,78
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	3,18	2,40	3,13	8,70
<i>Sorocea bonplandii</i>	2,68	1,87	2,81	7,36
Otras 49 especies	47,82	58,41	60,60	166,87

DR = densidad relativa; DoR = dominancia relativa; FR = frecuencia relativa; IVI = índice de valor de importancia.

No se encontraron ejemplares de *Araucaria angustifolia*, lo que demuestra que la extracción de esta especie fue tan importante que no dejó individuos de portes menores que hoy serían los que conforman estos estratos.

Las familias botánicas que mostraron el mayor número de especies fueron Meliaceae, Lauraceae y Myrsinaceae con 102, 75 y 72 individuos respectivamente. Las familias que presentaron mayor número de especies fueron Fabaceae (9 especies), Flacuortiaceae (5 especies) y Lauraceae (4 especies). Los árboles muertos de este estrato representan el 7,55% del total de individuos encontrados, mostrando una importancia destacada en la estructura y exponiendo a este estrato como el de mayor dinámica. El área basal que muestran los ejemplares muertos es de 2,651 m<sup>2</sup>/ha; poco más que el 32% del total medido.

### CONCLUSIONES

Las especies que se mostraron como dominantes en la estructura forestal fueron *Nectandra megapotamica*, *Ocotea diospyrifolia*, *Sorocea bonplandii*, *Cedrela fissilis*, *Diatenopteryx sorbifolia* y *Balfuorodrendrun riedelianum*, mostrando que la estructura forestal corresponde a un trecho en estado de sucesión secundaria ocasionada por la extracción de individuos de gran porte de especies forestales de alto valor, especialmente *Araucaria angustifolia*.

De acuerdo al Diagrama *h-M* se pudieron identificar 5 estratos en la estructura vertical del bosque, siendo que este método de división vertical se mostró como de fácil uso e interpretación.

El Estrato I, individuos con altura superiores a los 30 m, mostró una sola especie: *Araucaria angustifolia*, coincidiendo con las características climáticas de la Selva Misionera. En el Estrato II, también *Araucaria angustifolia* se mostró como la especie más importante junto a *Apuleia leiocarpa*.

En el Estrato III, *Araucaria angustifolia* también fue la especie más importante seguida de *Parapiptadenia rigida*, *Schefflera morototoni* y *Patagonula americana*. El Estrato IV, donde se encuentra el 36,3% de todos los individuos muestreados, las especies más representativas fueron *Diatenopteryx sorbifolia*, *Cedrela fissilis*, *Ocotea diospyrifolia* y *Nectandra megapotamica*, que por su condición de especies Secundarias indicarían que el bosque en estudio está avanzando hacia un estado sucesional mayor. El Estrato V se encuentra representado por *Cabralea canjerana* como su especie principal, seguida de *Myrsine balansae*, *Nectandra megapotamica* y *Ocotea diospyrifolia*.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bosso, A.; Chebez, J.; Heinonen Fortabat, S.; Marino, G. 1994. *Reserva Nacional Estricta San Antonio. Relevamiento de su Flora, Fauna y Estado de Conservación*. Informe de Avance. Delegación Técnica Regional Nordeste – Administración de Parques Nacionales. Puerto Iguazú. 28p.
- Braun-Blanquet, J. 1979. *Fitosociología: bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Madrid: H. Blume Ediciones, 820p.
- Cabrera, A.L. 1976. *Regiones Fitogeográficas Argentinas*. Buenos Aires: Enciclopedia Argentina de Agric. y Jardinería. 2º ed., Tomo II, 85p.
- Clutter, J.L.; Forston, J.C.; Pienar, J.V.; Brister, G.H.; Bailey, R.L. 1983. *Timber management: a quantitative approach*. New York: John Wiley, 333p
- Gasic, M.; Mutarelli, E.; Falcone, R. 1950. *Plan de Ordenación del Cuartel San Antonio*. Buenos Aires: Administración Nacional de Bosques.
- Gasic, M.; López, J.; Fluxa, O.; Juan, R. 1951. *Plan de Ordenación del Cuartel Rolador*. Buenos Aires: Administración Nacional de Bosques.
- Gasic, M.; Mutarelli, E.; Falcone, R.; López, J.; ORFILA, E. 1955. *Plan de Ordenación del Cuartel San Antonio*. Administración Nacional de Bosques.
- Longhi, S.J. 1980. *A estrutura de uma floresta natural de Araucaria angustifolia (Bert.) O. Ktze., no Sul do Brasil*. Curitiba: 198p. *Disertación (Maestrado em Ciências Forestais) – Sector de Ciências Agrárias, Universidad Federal de Paraná*.
- Longhi, S.J. 1997. *Agrupamento e análise fitossociológica de comunidades florestais na sub-bacia hidrográfica do rio Passo Fundo-RS*. Curitiba: UFPR, 193p. *Tesis (Doctorado em Ciências Forestais) ) – Sector de Ciências Agrárias, Universidad Federal de Paraná*.
- Martins, F.R. 1991. *Estrutura de uma floresta mesófila*. Campinas: UNICAMP, 246p.
- Moscovich, F.A. 1996. *Comparação de diferentes métodos de amostragem, de área fixa e variável, em uma Floresta Ombrófila Mista*. Santa Maria: UFSM, 99p. *Disertación (Maestrado em Engenharia Florestal) – Centro de Ciências Forestais. Universidad Federal de Santa Maria*.
- Moscovich, F.A. 2006. *Dinâmica de crescimento de uma Floresta Ombrófila Mista em Nova Prata, RS*. Santa Maria: UFSM, 130p. *Tesis (Doctorado em Engenharia Florestal) – Centro de Ciências Forestais. Universidad Federal de Santa Maria*.
- Mutarelli, E. 1988. *Evolución Silvodasocrática de las Plantaciones Forestales en la Provincia de Misiones*. Buenos Aires: Folleto Técnico Forestal 62: IFONA. 259p.
- Sanquetta, C.R. 1995. *Análise da estrutura vertical de florestas através do Diagrama h-M*. *Revista Ciência Florestal*. Santa Maria, v. 1, n. 5, p. 55-68.
- Tortorelli, L.A. 1956. *Maderas y Bosques Argentinos*. Buenos Aires, Ed. ACME XXVII, 910 p.

# ANÁLISIS FITOSOCIOLÓGICO DE UN REMANENTE DE SELVA MISIONERA SECUNDARIA EN MISIONES, ARGENTINA

## FITOSOCIOLOGICAL ANALYSIS OF FOREST REMAINDER IN MISIONES, ARGENTINA

Moscovich, F.A.<sup>1</sup>; Dummel, C.<sup>2</sup>; Pinazo, M.<sup>3</sup>; Knebel, O.<sup>4</sup>; ALCARAZ, R.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Ing. Ftal., M.Sc., Dr., Investigador del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Famaillá. Ruta Provincial 301 Km 32 C.C. 9, (4132) Famaillá, Tucumán (Argentina), [fmoscovich@correo.inta.gov.ar](mailto:fmoscovich@correo.inta.gov.ar).

<sup>2</sup> Ing. Ftal., Docente, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones (UNaM), Bertoni 124, (3380) Eldorado, Misiones (Argentina), [cdummel@yahoo.com.ar](mailto:cdummel@yahoo.com.ar).

<sup>3</sup> Ing. Ftal., M.Sc., Investigador del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Montecarlo. Av. Libertador 2472, (3384) Montecarlo, Misiones (Argentina), [mpinazo@montecarlo.inta.gov.ar](mailto:mpinazo@montecarlo.inta.gov.ar).

<sup>4</sup> Técnicos, Ayudantes de Campo, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Montecarlo. Av. Libertador 2472, (3384) Montecarlo, Misiones (Argentina).

## RESUMEN

El estudio analiza la fitosociología y estructura vertical de fragmento de 600 ha con predominio de Selva Misionera en el Municipio de San Antonio, Misiones (Argentina). En dos parcelas de 100 m x 100 m, fueron inventariados 795 individuos con CAP  $\geq$  30 cm, se identificaron 74 especies, pertenecientes a 61 géneros y 20 familias botánicas. El Índice de Shannon fue de 3,702. Las familias que presentaron mayor número de individuos fueron Fabaceae, Lauraceae, Meliaceae y Moraceae. Las cinco especies que tuvieron mayor Valor de Importancia fueron *Nectandra megapotamica*, *Ocotea diospyrifolia*, *Sorocea bonplandii*, *Cedrela fissilis* y *Diatenopteryx sorbifolia*. La estructura vertical se dividió en tres estratos usando el Diagrama *h-M*: el Estrato I con árboles emergentes superiores a 23 m de altura; el Estrato II de árboles de 6,5 a 23 m de altura y el Estrato III de árboles menores que 6,5 m de altura.

**Palabras Llave:** Bosque nativo secundario; estructura; composición florística; Diagrama *h-M*

## SUMMARY

It analyses the community's phito-sociology and vertical structure of a 600 ha fragment of Misiones Forest in the San Antonio county, Misiones, Argentina. In two sample units of 100 m x 100 m, 795 individuals with CBH  $\geq$  30 cm have been inventoried, identifying 74 species, belonging to 61 genera and 20 botanical families. The Shannon diversity index was 3,702. The families which the largest number of individuals were: Fabaceae, Lauraceae, Meliaceae y Moraceae. The five species that highest Importance Value were: *Nectandra megapotamica*, *Ocotea diospyrifolia*, *Sorocea bonplandii*, *Cedrela fissilis* y *Diatenopteryx sorbifolia*. The vertical structure was divided in three story's, using the *h-M* diagram. In Story I of emergent trees higher than 23 m; in Story II of 6,5 – 23 m trees and in Story III of trees shorted than 6,5 m.

**Key words:** Secondary native forest; structure; composition; *h-M* Diagram

## INTRODUCCIÓN

Los ecosistemas forestales están entre los más complejos, principalmente los bosques nativos, y de modo especial los bosques neotropicales con altísima diversidad biológica. Los países con bosques nativos tropicales usan diferentes sistemas de manejo. La mayoría buscan obtener el mayor número posible de árboles de interés económico, ignorando o eliminando las especies indeseables. Las especies de luz son las más explotadas. Estos

sistemas, desde el punto de vista ecológico, no garantizan la perpetuidad de las especies vegetales e animales y, en la mayoría de los casos, son antieconómicos.

La Selva Misionera es multiestratificada, con características particulares que hacen de cada uno de ellos un verdadero ecosistema, albergando aproximadamente 2000 especies de plantas vasculares, muchas de ellas aún desconocidas o pocos estudiadas en su ubicación taxonómica y sus propiedades físico-químicas.

Desde la colonización, los árboles presentes en la Selva Misionera fueron objeto de intensas extracciones, que concluyen en nuestros días con la formación de bosques secundarios de baja productividad y diversidad en especies.

El desconocimiento de la estructura del bosque y las leyes que rigen su dinámica poblacional dificultan los trabajos de manejo y conservación. Por esto, se hace necesario conocer más profundamente la auto-ecología de las especies, su crecimiento y las necesidades de hábitat, entre otros, para poder determinar un método de manejo adecuado para cada situación (Scolforo, 1997).

El objetivo del presente trabajo es conocer la estructura fitosociológica de un remanente de bosque nativo secundario con intervención antrópica para poder sentar las bases de conocimiento necesarias para establecer planes de manejo que garanticen la sustentabilidad del recurso.

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### **Área de Estudio**

El Campo Anexo Manuel Belgrano del INTA se ubica a los 26° 04' Latitud Sur y a los 53° 45' Longitud Oeste a una altitud de 600 m.s.n.m y posee una superficie de 2.147 ha, El clima es subtropical húmedo, con régimen pluviométrico isohigro, con temperatura media anual de 23,3 °C (Muttarelli, 1988). La humedad relativa anual es de 76% y la precipitación media anual es de 2.137,5 mm (INTA EEA Cerro Azul, 2004).

### **Metodología**

Para el presente estudio se usaron dos parcelas permanentes, instaladas en el año 2006, de forma cuadrada con 100 m de lado. Estas unidades están divididas en diez fajas de 10 m de ancho por 100 m de largo. Todos los árboles de la parcela, que tienen una circunferencia a la altura del pecho (CAP) mayor o igual a 30 cm, están numerados, etiquetados, identificados y tomados sus coordenadas.

La medición de la altura de los árboles se realizó con altímetro VERTEX (con precisión de 0,1 m) y la medición de las circunferencias a la altura del pecho (CAP) fue realizada con cinta métrica con precisión de milímetro.

Para los cálculos de la fitosociología fueron consideradas las fajas de 10 m de ancho por 100 m de largo como unidades de muestreo individual. Para el análisis fitosociológico se usó el programa FITOPAC 2, elaborado por el Dr. George Shepherd, de la Universidad de Campinas (UNICAMP) (Longhi, 1997; Martins, 1991, Moscovich, 2006).

Para la estratificación vertical, se usó la metodología propuesta por Sanquetta (1995) denominada de Diagrama *h-M*.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Composición florística**

Las especies arbóreas encontradas están listadas en la **Tabla 1**, con los respectivos nombres comunes y científicos, ordenados en función de la familia a que pertenecen.

TABLA 1 – Listado de especies encontradas en el área muestreada, ordenadas por familia botánica.

TABLE 1 - Listing of species found in the plotted area, ordered by botanical family

<b>Nombre Científico</b>	<b>Nombre Común</b>	<b>Familia</b>
<i>Rollinia salicifolia</i> Schldtl.	Araticú	Annonaceae
<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll. Arg.	Palo rosa	Apocynaceae
<i>Tabernaemontana catharinensis</i> A. DC.	Horquetero	Apocynaceae
<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil.	Yerba mate	Aquifoliaceae
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerm. & Frodin	Cacheta	Araliaceae
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bert.) O. Ktze.	Araucaria	Araucariaceae
<i>Vernonia petiolaris</i> DC.	Mora	Asteraceae
<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	Caroba	Bignoniaceae
<i>Ceiba speciosa</i> (A. St.-Hil, Juss & Cambess) Rabeau	Samohú	Bombacaceae
<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	Loro mole	Boraginaceae
<i>Patagonula americana</i> L.	Guayuvira	Boraginaceae
<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A. DC.	Yacaratiá	Caricaceae
<i>Cecropia pachystachya</i> Trecul	Amba'y	Cecropiaceae
<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	Mora blanca	Euphorbiaceae
<i>Tetrorchidium rubrivenium</i> Poepp. & Endl.	Ñandipa'ra	Euphorbiaceae
		Cont.
<b>Nombre Científico</b>	<b>Nombre Común</b>	<b>Familia</b>
<i>Acacia polyphylla</i> Clos, hom. illeg.	Yuquerí guazú	Fabaceae
<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	Anchico blanco	Fabaceae
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vog.) Macbr.	Grápia	Fabaceae
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	Timbó colorado	Fabaceae
<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	Alecrín	Fabaceae
<i>Inga verna</i> Willd. subsp. affinis (DC.) T.D. Penn.	Inga guazú	Fabaceae
<i>Lonchocarpus leucanthus</i> Burkart	Rabo itá	Fabaceae
<i>Machaerium minutiflorum</i> Tul.	Ysapu'y moroti	Fabaceae
<i>Machaerium paraguariense</i> Hassl.	Canela do brejo	Fabaceae
<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	Inciense	Fabaceae
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	Anchico colorado	Fabaceae
<i>Banara tomentosa</i> Clos	Guazatunga blanca	Flacourtiaceae
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	Guazatunga	Flacourtiaceae
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Burro caá	Flacourtiaceae
<i>Xylosma tweediana</i> (Clos) Eichler	Wilosma	Flacourtiaceae
<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R.A. Howard		Icacinaceae
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	Laurel amarillo	Lauraceae
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	Canela preta	Lauraceae
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	Laurel ayu'y	Lauraceae
<i>Ocotea puberula</i> Nees	Canela guaicá	Lauraceae
<i>Bunchosia pallescens</i> Skottsbo.		Malpighiaceae
<i>Cabrlea canjerana</i> (Vell.) Mart.	Concharana	Meliaceae
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Cedro	Meliaceae
<i>Melia azederach</i> L.	Paraíso	Meliaceae
<i>Trichilia catigua</i> A. Juss.	Catiguá verdadero	Meliaceae
<i>Trichilia claussenii</i> C. DC.	Catiguá rojo	Meliaceae
<i>Trichilia pallida</i> Sw.	Cedrillo	Meliaceae
<i>Ficus luschnathiana</i> (Miq.) Miq.	Higuera de monte	Moraceae
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) Burger, Laijow & Boer	Cincho	Moraceae
<i>Myrsine balansae</i> (Mez) Otegui	Caa pororoca	Myrsinaceae
<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O. Berg	Siete capote	Myrtaceae
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> Berg	Guabiroba	Myrtaceae
<i>Eugenia burkartiana</i> (D. Legrand) D. Legrand	Eugenia burka	Myrtaceae
<i>Eugenia involucrata</i> D.C.	Cerejeira do mato	Myrtaceae
<i>Eugenia ramboi</i> D. Legrand	Mirtacea	Myrtaceae
<i>Myrcianthes pungens</i> (Berg) Legr.	Guabijú	Myrtaceae
<i>Plinia rivularis</i> (Cambess.) Rotman	Yvapority	Myrtaceae
<i>Pisonia zapallo</i> Griseb. var. zapallo	Francisco Alvarez	Nictaginaceae
NN03	NN03	NN03
<i>Sygarus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Pindo	Palmae
<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn.	Marmelero	Polygonaceae



<i>Prunus brasiliensis</i> (Cham. & Schltl.) D. Dietr.	Persiguero	Rosaceae
<i>Rudgea parquioides</i> (Cham.) Müll. Arg.	Caona	Rubiaceae
<i>Balfourodendron riedelianum</i> Engl.	Guatambú blanco	Rutaceae
<i>Fagara naranjillo</i> (Griseb.) Engl.	Tembetary	Rutaceae
<i>Fagara rhoifolia</i> (Lam.) Engl.	Mamica de cadela	Rutaceae
<i>Helietta apiculata</i> Benth.	Canela de veado	Rutaceae
<i>Allophylus edulis</i> (St. Hil.) Radlk.	Chal chal	Sapindaceae
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	Maria preta	Sapindaceae
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Camboatá blanco	Sapindaceae
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler) Engl.	Aguai	Sapotaceae
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	Vasuriña	Sapotaceae
<i>Picrasma crenata</i> Vell.	Palo amargo	Simaroubaceae
<i>Cestrum laevigatum</i> Schltl.	Palo capuera	Solanaceae
<i>Solanum sanctae-catharinae</i> Dunal	Solanacea	Solanaceae
<i>Styrax leprosum</i> Hook. et Arn.	Carne de vaca	Styracaceae
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	Azoita caballo	Tiliaceae
<i>Aegiphila</i> spp.	Mora	Verbenaceae
NN01	NN01	Verbenaceae

La **Tabla 2** muestra el número de especies, número de individuos, dominancia y densidad relativas, y el porcentaje de importancia de las familias muestreadas. Las familias Meliaceae, Fabaceae y Myrtaceae son las más representadas, con 6 especies arbóreas cada una, correspondiendo a, aproximadamente, 22,8% del total de las especies muestreadas.

En cuanto al número de árboles, la familia *Lauraceae* es la más importante, seguida por *Meliaceae* y *Moraceae*. De las 32 familias encontradas, 46,9% presentan solamente una sola especie.

TABLA 2 – Número de especies, número de individuos, dominancia relativa, densidad relativa y porcentaje de importancia de las familias encontradas en el área muestreada.

TABLE 2 - Number of species, number of individuals, relative dominancia, relative density and percentage of importance of the families found in the plotted area.

Familia	N sp	N Ind.	DR	DoR	PI
Fabaceae	11	106	13,33	22,76	14,24
Lauraceae	4	99	12,45	20,13	13,07
Meliaceae	5	85	10,69	7,41	8,24
Sapotaceae	2	53	6,67	5,68	6,21
Moraceae	2	69	8,68	2,07	5,57
Sapindaceae	3	38	4,78	6,36	5,48
Rutaceae	4	43	5,41	3,83	5,07
Rubiaceae	1	37	4,65	1,06	4,11
Myrcinaceae	8	36	4,53	2,36	3,96
Apocynaceae	2	35	4,40	3,71	3,81
Euphorbiaceae	2	25	3,14	3,46	3,64
Flacourtiaceae	4	20	2,52	1,37	2,40
Boraginaceae	2	9	1,13	3,58	2,34
Aquifoliaceae	1	13	1,64	1,74	2,34
Styracaceae	1	11	1,38	0,70	1,47
Araliaceae	1	9	1,13	0,54	1,44
Verbenaceae	2	11	1,38	0,54	1,30
Caricaceae	1	6	0,75	1,42	1,28
Rosaceae	1	3	0,38	0,69	0,69
Tiliaceae	1	3	0,38	0,62	0,66
Solanaceae	2	4	0,50	0,14	0,65
Polygonaceae	1	1	0,13	0,69	0,38
Icacinaceae	1	2	0,25	0,04	0,32
Annonaceae	1	2	0,25	0,06	0,21

Bombacaceae	1	1	0,13	0,16	0,20
Malpighiaceae	1	1	0,13	0,03	0,16
Asteraceae	1	1	0,13	0,02	0,16
NN03	1	1	0,13	0,02	0,16
Cecropiaceae	1	1	0,13	0,02	0,16
Araucariaceae	1	1	0,13	0,02	0,16

N sp = número de especies muestreadas; N Ind = número de individuos; DR = densidad relativa; DoR = dominancia relativa; PI = porcentaje de importancia (valor de importancia de cada familia dividido por tres)

### Estructura horizontal

La caracterización de la estructura horizontal se estableció por el cálculo del Índice de Valor de Importancia (IVI) de cada especie, conforme se observa en la **Tabla 3**, donde se encuentran listadas por IVI las 10 especies más importantes.

TABLA 3 – Las 10 especies más importantes de la formación vegetal en estudio, ordenadas por su Índice de Valor de Importancia (IVI).

TABLE 3 - The 10 more important species of the vegetal formation in study, ordered by its Index of Value of Importance (IVI).

Especie	DR	DoR	FR	IVI
<i>Nectandra megapotamica</i>	7,17	8,19	3,79	19,15
<i>Ocotea diospyrifolia</i>	4,15	8,12	3,34	15,61
<i>Sorocea bonplandii</i>	7,92	1,38	3,79	13,09
<i>Cedrela fissilis</i>	4,78	4,27	4,01	13,06
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i>	3,65	6,01	3,12	12,77
<i>Balfuorodendron riedelianum</i>	4,40	2,85	3,79	11,04
<i>Acacia polyphylla</i>	4,03	3,12	3,34	10,48
<i>Aspidosperma polyneuron</i>	4,28	3,68	2,23	10,19
<i>Rudgea parquoides</i>	4,65	1,06	4,45	10,16
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	3,52	3,48	3,12	10,12
Otras 63 especies	35,11	31,26	48,99	125,51

DR = densidad relativa; DoR = dominancia relativa; FR = frecuencia relativa; IVI = índice de valor de importancia.

Las especies *Nectandra megapotamica* (Laurel negro), *Ocotea diospyrifolia* (Laurel ayu'ý), *Sorocea bonplandii* (Cincho), *Cedrela fissilis* (Cedro), *Diatenpoteryx sorbifolia* (Maria preta) y *Balfuorodrendrun riedelianum* (Guatambú blanco) fueron las más importantes de la comunidad representado el 28,24% del porcentaje de importancia. Estas son, por lo tanto, las especies más comunes y características de este tipo de formación forestal del área en estudio.

Un aspecto que cabe resaltar es que *Araucaria angustifolia* mostró el menor valor de importancia de la comunidad lo que demuestra que, después de la extracción de que fue objeto hace unos 50 años, todavía no recuperó su papel de dominante en la estructura de acuerdo a la informado por Gasic, *et al.* 1950, 1951 Y 1955; Tortorelli, 1956 y Cabrera, 1976.

Los árboles muertos en pie representan el 5,53% de los individuos muestreados. Este valor es inferior al encontrado por Longhi, *et al.* (1997) -6,5%- en el municipio de São Francisco de Paula (RS – Brasil); y superior al encontrado por Moscovich (2006), 4,2%, en el municipio de Nova Prata (RS – Brasil).

El índice de Shannon ( $H'$ ) es de 3,702, representando una diversidad alta, lo que puede ser esperado para un bosque con intervención antrópica durante una fase de mudanza en su estructura.

### Estructura vertical

La **Figura 1** presenta el Diagrama *h-M* para el bosque estudiado, de acuerdo con el inventario del año 2006. Se observa, en la **Figura 1**, que el bosque presento el 95,3% de sus árboles con alturas inferiores a 23 m.

En la **Figura 1** se reconocen tres estratos por causa de las mudanzas en el curso rectilíneo del diagrama indicado por las flechas. El primer estrato (Estrato I), discontinuo, compuesto por árboles con altura total mayor o igual a 23 m, se encuentra formado por árboles esporádicos, llamados de emergentes. El segundo estrato (Estrato II), mas compacto e continuo, está compuesto por árboles con altura total mayor o igual a 6,5 m y menor que 23 m, componiendo el dosel de árboles dominantes del bosque.

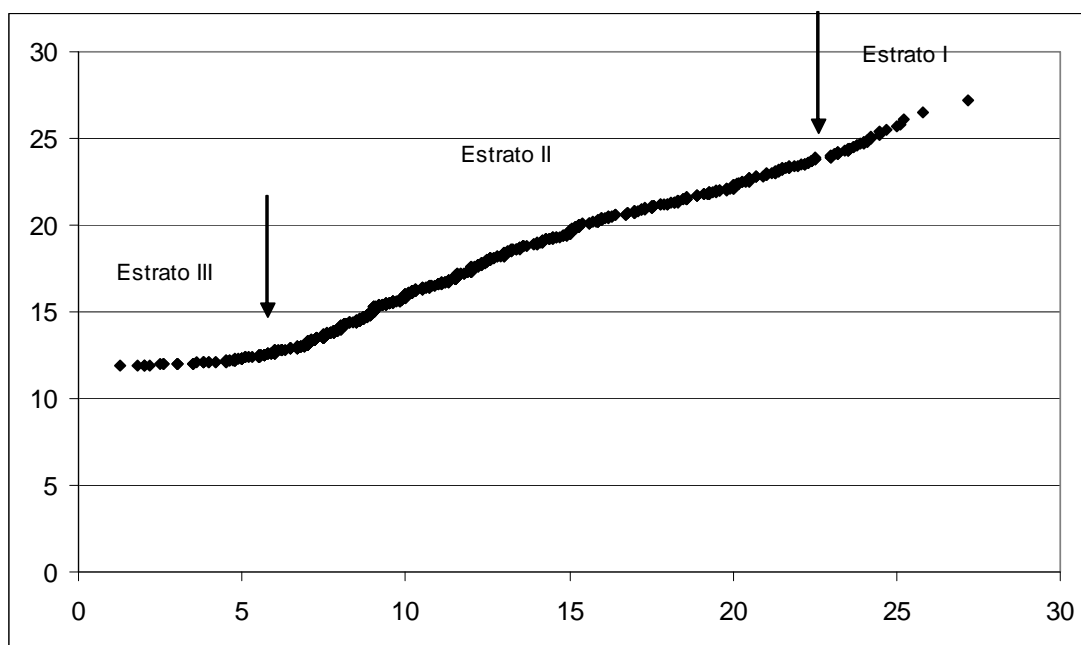


FIGURA 1 – Diagrama *h-M* para el bosque en estudio.

FIGURE 1 - *h- M* diagram for forest in study.

El tercer estrato (Estrato III) compuesto por individuos con alturas inferiores a 6,5 m, forma el estrato inferior de la estructura vegetal.

### Estrato I

Es el estrato de árboles emergentes. Se identificaron 37 ejemplares distribuidos en 18 especies y 9 familias botánicas. En esta estructura (**Tabla 4**) se destacan por su valor de importancia *Parapiptadenia rigida* (Anchico colorado), *Apuleia leiocarpa* (Grapia), *Acacia polyphylla* (Yuquerí guazu), *Ocotea diospyrifolia* (Laurel ayu'y), *Diatenopteryx sorbifolia* (Maria preta), *Alchornea triplinervia* (Mora blanca) y *Aspodsperma polineuron* (Palo rosa) concentrando ellos 190,96 de importancia en la estructura del estrato.

Fabaceae es la familia con mayor porcentaje de importancia (38,19%) y con el mayor número de especies (6) seguida de, en porcentaje de importancia, por Lauraceae (22,33%). Estas dos familias concentran el 60,52% de importancia en la estructura del Estrato I.

Es de destacar que no se observó ningún ejemplar de *Araucaria angustifolia* en el estrato emergente, que según Gasic, *et al.* 1950 conformaba, esta especie, el estrato superior del bosque hace unos 50 a 60 años.

TABLA 4 – Especies del Estrato I ordenadas por su Índice de Valor de Importancia.  
 TABLE 4 - Species of Story I ordered by Index of Value of Importance.

Especie	DR	DoR	FR	IVI
<i>Parapiptadenia rigida</i>	10,81	17,21	11,76	39,79
<i>Apuleia leicarpa</i>	10,81	7,62	8,82	27,26
<i>Acacia polyphylla</i>	10,81	4,51	11,76	27,09
<i>Ocotea diospyrifolia</i>	8,11	8,94	8,82	25,87
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i>	8,11	8,21	8,82	25,14
<i>Alchornea triplinervia</i>	8,11	8,92	5,88	22,91
<i>Aspidosperma polyneuron</i>	5,41	11,61	5,88	22,90
<i>Ocotea puberula</i>	5,41	8,63	5,88	19,91
<i>Blafuorodendron riedelianum</i>	5,41	2,39	5,88	13,68
<i>Nectandra megapotamica</i>	5,41	2,77	2,94	11,12
Otras 8 especies	21,60	19,19	23,56	64,33

DR = densidad relativa; DoR = dominancia relativa; FR = frecuencia relativa; IVI = índice de valor de importancia.

También, se observa que no se presentaron individuos muertos en la estructura del estrato. El área basal de 4,723 m<sup>2</sup>/ha y el Índice de Shannon es de 2,744 indicando una diversidad media lo que es lógico para el pequeño número de especies encontradas.

## Estrato II

Es el estrato de los árboles dominantes e intermedios, se identificaron 663 individuos arbóreos, distribuidos en 71 especies y 34 familias botánicas.

En este estrato, *Nectandra megapotamica* (Laurel negro) es la especie con mayor Valor de Importancia, seguida de *Ocotea puberula* (Laurel guaica), *Cedrela fissilis* (Cedro), *Diatenopteryx sorbifolia* (Maria preta) y *Balfuorodendron riedelianum* (Guatambú blanco). Estas especies fueron las que mostraron mayor densidad.

En la **Tabla 5** se encuentran listadas las 10 especies con mayor valor de importancia de este estrato. Tampoco, en este estrato, fueron encontrados ejemplares de *Araucaria angustifolia*.

La familia con mayor representatividad en cuanto el número de individuos fue Lauraceae (89 individuos) y la que presento mayor número de especies fue la familia Fabaceae (11 especies).

El área basal es de 20,583 m<sup>2</sup>/ha y el del Índice de Shanonn es de 3,710 mostrando una diversidad florística alta. Los árboles muertos representan el 2,87% del total de individuos encontrados, representados por un área basal de 2,600 m<sup>2</sup>/ha.

## Estrato III

Se identificaron 97 individuos, correspondientes a 29 especies y 21 familias botánicas. *Sorocea bonplandii* (Cincho), fue la especie que mostró mayor número de individuos y mayor valor de importancia, seguida de *Rudgea paquoides* (Caona), *Trichilia claussenii* (Catiguá), *Nectandra megapotamica* (Laurel negro) y *Chrysophyllum gonocarpum* (Aguai). Estas especies conforman el 102,49% del total del IVI (**Tabla 6**).

TABLA 5 – Especies del Estrato II ordenadas por su Índice de Valor de Importancia.  
TABLE 5 - Species of Story II ordered by Index of Value of Importance.

Especie	DR	DoR	FR	IVI
<i>Nectandra megapotamica</i>	7,84	9,65	3,94	21,43
<i>Ocotea diospyrifolia</i>	4,68	9,31	3,69	17,68
<i>Cedrela fissilis</i>	5,28	5,09	4,19	14,56
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i>	3,77	5,77	2,96	12,50
<i>Balfuorodendron riedelianum</i>	4,98	3,10	4,19	12,26
<i>Sorocea bonplandii</i>	6,79	1,37	3,94	12,10
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	3,92	3,99	3,45	11,36
<i>Holocalyx balansae</i>	2,41	5,59	3,20	11,20
<i>Acacia poyphylla</i>	3,92	2,88	3,45	10,25
<i>Aspidosperma polyneuron</i>	4,52	1,97	2,46	8,95
Otras 60 especies	49,02	44,96	61,33	155,33

DR = densidad relativa; DoR = dominancia relativa; FR = frecuencia relativa; IVI = índice de valor de importancia.

Las familias botánicas que mostraron el mayor número de especies fueron Moraceae, Rubiaceae y Meliaceae con 18, 11 y 9 individuos respectivamente. Las familias que presentaron mayor número de especies fueron Myrsinaceae y Meliaceae (3 especies c/u).

TABLA 6 – Especies del Estrato III ordenadas por su Índice de Valor de Importancia.  
TABLE 6 - Species of Story III ordered by Index of Value of Importance.

Especie	DR	DoR	FR	IVI
<i>Sorocea bonplandii</i>	18,56	6,34	15,28	40,18
<i>Rudgea parquioides</i>	11,34	5,33	12,50	29,17
<i>Trichilia claussenii</i>	5,15	2,35	5,56	13,06
<i>Nectandra megapotamica</i>	3,09	3,15	4,17	10,41
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	2,06	4,83	2,78	9,67
<i>Pisonia zapallo</i> var. <i>zapallo</i>	3,09	1,21	4,17	8,46
<i>Plinia rivularis</i>	3,09	1,16	2,78	7,03
<i>Trichilia pallida</i>	2,06	1,56	2,78	6,04
<i>Aspidosperma polynauron</i>	2,06	1,30	2,78	6,14
<i>Acacia polyphylla</i>	2,06	1,13	2,78	5,97
Otras 18 especies	21,67	13,63	27,75	63,42

DR = densidad relativa; DoR = dominancia relativa; FR = frecuencia relativa; IVI = índice de valor de importancia.

Los árboles muertos representan el 25,77%, área basal de de 0,740 m<sup>2</sup>/ha del total de individuos encontrados, mostrando una importancia destacada en la estructura y exponiendo a este estrato como el de mayor dinámica. El área basal es de 1,275 m<sup>2</sup>/ha y el Índice de Shannon de 2,652.

## CONCLUSIONES

Las especies que se mostraron como dominantes en la estructura forestal fueron *Nectandra megapotamica*, *Ocotea diospyrifolia*, *Sorocea bonplandii*, *Cedrela fissilis*, *Diatenopteryx sorbifolia* y *Balfuorodendron riedelianum*, exponiendo que la estructura forestal corresponde a un trecho en estado de sucesión secundaria ocasionada por la extracción de individuos de gran porte de especies forestales de alto valor.

El Diagrama h-M se definió 3 estratos en la estructura vertical del bosque, siendo que este método de división vertical se mostró como de fácil uso e interpretación.

El Estrato I, se distinguió por individuos con altura superiores a los 23 m siendo *Parapiptadenia rigida* la especie con mayor importancia del estrato de los árboles llamados de emergentes. En el Estrato II, la especie con mayor representatividad fue *Nectandra megapotamica*, que por su condición de especie Secundaria Inicial indicaría que el bosque en

estudio está avanzando hacia un estado sucesional mayor. El Estrato III, muestra a *Sorocea bonplandii* (especie esciófila característica del sotobosque) como su especie indicadora.

## BIBLIOGRAFÍA

- CABRERA, A.L. 1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. Buenos Aires: Enciclopedia Argentina de Agric. y Jardinería. 2º ed., Tomo II, 85p.
- GASIC, M.; MUTARELLI, E.; FALCONE, R. 1950. Plan de Ordenación del Cuartel San Antonio. Buenos Aires: Administración Nacional de Bosques.
- GASIC, M.; LÓPEZ, J.; FLUXA, O.; JUAN, R. 1951. Plan de Ordenación del Cuartel Rolador. Buenos Aires: Administración Nacional de Bosques.
- GASIC, M.; MUTARELLI, E.; FALCONE, R.; LÓPEZ, J.; ORFILA, E. 1955. Plan de Ordenación del Cuartel San Antonio. Administración Nacional de Bosques.
- LONGHI, S.J. 1997. Agrupamento e análise fitossociológica de comunidades florestais na sub-bacia hidrográfica do rio Passo Fundo-RS. Curitiba: UFPR. 193p. Tesis (Doctorado en Ciencias Forestales) – Sector de Ciencias Agrarias, Universidad Federal de Paraná.
- MARTINS, F.R. 1991. Estrutura de uma floresta mesófila. Campinas: UNICAMP. 246p.
- TORTORELLI, L.A. 1956. Maderas y Bosques Argentinos. Buenos Aires, Ed. ACME XXVII, 910 p.
- MOSCOVICH, F.A. 2006. Dinâmica de crescimento de uma Floresta Ombrófila Mista em Nova Prata, RS. Santa Maria: UFSM. 130p. Tesis (Doctorado en Ingeniería Forestal) – Centro de Ciencias Forestales. Universidad Federal de Santa Maria.
- MUTTARRELLI, E. 1988. Evolución Silvodasocrática de las Plantaciones Forestales en la Provincia de Misiones. Buenos Aires: Folleto Técnico Forestal 62: IFONA. 259p.
- SANQUETTA, C.R. 1995. Análise da estrutura vertical de florestas através do Diagrama *h-M*. Revista Ciência Florestal. Santa Maria, v. 1, n. 5, p. 55-68,
- SCOLFORO, J.R.S. 1997. Biometria florestal 2: técnicas de regressão aplicada para estimar: volume, biomassa, relação hipsométrica e múltiplos produtos da madeira. Lavras: UFLA/FAEPE. 292p. (Curso de Post grado “*Lato Sensu*” (Especialización) a Distancia: Manejo de Florestas Plantadas e Florestas Nativas).

**CALCULO DE LA TASA ANUAL DE DEFORESTACIÓN, PARA LOS DEPARTAMENTOS IGUAZÚ Y ELDORADO PROVINCIA DE MISIONES - REPUBLICA ARGENTINA, PERIODO 1.973 – 2.008.**

**CALCULATION OF THE ANNUAL RATE OF DEFORESTATION, FOR IGUAZU AND ELDORADO DEPARTMENT, MISIONES PROVINCE-ARGENTINA DURING THE PERIOD OF 1.973 AND 2.008.**

**Otto, M. R. S.<sup>1</sup>; Dummel, C. J.<sup>1</sup>; Grance, L. A.<sup>1</sup>; Duarte, E.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Forestales (U.Na.M.) Bertoni 124. lgrance@yahoo.com

**RESUMEN**

En el presente trabajo se procedió a determinar la Tasa de Deforestación para los Departamentos Iguazú y Eldorado de la provincia de Misiones Argentina, en el período 1.973 – 2.008. Para ello se utilizaron imágenes satelitales Landsat de los años 1.973, 1.989, 1.996, 2.000, 2.004 y 2.008. Los usos de la tierra se clasificaron en agrícolas, forestación, urbano, bosque nativo (BN) y lago Urugua-Í, para cada uno de estos años y departamento a los efectos de su vectorización. Para el periodo mencionado se obtuvo una tasa promedio anual de deforestación de -1,23 % para el departamento de Eldorado y de -1,26 % para Iguazú. Obteniéndose una pérdida de superficie boscosa de 49.463 ha y de 85.828 ha respectivamente, la superficie de bosque nativo remanente para dichos departamentos son 91.691 ha y 155.552 ha, totalizando para el área de estudio 135.291 ha de pérdida en 35 años y una superficie de BN remanente de 247.243 ha.

**Palabras claves:** Tasa de deforestación, Bosque Nativo, Imágenes Satelitales.

**SUMMARY**

This work was developed to determine the rate of deforestation for the Iguazú and Eldorado Departments, in Misiones Province, in the period 1,973 – 2,008. For that, Landsat satellite images from the years 1,973, 1,989, 1,996, 2,000, 2,004 and 2,008 were used. The land uses were classified as agricultural, forested, urban, native forest and the Urugua-I lake, for each one of the years and departments with the purpose of vectorization. For the mentioned period, it was obtained an average annual rate of deforestation of - 1.23% for the department of Eldorado, and - 1.26% for Iguazu. This work has demonstrated a loss of forest area of 49,463ha for the Eldorado and 85,828 ha for Iguazu. The remnant native forest area for each of the department was 91,691 ha and 155,552 ha; totalizing, for the studied area, 135,291 ha lost in 35 years and a native forest remnant surface of 247.243 ha.

**Key words:** Deforestation rate, Native Forest, Satellite Images.

**INTRODUCCIÓN**

La deforestación, puede definirse como la pérdida de superficie forestal, no es un fenómeno nuevo para la humanidad: en los últimos siglos el promedio de deforestación fue de 6 millones de hectáreas anuales y se dio concentradamente en el Hemisferio Norte (UMSEF, 2.004).

La deforestación en el mundo sigue aumentando a una tasa alarmante, de alrededor de 13.000.000 de hectáreas por año (FAO, 2.007).

La Tasa Anual de Deforestación es un indicador de la magnitud del proceso de deforestación. Para el mundo esta tasa de deforestación ( $r$ ) se ha calculado en -0,23 % anual (utilizando la *Fórmula de Puyravaud*, 2.003), para el período 1.998-2.002 (UMSEF, 2.004).

Los bosques nativos del país sufren una pérdida constante de superficie que se ha calculado en el orden de los 250.000 hectáreas al año, estadística que se alimenta principalmente de la grave situación que atraviesan las provincias de Chaco, Santiago del Estero, Misiones, Córdoba, Salta y Formosa.

Entre 2.002 y 2.006 la deforestación en Argentina creció un 42 % respecto del período 1.998-2.002; la tala arrasó con más de 1.000.000 de hectáreas; se pierde un promedio de 821 hectáreas por día, 34 hectáreas por hora (UMSEF 2004)

Las provincias argentinas con más alta tasa anual de deforestación, expresado en porcentaje, son: Santiago del Estero -2,17 %, Salta -1,54 %, Chaco -0,65 %; para el período 2.002-2.006 (UMSEF, 2.004)

La tasa anual de deforestación (r) correspondiente al período 1.998-2.002 ha sido de -1,34 % para la provincia de Misiones. Una de las causas principales de pérdida de superficie de bosques nativos en Misiones está dada por el avance de la frontera agrícola. Otra gran causa de deforestación es la sustitución del BN por plantaciones forestales, que probablemente es de mayor magnitud que la anterior de acuerdo a observaciones realizadas a campo. (UMSEF, 1.998-2.002).

El presente trabajo tiene como objetivo determinar la tasa de deforestación para los departamentos Iguazú y Eldorado, con sus respectivos municipios para el período, 1.973 – 2.008; como así también calcular la superficie cubierta y perdida de bosque nativo de los mismos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El Área de estudio corresponde a los departamentos de Eldorado (Eld) e Iguazú (Ig), ubicados en el Noroeste de la provincia de Misiones, Argentina. Eldorado limita con los departamentos de Iguazú, General Manuel Belgrano, San Pedro, Montecarlo y al Oeste con la República de Paraguay, separado por el río Paraná. Tiene una superficie de 1.927 km<sup>2</sup>, equivalente al 6,48 % del total de la provincia; en tanto Iguazú es un departamento limita con los departamentos de Eldorado, General Manuel Belgrano y los países de Brasil y Paraguay formando la conocida "Triple Frontera". Tiene una superficie de 2.736 km<sup>2</sup>, equivalente al 9,21 % del total de la provincia, en conjunto estos departamentos ocupan una superficie total de 4.663 km<sup>2</sup>.

Para cumplir con los objetivos propuestos, se definieron las categorías de uso de la tierra, dividiéndolos en agrícolas, forestación, urbano, bosque nativo (BN) y lago Uruga-Í, los cuales fueron identificadas en las imágenes satelitales, con resolución especial de 80 m para el año 1.973 y de 30m, para los demás años.

El análisis visual de las imágenes, se realiza utilizando las combinaciones de las bandas pertenecientes al rojo, infrarrojo próximo e infrarrojo lejano, del espectro electromagnético cuyo rango está comprendido entre 0,63 – 1,75μ.

Las imágenes utilizadas en el análisis se corresponden con la siguiente secuencia de años: 1.973, 1.989, 1.996, 2.000, 2.004 y 2.008. Sobre las mismas se procedió a la digitalización de los usos de la tierra en función a las categorías planteadas, por período y municipio, determinándose la pérdida de bosque nativo.

Con los valores obtenidos se procedió al cálculo de la tasa anual de deforestación por

**Mapa 1:** Ubicación Geográfica de los Departamentos Eldorado e Iguazú y sus respectivos Municipios





departamento y por municipio, para el período comprendido desde el año 1.973 al 2.008, utilizando la fórmula  $r = 1 / (t_2 - t_1) * \ln A_2 / A_1$  de *Puyravaud, 2.003*.

Donde:  $A_1$  = superficie de bosque al inicio del período  
 $A_2$  = superficie al final del período;  
 $t_1$  = año de inicio del período  
 $t_2$  = año al final del período

Esta tasa anual de deforestación es un indicador de la magnitud de dicho proceso que no considera otros tipos de cambios en la cobertura forestal y permite comparar los resultados obtenidos de distintos estudios, al independizarse de la superficie de bosque analizada y los períodos de tiempo considerados.

## RESULTADOS

### Categorías de usos por año

La distribución de las categorías de uso de la tierra para los años 1.973, y 2.008 en los departamentos Iguazú y Eldorado se muestran en la Tabla 1, partiendo de una proporción de bosque nativo del 83 % y con un porcentaje de superficie forestada de un 10 % del total de la superficie en el año 1.973.

En un periodo de 35 años la superficie de bosque nativo disminuyó en un 29,6 % y la de forestación aumentó en un 26 %.

Los mapas que muestran los usos existentes en ambos departamentos para los años 1.973 y 2.008 se presentan en los anexos 1 y 2

**Tabla 1:** Categorías de uso de la tierra para los departamentos Eldorado e Iguazú, para los años 1.973 y 2.008, en valores relativos.

**Table 1:** Land uses categories for Eldorado and Iguazu departments in the period 1,973-2,008 in relative values.

Uso de la Tierra	Eldorado		Iguazú		Total	
	1.973	2.008	1.973	2.008	1.973	2.008
Bosque Nativo	74,88	48,49	89,18	57,32	83,31	53,69
Forestación	12,06	39,09	8,96	34,14	10,23	36,17
Agrícola	11,79	9,67	1,37	3,82	5,65	6,22
Urbano	1,27	2,75	0,49	1,59	0,81	2,07
Lago Urugua-í	0,00	0,00	0,00	3,13	0,00	1,84
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

La forestación representó la actividad que tuvo mayor participación en el reemplazo del bosque nativo, para casi todos los municipios, con la excepción de Iguazú y Eldorado.

### Superficie de bosque nativo para los departamentos de Iguazú y Eldorado en los años 1.973 y 2.008

En la Tabla 2, se puede observar por municipio y departamentos, la superficie de bosque nativo y la pérdida del mismo, en valores absolutos y relativos, comparando los años 1.973 al 2.008.

La pérdida de superficie de BN (85.828 ha) en el departamento Iguazú fue mayor a la del departamento de Eldorado (49.463 ha); si bien el departamento de Iguazú tuvo una mayor pérdida de BN, en valores de superficie convertida a otros usos, en términos porcentuales ambos departamentos alcanzaron una pérdida del 35 %.

**Tabla 2:** Superficie (ha) de Bosque Nativo y pérdida del mismo por municipio y departamento para el periodo 1.973-2.008.  
**Table 2:** Native forest area and lost of it by municipalities and departments in the period 1,973-2,008

Departamentos	Municipios	Año		Pérdida de BN	Pérdida de BN en %
		1.973	2.008		
Iguazú	Puerto Iguazú	74.394	71.886	2.508	3,37
	Puerto Libertad	77.330	35.570	41.760	54,00
	Colonia Wanda	40.900	24.851	16.049	39,24
	Puerto Esperanza	48.756	23.245	25.511	52,32
Eldorado	Colonia Delicia	58.193	28.907	29.287	50,33
	9 de Julio	5.880	3.524	2.356	40,07
	Sgo. de Liniers	30.678	23.197	7.481	24,39
	Colonia Victoria	37.564	31.296	6.268	16,69
	Eldorado	8.839	4.768	4.071	46,06
<b>Total departamento Iguazú</b>		<b>241.380</b>	<b>155.552</b>	<b>85.828</b>	<b>35,56</b>
<b>Total departamento Eldorado</b>		<b>141.154</b>	<b>91.691</b>	<b>49.463</b>	<b>35,04</b>
<b>Total Iguazú - Eldorado</b>		<b>382.534</b>	<b>247.243</b>	<b>135.291</b>	<b>35,37</b>

Los municipios con mayor pérdida de bosque nativo, en valores de hectáreas, fueron: Puerto Libertad (41.760 ha), Colonia Delicia (29.287 ha), Puerto Esperanza (25.511 ha), y Colonia Wanda (16.049 ha). Los municipios de Santiago de Liniers, Colonia Victoria, Eldorado y 9 de Julio y Puerto Iguazú tuvieron una menor pérdida de BN. Esto en valores relativos, con respecto a los superficie de cada municipio, estaría Puerto Libertad (54%), Puerto Esperanza (52,32%), Colonia Delicia (50,33%) y se le agrega Eldorado (46,06%), también hay que hacer notar que en valores porcentuales el municipio de Puerto Iguazú tuvo solo un 3,37 % de pérdida, esto se debe a que alrededor del 75 % (73.900 ha) de su superficie esta dentro del sistemas de Áreas Naturales Protegidas (ANP).

#### Comparación de la pérdida boscosa, por departamento, y discriminado por periodos

En la Tabla 3, se puede observar que la mayor pérdida de bosque nativo se ha evidenciado en el departamento de Iguazú, en casi todos lo periodos intermedios, con excepción del período 2004-2008, donde la mayor conversión se produce en el departamento Eldorado.

**Tabla 3:** Pérdida en ha, de la superficie de BN por departamentos y por período  
**Table 3:** Native forest lost in ha, per departments and per periods.

Departamentos	Periodos					Total
	1.973 - 1.989	1.989 - 1.996	1.996 - 2.000	2.000 - 2.004	2.004 - 2.008	
Eldorado	24.653	1.622	6.122	6.219	10.847	<b>49.463</b>
Iguazú	50.737	8.885	82.95	12.149	5.763	<b>85.828</b>
<b>Total</b>	<b>75.390</b>	<b>10.507</b>	<b>14.417</b>	<b>18.368</b>	<b>16.610</b>	<b>135.291</b>

En la Tabla 4 se muestra la pérdida media anual por departamento, para el período 1.973-1.989 en el departamento de Iguazú se puede ver que se produjo la mayor pérdida promedio por periodo de bosque nativo de todo el intervalo de años analizados. En tanto que en el periodo 1.989-1.996 los desmontes alcanzan el valor mínimo en ambos departamentos.

**Tabla 4:** Pérdida media anual de BN por período, en los departamentos Eldorado e Iguazú**Table 4:** Native forest mean annual lost per period, in Eldorado and Iguazu Departments

Periodos	1.973-1.989	1.989-1.996	1.996-2.000	2.000-2.004	2.004-2.008
<b>Eldorado</b>	1.541	232	1.531	1.555	2.712
<b>Iguazú</b>	3.171	1.269	2.074	3.037	1.441

De la totalidad de superficie desmontada, alrededor de 115.669 ha fue destinada a forestaciones con especies exóticas, principalmente del Género *Pinus*.

**Tasa anual de deforestación**

Utilizando la *fórmula de Puyravaud* se obtuvo la tasa de deforestación para cada departamento dicha fórmula dio como resultado los valores que se presentan en la Tabla 4. El valor negativo de la tasa indica que el avance de las superficies de la masa boscosa ha ido en retroceso, es decir, se produjo una pérdida de bosque nativo. Los valores expresados indican que ambos departamentos tuvieron valores de pérdida de BN muy similares con tasas porcentuales de -1,23% y -1,26%.

Asimismo en la tabla 4 se presentan las tasas de deforestación por municipio donde se puede observar que Puerto Libertad, Puerto Esperanza, Colonia Delicia y Eldorado fueron los que presentaron los valores más altos en términos de pérdida de bosque porcentual promedio por año.

**Tabla N° 5:** Tasa de deforestación por municipio y departamento para el período 1.973-2.008**Table 5:** Deforestation rate per municipalities and departments in the period 1,973-2,008.

Departamentos	Municipios	r (% anual)
<b>Eldorado</b>	<b>9 de julio</b>	-1,46
	<b>Colonia Delicia</b>	-2,00
	<b>Colonia Victoria</b>	-0,52
	<b>Eldorado</b>	-1,76
	<b>Santiago de Liniers</b>	-0,80
<b>Iguazú</b>	<b>Colonia Wanda</b>	-1,42
	<b>Puerto Iguazú</b>	-0,10
	<b>Puerto Libertad</b>	-2,22
	<b>Puerto Esperanza</b>	-2,12
<b>Departamento Eldorado</b>		-1,23
<b>Departamento Iguazú</b>		-1,26

También se muestra que el municipio de Puerto Iguazú fue el que tuvo la menor tasa, por ende una menor pérdida porcentual promedio anual de bosque nativo, debido a que en Iguazú los bosques se encuentran mayormente protegidos bajo la figura de Parques Nacionales, Provinciales y reservas ecológicas cuya finalidad es turística.

La tasa de deforestación más alta se presentó en el periodo 2.004-2.008 en el municipio de 9 de Julio con una tasa de -7,72 %. Le sigue el municipio de Eldorado en el período 2.000-2.004 con -6,14 %, mientras que los valores más bajos de las tasas se presentaron en el municipio de Iguazú en los periodos 1.989-1.996 y 1.996-2.000 siendo la misma de -0,004 %. Estos valores se detallan en la Tabla 6

**Tabla 6:** Tasa de deforestación por municipio y por período**Table 6:** Deforestation rate per municipalities and departments in the period 1,973-2,008.

Municipios	Periodo
------------	---------

	1.973-1.989	1.989-1.996	1.996-2.000	2.000-2.004	2.004-2.008
<b>9 de julio</b>	-0,07%	-0,22%	-3,13%	-1,32%	-7,72%
<b>Colonia Delicia</b>	-2,81%	-0,01%	-2,24%	-1,49%	-2,50%
<b>Colonia Victoria</b>	-0,12%	-0,20%	-1,50%	-0,61%	-1,64%
<b>Eldorado</b>	-1,44%	-0,81%	-0,48%	-6,14%	-1,64%
<b>Santiago de Liniers</b>	-0,21%	-0,29%	-0,03%	-1,56%	-4,06%
<b>Colonia Wanda</b>	-1,56%	-0,70%	-0,78%	-1,64%	-2,58%
<b>Iguazú</b>	-0,06%	-0,004%	-0,004%	-0,22%	-0,40%
<b>Libertad</b>	-1,98%	-1,69%	-3,21%	-5,01%	-0,33%
<b>Puerto Esperanza</b>	-3,31%	-0,53%	-1,23%	-1,62%	-1,49%

## CONCLUSIONES

El proceso de deforestación ocurrido en los departamentos de Iguazú y Eldorado muestra que en 35 años, período **1.973-2.008**, ha llegado a eliminar **135.291 hectáreas**, lo cual representa un promedio de **3.865 hectáreas por año**.

De los dos departamentos analizados, el que ha sufrido mayor pérdida de bosque nativo, ha sido Iguazú con **85.828 hectáreas**, alcanzado una tasa de deforestación media anual de **-1,26%**. En cambio el departamento de Eldorado, tuvo una pérdida de **49.463 hectáreas**, con una tasa de deforestación media anual **-1,23%**. La deforestación se concentró mayormente en los municipios de Puerto Libertad, Puerto Esperanza, Colonia Delicia y Colonia Wanda.

Entre las causas de la deforestación del bosque nativo para los departamentos de Eldorado e Iguazú ha sido, en primer lugar, la forestación con **115.669 hectáreas**; cabe destacar la pérdida de **5.392 hectáreas** de masa boscosa con la construcción del represa hidroeléctrica Urugua-Í en el período 1.989-1.996. La superficie remanente se destino a la agricultura y zonas urbanas.

Cuando se analiza la tasa de deforestación por período y municipios se aprecia la devastación del BN teniendo tasas que superan en prácticamente 6 veces (9 de julio período 2.004-2.008) a la tasa calculada para 35 años de los departamentos en cuestión y en alrededor de 35 veces a la tasa de deforestación mundial (-0,23). Lejos quedan los valores de las provincias argentinas con más alta tasa anual de deforestación, expresado en porcentaje: Santiago del Estero -2,17 %, Salta -1,54 %, Chaco -0,65 %; para el período 2.002-2.006 (UMSEF, 2.004), comparados con los valores obtenidos en periodos similares para los municipios 9 de julio período 2.004-2.008, -7,72 %; Eldorado y Libertad período 2.000-2.004, -6,14 % y -5,01 % respectivamente; Santiago de Liniers período 2.004-2.008, -4,06 %.

## BIBLIOGRAFÍA

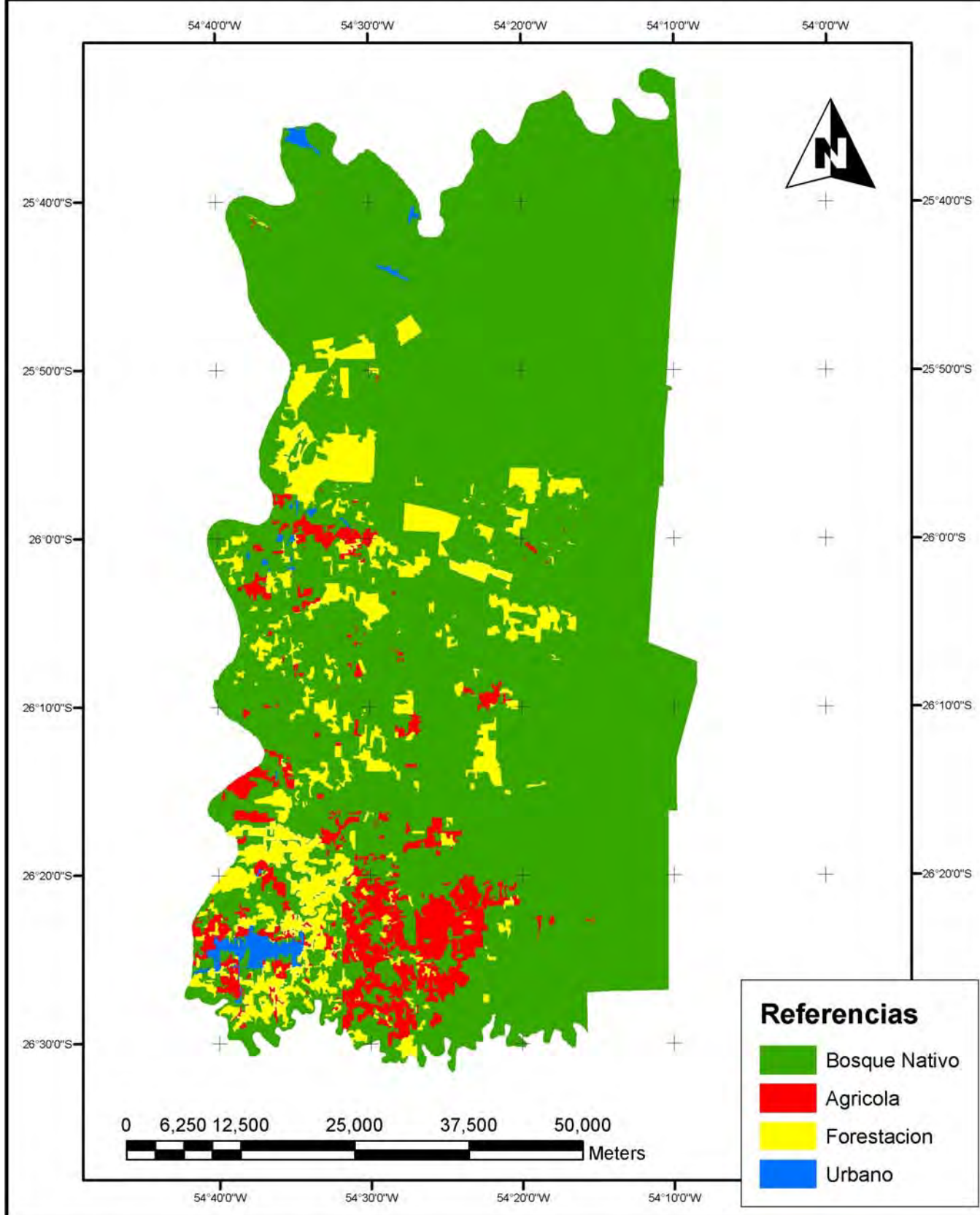
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2.007. Situación Bosques del Mundo 2.007, sitio web: FAO, consultado el 10/02/2.009. URL: <http://www.fao.org/docrep/009/a0773500.HTM>
- Puyravaud Jean Philippe 2.003. Standardizing the calculation of the annual rate of deforestation. Forest Ecology and Management 177 pp. 593-596
- UMSEF (Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal), 2.004. "Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos". Proyecto Bosques Nativos y Área Protegidas. Préstamo BIRF 4.085-AR 1.998-2.001. Informe Regional. Selva Misionera, sitio web: Ministerio de Salud y Ambiente de la Nación, Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Consultado el 18/12/2.008. URL: [http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/UMSEF/File/PINBN/informe\\_nacional\\_pinbn.pdf](http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/UMSEF/File/PINBN/informe_nacional_pinbn.pdf)
- UMSEF (Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal), 2.004. "Informe sobre Deforestación en Argentina", sitio web: Ministerio de Salud y Ambiente de la Nación, Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable Consultado el 18/12/2.008. URL: [http://www.medioambiente.gov.ar/documento/bosques/umsef/cartografía/deforestación\\_argentina.pdf](http://www.medioambiente.gov.ar/documento/bosques/umsef/cartografía/deforestación_argentina.pdf)
- UMSEF (Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal), 2.004 "Estimación de la Pérdida de la superficie de Bosques Nativos y tasa de Deforestación en el Norte de Argentina" Período 1.998-2.002, sitio web: Ministerio de Salud y Ambiente de la Nación, Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Consultado el 05/01/2.009. URL: [http://www.ambiente.gov.ar/documento/archivos/web/UMSEF/File/umsef\\_deforestación\\_congresofoa05.pdf](http://www.ambiente.gov.ar/documento/archivos/web/UMSEF/File/umsef_deforestación_congresofoa05.pdf)

UMSEF (Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal), 2.005. "Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos" Proyecto Bosques Nativos y Área Protegidas. Préstamo BIRF 4.085-AR 1.998-2.005. Informe Especial, sitio web: Ministerio de Salud y Ambiente de la Nación, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Consultado el 18/12/2008.  
URL:[http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/UMSEF/File/PINBN/informe\\_nacional\\_pinbn.pdf](http://www.ambiente.gov.ar/archivos/web/UMSEF/File/PINBN/informe_nacional_pinbn.pdf)

UMSEF (Unidad de Manejo del Sistema de Evaluación Forestal), 2.007. "Emergencia Forestal Información sobre deforestación en las provincias", sitio Web: Ministerio de Salud y Ambiente de la Nación, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Consultado el 20/03/2.009.  
URL: <http://www.taringa.net/posts/info/3344480/Informaci%C3%B3n-sobre-Deforestaci%C3%B3n-en-las-provincias.html>

Anexo 1

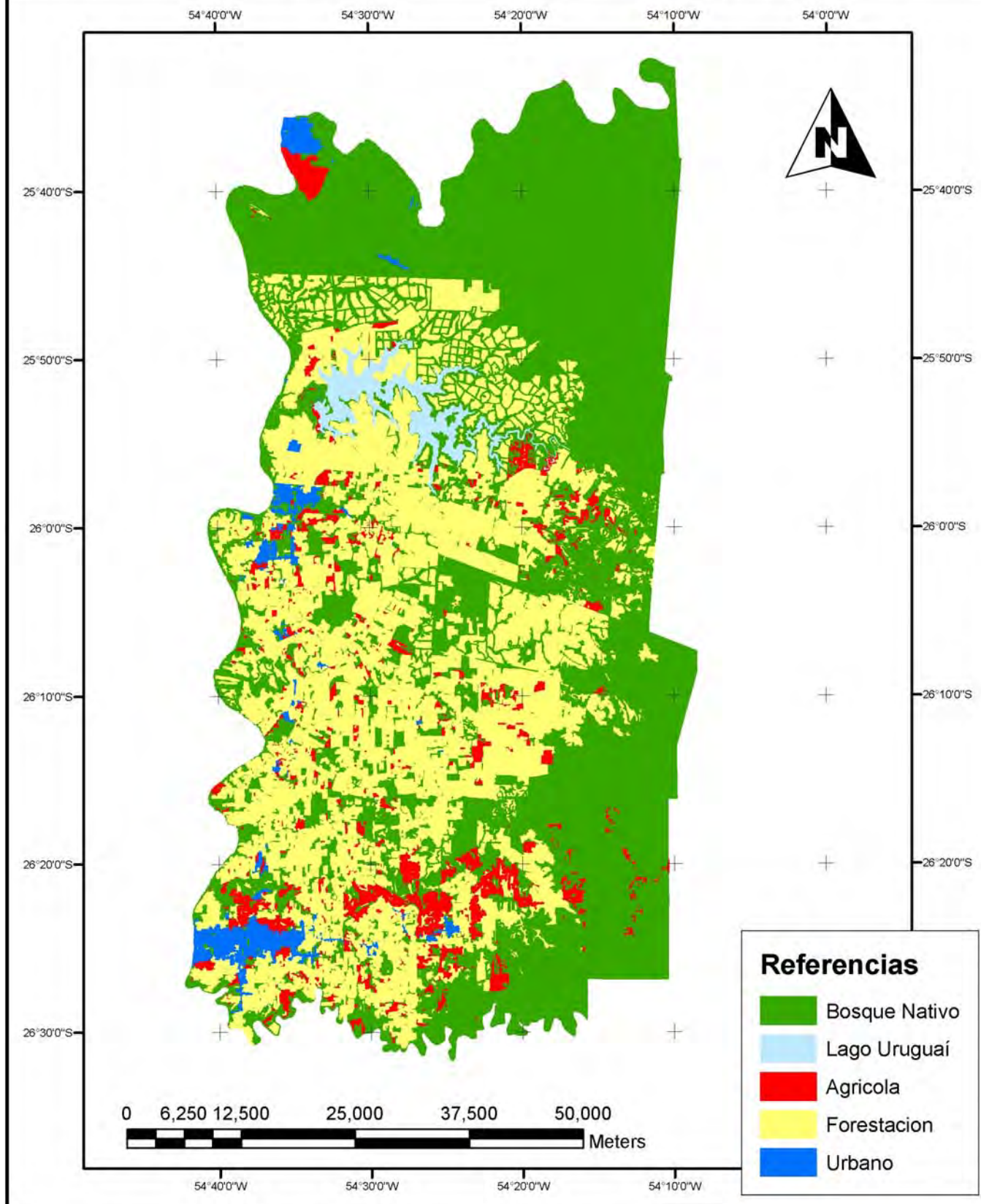
## Departamentos de Iguazú y Eldorado (Usos de la Tierra - Año 1973)



14<sup>és</sup> Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM - EEA Montecarlo, INTA.  
10, 11 y 12 de Junio de 2010 -Eldorado, Misiones, Argentina



## Departamentos de Iguazú y Eldorado (Usos de la Tierra - Año 2008)



# COMPORTAMIENTO INICIAL DE *Calycophyllum multiflorum* Griseb ( PALO BLANCO ) EN DOS SISTEMAS SILVICOLAS

## INITIAL BEHAVIOR OF *Calycophyllum multiflorum* Griseb (WHITE STICK) IN TWO SYSTEMS SILVICOLAS

Oviedo<sup>1</sup>, M. A.; Pérez<sup>2</sup>, O. W.; Sirka<sup>3</sup>, C. E.

<sup>1</sup>Ingeniero Forestal. Docente investigador. Asignatura Manejo de Áreas Silvestres. Facultad de Recursos Naturales, UNaF. Av. Gutnisky 3200, C.P. 3600. Email: ma1\_oviedo@yahoo.com.ar

<sup>2</sup>Ingeniero Forestal. Docente investigador. Asignatura Aprovechamiento Forestal. Facultad de Recursos Naturales, UNaF. Av. Gutnisky 3200, C.P. 3600. Email: ingwperez@yahoo.com.ar

<sup>3</sup>Ingeniero Forestal. Docente investigador. Asignatura Metodología de Investigación. Facultad de Recursos Naturales, UNaF. Av. Gutnisky 3200, C.P. 3600. Email: cesirka@yahoo.com.ar

### RESUMEN

El presente estudio pretende dar a conocer el resultado de la especie *Calycophyllum multiflorum* (Palo blanco) en dos sistemas silvícola. Al año de plantación en macizo se registraron valores promedios de 45,52 cm., en altura, 8,2 mm en diámetro y 50% de sobrevivencias, en tanto que en fajas fueron: 44,32 cm en altura, 8,2 mm en diámetro y 30% de sobrevivencias. En macizo, con respecto a la variable altura los tratamientos A (2x2), D (3x3) y E (3x1) son significativamente superiores al C (3x2), por otra parte el tratamiento A es mejor que el B (2x3). Con relación a la variable diámetro no se detectó diferencia significativa en ningún tratamiento. En fajas, en relación a la variable altura el tratamiento E(3x1) es significativamente superior al tratamiento C(3x2), no observándose diferencias en los otros tratamientos. En relación a la variable diámetro no se detectó diferencias significativas en los tratamientos.

**Palabras claves:** Plantación en macizo, faja de enriquecimiento, altura, diámetro.

### SUMMARY

The present study aims to publicize the results of the species *Calycophyllum multiflorum* (Palo white) in two forestry systems. One year after planting in solid values were recorded averages of 45.52 cm. In height, 8,2 mm in diameter and 50 % survival, while in girdles were: 44,32 cm. in height, 8.2 mm in diameter and 30 % of survival. In massif with respect to the variable height treatments A (2x2), D (3x3) and E (3x1) are significantly higher than the C (3x2) on the other hand treatment. A is detected as better than B (2x3) With regard to the variables diameter did not detect any significant difference in treatment. In strips with respect to the variable height treatment E (3x1) were detected as significantly superior to treatment C ( 3x2). There was no other differences in other treatments. In relation to the variable diameter did not detect significant differences in treatment.

**Key words:** Plantation in massif, enrichment strip, height, diameter

### INTRODUCCIÓN

La Provincia de Formosa cuenta en la actualidad con 3.877.939 hectáreas de bosques nativos según datos de la Dirección de Bosques, dependiente de la Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (2007). Estos se encuentran en diferentes estados de degradación, algunos de ellos sin posibilidades de recuperación, como consecuencia de



explotaciones selectivas e intensivas y presiones sobre especies de valor comercial y aptitud tecnológica reconocidas, entre las que podemos mencionar: (*Calycophyllum multiflorum*); Lapacho (*Tabebuia heptaphylla*), (Vell.) Toledo; Algarrobo blanco (*Prosopis alba*), Griseb.; Urunday (*Astronium balansae*) Engel.; Palo santo (*Bulnesia sarmientoi*), Lor.ex Griseb. etc.

Esta problemática hace que importantes especies de nuestros bosques nativos pierdan su potencial productivo, generándose fragmentaciones y degradaciones, aspecto este relacionado a la ausencia de planes de manejo y políticas de promoción hacia el sector. Situación esta, que se ve agravada por la demanda de madera de calidad y apertura de nuevos mercados, aspecto este que revalorizan las maderas de nuestros bosques nativos.

El presente estudio pretende generar información referida al conocimiento de *Calycophyllum multiflorum*, relacionadas a sus características biológicas, grado de adaptación y desarrollo a diferentes tratamiento silvícolas.

El área de estudio esta inserta en una formación boscosa tipo forestal bosque alto, donde el Palo blanco forma rodales puros y asociados con Guayaibi, (*Patagónula americana*) L.; Palo lanza, (*Phyllostylon rhamnoides*) Poiss.; Lapacho, perdiendo representatividad en bosques bajos donde predominan el Quebracho blanco, (*Aspidosperma quebracho-blanco*), Schltr Lyons; Quebracho colorado, (*Schinopsis balansae*), Engel; Espina corona, (*Gleditsia amorphoide*), Griseb Taubert; Guayacán, (*Caesalpinia paraguarienses*), D.Parodi Bukart etc.

En el campo experimental del Instituto de Silvicultura dependiente de la U.Na.F, ubicado en la localidad de Villa Dos Trece, distante a 160 km., de la ciudad de Formosa cuenta con formaciones boscosas similares a la mencionadas, dispone de diferentes ensayos de enriquecimientos con especies exóticas y nativas como: Paraíso gigante, (*Meliá azederac*)h L. Var gigantea cv. Gotz; Tipa blanca, (*Tijuana tipu*), (*Benth*) Kuntze; Tipa colorada, (*Pterogine nitens*), Tul. ex benth; Espina corona y Algarrobo blanco. Por otra parte en los trabajos de Fajas de enriquecimientos para recuperación de bosques explotados, (Sirka C., Oviedo M. y Pérez W., 2007) se dan a conocer resultados de diez especies ensayadas, mencionándose como las más promisorias para este tipo de práctica a: (*Pterogine nitens*), Ibira –pitá guazú, (*Peltophorum dubium*), (*Spreng.*) Taub; (*Tabebuia heptaphylla*), y (*Patagonula americana*); esta última con uno de los mayores porcentaje de sobrevivencias.

Los mismos autores mencionan como de muy bajos porcentajes de sobrevivencia por competencia del dosel superior a Palo piedra, (*Diplolkelba Floribunda*), N.E.Br. y (*Astronium balansae*). En el caso de Palo mora, (*Chlorophora tinctoria*), (L)Steud., y (*Schinopsis balansae*) lo ubican en un nivel medio de sobrevivencia.

El presente proyecto analiza el comportamiento de la especie *Calycophyllum multiflorum* en dos sistemas silvícolas. Uno en faja dentro del bosque alto y el otro en macizo.

## MATERIALES Y MÉTODO

### Sitio experimental

Estas experiencias se llevaron a cabo en el Campo Experimental del Instituto de Silvicultura, ubicado en la Región Oriental del Parque Chaqueño, al sur de la provincia de Formosa, en el Departamento Pirané, con Latitud 26°09.968 y Longitud 59°20.968 distante a 160 Kilómetros de la ciudad de Formosa en la República Argentina.

El clima es cálido subtropical húmedo con temperaturas medias anuales ligeramente superiores a 22°C con moderadas amplitudes térmicas estacionales y precipitaciones anuales superiores a los 1000 mm., con balance hídrico positivo.

Las altas temperaturas que se producen en los meses de octubre a febrero afectan la instalación de todo tipo de cultivos produciendo lo que se denomina localmente golpe de calor, factor éste al que no escapan las plantaciones forestales, agudizadas por períodos de prolongadas y reiteradas sequías de los últimos años.

Los suelos que más predominan son los bajos cubiertos por leñosas invasoras, pastizales naturales y en algunos sectores agua y vegetación palustre. Las lomas y albardones se encuentran cubiertos por bosques en isletas donde predominan como material el limo, arcilla, y arena fina.

Estos tipos de suelos pertenecen al grupo de Halacuepts Aérico, con presencia de sodio, sales, de permeabilidad lenta y escurrimiento estancado; encontrándose también el grupo Natrustalf Acuico que presentan anegamientos y profundidad.

El presente estudio pretende analizar el comportamiento de la especie Palo blanco en dos sistemas silvícola diferentes; uno en fajas de enriquecimientos conformada por un bosque alto y el otro en macizo.

Para la elección del diseño, se efectuó previamente un relevamiento del sitio, analizando la conveniencia o no de su utilización. Por la forma y distribución del gradiente de fertilidad se observó uniformidad en la superficie, notándose también la homogeneidad en la fisonomía y composición de la vegetación original, por lo que se utilizó el diseño completamente aleatorizado, en los dos sistemas.

En el sistema en fajas se utilizaron un total de 25 parcelas de 400 metros cuadrados cada una de ellas conteniendo una faja por parcela de 6 metros de ancho por 20 metros de largo, en las cuales se ensayaron 5 tratamientos (densidad) con 5 repeticiones por tratamiento, en una superficie efectiva de ocupación de 3000 metros cuadrados y 7000 de bosque remanente. Utilizándose similar diseño en macizo, con igual numero de parcelas equivalente a la superficie efectiva de ocupación del anterior sistema.

Las orientaciones de las fajas fueron de este a oeste, pues mantienen la acción reguladora de los bosques sobre algunos factores climáticos, como la mayor exposición lumínica, reduciendo los efectos de las heladas y los vientos predominantes del norte.

Las aperturas de fajas se realizaron mediante el apeo, extracción y aprovechamiento de las especies integrantes del estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo, con excepción de árboles que reunían las características fenotípicas de semilleros. En macizo se efectuaron limpiezas de arbustos y la cubierta herbácea.

Para la plantación en ambos sistemas se utilizaron 9 plantas por tratamientos con un total de cinco repeticiones por tratamiento:

**Gráfico N° 1: tratamientos utilizados en los dos sistemas**

**Graph N° 1: treatments used in two systems**

TRATAMIENTOS	DISTANCIA DE PLANTACIÓN
<b>A</b>	<b>(2 x 2)</b>
<b>B</b>	<b>(2 x 3)</b>
<b>C</b>	<b>(3 x 2)</b>
<b>D</b>	<b>(3 x 3)</b>
<b>E</b>	<b>(3 x 1)</b>

Los plantines fueron obtenidos del vivero forestal del Instituto de Silvicultura, seleccionándose los mejores ejemplares con un promedio de altura de 20 cm.

El mantenimiento y cuidado posterior de las plantas se realizaron en forma periódica durante el primer año, consistiendo en limpiezas, control de hormigas y riego de asiento.

Las variables de respuesta que se midieron son diámetro a la altura del cuello, con micrómetro y altura total de la planta con una cinta métrica; determinándose el porcentaje de sobrevivencia a través del conteo de plantas.

Para efectuar el análisis estadístico se utilizó el análisis de varianza correspondiente a un diseño completamente aleatorizado.

En este diseño la variable independiente constituye los distanciamientos, y las variables de respuestas, la altura total del ejemplar, el diámetro a la altura del cuello y porcentaje de sobrevivencia.

La distribución espacial de los tratamientos de acuerdo al diseño escogido para los dos sistemas se ilustra en el siguiente cuadro.

**Gráfico N°2: Configuración espacial de la plantación.**  
**Graph N°2: Spatial configuration of the plantation**

<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
<b>A</b>	<b>D</b>	<b>B</b>	<b>A</b>	<b>E</b>
<b>C</b>	<b>E</b>	<b>E</b>	<b>E</b>	<b>B</b>
<b>D</b>	<b>A</b>	<b>C</b>	<b>B</b>	<b>A</b>
<b>C</b>	<b>B</b>	<b>D</b>	<b>C</b>	<b>D</b>

## RESULTADOS

Al año de plantación en macizo se registraron valores promedios de 45,52 cm., en altura, 8,2 mm en diámetro con un 50% de sobrevivencias, en tanto que en fajas estas variables fueron de: 44,32 cm en altura, 8,5 mm en diámetro y 30% de sobrevivencias.

Las alturas de las plantas en macizo, para los tratamientos A(2x2), D(3x3) y E (3x1) son significativamente superiores al C(3x2), por otra parte el tratamiento A se detecta como mejor que el B(2x3). En relación al diámetro a la altura del cuello (dac) no se detectó diferencia significativa en ningún tratamiento (Tabla N°1 y 2).

En Faja en relación a la variable altura se detecto como significativa al tratamiento E(3x1) con respecto al C(3x2), no detectándose diferencia alguna para la variable diámetro (Tabla N° 3 y 4)

**Tabla N° 1: ANOVA**  
**Table N° 1: ANOVA**

Fuente de Variación	Grado libertad	Suma de Cuadrado	Cuadrados medios	F observado	F critico
Entre grupo	4	68,2	17,05	6,56	2,87
Dentro grupo	20	52	2,60		
Total	24	120,2			

Utilizando el test de Tukey, se encontró que los tratamientos A, D y E son significativamente superiores al C, por otra parte el tratamiento A es mejor que el B, lo que indican mejores crecimientos promedios en altura.

**Tabla N° 2: ANOVA**  
**Table N° 2: ANOVA**

Fte de variac	Grado libertad	Suma de Cuadrado	Cuadrados medios	F observado	F critico
Entre grupo	4	7	1,75	1,79	2,87
Dentro grupo	20	19,6	0,98		
Total	24	26,6			

En tanto el porcentaje de sobrevivencias al año de plantación para este sistema fue de un 50%.

**Tabla N° 3: ANOVA**  
**Table N° 3: ANOVA**

Fte de variac	Grado de libertad	Suma de Cuadrado	Cuadrados medios	F observado	F critico
Entre grupo	4	35,2	8,80	3,61	2,87
Dentro grupo	20	48,8	2,44		
Total	24	84			

Utilizando el Test de Tukey; se determinó que la altura promedio en el tratamiento E(3x1) es significativamente superior al tratamiento C(3 x 2), no detectándose como significativa la relación a los otros tratamientos.

**Tabla N° 4: ANOVA**  
**Table N° 4: ANOVA**

Fte de variac	Grado libertad	Suma de Cuadrado	Cuadrados medios	F observado	F critico
Entre grupo	4	6,2	1,55	1,52	2,87
Dentro grupo	20	20,4	1,02		
Total	24	84			

En tanto que el porcentaje de sobrevivencia al cabo del año de plantación para este sistema es de 30 %.

## CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en el presente estudio se concluye que al año de plantación en el sistema en macizo se registraron los mayores valores promedios de altura y porcentajes de sobrevivencias, que en el sistema de fajas de enriquecimientos. En tanto que en el crecimiento promedio diamétrico no hubieron diferencias entre ambos sistemas.

En macizo con respecto a la variable altura los tratamientos A(2x2), D(3x3) y E (3x1) fueron mejores que el C(3x2), como también el primero de los mencionados con respecto al B(2x3). Con relación a la variable diámetro no hubo diferencias significativas en los tratamientos estudiado.

En fajas en relación a la altura de las plantas el tratamiento E(3x1) fue mejor respecto al C(3x2). En tanto que en relación a la variable diámetro promedio no se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos.

Los porcentajes de sobrevivencias en macizo para las primeras etapas de desarrollo de la especie *Calillicophillum multiflorum* fueron superiores al de las fajas de enriquecimientos, indicador este que estaría relacionado con factores climáticos adversos (sequías), competencias generadas por el bosque nativo y aperturas del dosel superior.

## **Agradecimientos**

Agradecemos la colaboración prestada por el personal del Instituto de Silvicultura de la Facultad de Recursos Naturales de la U.Na.F.

## **BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA**

- COZZO, D. 1969, Ensayo de enriquecimiento del bosque subtropical utilizando *Cordia tricótoma*. Revista Forestal Argentina Año XIII N° 2, 44-45.
- EBIL, B., MONTAGNINI, F., GRANCE, L., MAIOCCO, D. and NOZZI, D., 1998, Técnicas de enriquecimiento de bosques degradados en la selva subtropical paranaense de Misiones. VI Jornadas Técnicas, Serie Técnicas N° 6 El Dorado, Pp 36 –44, Misiones, Argentina
- GARTLAND, H. M., 1974, Posibilidades de enriquecimiento del bosque subtropical misionero. Boletín Argentino Forestal. Año XXXII, N° 298; 23-30.
- GRANCE, L.A. y MAIOCCO, D. C., 1995, Enriquecimiento de bosque nativo con *Bastardiopsis densiflora*, Cortas de mejora y estímulo a la regeneración natural en Guaraní, Misiones, R.A. Ibyraretá P.p. 29-44,
- MONTAGNINI, F.B. EIBL, C., WOODWARD, L., 1995. Natural regeneration under twosystems of selective cutting and undisturbed forest in Misiones, Argentina. XIUFRO World Congress, Tampere, Finland. 6-8 August.
- SÁNCHEZ, J. R., GOTZ, I. Y SEGOVIA, W., 1998, Enriquecimiento de bosques nativos. Implantación bajo cubierta. Tercera comunicación en VII Jornadas Técnicas: Ecosistemas Forestales nativos. Uso Manejo y conservación. Facultad de Ciencias Forestales. El Dorado. Misiones P 300-308.

### **Bibliografía citada**

- OVIEDO, M.; PEREZ, W.; SIRKA, C.; (2007) Faja de enriquecimiento: Una alternativa para la recuperación de Bosques Nativos Explotados de la Provincia de Formosa – Argentina. Revista Científica de Ciencia y Técnica de la Universidad de Formosa Año 5 N° 6 Pp.61-68.

# ENRIQUECIMIENTO DE BOSQUE NATIVO CON *Tabebuia heptaphylla* ( VELL.) TOLEDO EN DIFERENTES DISTANCIAMIENTOS

## ENRICHMENT OF NATIVE FOREST WITH *Tabebuia heptaphylla* ( VELL.) TOLEDO IN DIFFERENT DISTANCES

Oviedo<sup>1</sup>, M. A.; Pérez<sup>2</sup>, O. W. ; Sirka<sup>3</sup>, C. E.

<sup>1</sup>Ingeniero Forestal. Docente investigador. Asignatura Manejo de Áreas Silvestres. Facultad de Recursos Naturales, UNaF. Av. Gutnisky 3200, C.P. 3600. Email: ma\_@yahoo.com.ar

<sup>2</sup>Ingeniero Forestal. Docente investigador. Asignatura Aprovechamiento Forestal. Facultad de Recursos Naturales, UNaF. Av. Gutnisky 3200, C.P. 3600. Email: ingwperez@yahoo.com.ar

<sup>3</sup>Ingeniero Forestal. Docente investigador. Asignatura Metodología de Investigación. Facultad de Recursos Naturales, UNaF. Av. Gutnisky 3200, C.P. 3600. Email: cesirka@yahoo.com.ar

### RESUMEN

Para el presente estudio se utilizó una superficie boscosa nativa de 1 hectárea, dividida en 25 parcelas de 400 metros cuadrados, donde se realizaron aperturas de fajas de enriquecimientos de 6 m. de ancho por 20 m. de largo. El diseño escogido corresponde a uno completamente aleatorizado, por observarse homogeneidad en el vuelo y suelo, utilizándose cinco tratamientos diferentes (distanciamiento) con igual número de repeticiones y un total de 105 plantas por tratamientos. Los resultados obtenidos a los tres años de instalación del ensayo permitieron demostrar que el distanciamiento más adecuado para este tipo de práctica fue 3 m por 2 m., alcanzando una altura promedio de 2,11 metros y diámetro a la altura del cuello de 5 cm., con porcentaje de sobrevivencias (50 a 60 %), valores estos que pueden variar dependiendo de las condiciones climáticas y la presencia de insectos como el *Ceroplastys grandis* (Cochinilla).

**Palabras clave:** Fajas de enriquecimientos, distanciamiento, altura

### SUMMARY

For the present study there was used a 1 hectare native wooded surface, split into 25 plots of 400 square meters, where there were realized openings of strips of enrichments of 6 m. de breadth by 20 m. of length. The select design corresponds to one completely randomized, for homogeneity is observed in the flight and soil, five different treatments (distancing) being used with equal number of repetitions and a whole of 105 plants by treatments. The obtained results three years after installation of the essay allowed to demonstrate that the distancing most adapted for this type of practice was 3 m per 2 m., reaching a height 2,11 meters average and diameter at a height of the 5 cm neck., with percentage of survivals (50 to 60 %), these values that can change depending on the climatic conditions and the presence of insects like the *Ceroplastys grandis* (Wood-louse).

**Key words:** Strips of enrichments, distancing, height

### INTRODUCCIÓN

Los bosques nativos de la provincia de Formosa ubicada en la región fitogeográficas del Parque Chaqueño se estiman en 3.900.984 de hectáreas según Inventario Nacional de

Bosques Nativos BIR 4085 AR 2005, de los cuales gran parte de ellos se encuentran en diferente estado de degradación.

En la zona sur de la provincia de Formosa los bosques nativos explotados cubren aproximadamente unas 200 mil hectáreas. Su topografía se encuentra conformada por una planicie con praderas naturales, bosques en formas de isletas, grandes esteros, palmares y pastizales (INTA, 1979). Es un área cuya tendencia productiva ha sufrido con el pasar de los años la conversión del bosque a tierras para agricultura o ganadería en un 60 a 70 % de su superficie total.

Esta problemática ha provocado la búsqueda de alternativas válidas para su recuperación, dada la tendencia posterior a la explotación forestal que favorece la instalación de especies indeseables tales como el Tala *Celtis Espinosa*, *Gillet ex Planch.*, la cual es sumamente agresiva cuando se perturba un bosque, resultando, por tales motivos, una opción válida el enriquecimiento con especies adaptadas al medio, como es el caso de *Tabebuia heptaphylla*.

Esta especie se encuentra localizada en mayor número en los montes altos de la región oriental húmeda y en menor proporción en los montes bajos, dado los requerimientos en los primeros estadios de crecimiento, consistentes en protección contra factores climáticos adversos como las heladas y las sequías prolongadas, por lo que la utilización de esta práctica resulta adecuada para su establecimiento.

Asimismo las aptitudes tecnológicas de su madera y la alta demanda en el mercado local, nacional e internacional, para la fabricación de pisos, parquets, marcos de puertas y ventanas, tiranterías de obras, cabreadas, carrocería de vehículos, etc., han contribuido a restringir drásticamente su presencia y potencial productivo.

El presente estudio de fajas de enriquecimiento con la especie *Tabebuia heptaphylla* consistente en la introducción de especies arbóreas valiosas, como la mencionada, en bosques altos degradados, sin eliminar los ejemplares de valor existentes, constituyen alternativas válidas para la recuperación ecológica y composición florísticas de estos tipos de bosques.

También el enriquecimiento de bosques nativos han sido denominados plantaciones bajo cubierta, en líneas, en fajas, de mejora, de conversión, además de otros términos (Weaver 1987).

Estas prácticas si bien presentan ventajas comparativas relacionadas a factores ecológicos y ambientales respecto a otras metodologías, sus posibles desventajas son los costos elevados de la apertura de fajas y de mantenimiento durante los dos primeros años de plantación.

Por las características de los bosques altos de la región y del requerimiento de este tipo de especie, las aperturas de fajas deben ser lo suficientemente adecuadas para satisfacer los requerimientos lumínicos y a su vez brindar protección a través de las interfajas o bordes laterales del monte. A tal efecto se ha comprobado en experiencias de otros ensayos de enriquecimientos en fajas (Oviedo et al 2.007) que las más recomendables son aquellas de 6 metros de ancho y largo variable acorde a la superficie del bosque.

Realizados con otras especies de características biológicas similares a la especie en estudio, para estos tipos de ambientes, hasta tanto los ejemplares logren alturas de copas en las cuales perciban niveles de luz necesarias para su desarrollo. Otro aspecto que se tuvo en cuenta fue el grado de orientación de las fajas, de este a oeste, dado que está comprobado que brindan las mejores condiciones lumínicas. (Weaver 1987).

Por otra parte, las perturbaciones de los bosque nativos producen alteraciones que favorecen la introducción de plagas, tales como *Ceroplastys grandis* (Cochinilla) cuyo revestimiento blanquecino oculta al insecto mencionado y sirve de escudo mientras se posa en

los tallos o ramas hasta tomar el verdadero estado de ceroplastys y causar estragos en hojas y crecimiento de plantas del género *Tabebuia*.

Debido a la relativa complejidad de su manejo, las plantaciones de enriquecimiento con diferentes tipos de densidades, se consideran alternativas viables a pequeña y mediana escala (Ramos y del Amo 1992). Sin embargo, en regiones donde se practica el manejo de bosques con extracción de maderas a gran escala, si se lograra un mayor conocimiento de esta práctica, su aplicabilidad podría llegar a ocupar un lugar importante en la recuperación de bosques explotados (Chai 1975, Cheah 1978, Weaver 1987).

A tal fin se describe un ensayo de enriquecimiento con la introducción de la especie lapacho la que tiene por objetivo mejorar la composición de la masa arbórea en calidad y cantidad de ejemplares, seleccionando la especie de mención para permitir un aprovechamiento a corto y mediano plazo de 30 a 50 años (Catinot 1965 en Lamprecht 1990) y recuperar a través de esta técnica bosques degradados en pequeñas y medianas superficies.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Sitio Experimental

Los trabajos se realizaron en el Campo Experimental del Instituto de Silvicultura, dependiente de la Facultad de Recursos Naturales de la Universidad Nacional de Formosa, ubicada en la región oriental húmeda del Parque Chaqueño, al sur de la provincia de Formosa en el Departamento Pirané, Latitud 26°09.390 Longitud 59°20.968.

En esta zona las formaciones boscosas se encuentran en diferentes estados de degradación, productos de extracciones selectivas de especies de valor comercial, por ausencia de planes de manejos y aplicación de normas obsoletas como las del diámetro mínimos de corta, no adecuados al estado actual de nuestros bosques.

El clima de la región presenta marcados gradientes climáticos; la temperatura varía en sentido norte sur con temperaturas medias anuales entre 26° C y 18° C, la precipitación media anual en la zona es de 1300 milímetros.

Los suelos predominantes son del tipo Haplustol óxico, y se encuentra en lomas altas tendidas, de textura pesada de escurrimiento medio, permeabilidad moderada rápida, drenaje moderado y excepcionalmente anegable, no presentando problemas de salinidad y alcalinidad. El contenido en materia orgánica es buena en superficie a regular en profundidad; buena retención de humedad. Sus principales limitaciones son; erosión moderada, fertilidad natural y acidez. (Estudio de suelo de la Provincia de Formosa: 1987).

Las aperturas de 25 fajas de 6 m. de ancho por 20 m. de largo, en igual número de parcelas, se realizaron mediante el apeo, extracción y aprovechamiento de las especies componentes del estrato arbóreo, arbustivo y la eliminación inicial de la cubierta herbácea, con excepción de los ejemplares arbóreos jóvenes de valor comercial y de aquellos que por sus características fenotípicas reunían las condiciones de árboles semilleros.

Se planificó que el raleo sea de forma manual para disminuir los daños a la vegetación residual y maximizar el empleo de mano de obra, obteniéndose trozas cortas (leña), preparada para futura carbonización y/o comercialización, en una superficie de 3000 metros cuadrados, equivalentes a un 30 % del bosque de una superficie de 1 hectárea, con cobertura remanente del 70 %.

En estas fajas se realizaron 5 tratamientos diferentes (densidades de plantación), con 5 repeticiones por tratamiento, ubicándose 105 plantas por tratamientos y un total 525 en 1 hectárea, con la especie *Tabebuia heptaphylla* (Lapacho negro), utilizándose el diseño completamente aleatorizado. Para ello se dividió el terreno en parcelas de 400 metros cuadrados, donde se efectuaron las aperturas de fajas y se asignaron aleatoriamente los diferentes tratamientos.



**Imagen N° 1: Árboles de menor importancia a apear de la superficie de una faja.**



Esta metodología debe ser aplicada cuando la regeneración natural de la especie de interés es escasa o nula por condiciones ecológicas no favorables para su desarrollo, aspecto este que hace necesario la introducción de especies superiores a las de origen, si se trata de mejorar cuali-cuantitativamente la composición florística de la masa.

Las plantas llevadas al sitio de plantación tenían una altura promedio de 45 cm., y un diámetro a la altura de cuello de 7, 6 mm.. Estas técnicas puede resultar muy costosa, dependiendo la misma de las condiciones de la masa a ser enriquecida o estado de la masa degradada.

**Imagen N°2: faja de lapacho con árboles de aptitud comercial remanentes.**



Los tratamientos utilizados que corresponden a diferentes densidades de plantación fueron: A: (3 x 1); B: (2 x 2); C: (3 x 2); D: (2 x 3) y E: (3 x 3). Su distribución espacial en las parcelas en el terreno se esquematiza en el cuadro siguiente:

**Gráfico N°1: distribución espacial de los tratamientos y parcelas**

<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
<b>5</b>	<b>6</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>25</b>
<b>A</b>	<b>D</b>	<b>B</b>	<b>A</b>	<b>E</b>
<b>4</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>17</b>	<b>24</b>
<b>C</b>	<b>E</b>	<b>E</b>	<b>E</b>	<b>B</b>
<b>3</b>	<b>8</b>	<b>13</b>	<b>18</b>	<b>23</b>
<b>D</b>	<b>A</b>	<b>C</b>	<b>B</b>	<b>A</b>
<b>2</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>19</b>	<b>22</b>
<b>C</b>	<b>B</b>	<b>D</b>	<b>C</b>	<b>D</b>

<b>1</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>20</b>	<b>21</b>
----------	-----------	-----------	-----------	-----------

El mantenimiento y cuidado de la plantación fue realizada durante los dos primeros años en forma periódica, consistiendo en limpiezas de fajas, control de hormigas, reposición de plantas y podas de formación.

Para la medición del diámetro (dac) y altura total se utilizaron, forcípula, vara graduada y observación directa para determinar el porcentaje de sobrevivencia, efectuándose los análisis estadísticos correspondientes.

## RESULTADOS

A los tres años de plantación los resultados obtenidos para los diferentes tratamientos en relación a la variable altura se vuelcan en la tabla N° 1

**Tabla N° 1: Altura promedio (cm.) de *Tabebuia heptaphylla* en los distintos tratamientos**

Repetición	T R A T A M I E N T O S				
	A	B	C	D	E
1	170	175	210	193	201
2	168	190	211	192	200
3	160	171	199	190	201
4	180	174	195	185	175
5	170	180	191	188	174
Total	848	890	1006	948	951
Promedio	169.6	178	201.2	189.6	190.2

TABLA DE ANOVA

Fte. de variación	Grado De libertad	Suma de Cuadrado	Cuadrados medios	F observado	F critico
Entre grupo	4	2971.04	742.76	9.23	2.79
Dentro grupo	20	1610	80.5		
Total	24	4581.04			

Como el F observado es mayor que el F \* para un nivel de significación del 0,05 existen evidencia estadística suficiente para afirmar que los tratamientos inciden de manera diferente en el crecimiento en altura de los ejemplares.

Test de Tukey = 16,95

TABLA DE TUKEY

	A 169.6	B 178	D 189.6	E 190.2	C 201.2
<b>C: 201,2</b>	31.6	23.2	11.6	11	-----
<b>E: 190,2</b>	20.6	12.6	0.6		
<b>D: 189,6</b>	20	11.6			
<b>B: 178</b>	8.4				
<b>A: 169,6</b>					

La altura promedio en el tratamiento C es significativamente superior a los tratamientos B y A, no detectándose diferencias respecto a los otros tratamientos. Por otra parte también se detectó como significativo el tratamiento E y D con respecto al A.

Para los diferentes tratamientos en relación a la variable diámetro a la base del cuello (dac) se obtuvieron los valores consignados en la Tabla N° 2.

**Tabla N° 2: Diámetro promedio (mm.) de *Tabebuia heptaphylla* en los distintos tratamientos**

	<b>T R A T A M I E N T O S</b>				
Repetición	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
1	35	36	46	37	50
2	36	41	44	38	44
3	46	34	49	39	47
4	37	35	54	41	50
5	50	34	53	44	42
Suma	204	180	246	199	233
Promedio	40.8	36	49.2	39.8	46.6

**TABLA DE ANOVA**

<b>Fte. de variac</b>	<b>Grado libertad</b>	<b>Suma de Cuadrado</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>F observado</b>	<b>F critico</b>
Entre grupo	4	570.64	142.66	7.64	2.79
Dentro grupo	20	373.6	18.68		
Total	24	944.24			

Test de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ) = 8,17

**TABLA DE TUKEY**

	<b>B</b>	<b>D</b>	<b>A</b>	<b>E</b>	<b>C</b>
	<b>36</b>	<b>39.8</b>	<b>40.8</b>	<b>46.6</b>	<b>49.2</b>
<b>C: 49.2</b>	13.2	9.4	8.4	2.6	-----
<b>E: 46.6</b>	10.6	6.8	5.8		
<b>A: 40.8</b>	4.8	2			
<b>D: 39.8</b>	3.8				
<b>B: 36</b>					

El diámetro promedio en el tratamiento C es significativamente superior a los tratamientos B, A y D no detectándose diferencia con respecto al tratamiento E. Por otra parte también se detectó como significativo el tratamiento E con respecto al B.

Los resultados obtenidos en cuanto al porcentaje de sobrevivencias, se estimaron en un 50 a 60 %, para todos los tratamientos, estando mas relacionado este factor a la apertura del dosel superior, factores climáticos adversos y la presencia de insectos perjudiciales que reducen el número de plantas.

## **CONCLUSIÓN**

Se concluye que el distanciamiento mas apropiado para este tipo de práctica de enriquecimiento en bosque degradado con *Tabebuia heptaphylla* es de ( 3 x 2).

Este distanciamiento considerado óptimo tiene relevancia en la ganancia de volumen maderable, tanto en forma como en calidad, estando estos indicadores relacionados en calidad del sitio, especie y potencial del material genético utilizado, complementados por

otros factores como, luminosidad, protección y ausencia de cualquier competencia en los primeros años de plantación.

Dada la importancia de esta especie y la adaptabilidad a este tipo de técnica se sugiere que la misma sea incluida en los planes de manejo para el aprovechamiento sustentable de los bosques nativos de la provincia de Formosa, estableciéndose como un elemento de suma importancia en la capitalización de bosques nativos.

Los cuidados culturales posteriores a la plantación como limpieza, apertura del dosel superior, eliminación de especies indeseables y mantenimiento del ancho de la faja son aspectos necesarios hasta que las plantas logren alturas de copas en las cuales perciban niveles de luz adecuados para su crecimiento sin competencia.

### **Agradecimientos**

Agradecemos la colaboración prestada por el personal del Instituto de Silvicultura de la Facultad de Recursos Naturales de la U.Na.F.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- MONTAGNINI, Florencia. 1998. Técnica de enriquecimiento de bosques de bosques degradados de la selva paranaense de Misiones, Argentina. El Dorado. Misiones. Argentina.
- GONZALEZ VILLAR, Carlos. 2001. Diseño de Investigación. Libros digitales. Ed. Universitaria. Universidad Nacional de Misiones, Posadas 2002. [e-mail.editorial@correo.edu.ar](mailto:e-mail.editorial@correo.edu.ar).
- BLANCH, N.; JOEKES, S. CORIA, A. 1994. Estadística aplicada a la investigación. Curso de Postgrado. Universidad Nacional de Córdoba.
- EIBL, B.; MONTAGNINI, F. 1995. Evolución de la regeneración en dos sistemas de aprovechamiento y de bosques nativos no perturbados de la Provincia YVYRARETA 7 (7): 63-78.
- GONZALEZ, A. 1994. Evaluación de la dinámica del crecimiento primario para cuatro especies forestales nativas en plantaciones de enriquecimiento en bosques subtropicales de Argentina. YVYRARETA 5: 99-104.
- GRANCE, L.; MAIOCCO, D. 1995. Enriquecimiento del bosque nativo con *Bastardiopsis densiflora*, corta de mejoras y estímulos a la regeneración natural en Guaraní, Misiones YVYRARETA : 6(6) 29-44.
- SANCHEZ, J.; GOTZ, I.; SEGOVIA, W. 1993. Enriquecimiento de bosques nativos, Implantaciones bajo cubierta. FACULTAD DE Ciencias Forestales. Eldorado. Misiones. P. 300-308.
- RAMOS, J. M. and del DEL AMO. 1991. Enrichment plating in a tropical secondary Forest in Veracruz, Mexico. *Forest Ecology and Management*, 54: 289- 304.
- PÉREZ, W.; OVIEDO, M; ACOSTA, R. 2000. Determinación del tamaño mínimo de forestación bajo cubierta. Instituto de Silvicultura. F.R.N U.NaF.
- PÉREZ, W.; OVIEDO, M; SIRKA, C. 2007. Faja de enriquecimiento una alternativa para la recuperación de bosque nativos explotado de la provincia de Formosa, Argentina. *Revista de Ciencia y Técnica de la U.Na.F.* N° 6. ISSN 1851-4995.

# PATRON ESPACIAL DE LA REGENERACION DE ESPECIES ARBOREAS COMERCIALES EN UN SECTOR APROVECHADO DE LA SELVA PARANAENSE

## SPATIAL PATTERN OF REGENERATION OF COMERCIAL TREE SPECIES IN A LOGGED AREA OF PARANAENSE FOREST

Pinazo, M. <sup>1</sup>; Moscovich, F. <sup>2</sup>; Dummel, C. <sup>3</sup>; Knebel, O. <sup>4</sup>

1. INTA EEA Montecarlo. Av Libertador 2472. CP (3384). Montecarlo. Misiones. Argentina. Email: mpinazo@montecarlo.inta.gov.ar.

2. INTA EEA Famailla. Email: fmoscovich@correo.inta.gov.ar

3. Facultad Ciencias Forestales Eldorado. UNaM. Email: cdummel@yahoo.com.ar

4. INTA EEA Montecarlo.

### RESUMEN

Los patrones de regeneración de las especies vegetales determinan la estructura de la comunidad madura y brindan información que posibilita el aprovechamiento racional de las especies valiosas. En el presente trabajo se analizaron los patrones espaciales de la regeneración de 4 especies arbóreas en un sector aprovechado de la Selva Paranaense, en Misiones. La regeneración presentó agrupamientos hasta 30 metros de diámetro. La relación respecto a los adultos conespecíficos presentó relaciones positivas para *Cabralea canjerana* Mart. y *Balfourodendron riedelianum* Eng., relación al azar en *Aspidosperma polyneuron* Müll.Arg. y para *Cedrela fissilis* Vell. se verificó una relación negativa potencialmente atribuible a procesos densodependientes. La asociación con individuos adultos del resto de las especies resultó positiva para *C. canjerana*, *B. riedelianum* y *A. polyneuron* y relación negativa en *C. fissilis*. Los patrones de la regeneración de estas especies pueden ser atribuido a los mecanismos de dispersión de cada una de ellas, a procesos densodependiente y de facilitación por parte de los individuos conespecíficos.

**Palabras clave:** relación espacial, renovales, arboles adultos, índice O.

### SUMMARY

The regeneration patterns of plant species determine the structure of the mature community and provide information to ensure the rational use of valuable species. In this study we analyzed the spatial patterns of regeneration of four tree species in an logged area of the Paranaense Forest in Misiones. The regeneration have showed clusters or aggregated pattern up to 30 meters in diameter. The relationship with respect to conspecific adults was a positive relationships for *Cabralea canjerana* Mart. and *Balfourodendron riedelianum* Eng., *Aspidosperma polyneuron* Müll.Arg. have showed a randomly relationship and *Cedrela fissilis* Vell. verify a negative relationship potentially attributable to density dependent processes. The association with adult trees of other species was positive for *C. canjerana*, *B. riedelianum* and *A. polyneuron* and negative relationship was verified in *C. fissilis*. The patterns of regeneration of these species can be attributed to the mechanisms of dispersion of each of them, density dependent and facilitation processes by conspecifics trees.

**Key words:** spatial relationship, saplings, trees, O ring index

### INTRODUCCIÓN

Uno de los principales objetivos de la ecología de plantas es comprender los mecanismos que producen los patrones de distribución de las mismas en el espacio. Los patrones espaciales reflejan

procesos ecológicos y es por ello que se han desarrollado análisis estadísticos aplicados a la ecología de plantas para poder inferir estos procesos (Perry *et al.*, 2002). Los patrones espaciales son el resultado de procesos diferentes que operan en distintas escalas (Condit *et al.*, 2000; Wiegand & Moloney, 2004; Wiegand *et al.*, 2007) y guardan relación con los síndromes de regeneración propios de las especies y con la heterogeneidad ambiental (Condit *et al.*, 2000; Seidler & Plotkin, 2006). La regeneración tiende a presentar patrones agregados, mientras que a medida que se desarrollan los individuos, estos tienden a presentar patrones menos agregados (Batista & Maguire, 1998; Condit *et al.*, 2000). El agrupamiento de los individuos puede ser el resultado de limitaciones en la dispersión de semillas, heterogeneidad ambiental (Condit *et al.*, 2000, Nathan & Muller-Landau, 2000; Seidler & Plotkin, 2006) o indicar procesos de facilitación o preferencias micro ambientales (Wiegand & Moloney, 2004). Sin embargo, la existencia de mecanismos denso dependiente, puede generar la disminución del grado de agregación de los individuos (Janzen, 1970; Connell, 1971; Condit *et al.*, 2000). Especies con semillas dispersadas por viento tienden a presentar patrones agregados debido principalmente a limitaciones en la dispersión, mientras que especies dispersadas por animales presentan patrones menos agrupados o regulares (Seidler & Plotkin, 2006), sin embargo patrones particulares de hábitat puede generar diferentes patrones entre los individuos juveniles y adultos de una especie determinada (Condit *et al.*, 2000), aunque en el caso de algunas especies con frutos de alto valor energético, es posible verificar patrones agrupados como consecuencia de procesos de dispersión directa de sus semillas (Wenny, 2001). Adicionalmente, las diferencias en la tolerancia a la sombra pueden ocasionar agrupamientos de especies demandantes de luz coincidentes con claros producidos en el dosel (Pearson *et al.*, 2003) o patrones regulares o al azar en las especies tolerantes a bajo niveles de radiación (Franklin & Rey, 2007).

Actualmente la selva Paranaense, como parte integral del denominado Bosque Atlántico, es uno de los ecosistemas más amenazados y forma parte de la iniciativa Global 200 impulsada por la WWF (Olson & Dinerstein, 2002). *Balfourodendron riedelianum* (Eng.) Eng., *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart., *Aspidosperma polyneuron* Müll.Arg. y *Cedrela fissilis* Vell. son especies de importancia económica de la selva Paranaense. Esta formación boscosa es sometida, hasta el presente, a la extracción selectiva de los individuos de las especies comerciales sin otra técnica de manejo que la denominada “diámetro mínimo de corta”. Esta técnica asume que los individuos por debajo del diámetro permitido para la corta podrán desarrollarse y mantener el estado productivo del bosque (Matthews, 1989; Lamprecht, 1990). Sin embargo los daños producidos durante la extracción sumados a tasas excesivas de corta y la falta de acciones complementarias de manejo, generan bosques degradados y con una excesiva proliferación de cañas de las especies *Chusquea ramosissima* y *Merostachys clausenii* que, junto con la proliferación de lianas *Adenocalymna sp.* y *Arrabidaea sp.* impiden la regeneración de las especies arbóreas del bosque por largos periodos de tiempo (Campanello *et al.*, 2007 a;b). En estos ambientes, los arboles remanentes juegan un papel importante tanto como facilitadores como así también como perchas para dispersores y como aportantes de semillas (Rother *et al.*, 2009; Campanello *et al.*, 2007b). En este esquema, los conocimientos relativos a los patrones espaciales de las especies son de interés para comprender la dinámica de estos bosques con el objeto de desarrollar técnicas de manejo que permitan el uso racional de los mismos (Batista & Maguire, 1998; Fajardo *et al.*, 2006). El objetivo del presente trabajo es explorar los patrones espaciales de la regeneración de cuatro especies comerciales en un bosque aprovechado mediante técnicas de aprovechamiento selectivo o entresaca y explorar las relaciones de la regeneración con los individuos adultos conespecíficos y del resto de las especies. En base a los resultados se realizan consideraciones/recomendaciones para el manejo de las especies.

## MATERIALES Y MÉTODOS

## Sitio de Estudio

El estudio fue realizado en un sector remanente de bosque nativo en el Campo Anexo Manuel Belgrano perteneciente al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. El área se encuentra en cercanías de la localidad de San Antonio, provincial de Misiones, Argentina ( $26^{\circ} 03' 20''$  S;  $53^{\circ} 48' 08''$  W). La vegetación predominante corresponde según Cabrera (1976) a la Región Selva Paranaense, Selva de Laurel, Guatambú y Pino. El bosque fue sometido a aprovechamiento selectivo durante los años 1950-1955 y hasta la actualidad no se verificaron nuevas extracciones ni prácticas silvícolas. El área podría clasificarse como poco disturbada de acuerdo a Placci *et al.* (1992) y López-Cristóbal *et al.* (1996) y a pesar de ello, las cañas y lianas son abundantes. Las cañas son abundantes en los claros de corta que se mantienen hasta la actualidad y las lianas son abundantes en toda el área (obs.pers.).

El área exhibe una temperatura media anual de  $21^{\circ}\text{C}$  con una amplitud media mensual de  $10^{\circ}\text{C}$  y una precipitación media anual de 2000 mm, distribuida de manera uniforme durante el año. En el invierno pueden ocurrir heladas de manera poco frecuente (Cabrera, 1976). Los suelos son lateríticos derivados de rocas basálticas y corresponden a los Kandudultes (USDA, 2006).

## Recolección de datos

Se establecieron cuatro parcelas de 100 m x 100 m en dos áreas de bosque nativo remanentes dentro de la propiedad (dos parcelas en cada área) en el marco de la realización de un ensayo de eliminación de lianas y cañas (Moscovich, datos no publicados). En cada una de ellas se instalaron transectas cada 10 m para crear una grilla de 10 m x 10 m. El sistema de grilla fue utilizado para realizar el mapeo de todos los individuos con diámetro a la altura del pecho (DAP)  $> 10$  cm y adicionalmente todos los renovales de *C. fissilis*, *A. polyneuron*, *C. canjerana* y *B. riedelianum* con DAP  $< 10$  cm y altura  $> 1.3$  m. Cada árbol fue localizado mediante el uso de cinta métrica con una precisión de 10 centímetros y posteriormente fueron referidos a un sistema de coordenadas x-y. Todos los individuos con DAP  $> 10$  cm fueron identificados a nivel de especie.

## Análisis de datos

Para realizar el análisis de los patrones espaciales de cada una de las especies se utilizó el estadístico “*O*” de Wiegand & Moloney, el cual está relacionado con la función *K* de Ripley (Wiegand & Moloney, 2004). La función *K* de Ripley es el número esperado de puntos en un círculo de radio *r* con centro en un punto arbitrario, mientras que el estadístico “*O*” reemplaza a los círculos por anillos. El uso de anillos, en reemplazo de los círculos, presenta la ventaja de poder aislar los efectos en clases de distancia determinados, mientras que la función *K* de Ripley presenta efectos acumulativos que generan dificultades en la interpretación en los eventos a larga distancia con los eventos verificados a corta distancia (Condit *et al.*, 2000, Wiegand & Moloney, 2004). El cálculo del estadístico “*O*” de Wiegand & Moloney implica la utilización de un anillo de radio *r* y ancho *dr* que es centrado en cada punto del patrón, en el que se cuentan el número de puntos vecinos que se encuentran dentro del mismo. Para *n* individuos distribuidos en un área *A*, la densidad ( $d=n/A$ ) es el número promedio de individuos por unidad de área. La función *O*(*r*) es el número esperado de puntos dentro de un anillo de radio *r* centrado en un punto arbitrario del patrón.

Para la realización de un análisis en conjunto, los datos fueron analizados combinando la 4 parcelas de acuerdo al procedimiento sugerido por Diggle (2003), para lo cual se estima para cada escala *r* el promedio ponderado de puntos del patrón tomado sobre todas las replicas o parcelas y el promedio ponderado del área considerando todas las replicas. Se realizaron análisis univariados en el caso de la regeneración y análisis bivariados explorando las relaciones entre regeneración adultos conoespecíficos (DAP  $> 10$  cm) y adultos de todas las

especies ( $DAP > 10\text{cm}$ ). En los casos de los análisis univariados de la regeneración de *C. fissilis* y *C. canjerana* se utilizó el modelo CSR de Poisson (modelo espacial completamente al azar) como modelo nulo y los límites de confianza se construyeron mediante 19 simulaciones Monte Carlo para obtener límites de confianza al 95% para *C. fissilis* y 99 simulaciones para generar los límites de confianza al 99% para *C. canjerana* (Haase, 1995). En el caso de la regeneración de *A. polyneuron* y *B. riedelianum*, debido a la concentración de la regeneración en diferentes zonas de la parcelas, se aplicó el método de Poisson Heterogéneo para aislar el efecto de la agrupación a gran escala y estimar las distancias a las cuales se manifiestan los procesos. De esta manera valores  $O(r) > \lambda$  que superen el límite de confianza indican agrupamiento, mientras que valores  $O(r) < \lambda$  que superen los límites indican repulsión o regularidad (Wiegand & Moloney, 2004). Todos los análisis se realizaron mediante el software “Programita” (Wiegand & Moloney, 2004).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

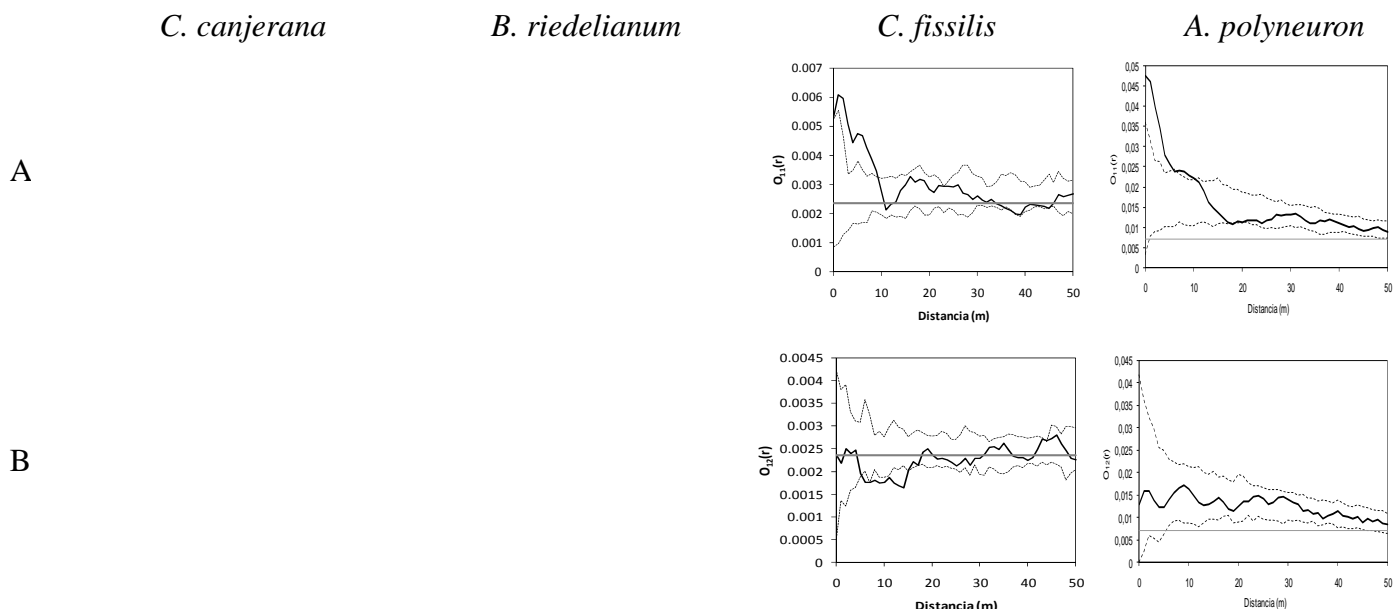
Los análisis univariados de la regeneración arrojaron agrupamientos significativos para las especies analizadas (Tabla 1). *C. canjerana* presentó un agrupamiento significativo hasta los 22 metros, con un pico hasta los 10 m mientras que la regeneración de *B. riedelianum* se agrupó hasta los 15 metros con un pico de agregación hasta los 5 metros (Figura 1A). Por otro lado *C. fissilis* y *A. polyneuron* presentaron agrupamientos significativos hasta los 10 m (Figura 1A). El agrupamiento de la regeneración de las especies analizadas responde a la característica de regeneración de la mayoría de especies arbóreas y en especial las especies de árboles tropicales (Batista & Maguire, 1998; Seidler & Plotkin, 2006; Condit *et al.*, 2000). Estos agrupamientos se originarían por la existencia de sitios aptos para la regeneración de cada especie en particular. Sin embargo, las particularidades de la dispersión de semillas de cada especie influirían sobre el tamaño de los agrupamientos (Seidler & Plotkin, 2006; Condit *et al.*, 2000). *C. fissilis*, *B. riedelianum* y *A. polyneuron* presentan dispersión anemófila (Carvalho, 1994; Eibl *et al.*, 1999; Alcántara *et al.*, 1997) y presentarían, como la mayoría de las especies de dispersión por viento, limitaciones en la dispersión de sus semillas (Nathan & Muller Landau, 2000). De esta manera, los agrupamientos estarían determinados por las distancias de dispersión de sus semillas en conjunción con la disponibilidad de ambientes adecuados para el establecimiento de la regeneración. Grau (2000) menciona agrupamientos a escalas entre 12 a 20 metros para *Cedrela lilloi*, relacionando estos agrupamientos a ambientes particulares o claros en el dosel. El género *Cedrela sp.* es mencionado como “pionero oportunista” por Lamprecht (1990) o como “pionero de gaps (Grau, 2000; Duz *et al.*, 2004) ya que puede instalarse bajo dosel y allí esperar la apertura del mismo por la caída de árboles dominantes o también colonizar directamente sitios desprovistos de cobertura. En el caso de *A. polyneuron*, Fonseca *et al.* (2004) encontraron agrupamientos de hasta 10 metros para esta especie, relacionando estas aglomeraciones a la existencia de micrositios bajo dosel aptos para la especie. Si bien no existen antecedentes para *B. riedelianum*, posiblemente la existencia de fuertes limitaciones en la dispersión de sus semillas y a la existencia de micrositios de regeneración limiten el tamaño de los agrupamientos.

*C. canjerana* posee dispersión primaria por parte de un gran grupo de aves (Pizo, 1997) y dispersión secundaria por parte de hormigas del género *Pachycondila*, *Odontomachus*, *Pheidole* y *Solenopsis* entre otros (Pizo & Oliveira, 1998; 2001). Las especies dispersadas por aves presentan agrupamientos relacionados al comportamiento de las diferentes especies involucradas en su dispersión (Seidler & Plotkin, 2006). Mientras que algunas especies consumen la semilla entera, que de esta manera debe pasar por el tracto digestivo, otras especies consumen solo el arilo sobre la misma planta, y otras, en cambio, se trasladan a diferentes plantas para consumirlo (Pizo 1997). Estos comportamientos



particulares pueden generar patrones agrupados cerca de los árboles madre y en los sitios preferidos utilizados como perchas (Wenny & Levey, 1998; Wenny, 2001).

Los análisis bivariados de la regeneración en función de los individuos adultos conespecíficos evidenciaron la posible ocurrencia de procesos denso dependientes en el caso de *C. fissilis* y *B. riedelianum* (Figura 1; Tabla 1). En el caso de *C. fissilis* el análisis arrojó una relación negativa o repulsión hasta los 15 metros en las cercanías de los adultos conespecíficos (Figura 1B). La repulsión de la regeneración a escalas pequeñas o en cercanías a individuos adultos conespecíficos indicaría la presencia de procesos denso dependientes debido al ataque de patógenos, predadores de semillas o insectos (Connell, 1971; Janzen, 1970). *C. fissilis* presenta una dispersión de semillas concentrada en los 20 m alrededor de los árboles madre (Alcántara *et al.*, 1997) y en el caso de las especies del género *Cedrela sp.*, que presentan el ataque de *Hypsipyla grandella* Zeller. en condiciones de alta densidad (Grijpma & Gara, 1970), se refuerza la hipótesis de la presencia de los procesos antes mencionados en las escalas observadas. Por otro lado, en el caso de *B. riedelianum* no se manifestó repulsión en las cercanías de los adultos hasta los 5 metros, mientras que la relación resultó positiva entre los 5 y 35 metros (Figura 1B). La falta de tendencia en la cercanía de los individuos conespecíficos adultos podría deberse a la existencia de procesos denso-dependientes de predación de semillas, herbivoría y ataque de patógenos que limitaría la regeneración en la cercanía de los adultos (Janzen, 1970; Connell, 1971; Augspurger, 1984; Wills *et al.*, 1997). Sin embargo, este proceso se manifestaría a distancias pequeñas de menos de 5 m de los individuos conespecíficos (Figura 1B). Estos procesos densodependiente a escalas pequeñas, menores a 10 m, también fue documentado en otros bosques tropicales (Augspurger, 1983; Condit *et al.*, 1994; Blundell & Peart, 1998). La asociación positiva entre los 10 a 35 m reflejaría la limitación en la dispersión de las semillas a mayores distancias y explicaría la tendencia a regenerar alrededor de los árboles padres. Por otra parte, *A. polyneuron* presentó una relación al azar o no significativo respecto al modelo nulo, indicando la falta de interacción entre la regeneración y los individuos adultos en coincidencia a lo reportado por Fonseca *et al.* (2004) (Figura 1B; Tabla 1).



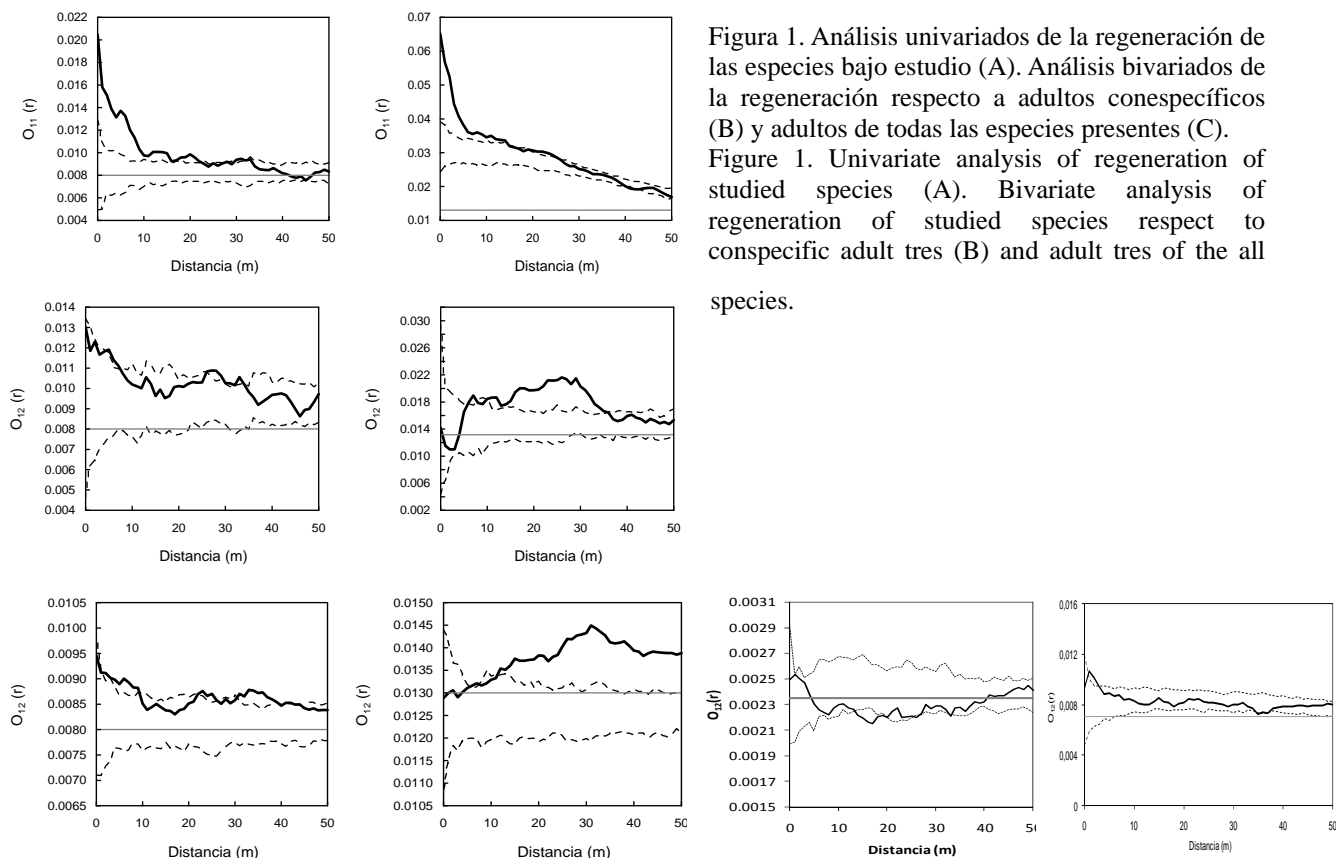


Figura 1. Análisis univariados de la regeneración de las especies bajo estudio (A). Análisis bivariados de la regeneración respecto a adultos conespecíficos (B) y adultos de todas las especies presentes (C).  
Figure 1. Univariate analysis of regeneration of studied species (A). Bivariate analysis of regeneration of studied species respect to conspecific adult trees (B) and adult trees of the all species.

La regeneración de *C. canjerana* se asocio a los adultos conespecíficos hasta los 10 metros y con picos positivos entre los 25 y 35 metros (Figura 1B; Tabla 1). Esta relación positiva en las cercanías de los árboles conespecíficos no indicaría la inexistencia de procesos densodependientes sino que se debería a la dispersión secundaria por parte de hormigas principalmente. Algunas especies de aves que consumen los frutos son dispersores más eficientes, mientras que otras dejan caer varios frutos antes de poder consumirlos (Pizo, 1997). De esta manera la mayoría de frutos y semillas caen o son depositados en las cercanías de las plantas madres. En esta situación se verifican procesos severos de predación por parte de insectos y roedores en conjunción con procesos de dispersión secundaria por partes de hormigas (Pizo & Oliveira, 1998; 2001). Las hormigas cumplen un rol fundamental en el éxito del establecimiento de las plántulas, principalmente en cercanías de las plantas madres ya que facilitan la germinación, ocultan las semillas dificultando el acceso de predadores de las mismas y reducen la posibilidad de ataque de patógenos mediante la extracción del arilo de las mismas (Pizo & Oliveira, 1998; 2001). En particular, los géneros *Pachycondila* y *Odonthomachus* pueden transportar semillas hasta 10 m (Passos & Oliveira, 2002), distancia que coincide con el patrón de agrupamiento alrededor de los árboles padres. Estos procesos definirían los patrones de la regeneración de la especie ya que, por un lado la actividad de las hormigas facilitarían el establecimiento en las cercanías de las plantas madres y determinarían el pico de agregación alrededor de las mismas a distancias menores a los 10 m, mientras que los agrupamientos a mayores distancias estarían determinados principalmente por el comportamiento de las aves involucradas en la dispersión de las semillas (Wenny, 2001; Alcántara *et al.*, 2000; Wenny & Levey, 1998; Pizo, 1997).

Los análisis bivariados de la regeneración en relación a los individuos adultos de todas las especies presentes resultaron en relaciones positivas en los casos de *C. canjerana*, *A. polyneuron* y *B. riedelianum* y relaciones negativas para *C. fissilis* (Figura 1C). La asociación de la regeneración de *C. canjerana* y los adultos del resto de las especies se manifestó hasta

los 10 metros indicando el proceso de facilitación por parte de la vegetación y entre los 22 y 40 metros reflejando probablemente la existencia del resto de los agrupamientos de la regeneración (Figura 1C). *C. canjerana* es mencionada como una especie tolerante a la sombra (Carvalho, 1994) y en conjunto a la dispersión por aves que depositan las semillas bajo los árboles que utilizan como perchas, podrían explicar el patrón encontrado en relación al resto de las especies. La regeneración de *A. polyneuron* se asocio hasta los 5 metros (Figura 1C) con el resto de las especies indicando el rol facilitador de individuos del dosel ya que la especie es clasificada con esciofita (Carvalho, 1994) y regenera en sitios poco expuestos a la radiación para regenerar (Fonseca *et al.*, 2004). En el caso de *B. riedelianum* la asociación positiva se manifestó a partir de los 12 metros. Esta asociación indicaría la preferencia de la especie a sitios relativamente más iluminados respecto a *C. canjerana* y *A. polyneuron* (Figura 1C). En este sentido, Campanello (2004) menciona valores de hasta 30 % de radiación como valores típicos de radiación donde se desarrolla la regeneración de *B. riedelianum*, mientras que Carvalho (1994) clasifica a esta especie como tolerante parcial de sombra durante los estadios juveniles. Por su parte, *C. fissilis* presento una tendencia negativa a partir de los 13 metros en relación al resto de los individuos adultos (Figura 1C). Estos resultados podrían representar las preferencias de la especie a regenerar en zonas o áreas con menor cobertura de dosel o en aperturas del mismo ocasionada por la caída de individuos (Franklin & Rey, 2007; Batista & Maguire, 1998) ya que esta especie es demandante de luz para su desarrollo con un optimo al 60 % de radiación (Campanello, 2004).

Tabla 1. Resumen de los patrones de las especies estudiadas para los análisis univariados y bivariados.  
Table 1. Summary of patterns of studied species for univariates and bivariates analysis.

	<b>Regeneración</b>	<b>Adultos</b>	<b>Otras Sp.</b>
<i>C. canjerana</i>	agrupada 35 m	positiva 10 m y 25-30m	positiva hasta 40 m
<i>B. riedelianum</i>	agrupada 25 m	negativa + a partir 10 m a 35 m	positiva a partir 10 m
<i>C. fissilis</i>	agrupada 10 m	negativa hasta 15 m	tendencia negativa 20-30 m
<i>A. polyneuron</i>	agrupada 10 m	al azar – sin relación	Positiva 5 m

A partir de los resultados resulta posible inferir algunas recomendaciones para el manejo de estas especies. Por un lado la manifestación de procesos densodependientes indican que en las cercanías de los adultos de estas especies, existe una baja probabilidad de encontrar regeneración y por lo tanto la corta de estos individuos no estaría asegurando la liberación de su regeneración. Esto es particularmente importante para *C. fissilis* ya que es una especie demandante de luz. Para *B. riedelianum* la corta de los individuos adultos combinados con cortas de liberación en las cercanías podría liberar la regeneración establecida alrededor de estos individuos.

El caso particular de *C. canjerana*, la asociación con los individuos adultos conoespecíficos indicaría la factibilidad de liberar la regeneración con la corta de los individuos mayores. Sin embargo, las distancias de agrupamiento respecto a los conoespecíficos nos estaría brindando aproximaciones a las distancias que deberían mantener los adultos para asegurar la presencia de la regeneración en el área bajo manejo. Estas distancias deberían ser el doble a la manifestada para cada especie. De esta manera *B.*

*riedelianum* y *C. canjerana* deberían mantener una distancia de 70-80 metros entre individuos maduros en cada caso, mientras que *A. polyneuron* no tendría esta restricción en las escalas estudiadas y dependería de cobertura para regenerar. Por su parte, *C. fissilis* demandaría liberaciones de la regeneración mediante la corta de individuos del dosel en los sitios donde se encuentren los grupos de regeneración, ya que su regeneración estaría condicionada a la disponibilidad de sitios aptos para su establecimiento. Estos sitios serían pequeños claros del dosel (Grau, 2000) y zonas que presenten condiciones particulares como suelo descubierto (obs.pers). Adicionalmente, la relación de la regeneración con los individuos adultos de todas las especies nos indicaría que extracciones excesivas eliminaría el rol facilitador de los árboles del dosel y de esta manera se dificultaría la regeneración de estas especies en el bosque, particularmente en el caso de *C. canjerana*, *B. riedelianum* y *A. polyneuron*.

## CONCLUSIONES

Las especies estudiadas presentaron agrupamientos hasta los 30 metros evidenciando la instalación en áreas o sitios con condiciones ambientales favorables. En el caso de dos especies, *C. fissilis* y *B. riedelianum* se manifestaron patrones de la regeneración potencialmente atribuibles a procesos densodependientes. Tres de las cuatro especies se relacionaron de manera positiva con los individuos del resto de las especies atribuible a procesos de facilitación por parte de los individuos mayores en sitios aprovechados.

## BIBLIOGRAFÍA

- Augspurger, CK. 1983. Seed dispersal of the tropical tree, *Platypodium elegans*, and the escape of its seedlings from fungal pathogens. *Journal of Ecology*. 71:759-771.
- Augspurger, CK. 1984. Seedling survival of tropical tree species: Interactions of dispersal distance, light-gaps and pathogens. *Ecology*. 65: 1705-1712.
- Alcántara, JM; PJ Rey; F Valera; AM Sánchez-Lafuente. 2000. Factors shaping the seedfall pattern of a bird-dispersed plant. *Ecology*. 81: 1937-1950.
- Alcántara, JM; N Vera; L Szczipanski; B Eibl; R Rios. 1997. Análisis de la dispersión de semillas de *Cedrela fissilis* en el bosque nativo de Misiones. *Yvyrareta*. 8:16-21.
- Batista, JLF & DA Maguire. 1998. Modelling the spatial structure of tropical forest. *Forest Ecology and Management*. 110: 293-314.
- Blundell, AG & DR Peart. 1998. Distance-dependence in herbivory and foliar condition for juvenile Shorea trees in Bornean dipterocarp rain forest. *Oecologia*. 117: 151-160.
- Cabrera, AL. 1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*. Editorial ACME. Capital Federal. Buenos Aires. Argentina. 85 p.
- Campanello, PI. 2004. *Diversidad, crecimiento y fisiología de árboles en la Selva Misionera: efectos de los cambios en la estructura y funcionamiento del ecosistema producidos por la invasión de lianas y bambúseas*. Tesis doctoral. Universidad Nacional de Buenos Aires.
- Campanello, P; JF Garibaldi; MG Gatti; G Goldstein. 2007a. Lianas in a subtropical Atlantic Forest: Host preference a tree growth. *Forest Ecology and Management*. 242: 250-259.
- Campanello, PI; MG Gatti; A Ares; L Montti; G Goldstein. 2007b. Tree regeneration and microclimate in a liana and bamboo-dominated semideciduous Atlantic Forest. *Forest Ecology and Management*. 252:108-117.
- Campanello, PI; MG Gatti; G Goldstein. 2008. Coordination between water-transport efficiency and photosynthetic capacity in canopy tree species at different growth irradiances. *Tree Physiology* 28: 85-94.
- Carvalho, PER. 1994. *Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira*. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; Centro Nacional de Pesquisa de Florestas – Colombo: EMBRAPA – CNPF; Brasília. República Federativa del Brasil. 640p.
- Condit, R; PS Ashton; P Baker; S Bunyavejchewin; S Gunatilleke, et al. 2000. Spatial pattern in the distribution of tropical tree species. *Science*. 288: 1414-1418.
- Condit, R; SP Hubbell; RB Foster. 1994. Density dependence in two in a neotropical forest understory tree species. *Ecology* 75: 671-680.
- Connell, JH. 1971. On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animals and rain forest trees, Pp 298-312. *En* Den Boer, P.J. & Gradwell editores. *Dynamics of populations*. Pudoc, Wageningen. Holanda.
- Dale, MRT. 1999. Spatial pattern analysis in plant ecology. Third edition. Cambridge University Press. Cambridge. 326 p.
- Diggle, PJ. 2003. *Statistical analysis of spatial point pattern*. Second edition. Academic Press. Londres. 168 p.
- Duz, S.R.; A Siminski.; M Santos; MTS Paulilo. 2004. Crescimento inicial de três espécies arbóreas da Floresta Atlântica em reposta à variação na quantidade de luz. *Revista Brasileira Botânica* 3:587-596.
- Eibl, BI; F Silva; G Ottenweller. 1990. Caracterización bioclimática del Guatambú Blanco (*Balfourodendron riedelianum*

- (Engl.) Engl.). *Yvyrareta*. 1: 53-65.
- Fajardo, A; JM Goodburn; J Graham. 2006. Spatial pattern of regeneration in managed uneven-aged Ponderosa pine/Douglas-fir forests of Western Montana, USA. *Forest Ecology and Management*. 223: 255-266.
- Franklin, J; SJ Rey. 2007. Spatial patterns of tropical forest trees in Western Polynesia suggest recruitment limitations during secondary succession. *Journal of Tropical Ecology*. 23: 1-12.
- Fonseca, M.G.; AM Martini; FA Dos Santos. 2004. Spatial structure of *Aspidosperma polyneuron* in two semideciduous forests in Southeast Brazil. *Journal of Vegetation Science*. 15: 41-48.
- Grau, HR. 2000. Regeneration patterns of *Cedrela lilloi* (Meliaceae) in northwestern Argentina subtropical montane forests. *Journal of Tropical Ecology*. 16: 227-242.
- Grijpma, P; R Gara. 1970. Studies in the shoot borer *Hypsipylla grandella* Zeller. I. Host selection and behavior. *Turrialba*. 20: 233-240.
- Haase, P. 1995. Spatial pattern analysis in ecology based on Ripley's K-function: Introduction and methods of edge correction. *Journal of Vegetation Science*. 6: 575-582.
- Janzen, DH. 1970. Herbivores and the number of tree species in tropical forest. *American Naturalist*. 104: 501-528.
- Jansen, PA; PA Zuiderna. 2001. Logging, seed dispersal by vertebrates, and natural regeneration of tropical timber trees, Pp. 35-59. En Fimbel RA, Grajal A y Robinson JG editors. *The cutting edge: Conserving wildlife in logged tropical forest*. Columbia University Press. New York.
- Lamprecht, H. 1990. *Silvicultura en los Trópicos*. Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GTZ). Eschborn. Alemania. 335 p.
- Levine, SA. 1992. The problem of pattern and scale in ecology. *Ecology*. 73: 1943-1967.
- López Cristóbal, L; L Grance; D Maiocco; B Eibl. 1996. Estructura y composición florística del bosque nativo en el predio Guaraní. *Yvyrareta*. 7: 30-37.
- Matthews, JD. 1989. *Silvicultural Systems*. Oxford Science Publications. Oxford University Press. Oxford. Inglaterra. 284 p.
- Nathan, R & HC Muller-Landau. 2000. Spatial pattern of seed dispersal, their determinants and consequences for recruitment. *Trends in Ecology and Evolution*. 15: 277-285.
- Olson, DM & E Dinerstein. 2002. The global 200: Priority ecoregions for global conservation. *Annals of Missouri Botanical Garden*. 89: 129-224.
- Passos, L; PS Oliveira. 2002. Ants affect the distribution and performance of seedlings of *Clusia criuva*, a primarily bird-dispersed rain forest tree. *Journal of Ecology*. 90: 517-528.
- Pearson, TRH; DFRP Burslem; RE Goeriz; JW Dalling. 2003. Interactions of gap size and herbivory on establishment, growth and survival of three species of neotropical pioneer trees. *Journal of Ecology*. 91:785-796.
- Pennigton, TD. 1981. Meliaceae. *Flora Neotropical*. Monographs. 28: 234-242.
- Perry, J.N.;AM Liebhold; MS Rosenberg.;J Dungan; M Miriti; A Macomulka; S Citronpousty. 2002. Illustrations and guidelines for selecting statistical methods for quantifying spatial pattern in ecological data. *Ecography*. 25: 578-600.
- Pizo, MA. 1997. Seed dispersal and predation in two populations of *Cabralea canjerana* (Meliaceae) in the Atlantic Forest of southeastern Brazil. *Journal of Tropical Ecology*. 13: 559-578.
- Pizo, MA; PS Oliveira. 1998. Interaction between ants and seeds of a nonmyrmecochorous neotropical tree, *Cabralea canjerana* (Meliaceae), in the Atlantic Forest of Southeast Brazil. *American Journal of Botany*. 85: 669-674.
- Pizo, MA; PS Oliveira. 2001. Size and lipid content of nonmyrmecochorous diaspores: effects on the interaction with litter-foraging ants in the Atlantic rain forest of Brazil. *Plant Ecology*. 157: 37-52.
- Placci, G; S Arditi; P Giorgis; A Wuthrich. 1992. Estructura del palmital e importancia de *Euterpe edulis* como especie clave en el Parque Nacional Iguazú. *Yvyrareta* 3: 93-108.
- Rother, DC; RR Rodrigues; MA Pizo. 2009. Effects of bamboo stands on seed rain limitation in a rainforest. *Forest Ecology and Management*. 257: 885-892.
- Seidler, TG & JB Plotkin. 2006. Seed dispersal and spatial pattern in tropical trees. *Plos Biology*. 4: 2132-2137.
- USDA, 2006. *Keys to Soil Taxonomy*. United States Department of Agriculture. Decima edición. Washington, DC. EEUU. 341 p.
- Wenny, DG & DJ Levey. 1998. Directed seed dispersal by bellbirds in a tropical cloud forest. *Proceedings of National Academy of Science of USA*. 95: 6204-6207.
- Wenny, DG. 2001. Advantages of seed dispersal: A re-evaluation of directed dispersal. *Evolutionary Ecological Research*. 3: 51-74.
- Wiegand, T & KA Moloney. 2004. Rings, circles, and null models for point pattern analysis in ecology. *Oikos*. 104: 209-229.
- Wiegand, T; S Gunatilleke; N Gunatilleke. 2007. Species associations in a heterogeneous Sri Lankan Dipterocarp forest. *American Naturalist*. 170: 77-95.
- Wills, Ch; R Condit; RB Foster; SP Hubbell. 1997. Strong density and diversity related effects help to maintain tree species diversity in a neotropical forest. *Proceedings of National Academy of Science of USA*. 94: 1252-1257.

# RENDIMIENTOS DE PODA EN *Prosopis alba* Griseb UTILIZANDO DIVERSAS HERRAMIENTAS DE CORTE

## PERMORMANCE IN *Prosopis alba* Griseb PRUNING USING VARIOUS CUTTING TOOLS

Vega, C. D.<sup>1</sup>; Pérez, V. R.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ing. Ftal. Dirección de Recursos Naturales y Gestión. Ministerio de la Producción y Ambiente. J. M Urriburu 1513, Formosa. Correo: [carmenvegafsa@hotmail.com](mailto:carmenvegafsa@hotmail.com).

<sup>2</sup> Ing. Ftal. Investigador de la Facultad de Recursos Naturales (FRN), Universidad Nacional de Formosa. Av. Gutnisky 3200, Formosa. Correo: [forestales@arnet.com.ar](mailto:forestales@arnet.com.ar)

### RESUMEN

En forestación de *Prosopis alba* de 3 años de edad, aproximadamente, ubicada a 145 km de la ciudad de Formosa, se evaluó el rendimiento operativo de la poda baja sistemática, mediante el uso de 3 clases de tijerones y 2 clases de serruchos. En el control del proceso se distinguió un ciclo general, representado por conjunto de árboles podados; y un ciclo particular, que estuvo dado por cada árbol podado (según herramienta). En el ciclo particular se distinguió la tarea de poda, la cual constituyo la variable de control para la evaluación de los rendimientos a través del “tiempo de poda”. Las mejores respuestas se lograron con los tijerones, destacándose el Tijerón Sandvik- Bahco con un tiempo promedio de la poda propiamente dicha de 7,2 hs/ha. Los serruchos tuvieron rendimientos operativos menores con un tiempo de poda promedio de 10,6 hs/ha.

**Palabras clave:** algarrobo blanco, tiempo de poda, tijerones, serruchos

### SUMMARY

In forestation of *Prosopis alba* of 3 years of age, approximately, located to 145 km from Formosa city, the operative yield of the systematic low pruning was evaluated, by means of the use of 3 shears classes and 2 classes of handsaws. During the process control, it was distinguished a general cycle, represented by group of pruned trees and a particular cycle, represented by each pruned tree (depending on the type of tool used). In the particular cycle it was distinguished the pruning task, which constitutes the control variable for the evaluation of yields through the “time of pruning”. The best answers were achieved by the shears, standing out the shear Sandvik - Bahco with an average time of 7,2 hs/ha of the properly pruning and average time of pruning of 10,6 hs/ha.

**Key words:** algarrobo blanco, time of pruning, shears, handsaws.

### INTRODUCCIÓN

*Prosopis alba* Griseb (algarrobo blanco) es un árbol espinoso, de porte mediano, fuste relativamente corto, con ejemplares de 8 hasta 12 m de altura y un diámetro entre 40 y 100 cm. De gran dispersión en la Argentina, frecuente en el Parque Chaqueño y en la región del Monte; es muy apreciada por los múltiples usos maderables y no maderables (Dimitri *et al.*, 1997).

Desde el año 2005 el algarrobo blanco es utilizado en cultivos forestales, especialmente en la zona norte de la provincia de Formosa, donde se concentra más del 70% de la superficie forestada con esta especie. En dichas forestaciones se observó la necesidad y

urgencia de realizar una silvicultura de conducción de los algarrobos, a través de la poda forestal (Área Fomento Forestal, 2008).

Fassola *et al.* (2001) comunican que para poda baja en *Pinus taeda* L., el corte con tijeras Sandwik fue el que mejores resultados y calidad de corte brindó, advirtiendo que en jornadas de trabajo prolongadas se puede afectar la calidad de corte.

Fassola *et al.* (2005) mencionan que en poda baja de *Pinus taeda*, no se observaron diferencias significativas en los tiempos de poda de la tijera eléctrica y la tijera manual de origen neocelandés. Asimismo, destacan que debería tenerse en cuenta que es considerado trabajo pesado, aquel realizado en forma manual, el cual aumenta el esfuerzo físico requerido por el operario.

Según la Dirección de Bosques de Formosa (2008), el algarrobo blanco para crecer bien necesita siempre de un buen tamaño de copa, por lo que la cubierta de vuelo que quede después de la poda debe respetar esta exigencia. Por ello se recomienda realizar podas suaves, por ejemplo, intensidad de poda a 1/3 de la altura total de cada individuo.

Sotomayor *et al.* (2002), en un estudio para pinos y eucaliptos, mencionan que, cuando el material genético utilizado no es homogéneo, la variación interna del crecimiento y desarrollo de los árboles es significativa, especialmente con relación a la variable altura. Por ello para la práctica de poda, estos autores aconsejan aplicar el criterio de altura de poda variable, que consiste en podar a mayor altura los árboles de mayor tamaño y a menor altura los más pequeños, logrando así homogeneizar el desarrollo del rodal (*observación: las plantaciones actuales de algarrobo blanco existentes en la Provincia de Formosa se ajustan totalmente a esta condición*).

De acuerdo a Kurtz y Ferruchi (2000), el rendimiento operativo de poda varía de acuerdo a la especie (tamaño, número, ángulo de inserción y distribución de las ramas en la copa), topografía del terreno, estado de enmalezamiento de la plantación, entrenamiento y experiencia del operario, combinación de tareas (selección-poda), alimentación del operario, condiciones y tipo de herramientas, etc.

Existen varios factores a tener en cuenta en el momento de tomar la decisión de podar, tales como: a) la existencia de un mercado con precios diferenciales a favor de la madera podada; b) la presencia de un tiempo suficientemente prolongado entre el momento de la poda y la corta final a fin de obtener madera libre de nudos; c) limitación práctica en la ejecución de la poda (los costos aumentan con la altura). Por otra parte, las tareas de poda deben ser realizadas de manera coordinada con los raleos, es decir, que es conveniente podar solo aquellos árboles que conformarán la masa final (Piedrahita Cardona, 1990).

A través de la poda forestal se busca obtener madera de calidad, libre de nudos (Fassola, 2001). En el caso concreto de las forestaciones de algarrobo es importante la ejecución de la poda por: a) la alta heterogeneidad interna de las plantaciones y la arquitectura de los algarrobos que hacen que esta especie tenga muchas ramas desde baja altura; b) la eliminación de las ramas bajas ayudaría a prevenir los riesgos de incendios; c) el sistema de producción que se está promocionando por el plan antes mencionado, es el sistema foresto-ganadero, hace que esta práctica sea fundamental para el manejo de dicho sistema (Moglia y Giménez, 2008; Área Fomento Forestal, 2008).

Debido a la escasa información sobre el manejo del algarrobo blanco y sobre todo las relacionadas a las cuestiones operativas, el presente trabajo tiene por finalidad aportar información precisa y concreta respecto a la práctica de poda. El objetivo de este informe técnico es comunicar los resultados de rendimientos operativos de la poda en plantaciones jóvenes de *Prosopis alba* utilizando diversas herramientas de corte.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La forestación de *Prosopis alba* de 3 años de edad, aproximadamente, ocupa una superficie de 20 ha, distancia de plantación inicial de 4 x 4 m, densidad de plantación 625 pl/ha. Geográficamente este sitio está definido por 25° 10' 32,2'' Latitud Sur y 58 33' 23,0'' Longitud Oeste. El área de estudio se encuentra ubicada a 145 Km de la ciudad de Formosa, en el Departamento Pilagás, en la zona Este o Húmeda de la provincia. El clima es cálido subtropical húmedo, con una temperatura promedio anual 23°C, ligeramente inferior respecto a la media de la Zona Oeste. Precipitaciones abundantes, superiores a los 1.000 milímetros anuales.

En la forestación se distinguen dos parcelas: a) Parcela 1, de 31 meses de edad, con plantas de menor grado de desarrollo, con ramas más pequeñas, y b) Parcela 2, de 33 meses de edad, conformada por plantas de mayor desarrollo, con ramas más gruesas.

Considerando las fallas en la plantación y la existencia de plantas pequeñas por reposición tardía, al momento del presente estudio se registró una densidad media de 560 pl/ha. De modo tal, que los cálculos de rendimientos operativos se hicieron con base a dicha densidad.

En el estudio se utilizaron 3 clases de tijerones y dos clases de serruchos forestales. Dichas herramientas constituyeron los distintos tratamientos para la evaluación de los rendimientos operativos.

En cada una de las parcelas estudiadas se utilizó una intensidad de poda de 1/3 de la altura total de cada individuo. Es decir, el criterio práctico para establecer la intensidad de poda consistió en identificar el tercio inferior de la altura total de cada individuo, quitándose la totalidad de las ramas existentes en ese tramo (longitud de poda – LP). Dicha decisión se fundamentó en la variación interna de esta forestación (propia de las forestaciones locales) con relación a la variable altura. En ocasión de la evaluación posterior de la práctica de poda, se recurrió a la estimación porcentual de la copa viva extraída (CVE). Se trata de una estimación visual de la proporción o volumen de ramas quitadas durante la poda.

El proceso de trabajo de poda se dividió en dos ciclos: a) Ciclo general, representado por un conjunto de árboles podados con una herramienta determinada. b) Ciclo particular, definido por la poda de cada árbol (según herramienta).

En el ciclo particular se distinguió la tarea básica de poda, a la cual se la midió y registró. En este estudio “podar” es la tarea de poda propiamente dicha, realizada por un operario calificado mediante el uso de tijerones o serruchos y con el auxilio ocasional de motosierra (previsto solo para ramas gruesas). A los fines del registro del tiempo real demandado por la poda, el inicio se consideró a partir de que la herramienta de corte se coloca sobre la primera rama a cortar y la finalización, cuando la última rama podada del árbol esta en el suelo. La variable de control para esta tarea se denominó Tiempo de Poda (TP).

La toma de tiempos se realizó, mediante cronómetro, con precisión hasta la centésima de segundo. El control del ciclo se hizo regularmente a una cantidad de plantas, igual para todos los tratamientos. Estas plantas fueron identificadas en el terreno con pintura.

El equipo estuvo constituido por: un operario calificado (podador), equipado con un tijerón o serrucho; y un motosierrista. Su participación en el proceso se limitó a auxiliar al podador, cortando las ramas muy gruesas (>4,5 cm de diámetro).

A fin de comprender mejor los escenarios en que se desarrolló el presente estudio, se realizó una caracterización morfométrica (diámetro a 1,30 m – DAP, altura total – HT, altura de poda – hp, longitud de poda).

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos, que constituyeron distintos tipos de herramientas, fueron: T1: Tijerón con Yunque (TY), para poda de ramas hasta 4,5 cm de diámetro en la base. Para diámetros superiores corte con motosierra (MS192T).



T2: Tijerón Tradicional Sandvik- Bahco (T16-60), para poda de ramas hasta 3,5 cm de diámetro en la base. Para diámetros superiores corte con motosierra (MS192T).

T3: Corte de ramas hasta 4,5 cm de diámetro en la base utilizando Tijerón Profesional Sandvik- Bahco (T160-75) y para diámetros superiores corte con motosierra (MS192T).

T4: Corte de ramas hasta 4,5 cm de diámetro en la base utilizando Serrucho Forestal Tradicional (SFT) y para diámetros superiores corte con motosierra (MS192T).

T5: Corte de ramas hasta 4,5 cm de diámetro en la base utilizando Serrucho Sandvik- Bahco 385-6T (SCZ) y para diámetros superiores corte con motosierra (MS192T).

Los datos obtenidos en los diferentes controles se cargaron y procesaron en planillas electrónicas de cálculo. En base a ellos se construyeron tablas, gráficos y determinaron estimadores estadísticos diversos: media aritmética, desvío estándar y coeficiente de variación, de la variable analizada.

Antes del uso específico de los datos en pruebas paramétrica se comprobó el cumplimiento del supuesto de normalidad mediante la prueba de Shapiro-Wilks (modificado), y el de homogeneidad de varianzas a través de la prueba de Levene. En los casos que se dieron cumplimiento a dichos supuestos, se utilizó análisis estadístico comparativo aplicando la prueba de Fisher –“F” y el análisis de varianza- ANDEVA (para el nivel de significancia 0,05). Posteriormente se evaluaron las diferencias de medias de grupos mediante la aplicación de la prueba de Tukey para igual nivel de significancia. Para el procesamiento informático de los datos se empleó el programa INFOSTAT/ Profesional.2008 d 2.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A fin de comprender y ponderar adecuadamente los resultados obtenidos en el presente estudio de rendimiento operativo de la poda, se dan a conocer los aspectos relevantes de la estructura de la forestación de algarrobo, en la cual se realizó el mismo. En la Tabla 1 se presentan los estadísticos descriptivos de las variables diámetro (DAP) y altura total (HT).

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de variables dasométricas.

Table 1. Statistical descriptive of mensuration variables.

	DAP			HT		
	Media (cm)	Desvío Estándar (cm)	Coefficiente Variación (cm)	Media (m)	Desvío Estándar (m)	Coefficiente Variación (m)
PARCELA 1	3,43	1,04	30,3	2,78	0,41	14,7
PARCELA 2	4,84	1,50	31,1	3,50	0,46	13,2
GENERAL	4,10	1,46	35,6	3,13	0,59	19,0

El promedio del diámetro resulta ser más sensible y útil para marcar las diferencias entre ambas parcelas. Este comportamiento diferencial de los algarrobos, del DAP respecto de la HT, se debe en cierta medida a que esta especie desde edad temprana, se desarrolla más en diámetro que en altura.

En la Tabla 2 se encuentran los resultados parciales de la intensidad de poda practicada, expresados con relación a LP y CVEE.

Tabla 2. Estadísticos descriptivos de la Intensidad de Poda (IP) practicada con respecto a la Longitud de Poda (LP) y Copa Viva Extraída (CVE).

Table 2. Statistical descriptive of the Intensity of Pruning (IP) practiced with regarding the Longitude of Pruning (LP) and Extracted Alive Crown of Tree (EAC).

	<b>Media (%)</b>	<b>Mínimo (%)</b>	<b>Máximo (%)</b>	<b>Coefficiente Variación (%)</b>
<b>IP<sub>LP</sub> (%)</b>	37,2	20,0	59,0	20,1
<b>IP<sub>CVE</sub> (%)</b>	41,5	10,0	70,0	33,3

Si bien, ambas variables sirven para referenciar la intensidad de poda, se destaca la CVE respecto a LP, ya que tiene: a) promedio más elevado; b) mínimo más bajo; c) máximo (70%) más alto; y d) mayor dispersión.

El hecho que el valor promedio y máximo sean más altos en CVE podría adjudicarse en parte a que, si bien todas las plantas tienen la misma altura relativa de poda, en algunas se observan bifurcaciones inferiores (o ramas de grandes dimensiones), ubicadas en el tramo podado, que al ser eliminadas ocasionan una importante pérdida de superficie fotosintética. Caso contrario, si las bifurcaciones quedan por encima de la altura de poda, las ramas quitadas son de menores dimensiones, y esto hace que la copa viva extraída sea menor.

Para poder interpretar más claramente lo expresado con anterioridad, se presenta a continuación un esquema gráfico de la práctica de poda.

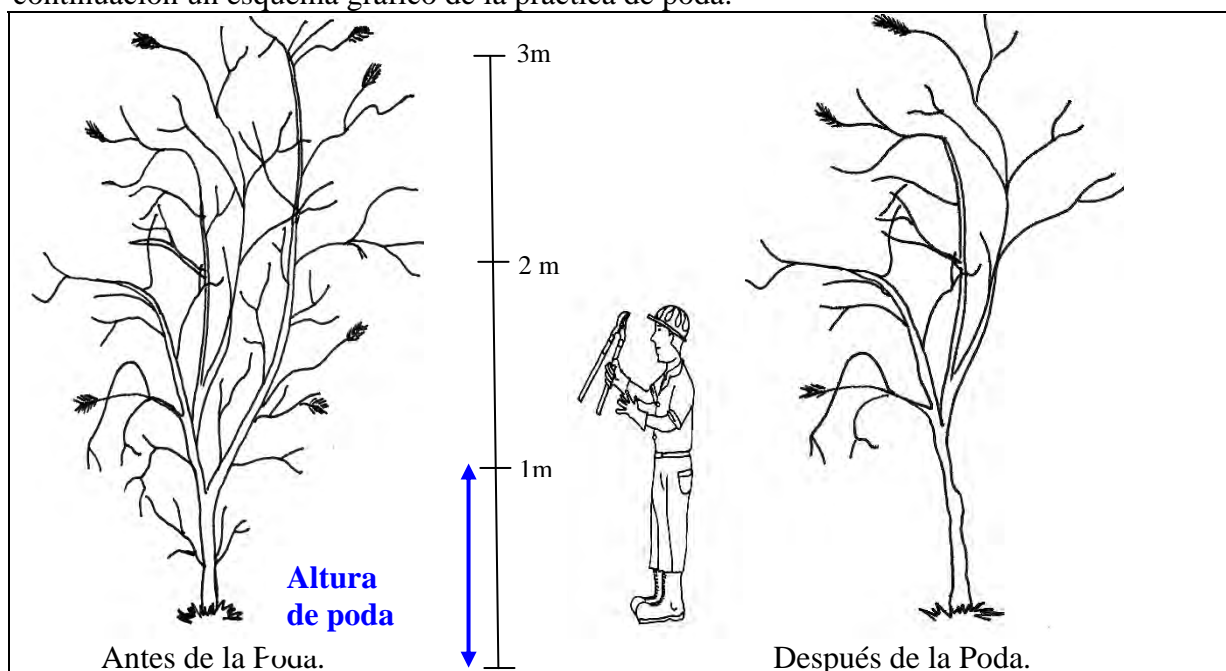


Figura 1. Esquema de la poda sistemática. Extracción de bifurcación.

Figure 1. Outline of the systematic pruning. Bifurcation extraction

En la Figura 1 se representó una planta de algarrobo que presenta bifurcación inferior, que al momento de la poda, incluía dicha bifurcación en el tramo del tallo en que debía realizarse dicha práctica. Se puede observar que, la planta después de la poda pierde aproximadamente un 50% de su copa, valor determinado a través de IP<sub>CVE</sub>.

Es por ello, que al momento de realizar la práctica de poda es conveniente que IP<sub>CVE</sub> no sea mayor al 50%, para no perjudicar en gran medida el crecimiento post-poda de los árboles.

En el caso que la altura de poda quede por debajo de la bifurcación, el porcentaje de copa viva extraída, será considerablemente menor, debido a que las ramas quitadas durante la poda serán de menor diámetro y tamaño. En consecuencia, al no tener la planta una pérdida

importante de superficie fotosintética, la posible disminución del crecimiento que pudiera registrarse será mínima.

## 1- Rendimiento operativo de la poda

A continuación se presentan los resultados del rendimiento operativo de la poda, obtenidos con tres clases de tijerones y dos clases de serruchos forestales. Los resultados que aquí se presentan corresponden al variable tiempo de poda (TP) para un total de 560 plantas podadas por hectárea. Los estadísticos descriptivos de dicha variable se pueden observar en la Tabla 3.

Tabla 3. Estadísticos descriptivos del tiempo de poda.

Table 3. Statistical descriptive of the time of pruning.

Tratamientos	Media (hs/ha)	Desvío Estándar (hs/ha)	Coefficiente Variación (%)	Mínimo (hs/ha)	Máximo (hs/ha)
T1 – TY	8,49	2,39	28,17	6,13	11,82
T2 - T16-60	6,31	1,55	24,59	4,32	8,11
T3 -T160-75	7,03	2,11	29,99	4,64	9,56
T4 – SFT	10,40	3,02	29,03	7,79	13,67
T5 – SCZ	10,89	1,65	15,14	8,44	11,87
<b>General</b>	8,62	2,69	31,25	4,32	13,67

Los promedios del tiempo de poda oscilan entre 6,31 y 10,89 hs/ha, habiéndose obtenido la media más baja en la utilización del tijerón tradicional (T16-60). Los valores de dispersión relativa de la variable tiempo de poda estuvieron por debajo del 30%, registrándose el menor valor en el T5 (15,14%).

## 2- Análisis estadísticos de rendimiento operativo.

Los detalles del análisis de varianza y la prueba de “F” (Fisher) se exponen en la Tabla 4.

Tabla 4. Análisis de varianza para tiempo de poda.

Table 4. Variance analysis for time of pruning.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado medio	Prueba F	Valor P
Bloques	3	56,51	18,84	13,57	0,0004
Tratamientos	4	64,71	16,18	11,65	0,0004
Residuos	12	16,66	1,39		
Total	19	137,88			

Como se puede observar en la Tabla 4 para la fuente de variación tratamientos se determinó un valor  $p = 0,0004$ . Consecuentemente, se puede afirmar la existencia de diferencias estadísticas altamente significativas en el rendimiento operativo de la poda, originado a partir del uso de diversas herramientas de corte. A fin de identificar entre cuales herramientas existen diferencias significativas, se realizó la prueba de Tukey (Tabla 5).

Tabla 5. Prueba de Tukey para tiempo de poda.

Table 5. Test of Tukey for time of pruning.

Grupos Homogéneos	Tratamientos	Número de Réplicas	Media <sub>TP</sub>
A	T2	4	6,31
A	T3	4	7,03
AB	T1	4	8,49

B	T4	4	10,40
B	T5	4	10,89

Los tijerones profesionales Sandvik - Bahco (T2 y T3), tuvieron un rendimiento similar, no difiriendo estadísticamente éstos del rendimiento logrado con la tijera con yunque. La diferencia importante se da a favor de los tijerones con respecto a los serruchos de poda (T4 y T5). En síntesis, a través de los análisis estadísticos se han aportado evidencias a favor del enunciado de la hipótesis de investigación. Esto es, que el rendimiento operativo de la poda depende de la herramienta de corte utilizada.

### 3 - Análisis técnico de rendimiento operativo.

Las mejores respuestas se lograron con los tijerones. En este contexto, se puede precisar que las herramientas con rendimientos operativos superiores se obtuvieron mediante el uso de los tijerones Sandvik - Bahco, correspondientes a los tratamientos T1 y T2. En otras palabras, los serruchos de poda tuvieron rendimientos operativos menores.

En estudios de poda de plantaciones de pinos y eucaliptos, realizados por Kurtz y Ferruchi (2000), también se observaron diferencias en el rendimiento operativo de la poda a favor de los tijerones frente a los serruchos. Éstos manifiestan que ambas herramientas son aptas para la práctica de poda, pero el uso del serrucho implica mayor riesgo de cometer errores en la técnica de corte, que con los tijerones, si el operario no está convenientemente entrenado o concentrado para realizar la tarea de poda.

Sotomayor *et al* (2002) destacan que, la poda puede ser realizada con diferentes herramientas de corte, pudiendo lograrse de igual manera resultados satisfactorios en cuanto a calidad. Además, expresan que, es usual que un podador con experiencia utilice simultáneamente tijerón y serrucho o sierra, para que el rendimiento sea mayor, es decir podar ramas delgadas con el tijerón y ramas más gruesas con el serrucho.

## CONCLUSIONES

Al evaluarse la práctica de poda baja sistemática en forestación joven de *Prosopis alba*, cortándose ramas menores a 4,5 cm de diámetro basal mediante la utilización de diferentes herramientas, se determinó que fueron los tijerones los que mejores rendimientos brindaron, con respecto a los serruchos forestales. De todas formas, lo conveniente para la práctica de poda es disponer ambas herramientas, ya que el serrucho forestal tiene la ventaja respecto de los tijerones que puede ser utilizado para cortar ramas de cualquier diámetro. El tiempo promedio de la poda propiamente dicha, (es decir, sin incluir las tareas previas y posteriores inmediatas al corte de ramas, ni el tiempo distributivo personal), fue de 7,2 hs/ha utilizando tijerón Sandvik- Bahco y 10,6 hs/ha usando serrucho.

## BIBLIOGRAFÍA

- ÁREA FOMENTO FORESTAL. Gobierno de la Provincia de Formosa. "Plan Provincial de Forestación". En: [http://www.formosa.gov.ar/portal/index.php?u\\_page=obras\\_algarrobo&u\\_menu=obras\\_left&date=8-2006](http://www.formosa.gov.ar/portal/index.php?u_page=obras_algarrobo&u_menu=obras_left&date=8-2006). Revisado el 15/12/08
- DIMITRI, M.J.; LEONARDIS, R. y BILONI, J.S. 1997. El Nuevo Libro del Árbol, Tomo I. Publicado por Melsa (Manufacturas Editoriales Litográficas S.A) Madrid, España. 120 pp.
- DIRECCIÓN DE BOSQUES DE FORMOSA. 2008. Poda de algarrobos. Cartilla. 12 pp.
- FASSOLA, H. 2001. Gestión de la calidad del proceso de trabajo de poda en una PyME de servicios forestales. Maestría en Análisis estratégico de negocios. Facultad de Ciencias económicas. 107 pp.
- FASSOLA, H; FERRERE, P; MARTINEZ, E; DE COULON, E. 2001. Estudio comparativo en poda baja con dos tipos de tijeras en *Pinus taeda* L. 7 pp.
- FASSOLA, H; GELID, M; MARTINEZ, E. 2005. Calidad de corte en poda baja de *Pinus taeda* L. con distintos tipos de herramientas. 8 pp.
- KURTZ V.D y FERRUCHI, R. 2000. La poda como parte de la estrategia para la obtención de madera de calidad. XV Jornadas Forestales de Entre Ríos. pp. B2-1:B2-23.

- MOGLIA, J. y GIMÉNEZ, A. 2008. Análisis de arquitectura vegetal: resultados preliminares de arquitectura vegetal de *Prosopis alba* y *Prosopis nigra*. 6pp. En:<http://fcf.unse.edu.ar/Ijorfor/pdfs/An%20El%20de%20Arquitectura%20Forestal.pdf>. Revisado el 16/12/08.
- PIEDRAHITA CARDONA, E. 1990. Aspectos técnicos del establecimiento y manejo de plantaciones forestales. Curso internacional sobre Técnicas de Optimización en el Manejo de Plantaciones Forestales. Medellín, Colombia. pp 42-51.
- SOTOMAYOR, A; HELMKE, E; GARCÍA, E. 2002. Manejo y Mantenimiento de Plantaciones Forestales. *Pinus radiata* y *Eucalyptus* sp. 21 pp. Instituto Forestal. Chile.

# EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL SUELO EN RELACIÓN A LA TOPOGRAFÍA EN ECOSISTEMAS DE PALMAR DE *Copernicia Alba* Morong

## EVALUATION OF THE PROPERTIES OF THE SOIL IN RELATION TO THE TOPOGRAPHY IN ECOSYSTEMS DE PALMAR DE *Copernicia Alba* Morong

Vicentini, G. M. ; Pérez, V. R.; Medina, E.

Grupo de Investigación de la Facultad Recursos Naturales - Universidad Nacional de Formosa  
Avenida Gutnisky 3200 – Formosa – CP 3600. Correo electrónico: [alvarezromea@arnet.com.ar](mailto:alvarezromea@arnet.com.ar)

### RESUMEN

En un ambiente de palmeras de *Copernicia alba* se realizaron mediciones de propiedades de los suelos a fin de contribuir al registro de una base de datos técnicos que ayuden definir pautas de manejo sustentable. En base a la determinación de la pendiente y características de la vegetación se escogieron dos áreas de posición topográfica distintas: una en pie de loma (PL) y otra en media loma (ML). Los resultados revelaron suelos clasificados como vertisoles con textura con predominio de materiales finos, arcillosos, signos de hidromorfismo evidenciaron dificultades en el drenaje interno. Son suelos salinos, no alcalinos. Se registró presencia de  $\text{CaCO}_3$  al metro de profundidad incrementando el pH. Presentan buenos valores de materia orgánica y fósforo pero estos decrecen a más de la mitad de su valor a partir de los 10cm de profundidad. La deficiencia en el drenaje obedecería a la lentitud de humedecimiento debida a su textura, siendo la estructura estable frente al agua.

**Palabras clave:** textura, anegamiento, sequía, palma

### SUMMARY

In an ambient of palms of *Copernicia alba* were carried out mensurations of properties of the soils in order to contribute to the registration of a database technicians that help define rules of sustainable handling. Based on the determination of the gradient and characteristic of the vegetation two areas of different topographical position were chosen: one in foot of hill (PL) and another in half hill (ML). The results revealed soils classified as vertisoles with texture with prevalence of fine, loamy materials, signs of water evidenced difficulties in the internal drainage. They are saline soils, not alkaline. Registered presence from  $\text{CaCO}_3$  to the meter deep increasing the pH. Present good values of organic matter and match but these they fall to more than half of their value starting from the 10 cm of depth. The deficiency in the drainage would obey the slowness of due movement of the water to its texture, being the stable structure in front of the water.

**Key words:** texture, flooded, drought, palm,

### INTRODUCCIÓN

La actividad forestal en la región chaqueña se ha caracterizado por la extracción predatoria de sus bosques nativos, explotando un bajo número de especies. Este aprovechamiento tan selectivo, con grave subutilización de los árboles cortados, fue impuesto por demandas de mercados externos e internos muy rígidas, por lo tanto no se tuvo en cuenta las bondades, que pueden ser iguales o similares, de otras especies, entre las cuales se encuentra la palma *Copernicia alba* Morong.

El conocimiento de la estructura y funcionamiento del ecosistema palmar es escaso, y consecuentemente se carece de información básica para su manejo sustentable. Se hace necesario contar con una base de datos que permita definir pautas de manejo en relación sus características biológicas intrínsecas y a los factores ambientales de los sitios donde se desarrolla. Cobra entonces interés, el estudio de las propiedades del suelo de los ecosistemas de palmar y de los procesos que ocurren en él. El objetivo de este trabajo es valorar las propiedades edáficas físicas, físico- químicas y químicas de un ecosistema palmar de *Copernicia alba* a efectos de contribuir a sentar bases técnicas para su manejo sostenible.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio se encuentra ubicada en la zona húmeda de la Provincia de Formosa (Departamento Formosa), correspondiente a la subregión ecológica denominada “Subregión Oriental Deprimida de Sabanas y Selvas de Ribera”, caracterizada por un paisaje continuo de llanura baja, de relieve plano, con pendientes que oscilan entre 0,1 y 0,2 ‰, originada por depósitos de arcilla de color gris claro sobre materiales del Infracuartario erosionado, siendo su origen esencialmente lacustre. (Pablo Groeber, 1958 en: Morello y Schaefer, 2002). Presenta una vegetación de pajonales inundables en distinto grado, con aspecto sabánico debido a la presencia de la palma *Copernicia alba*. Regularmente aparecen bosques en galerías, de dirección NW- SE y pequeñas isletas forestales más o menos alineadas. La zona de estudio se encuentra ubicada en el Departamento Formosa, 26 ° 02' 54,50'' Lat. S; 58 ° 12' 12,47'' Long. W., presenta temperaturas medias anuales superiores a los 21° C, por lo que le correspondería, la clasificación de “zona de clima tropical” pero por la existencia de una verdadera estación invernal, se modifica dicha clasificación a “subtropical - continental” (IN CYTH, 1976). Las precipitaciones son de tipo frontal (por el encuentro de las masas de aire provenientes del sudoeste y del noreste). Predominan precipitaciones convectivas, propias de la latitud y de la abundancia de fuentes evaporantes. El calentamiento local de las masas de aire, provoca su elevación llevando consigo el vapor de agua que contenía al nivel del suelo. Presenta una marcada estacionalidad en las precipitaciones, con dos picos de máxima (Abril y Diciembre) y mínimos invernales (Junio-Agosto). Los valores medios de precipitación anual oscilan alrededor de 1.200 mm.

La metodología de trabajo comprende tareas de gabinete, campo y laboratorio. El trabajo de gabinete fue complementado con trabajos de campaña. Cada lugar de trabajo fue georeferenciado. El relevamiento y descripción de los suelos se realiza mediante calicatas y perforaciones con barreno. La parte descriptiva del suelo se basa en las formulaciones del INTA (Etchevehere, 1972).

El diseño metodológico utilizado comprende dos unidades de estudio y análisis diferentes: 1- Unidad Principal: calidades de sitio. Se escogieron dos áreas de posición topográfica distintas: una en pie de loma (PL) y otra en media loma (ML). 2- Unidad Intermedia: en cada calidad de sitio se delimitaron tres subáreas conteniendo densidades diferentes (Nb): densidad baja; (Nm): densidad media y (Na): densidad alta. En cada densidad se establecieron tres parcelas de muestreo permanente (PMP) de forma circular de 400 m<sup>2</sup> cada uno. (Pérez *et. al.* 2009).

Los parámetros edáficos medidos en laboratorio y los métodos de determinación empleados son los siguientes: a) Densidad aparente: Gravimetría de muestras volumétricas, (Porta *et. al.*, 1994). b) Carbono orgánico: Método Walkey – Black. c) Nitrógeno Total: Método microkjedhal. d) Fosforo extractable Método Olsen. e) Textura: Análisis granulométrico Separación de arena por tamizado y las fracciones pelíticas (arena, limo y

arcilla) por pipeteo. (Richards, 1970). f) pH: Relación Suelo/Agua 1:2,5. g) Conductividad Eléctrica en extracto de pasta saturada. Sucesión bomba de vacío (Pizarro, 1985)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La descripción morfológica de los perfiles de suelo muestra como resultado suelos denominados vertisoles (Morello y Schaefer, 2002) caracterizados por poseer arcillas muy expansibles (ver perfiles N° 1 y 2). Estos suelos presentan características de hidromorfismo, más o menos pronunciadas según el grado de anegabilidad y espesores de los horizontes orgánicos superficiales. La pendiente es de 0,015 ‰ (Vicentini *et al.*, 2009), clasificada como de clase 0, correspondiente a áreas planas con escurrimiento muy lento a lento. (Etchevehere, 1972).

El componente biológico, está constituido principalmente por ejemplares de *Copernicia alba*. Además, existen áreas en que esta palma se halla asociada con ejemplares de árboles bajos y arbustos, aislados o formando isletas boscosas, de los Géneros *Prosopis* (algarrobos), *Celtis* (talas) y *Schinus* (molles). También, se mezcla con otras especies leñosas, como ser, chañar (*Geoffroea decorticans* Burk.), palo cruz (*Tabebuia nodosa* Griseb.), urunday (*Astronium balansae* Engl.), guayaibí (*Patagonula americana* L.) y palo piedra (*Diplokeleba floribunda* N.E.Brown).

El ecosistema palmar estudiado se caracteriza por tener un estrato arbóreo dominante, representado por ejemplares de *Copernicia alba*, muy homogéneos en cuanto al tamaño de sus componentes. De acuerdo a su ubicación en el relieve, el ecosistema palmar presenta diferentes densidades de palma, estando las menores densidades cercanos a los sitios bajos (<500 pl.ha<sup>-1</sup>) y las poblaciones de altas densidades de palmas en los sitios más altos (> 850 pl.ha<sup>-1</sup>). (Pérez *et al.* op. cit.). Figura 2.

Para comprender mejor las características de los sitios donde se asienta el ecosistema estudiado, a continuación se presenta la descripción morfológica de los suelos.

### Perfil N ° 1

A1 0-10 cm. Color en húmedo (10 YR 3/1); Franco arcillosa; bloques subangulares finos y muy finos, consistencia duro en seco, friable en húmedo; plástico y adhesivo; no hay reacción al HCl; raíces y raicillas abundantes; límite irregular claro.

A2 10-25 cm. Color (10 YR 4/2) en húmedo; Franco arcillosa; bloques subangulares finos; consistencia duro en seco y firme en húmedo, plástico y adhesivo; no hay reacción al HCl; raíces y raicillas moderada; límite claro, moteados, manchas pardo rojizas.

Bt1 25-70 cm. Color (2,5 Y 3/2) en húmedo; arcillosa; Bloques angulares irregulares, cuneiformes, fuertes, barnices continuos grises, moteados pardo oscuros contrastantes, muy plástico y muy adhesivo; no hay reacción al HCl; raíces escasas; límite suave claro.

Bt2 70-170 cm. Color (2,5 Y 3/2) en húmedo; arcillosa; firme, muy plástico y adhesivo; Bloques irregulares y cuneiformes que rompen en bloques subangulares y aplanados, barnices abundantes con grandes caras de deslizamiento, moteados, y manchas anchas pardo rojizas; bloques subangulares y aplanados, moteados y manchas anchas pardo rojizas; raicillas ausentes, escasas raíces; límite suave, claro.

C 170 a más; Color (10 YR 5/2) en húmedo; arcillo, firme en húmedo, plástica y adhesiva; bloques angulares irregulares; moteados, hay reacción al HCl; muy escasas raíces.

### Perfil N ° 2



A1 0-10 cm; Textura Franco arcillo limosa; bloques subangulares muy finos, consistencia friable en húmedo, duro en seco; ligeramente plástico y adhesivo; raíces y raicillas abundantes; límite irregular claro.

A2 10 - 35 cm; Textura arcillosa; bloques subangulares finos y medios; consistencia firme en húmedo, plástico y adhesivo; hay reacción al HCl; raíces y raicillas moderada; límite claro, moteados y manchas pardo rojizas.

B1 35-64 cm. Textura arcillosa; bloques angulares irregulares; consistencia firme en húmedo, plástico y adhesivo; raíces y raicillas moderada; límite claro.

B2 64-97 cm. Textura arcillosa; prismas que rompen en bloques angulares irregulares, cuneiformes, fuertes, Barnices continuos grises, grises muy oscuros, moteados pardo oscuros contrastantes, muy plástico y muy adhesivo; raíces escasas; no hay reacción al HCl; límite suave claro, moteados y manchas pardo rojizas.

BC 97 – 126 cm. Textura arcillosa; consistencia firme, muy plástico y muy adhesivo; Prismas que rompen en bloques irregulares y cuneiformes; hay reacción al HCl, presencia de carbonatos, moteados y manchas pardo rojizas.

C 126 + Textura arcillosa, consistencia firme en húmedo, muy plástica y muy adhesiva; bloques angulares irregulares; límite suave claro moteados y manchas pardo rojizas; presenta reacción al HCL.

### Propiedades Morfológicas del Suelo

En los suelos de estos ambientes predominan los de textura fina, principalmente arcillosos; presentando la palma *Copernicia alba* una profundidad de enraizamiento de unos 40 cm (Imagen 1). El hecho de que los suelos son muy poco permeables hace que toda el área, en su mayor parte y en los períodos de lluvia, permanezca cubierta por una lámina de agua presentando un aspecto cenagoso. La mayoría de estos suelos muestran problemas de drenaje evidenciados por signos de hidromorfismo en todo el perfil. Los problemas de drenaje se presentan principalmente durante el periodo estival con anegamiento de toda el área, registrándose 10 – 40 cm de agua sobre la superficie, fluctuando de acuerdo al régimen de precipitaciones. Entre las principales características físicas se destaca la lenta profundidad de humedecimiento del suelo después de la lluvia debido al alto contenido de arcilla y limo, como la consistencia “duro” en seco en el periodo invernal con escasas precipitaciones.



Imagen 1. Raíz de *Copernicia alba*.

*Image 1. Root of Copernicia alba*

Fotos Arq. B. Celas. Ministerio de Desarrollo Humano. Provincia de Formosa

Los resultados de los análisis de laboratorio se presentan en los Cuadros 1 y 2.

## Cuadro 1. Caracterización Física

### Picture 1. Physical characterization

Campo	Prof. (cm)	Arena (%)	Arcilla (%)	Limo (%)	Dap (Gr.cm <sup>-3</sup> )	Clase Textural	Espacio Poroso (%)
Perfil 1	0-10	22,7	31,9	45,4	1,27	Franco Arcilloso	52,08
Perfil 1	10 a 25	22,7	31,9	45,4	1,55	Franco Arcilloso	41,51
Perfil 1	25 - 70	8,3	52,5	39,2	1,59	Arcilloso	40,00
Perfil 1	70 - 170	14,5	56,6	28,9	1,50	Arcilloso	43,40
Perfil 2	0 - 15	16,5	38,1	45,4	1,18	Fr Arc Limoso	55,59
Perfil 2	15 - 35	14,5	56,6	28,9	1,77	Arcilloso	33,32
Perfil 2	35 - 64	12,4	48,4	39,2	1,73	Arcilloso	34,75
Perfil 2	64 - 97	2,1	73,1	24,8	1,76	Arcilloso	33,40

## Cuadro 2. Caracterización Química

### Picture 1. Chemical characterization

Campo	Prof.	pH	MO (%)	N (%)	P (ppm)	CE (dS.m <sup>-1</sup> )	RAS	PO=0,36 x ECs (mmhos/cm)
Perfil 1	0-10	4,49	4,54	0,26	17,59	2,72	0,11	0,98
Perfil 1	10 a 25	5,22	2,76	0,15	5,03	2,20	0,41	0,79
Perfil 1	25 - 70	7,71	0,80	0,06	2,73	6,38	0,61	2,30
Perfil 1	70 - 170	8,02	0,61	0,04	1,97	9,41	2,23	3,39
Perfil 1	170 +	8,57	0,37	0,03	1,64	8,89	2,35	3,20
perfil 2	0 - 15	4,99	6,46	0,37	33,32	2,30	0,22	0,83
perfil 2	15 - 35	6,20	1,53	0,11	7,76	2,20	0,53	0,79
perfil 2	35 - 64	7,39	0,22	0,02	7,98	7,43	0,41	2,67
perfil 2	64 - 97	8,39	0,31	0,03	7,98	5,12	0,68	1,84
Perfil 2	97 +	8,27	0,25	0,04	7,76	4,29	0,65	1,54

## Comparación de suelos ubicados en diferente posición del relieve

La morfología de los perfiles mostraron la presencia de un horizonte Bt con mayor contenido de arcilla en el pie de loma. El análisis granulométrico de ambos perfiles de suelo presentaron en profundidad una textura arcillosa, con predominio de fracciones de arcilla y limo, evidenciando en casi la totalidad de los horizontes valores superiores al 50% de arcilla. En superficie la textura fue franco arcillosa en la media loma a franco arcillo limosa en el pie de loma. La porosidad total es buena en ambos suelos, presentando menor valor en el pie de loma, Perfil N° 2.

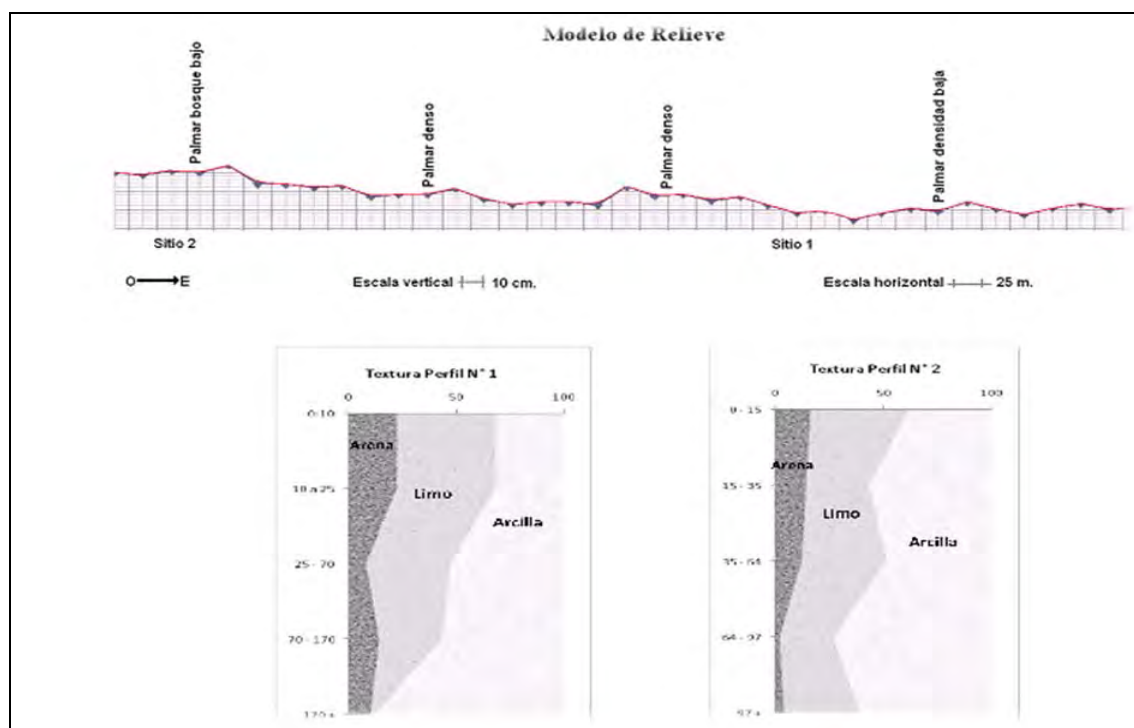


Imagen 2. Variación de la textura con la topografía en ecosistema de *Coperinicia alba*  
Image 2. Variation of the texture with the topography in ecosystem of *Coperinicia alba*

Estos suelos presentan buen contenido de materia orgánica (M.O.) en los horizontes superficiales (4-6%) pero son poco profundos. A partir de los 10 cm en profundidad, los valores de M.O. decrecen, registrándose en la media loma (Perfil 1) una disminución de un valor de 4,5% a 2,76% y desde 6,4% a bajos valores 1,53% en el pie de loma (Perfil 2). El contenido de M.O. en el horizonte superficial es más elevado en el Perfil 2, pero con respecto a la distribución dentro del perfil, se observa que es más gradual en el perfil N° 1. La textura fina y un mayor contenido de materia orgánica en el suelo ubicado en la media loma, Perfil 1 puede ser responsable del aumento de la porosidad y la densidad de plantas/hectárea.

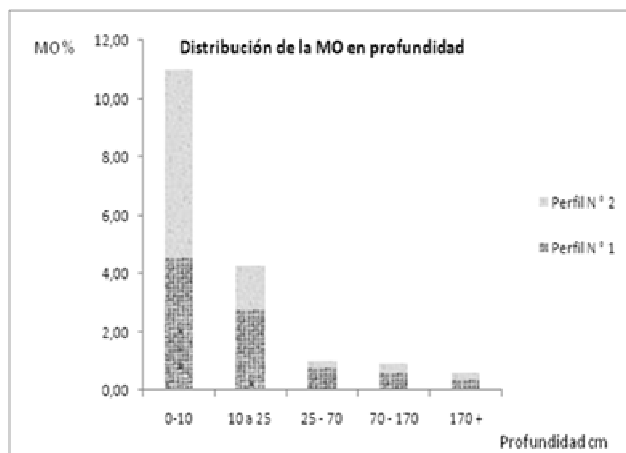


Grafico 1. Distribución de materia orgánica en profundidad.  
*Graphic 1. Distribution of organic matter in depth.*

El contenido de fósforo es alto superficialmente (10cm) para luego en profundidad tornarse deficiente con valores de 5 y 7 ppm en la media loma y pie de loma respectivamente.

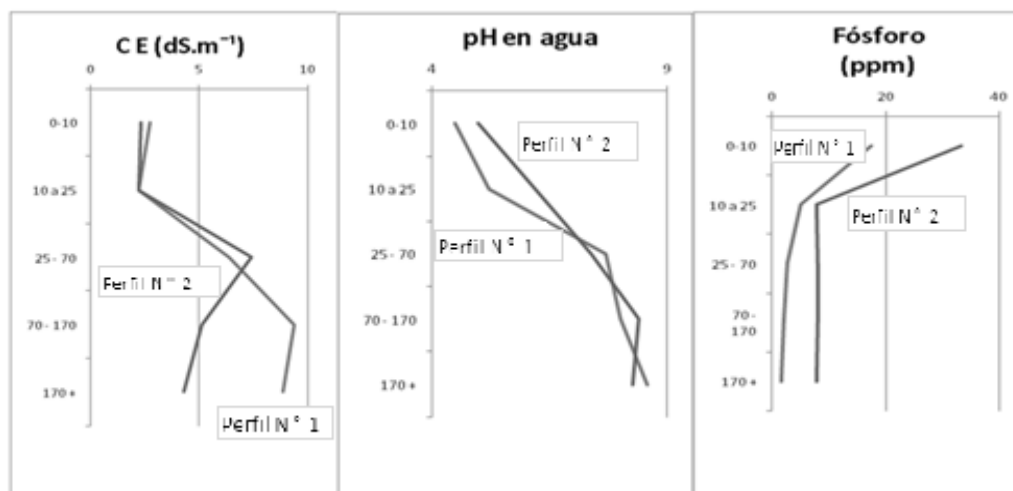


Gráfico 2. Representación de los valores de las propiedades edáficas de suelos de palmar de *Copernicia alba* en relación a la topografía.  
*Graphic 2. Representation of the values of the properties soils of palmar of Copernicia alba in relation to the topography*

Son suelos salinos pero no presentan problemas de alcalinidad. A partir de los 25 - 30cm de profundidad presentan una conductividad superior a 4 dS.m<sup>-1</sup>, encontrándose valores superiores en los suelos de la media loma (9,4 dS.m<sup>-1</sup>) con respecto al pie de loma (7,4 dS.m<sup>-1</sup>). El tiempo de permanencia del agua es menor en los suelos de media loma y los valores de presión osmótica son más altos, el agua escurre hacia el bajo, es decir, hacia el pie de loma, quedando retenida en esa posición más tiempo, facilitando el ingreso de agua al suelo dentro del perfil. Sin embargo esta situación no parece afectar a los palmares de *Copernicia alba*, pues en la media loma se encuentran los palmares más densos. Fig. N° 2. Son ácidos superficialmente aumentando a un pH promedio de 8 en profundidad. El

CaCO<sub>3</sub> en ambos suelos aparece próximo a los 100 cm de profundidad incrementando el pH.

## CONCLUSIONES

Los suelos analizados presentan características morfológicas representadas por una profundidad efectiva variable entre 40 y 60 cm, textura fina, la dificultad para el desarrollo radicular se presenta en el período invernal con escasas precipitaciones dada la consistencia de los horizontes arcillosos clasificados como “duros”, ambientes donde la Palma *Copernicia alba* sobrevive perfectamente. La situación opuesta, es decir, los periodos húmedos, con anegamientos fluctuantes en relación a régimen pluviométrico, se manifiesta en la morfología del perfil con presencia de signos de hidromorfismos y carbonatos presentes en profundidad. La deficiencia en el drenaje obedecería a la lentitud de humedecimiento evidenciado en estos suelos, no presentando problemas de alcalinidad, siendo la estructura estable frente al agua.

El suelo de la media loma presenta un contenido mayor de materia orgánica que la zona ubicada al pie de loma. Son suelos salinos. El contenido de fósforo es alto superficialmente pero deficiente a partir de los 10 cm de profundidad con valores de 5 y 7 ppm en la media loma y pie de loma respectivamente.

## BIBLIOGRAFÍA

- Etcheverehere, P. 1972. Normas de Reconocimiento de Suelos. Sgda Edición. Publicación N°2. INTA. Castelar, 211 pp.
- I.N.C.Y.T.H. 1976. Estudios Hidrogeológicos de la Provincia de Formosa. Instituto Nacional de Ciencia y Técnica Hídricas. Subsecretaría De Recursos Hídricos. Provincia De Formosa. pp 5:14.
- Morello, J.; Schaefer, P. 2002. Subregiones Ecológicas de Formosa y sus contenidos edáficos dominantes. Revista de Geografía, Año I, N° 1.UNaF. pp.: 31-49.
- Pérez, V.R.; Cañete, M.C.; Vicentini, G.M.; Medina, E. 2009. Aspectos Estructurales del Tipo Forestal Palmar de *Copernicia alba*. VI Reunión de Producción del NOA. Secretaría Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán.
- Pizarro, F. 1985. Drenaje agrícola y recuperación de suelos salinos. Ediciones Agrícolas Españolas. 519 pp.
- Porta J.M., Lopez Acevedo y Roquero, C: 1994. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. Ed. Mundi Prensa.
- Richards, L.A. (Ed.) 1970. Diagnostico y rehabilitación de suelos salinos y sódicos. Manual de Agricultura N° 60, Departamento de Agricultura de Estados Unidos de América. 167 pp.
- Vicentini, G.; Pérez, V.R.; Iribarren, R.; Cañete, M.C.; Medina, E.; Medina, F.. 2009. Condiciones edáficas e hidrológicas de un ecosistema de palmar de *Copernicia alba* (Morong). VI Reunión de Producción del NOA. Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Tucumán.

# ANÁLISE DA APLICAÇÃO DE EQUAÇÕES DE BIOMASSA E CARBONO PARA ESPÉCIES NATIVAS DA MATA ATLÂNTICA NA REGIÃO DE LINHARES, ES.

## ANALYSIS OF THE APPLICATION OF EQUATIONS OF BIOMASS AND CARBON FOR NATIVE SPECIES IN THE ATLANTIC FOREST AT REGION OF LINHARES, ES.

Vismara, E. S. <sup>1</sup>; Batista, J. L. F. <sup>2</sup>; Nicoletti, M. F. <sup>1</sup>; Castro, T. N. <sup>1</sup>; Couto, H. T. Z. <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Engenheiros Florestais, Pós-graduandos em Recursos Florestais, Universidade de São Paulo, Av. Pádua Dias 11, Piracicaba-SP, CEP 13418-900, vismara@esalq.usp.br, mfnicoletti@usp.br, tito.castro@usp.br

<sup>2</sup> PhD, Professores Doutores, Universidade de São Paulo, Av. Pádua Dias 11, Piracicaba-SP, CEP 13418-900, Brasil, parsival@usp.br, htzcouto@esalq.usp.br

### RESUMO

Objetivando a verificação da generalidade de uso de equações de predição de biomassa e de carbono em áreas distintas onde estas foram criadas, seis equações de predição de biomassa da literatura foram selecionados e aplicadas a um conjunto de observações de biomassa total obtidos por Vismara (2009). A avaliação do desempenho foi feita através da análise da curva que representa cada modelo no gráfico de dispersão da biomassa total (ordenadas) pelo DAP (abscissas) das 200 árvores amostradas e dos valores dos erros de predição das seis equações. Todas as equações testadas, com exceção de Chave (2001) e Higuchi (1998), tiveram desempenho muito aquém da equação referência, demonstrando a pouca generalidade de sua aplicação em áreas distintas aonde elas foram obtidas. Com relação à comparação das predições de carbono o uso do fator 0,5 se mostrou adequado na conversão de biomassa em carbono para as árvores em questão.

**Palavra-chave:** estimativa de biomassa, estimativa de carbono, equações empíricas.

### SUMMARY

Aiming to check the generality of using prediction equations of biomass and carbon in different areas where they were created, six equations for predicting biomass of literature were selected and applied to a set of observations of total biomass obtained by Vismara (2009). The performance evaluation was done by analyzing the curve representing each model in the dispersion of the total biomass (ordered) by DAP (abscissae) of the 200 sampled trees and values of the prediction errors of the six equations. All the equations tested, except for Key (2001) and Higuchi (1998), has performed well below the reference equation, showing little generality of its application in different areas where they were measured. The comparison of predictions of carbon using the factor 0.5 was adequate in converting biomass into carbon for the trees in question.

**Key words:** Biomass estimation, carbon estimation, empirical equations.

### INTRODUÇÃO

As florestas tropicais têm sofrido pressões antrópicas que alteram a sua estrutura e que até mesmo levam, em alguns casos, a sua completa destruição (Santos *et al.*, 2001). Nos últimos anos, seu valor ambiental tem sido foco de intenso debate da comunidade científica e grande atenção pela sociedade em geral. Esse crescente interesse vem, principalmente, do fato da influência que as florestas tropicais exercem no balanço dos gases de efeito estufa e suas consequências para as mudanças climáticas do planeta.

Segundo Higuchi e Carvalho Jr. (1994) este balanço é representado pelas emissões de carbono quando a floresta é cortada e queimada ou pelo potencial sequestro de carbono quando a floresta se regenera e cresce. Nesses dois contextos, a obtenção de estimativas fidedignas da biomassa florestal, e por consequência do carbono estocado, é necessária para a quantificação do balanço do carbono no ecossistema (Sanquetta, 2002).

Na literatura, a quantificação da biomassa florestal ocorre, geralmente, por meio de dois métodos distintos. Vieira *et al.* (2008) chamam de métodos diretos os que envolvem determinações diretas de biomassa e de métodos indiretos os métodos que envolvem algum tipo de estimativa da biomassa a partir da construção de equações alométricas de predição.

A obtenção de amostras destrutivas em áreas de florestas tropicais naturais se constitui, porém, num processo complicado no que se refere ao custo e à obtenção de licença ambiental. Diante disso, e da escassez de equações de predição de biomassa no Bioma Mata Atlântica na literatura, tem-se proposto o uso de modelos gerais que possam ser aplicados à diversas áreas, lançando mão apenas da medição de variáveis dendrométricas (Brown, 1997, Chave, 2005).

O uso dessas equações, no entanto, requer muita cautela. Em se tratando de relações empíricas, as equações alométricas de biomassa refletem as relações existentes em situações específicas, que podem variar entre os diversos ecossistemas, ou mesmo dentro de um mesmo ecossistema ou formação florestal.

Além da extrapolação de equações empíricas, outra fonte de erro no processo de determinação do carbono é o uso do fator 0,5 para sua conversão a partir da biomassa. Alguns trabalhos mostram que este pode variar dentro e entre espécies podendo chegar a valores muito diferentes do fator recomendado pelo IPCC (Intergovernment Panel on Climate Change).

Assim, o objetivo do trabalho foi verificar o potencial de uso de equações de predição de biomassa desenvolvidas em outras florestas tropicais para predição de biomassa do tronco de uma floresta tropical Atlântica. Em complemento a essa análise, foi realizada também a comparação das predições de carbono no lenho realizadas pelo modelo de Vismara (2009), quando a biomassa do lenho é convertida para carbono utilizando o fator 0,5 (recomendado pelo IPCC) e quando a conversão é realizada a partir do teor de carbono determinado em laboratório para cada da espécie estudada.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Área de estudo**

O estudo foi realizado em área pertencente à Companhia Vale do Rio Doce, recuperada com essências nativas e localizada ao norte do Estado do Espírito Santo, predominantemente, no município de Linhares com uma pequena abrangência nos de Sooretama e de Jaguaré. Geograficamente situa-se entre os paralelos 19° 06' - 19° 18' de latitude sul e entre os meridianos 39° 45' - 40° 19' de longitude oeste, contando com uma área de 22.000 ha.

### **Espécies utilizadas**

Das árvores das espécies estudadas (Tabela 2), foram retirados do tronco discos de madeira com casca de aproximadamente 5 cm de espessura em 5 posições relativas referentes à altura comercial da árvore: 0% (disco da base), 25%, 50% (disco do meio), 75% e 100% (disco do topo). Entende-se por altura comercial a altura até a primeira bifurcação do tronco. Cada disco teve sua massa verde medida no campo com balança analítica com precisão de 1 gramas e foi acondicionado em saco plástico para transporte.

Os discos foram utilizados tanto na determinação teor de umidade quanto da densidade básica do tronco. A densidade básica de cada disco foi determinada pelo método da balança

hidrostática, seguindo as normas da ABCP M14/70 e a metodologia de Vital (1984). Para determinação do teor de umidade, a massa seca dos discos foi medida através de secagem em estufa de circulação forçada de ar a 103° C até peso constante. O fator de teor de umidade foi determinado pela razão da massa seca pela massa verde do disco e foi aplicado em todo tronco para determinação da biomassa.

### Determinação do teor de carbono

Para determinação do teor de carbono nas espécies estudadas foi selecionado o disco correspondente a 50% da altura total das árvores. Para cada espécie, foram selecionados quatro discos secos na estufa de diferentes indivíduos. Sendo que, estes foram agrupados buscando que o diâmetro a altura do peito (DAP) dessas árvores, fossem representados por diferentes tamanhos.

A determinação do carbono orgânico das amostras foi feita através do moinho do facas com peneira de 30 mesh e determinada mediante combustão seca por infravermelho com equipamento LECO.

### Avaliação do desempenho dos modelos de predição de biomassa do tronco

Para realização deste estudo foram escolhidos seis modelos (Tabela 1), sendo três obtidos na floresta Amazônica (Santos, 1996 em Manaus/AM; Higushi, 1998 em Manaus/AM e Chambers, 2001 em vários locais na Amazônia), dois modelos Pan-tropicais (Chave, 2001 e 2005 em várias regiões tropicais) além de dois modelos obtidos para floresta Atlântica (Burger, 2005 em Santos/SP e Vismara, 2009 em Linhares/ES). O modelo de Vismara (2009) é o modelo obtido com os dados da área de estudo em questão, e portanto, seu desempenho será usado como parâmetro de comparação do desempenho dos demais modelos. Vieira *et al.* (2008) demonstraram, por exemplo, que as relações alométricas das árvores da floresta atlântica são muito distintas das da região amazônica e a aplicação de modelos desenvolvidos para um bioma em outro pode levar a estimativas de biomassa muito discrepantes.

**Tabela 1: Modelos de predição da biomassa total estudados, mostrando a amplitude diamétrica das árvores utilizadas para o desenvolvimento de cada modelo e o respectivo coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>).**  
**Table 1: Biomass prediction models studied, showing the diameter trees amplitude used for the development of each model and its coefficient of determination (R<sup>2</sup>).**

Modelo	R <sup>2</sup>	Amplitude de dap(cm)	Referência
$\ln(B) = - 2,103052 + 2,344377 \ln(dap) + 0,371545 \ln(h)$	0.98	5-120	Santos, 1996
$B = 0,001 \text{ dap}^{1,579} h^{2,621}$	0.94	5-120	Higushi, 1998
$\ln(B) = - 2,00 + 2,42 \ln(dap)$	0.92	5-125	Chave <i>et al.</i> , 2001
$\ln(B) = - 0,37 + 0,33 \ln(dap) + 0,933 \ln^2(dap) - 0,1220 \ln^3(dap)$	0.97	5-100	Chambers <i>et al.</i> , 2001
$\ln(B) = -6,80067 + 3,77738 \ln(dap)$	0.92	12.5-27.9	Burger, 2005
$\ln(B) = db [- 1,499 + 2,1481 \ln(dap) + 0,207 \ln^2(dap) + 0,0281 \ln^3(dap)]$	0.98	5-156	Chave <i>et al.</i> , 2005
$B = 0,0210 \text{ dap}^{2,8861}$	-	5-40	Vismara, 2009

A avaliação do desempenho foi realizada inicialmente grafando a curva que representa cada modelo no gráfico de dispersão da biomassa total (ordenadas) pelo DAP (abcissas) das 200 árvores amostradas. Nos modelos cuja variável biomassa se apresenta com transformação logarítmica, foi realizada a transformação inversa para a escala original da variável.

Além disso, como alguns dos modelos selecionados possuem também a altura das árvores como variável preditora (Santos, 1996, e Higushi, 1998), a altura foi substituída pela seguinte relação hipsométrica (predição da altura em função do DAP), que foi ajustada a partir das



árvores amostradas:  $H = 4,62095 + 0,48008 (DAP)$ .

O modelo de Chave (2005), diferentemente do demais, apresenta a densidade básica como variável preditora. Para tornar possível comparação desse modelo no gráfico de dispersão biomassa por DAP, a variável densidade desse modelo foi substituída pela estimativa da densidade básica média observada nas árvores amostradas, que foi de  $0.5131 \text{ g/cm}^3$ .

Em complemento à análise gráfica, foram calculados também os erros de predição dos modelos. Entende-se por predição a biomassa predita por cada modelo para cada uma das árvores amostradas na escala original, isto é, em quilogramas. As predições para cada árvore foram realizadas utilizando os dados específicos de cada árvore, sem as alterações descritas no processo de construção do gráfico de dispersão da biomassa pelo DAP. Já por erro de predição, entende-se a diferença entre a biomassa medida e a biomassa predita por cada modelo para cada árvore. Os erros de predição podem ser apresentados na escala original da biomassa (kg) ou em escala relativa como uma porcentagem da biomassa medida.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 2 tem-se a lista das espécies utilizadas no estudo e os valores da determinação da densidade básica e o teor de carbono determinados em laboratório.

**Tabela 2: Espécies estudadas, com respectivas densidade básica da madeira e teores de carbono orgânico determinados em laboratório.**

**Table 2: Studies species, with their basic wood density and organic carbon determined in laboratory.**

Espécie	Densidade Básica ( $\text{g/cm}^3$ )	Teor de carbono (%)
<i>Astronium graveolens</i> Jacq.	0.5922	47.2287
<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart. ex Tul.	0.7277	47.2150
<i>Cariniana legalis</i> Mart. Kuntze	0.5136	48.5262
<i>Cordia trichotoma</i> Vell. Arrib. ex Steud.	0.4555	49.7812
<i>Joannesia princeps</i> Vell.	0.4058	47.7237
<i>Pteropcarpus violaceus</i> Vogel	0.4187	48.4862
<i>Pterygota brasiliensis</i> F. All.	0.4994	48.0912
<i>Schizolobium parayba</i> Vell. Blake	0.2679	45.1787
<i>Tabebuia serritifolia</i> Vahl. Nich.	0.6474	46.3762
<i>Zeyhera tuberculosa</i> Vell. Bur.	0.3772	46.8950

### Desempenho dos modelos de predição de biomassa

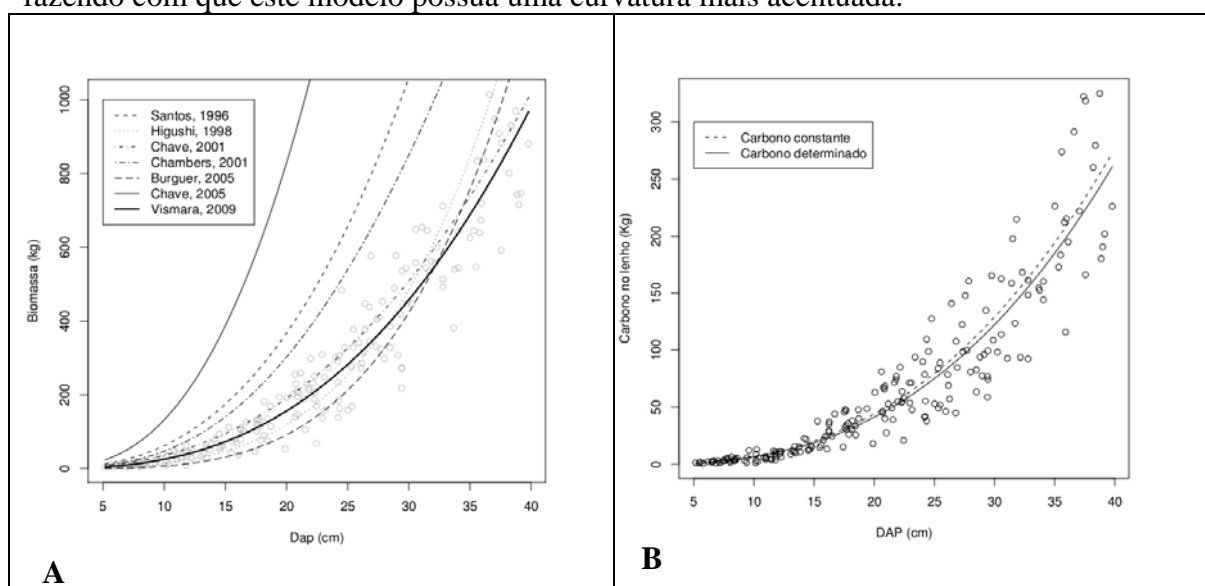
Como pode-se observar na Tabela 3 o modelo de Vismara (2009), como já era esperado, teve o melhor desempenho em relação aos erros de predição, com o menor valor de erro padrão de predição. Assim, esse modelo será utilizado como modelo de referência, uma vez que foi ajustado a partir dos dados utilizados para comparação. A partir da observação da Tabela 3 e da Figura 1A pode-se notar uma correspondência gráfica entre a distância da curva de cada modelo para a curva do modelo de referência (Vismara, 2009) e o valor do erro de predição. Quanto maior a distância, maior o valor observado do erro padrão de predição (Tabela 3).

**Tabela 3: Estatísticas dos erros de predição dos modelos estudados.**

**Table 3: Statistics of the prediction errors of the models studied.**

Modelo/Referência	Erro Médio	Quartis dos Erros de Predição			Erro Padrão de Predição
		Primeiro – 25%	Segundo – 50%	Terceiro – 75%	
<b>Erros na escala da biomassa (kg)</b>					
Santos, 1996	-331,10	-484,80	-215,60	-64,88	465,68
Higushi, 1998	-13,74	-40,73	5,65	35,19	124,93
Chave <i>et al.</i> , 2001	-32,71	-60,43	-15,11	-1,77	81,16
Chambers <i>et al.</i> , 2001	-212,00	-330,10	-139,60	-39,16	298,94
Burguer, 2005	-294,60	-372,30	-66,29	0,82	549,01
Chave <i>et al.</i> , 2005	-1058,00	-1610,00	-734,40	-197,40	1485,66
Vismara, 2009	-1,05	-20,04	0,68	27,49	72,53
<b>Erros na escala relativa (%)</b>					
Santos, 1996	-132,38	-193,83	-86,20	-25,94	186,19
Higuchi, 1998	-5,49	-16,28	2,26	14,07	49,95
Chave <i>et al.</i> , 2001	-13,08	-24,16	B -6,04	-0,71	32,45
Chambers <i>et al.</i> , 2001	-84,76	-131,98	-55,82	-15,66	119,52
Burger, 2005	-117,79	-148,85	-26,50	0,33	219,51
Chave <i>et al.</i> , 2005	-423,01	-643,72	-293,63	-78,93	594,00
Vismara, 2009	-0,42	-8,01	0,27	10,99	29,00

A única exceção se refere ao modelo de Burger (2005), cuja curva é bastante coincidente com as observações e com o modelo referência, mas ainda assim apresentou o segundo pior resultado no que se refere ao erro padrão de predição. Até o DAP de aproximadamente 32 cm, o modelo de Burger (2005) possui tendência a subestimar os valores de biomassa, a partir daí, passa a superestimar em relação ao modelo referencia. Isto se deve ao fato do parâmetro que se refere à potência do DAP ter um valor muito elevado em relação aos demais modelos, fazendo com que este modelo possua uma curvatura mais acentuada.



**Figura 1: (A) Gráfico de dispersão da biomassa pelo diâmetro (DAP) das árvores com a curvas representativas da predição dos modelos estudados e o modelo de referência (Vismara, 2009). (B)**

**Gráfico de dispersão da quantidade de carbono no tronco (kg) e diâmetro (DAP) da árvores. As curvas representam o teor de carbono constante de 0,5, segundo recomendação do IPCC (linha contínua), e teor de carbono específico, a partir de determinação em laboratório para amostras tomadas no campo (linha pontilhada).**

**Figure 1: (A) Dispersion of biomass by diameter (DBH) of trees with the curves represent the prediction of the models studied and the reference model (Vismara, 2009). (B) Dispersion of the amount of carbon in trunk (kg) and diameter (DBH) of trees. The curves represent the constant carbon content of 0.5, as recommended by the IPCC (solid line) and specific carbon content, from the determination in the laboratory for samples taken in the field (dotted line).**

O modelo de Chave (2005), se mostrou muito aquém em relação aos demais tanto se for considerada a análise gráfica como se for considerado o seu valor de erro padrão de predição. A curva do modelo de Chave (2005) se afasta muito da dispersão dos dados e o seu comportamento em termos de erros de predição é muito maior que dos demais.

Os modelos Santos (1996), Chave (2001 e 2005), Chambers (2001) e Vismara (2009) em diferentes magnitudes, superestimam os valores de biomassa em todas as classes de diâmetro. As exceções são os modelos de Burguer (2005) e Higushi (1998) que subestimam a biomassa até determinado DAP e passam a apresentar super-estimativas ultrapassada este diâmetro.

Todos os modelos, com exceção de Chave (2001) e Higushi (1998), tiveram desempenho muito aquém do modelo de Vismara (2009), no que se refere à realizar predições de biomassa nas árvores deste estudo. Isto demonstra o cuidado que se deve ter ao aplicar modelos empíricos em situações diversas àquelas onde o modelo foi obtido.

É importante ressaltar que os modelos estudados, além de terem sido obtidos em áreas distintas à do modelo de Vismara (2009), foram ainda desenvolvidos a partir de amostras de amplitude de diâmetros bem distintas (Tabela 2). Esta diferença contribui para o baixo desempenho destes modelos já que a relação entre o diâmetro e a altura é muito distinta em árvores de diferentes tamanhos. Além disso a diferença na composição de espécies nos diferentes trabalhos pode contribuir muito para esse baixo desempenho, já que tem-se variáveis de tamanho (DAP e altura total) predizendo uma variável gravimétrica (biomassa) que depende intrinsecamente da densidade básica da madeira de cada espécie.

O modelo mais adequado entre os testados foi o de Chave (2001), seja em termos de comparação gráfica com o modelo de Vismara (2009) e em relação à dispersão das observações, seja no que diz respeito ao comportamento dos erros de predição. Como pode ser observado na Tabela 3, o modelo de Chave (2001) e o modelo de Higushi (1998), seriam os únicos aplicáveis às observações, pois possuem estimativas de erro padrão de predição (kg) aceitáveis, se considerarmos o erro padrão de predição gerado pelo modelo de Vismara (2009).

### **Predição de Carbono**

A predição de carbono baseada no fator constante de 0,5, como recomendado pelo IPCC, apresentou tendência de super-estimativa nas árvores estudadas, uma vez que os teores de carbono das espécies na amostra se mostraram inferiores 0,5 (Tabela 2). Esta tendência de super-estimativa (é evidenciada na Figura 1B, que apresenta o gráfico da quantidade de carbono (em kg) em função do DAP das árvores. Esta diferença demonstrou significância pelo Teste F à um nível de 5% de probabilidade.

A curva de predição de carbono baseada no fator constante de 0,5 para todas espécies (linha contínua) se desloca um pouco acima da curva que representa o modelo obtido a partir da determinação do teor de carbono para cada espécie individualmente. Além disso, pode-se observar que esse deslocamento é maior quanto maior o DAP das árvores.

A magnitude da diferença entre as duas formas de conversão, entretanto não se mostrou relevante. A diferença em termos do erro padrão de estimação foi bastante inferior a um

quilograma (0,28 kg), o que resulta numa diferença no erro relativo menor que 1% (Tabela 3).

**Tabela 3: Erros da estimativa da quantidade de carbono por árvore em função do fator de conversão utilizado.**

**Table 3: Errors in estimating the amount of carbon per tree depending on the conversion factor used.**

Fator de Conversão	Erro Médio	Quartis dos Erros de Estimção			Erro Padrão de Estimção
		Primeiro – 25%	Segundo – 50%	Terceiro – 75%	
<b>Erros na escala absoluta (kg)</b>					
Fator constante 0,5	-2,85	-11,21	-1,58	5,55	26,80
Fator específico	0,94	-6,54	-0,24	7,86	26,52
<b>Erros na escala relativa (%)</b>					
Fator constante 0,5	-4,19	-16,5	-2,33	8,17	39,45
Fator específico	1,38	-9,62	-0,35	11,57	39,04

## CONCLUSÕES

A utilização de modelos de equações empíricas de biomassa para predição da biomassa em situações distintas da situação original para qual os modelos foram desenvolvidos é um procedimento complicado. Uma seleção criteriosa e cuidadosa poder gerar predições de biomassa adequadas para situação em estudo e para todas de decisão em relação à biomassa. Entretanto, a aplicação de modelos inadequados pode resultar em predições equivocadas, gerando uma representação falsa da situação estudada. Os equívocos podem ser tanto a super-estimativa quanto a sub-estimativa, dependendo do modelo aplicado e da situação de estudos.

Os procedimentos de seleção de modelos deveria, sempre que possível, incluir a comparação das predições com dados empíricos de biomassa específicos da situação em estudos, ainda que para uma amostra pequena, uma vez que as informações obtidas na literatura são raramente suficientes para se poder dizer de ante-mão qual dos modelos publicados resultará em predições adequadas ou inadequadas na situação de estudo.

A utilização do fator constante de 0,5 para conversão da biomassa em quantidade de carbono, embora tenha resultado numa super-estimativa para as espécies arbóreas estudadas, se mostrou adequado dada a pequena magnitude relativa dessa super-estimativa no nível das árvores individualmente. Em se tratando de grandes regiões florestadas, o fator de conversão constante poderá gerar super-estimativas da quantidade de carbono de magnitude absoluta considerável (em Mg), ainda que em termos relativos a relevância dessa super-estimativa permaneça pequena.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BROWN, S., 1997. Estimating biomass and biomass change of tropical forests: A Primer. FAO Forestry Paper 134. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, p. 55.
- BROWN, S.; GILLESPIE, A. J. R.; LUGO, A. E. Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data. *Forest Science*, v. 35, n. 4, p. 881-902, 1989.
- BURGER, D.M. **Modelos alométricos para a estimativa da fitomassa de Mata Atlântica na Serra do Mar, SP.** 2005. 112 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
- CHAMBERS, J. Q.; SANTOS, J.; RIBEIRO, R. J.; HIGUCHI, N. Tree damage, allometric relationships, and above-ground net primary production in central Amazon forest. *Forest Ecology and Management*, v. 152, p. 73-84, 2001.
- CHAVE, J.; RIÉRA, B.; DUBOIS, M. Estimation of biomass in a neotropical forest of French Guiana: spatial and temporal variability. *Journal of Tropical Ecology*, v.17, p. 79- 96, 2001.
- CHAVE, J., ANDALO, C., BROWN, S., CAIRNS, M., CHAMBERS, J.C., EAMUS, D., FÖLSTER, H., FROMARD, F., HIGUCHI, N., KIRA, T., LESQUIRE, J., NELSON, B.W., OGAWA, H., PUIG, H., RIÉRA, B. & YAMAKURA, T.

- Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. **Oecologia**, v. 145, p. 87-99, 2005.
- CLARK, D. B.; CLARK, D. A. Landscape-scale variation in forest structure and biomass in a tropical rain forest. **Forest Ecology and Management**, v. 137, p. 185-198, 2000.
- HIGUCHI, N.; CARVALHO Jr., J. A. Fitomassa e conteúdo de carbono de espécies arbóreas da Amazônia. In: SEMINÁRIO EMISSÃO x SEQUESTRO DE CO<sub>2</sub> : uma nova oportunidade de negócios para o Brasil, Rio de Janeiro, RJ. **Anais...** Rio de Janeiro: Companhia Vale do Rio Doce, 1994. p. 125-153.
- HIGUCHI, N., SANTOS, J., RIBEIRO, R. J., MINETTE, Y. B. M. Biomassa da parte aérea da vegetação da floresta tropical úmida de terra-firme da amazônia brasileira, **Acta amazônica**, Manaus, v. 28 n. 2, p. 153-166, mar. 1998.
- SANQUETTA, C. R. Métodos de determinação de biomassa florestal. In: In: SANQUETTA, C. R., WATZLAWICK, L. F., BALBINOT, R., ZILLIOTO, M.A.B., GOMES, F.S. (Eds.). As florestas e o carbono: [s.n.], 2002, cap. 6, p. 119-140.
- SANTOS, J. **Análise de modelos de regressão para estimar a fitomassa da floresta tropical úmida de terra-firme da Amazônia brasileira**. 1996. 121 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.
- SANTOS, J., PAULA NETO, F., HIGUSHI, N., LEITE, H. G., SOUZA, L. A., VALE, B. A. Modelos estatísticos para estimar a fitomassa acima do nível do solo da floresta tropical úmida da amazônia central, **Revista Árvore**, Viçosa, v. 25, n. 4, out. 2001.
- VIEIRA, ALVES, L. F., AIDAR, M., ARAUJO, L. S., BAKER, T., BATISTA, J. L. F., CAMPOS, M. C., CAMARGO, P. B., CHAVE, J., DELLITI, W. B. C., HIGUSHI, N., HONORIO, E., JOLY, C. A., KELLER, M., MARTINELLI, L.A., MATTOS, E. A., METZKER, T., PHILLIPS, O., SANTOS, F. A. M., SHIMABUKURU, M. T., SILVEIRA, M., TRUMBORE, S. E. Estimation of Biomass and Carbon Stocks: The case of Atlantic Forest, **Biota neotropica**, v. 8, n. 2, p. 21-29, jun. 2008.
- VISMARA, E. S. **Mensuração da Biomassa e Seleção de modelos para construção de equações de biomassa**. 2009. 102 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Departamento de Ciências Florestais, ESALQ, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

# AVALIAÇÃO DE INSETOS CAPTURADOS NA SERRA DA MANTIQUEIRA COM ARMADILHA TIPO PITFALL

## EVALUTION OF CAPTURED INSECTS IN MANTIQUEIRA MOUNTAIN RANGE WITH PITFALL TRAP

Balin, N.M.<sup>1</sup>; Alegretti, A. L.<sup>1</sup>; Forlin, E.<sup>1</sup>; Candioto, G.<sup>1</sup>; Habtzriter, T. L.<sup>1</sup>; Potrich, M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Tecnológica Federal do Paraná - *Campus* Dois Vizinhos (UTFPR-DV). Alunos de Graduação em Engenharia Florestal. \*e-mail: [nilson.eng-ab@hotmail.com](mailto:nilson.eng-ab@hotmail.com), Bolsista de Iniciação Científica atuando nas Unidades Educativas de Produção e Pesquisa da UTFPR-DV.

<sup>2</sup>Professora de Entomologia Florestal - Engenharia Florestal - UTFPR-DV. \*\*[michelepotrich@utfpr.edu.br](mailto:michelepotrich@utfpr.edu.br)

### RESUMO

A Mata Atlântica vem sofrendo há muito tempo um processo contínuo de devastação, o que fragmentou muito esse bioma, transformando num mosaico e colocando em risco muitas espécies, mesmo assim ainda possui uma das maiores biodiversidades do mundo. Com isto, objetivou-se avaliar os insetos de solo capturados com armadilha tipo PitFall em um fragmento de Mata Atlântica na Serra da Mantiqueira. Para isto foram confeccionadas armadilhas com garrafas *pet*, sendo um total de 20 armadilhas distribuídas aleatoriamente. Todos os exemplares foram classificados quanto a ordem e contabilizados. Sendo o total de 11 ordens identificadas de um total de 3008 insetos capturados. A pesquisa revelou as ordens mais frequentes e o números de exemplares dentro das suas respectivas ordens. As ordens mais frequentes foram Hymenoptera, com 42,22%, e Diptera com 30,45%. Outras ordens capturadas em menor quantidade, mas com importância econômica para culturas foram: Coleoptera Hemiptera, Orthoptera, Lepidoptera, Dermaptera, Blatodea.

**Palavras-chave:** Mata Atlântica, armadilha de solo, entomofauna

### SUMMARY

The rainforest is suffering a long time a process of devastation, which broke that biome, making a mosaic and endangering many species, yet still has one of the richest biodiversity in the world. With this, aimed to assess the soil insects captured with pitfall traps in a fragment of Atlantic Forest in the Mantiqueira Mountain range. For that, traps were made with plastic bottles, with a total of 20 traps distributed randomly. All specimens were classified as order and accounted for. With a total of 11 orders identified a total of 3008 insects captured. The research revealed more frequent orders and numbers of specimens within their respective orders. Orders Hymenoptera were most frequent, with 42.22% and 30.45% with Diptera. Other orders caught in smaller quantities, but economically important crops paras were: Coleoptera Hemiptera, Orthoptera, Lepidoptera, Dermaptera, Blatodea.

**Keywords:** Atlantic Forest, pitfall traps, entomofauna.

### INTRODUÇÃO

O Brasil conta com a maior biodiversidade do mundo, sendo catalogados aproximadamente 10 a 20% de 1,5 milhões de espécies. São descritos 751.00 insetos, 248.500 plantas, 26.900 algas, 69.000 fungos, 4.800 bactérias, 1.000 vírus, 30.800 protistas e 281.00 de todos os outros animais (Primack, 2001).

A Mata Atlântica apresenta a maior biodiversidade do planeta, sofrendo constantes alterações biológicas (Myers et al., 2000). A fim de avaliar as alterações biológicas, e para

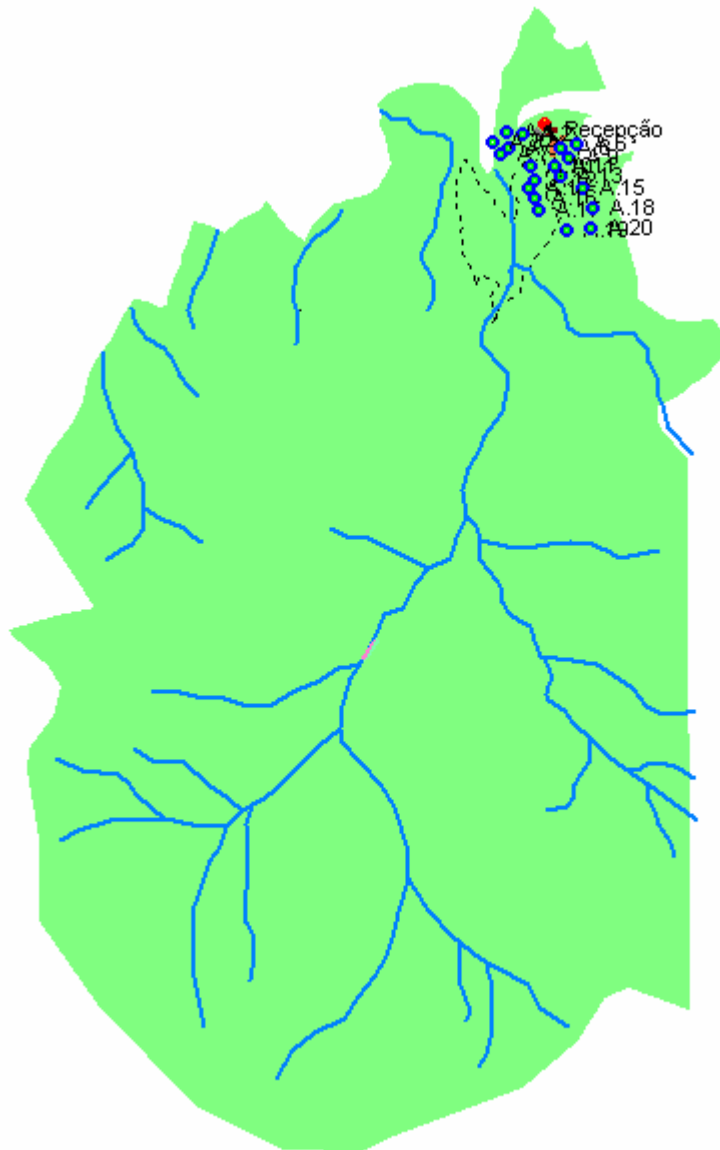
estudos ecológicos e de conservação, os insetos constituem um grupo bastante adequado, pois são sensíveis a mudanças na composição da vegetação e às características físicas do ambiente, servindo como bons indicadores da biodiversidade dos habitats (Brown, 1996). Assim, os estudos faunísticos no Brasil têm sido realizados para melhor conhecimento da entomofauna de um determinado ecossistema (Laroca & Mielke, 1975; Carvalho, 1984; Costa, 1986; Ferreira, 1986 e Fazolin, 1991).

Segundo Gallo et al. (2002), existem 35 ordens de insetos identificadas, que são: Archaeognatha, Thysanura, Ephemeroptera, Odonata, Plecoptera, Blattodea, Orthoptera, Mantodea, Phasmida, Blattariae, Grylloblatodea, Phasmatodea, Isoptera, Plecoptera, Dermaptera, Embioptera, Phthiraptera, Raphidioptera, Zoraptera, Psocoptera, Mallaphaga, Anoplura, Thysanoptera, Hemiptera, Homoptera, Neuroptera, Megaloptera, Coleoptera, Mecoptera, Trichoptera, Lepidoptera, Diptera, Siphonaptera, Strepsiptera e Hymenoptera.

O presente trabalho teve como objetivo identificar as ordens de insetos presentes em uma área de Floresta Ombrófila mista, predominante na região, localizada na Serra da Mantiqueira, Itamonte/MG (Fazenda Pinhão Assado) além de associar a importância econômica e ecológica que estes insetos possuem nesse tipo de floresta.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

A área de estudo conta com 1050 ha (Figura 1), sendo mais de 95% área de preservação e o restante destinado a produção da fazenda, que trabalha com uma linha de produtos orgânicos baseados em hortifruticultura, o excedente é comercializado aumentando a rentabilidade e sustentabilidade da fazenda.



**Figura 1.** Mapa da fazenda Pinhão Assado. As linhas em azul representam os recursos hídricos da área, os pontilhados pretos representam as trilhas, os círculos azuis representam o local de implantação das armadilhas de solo.

**Figure 1.** Map of Pinhão Assado Farm. The blue lines represent the water resources of the area, dotted black represent the trails, the blue circles represent the site of pitfall traps.

A Fazenda Pinhão Assado apresenta 95% de sua propriedade de Floresta Ombrófila Mista em estágio regenerativo. O município de Itamonte/MG, está localizado à 22° 17' 02" S e 44° 52' 12" O. Mesorregião Sul e Sudoeste de Minas, na Microrregião de São Lourenço, fazem divisa com os municípios de Baependi, Alagoa, Bocaina de Minas, Resende (RJ), Queluz (SP), Itanhandu e Pouso Alto.

O clima característico da região é o Clima Tropical de Altitude Cwb (ACHETUDOREGIÃO, 2010), possuindo inverno frio e com estiagem no mesmo período, e verão ameno com pluviosidade superior aos níveis de inverno, sendo a época mais chuvosa e altitude de 933 metros. A Fazenda está localizada a uma altitude de 1.450 metros, com regiões que atingem 2.300 metros, latitude de 22° 21' 10" e longitude de 44° 47' 46". Sendo porta de entrada para a parte alta do Parque Nacional do Itatiaia e Pico das Agulhas Negras.



### Implantação das armadilhas de solo tipo Pitfall

Para identificação de entomofauna na Fazenda Pinhão Assado, foi utilizado armadilhas de solo tipo *Pitfall* confeccionadas com garrafas pet, com baixo custo e boa eficácia na captura de insetos.

As armadilhas foram confeccionadas com garrafas pet de 2 litros, em cada garrafa foram feitas 4 janelas nas laterais a 12 cm da base. As dimensões da janela foram de 5 cm de largura por 10 cm de altura. Foram produzidas 20 armadilhas do mesmo padrão. Para a morte e conservação dos insetos, foi usada uma solução de 200 mL de álcool 70% para cada armadilha.

As armadilhas foram implantadas no dia 26 de janeiro ao dia 06 de fevereiro, à cada 4 dias foram realizadas as coletas, colocadas em vidro identificados e levados a sede da Fazenda para a identificação das ordens e contagem do número de insetos. Para a identificação das ordens foi utilizada a chave de identificação de Gallo et al. (2002).

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

A região apresentou uma boa variabilidade de insetos onde teve predominância da ordem Hymenoptera, representada pelas vespas, abelhas, mamangavas e formigas. Todas apresentam diversidade de espécimes, tendo as vespas e abelhas papel fundamental na polinização de muitas espécies vegetais, além de muitas serem inimigos naturais de insetos-praga (Gallo et al., 2002).

As formigas também constituem um grande número de espécies, dentre estas podem ser destacadas as formigas cortadeiras (quenquéns e saúvas) com grande potencial econômico, sendo estas pragas desfolhadoras de muitas culturas florestais e pomares, sendo ambos bastante visados desde o plantio até a produção (Costa et al., 2008).

A ordem Hymenoptera totalizou 42,22% do total de insetos capturados (Gráfico 1), este fato pode estar associado ao hábito de formarem grupos (hábito gregário) e caminharem em busca de alimento.

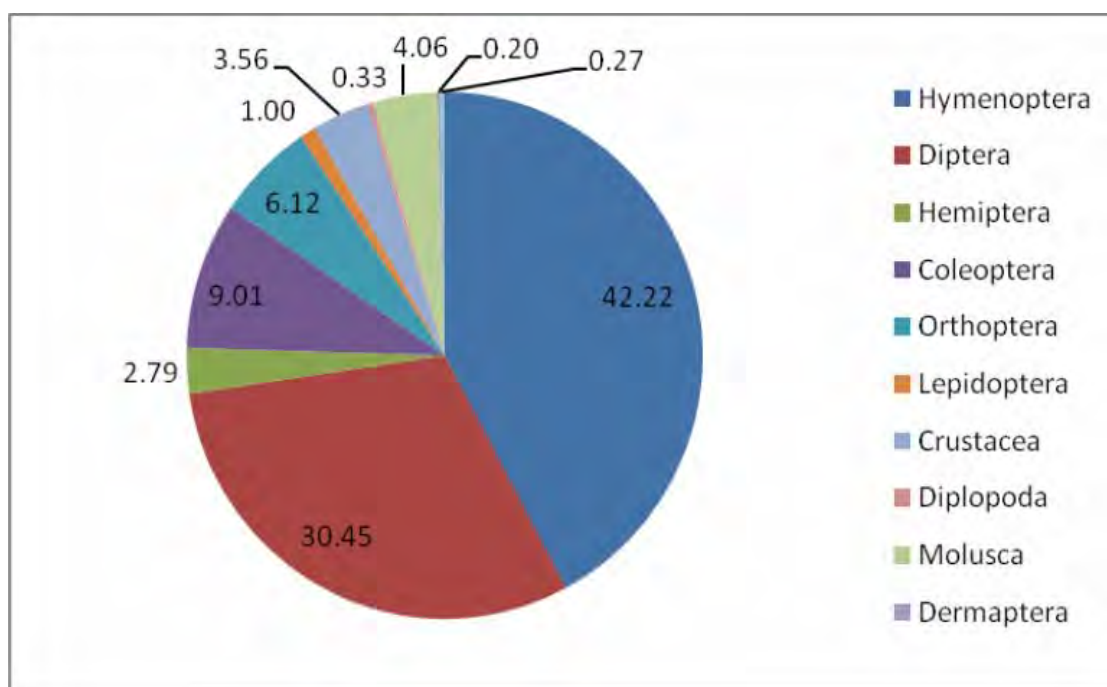


Gráfico 1. Distribuição, por ordem, do total de insetos capturados em armadilha de solo na Fazenda Pinhão Assado.

Graph 1. Distribution, in order, the total insects captured in pitfall traps on the Pinhão Assado Farm.

A segunda ordem mais abundante foi Diptera com 30,45 %. Esta é representada pelas moscas, borrachudos, pernilongos, mosquitos, mutucas entre outros. Estes insetos apresentam pouca importância econômica como pragas florestais, no entanto, tem importância destacada como pragas em frutíferas, como a mosca do mediterrâneo (mosca-das-frutras), e importância médico-veterinária, por serem vetores de algumas doenças (Gallo et al. 2002).

A ordem Hemiptera tem grande importância econômica por possuir espécies consideradas pragas, como os percevejos e as cigarrinhas, mas também tem importantes espécies predadoras, utilizadas no controle de muitas pragas, tanto florestais, quanto de hortaliças, no entanto, o número de insetos capturados desta ordem foi pequeno, apenas 2,79%.

A ordem Coleoptera é a maior ordem dentre os insetos, tendo importância destacada pela grande variedade de espécies, muitas destas como pragas florestais, um exemplo são os serradores e as coleobrocas. O total de Coleoptera coletados foi de 9% (Gráfico 1).

Os representantes da ordem Orthoptera são considerados pragas importantes para a maior parte das culturas. Os grilos, representantes desta ordem, são insetos polívoros, que se alimentam de uma diversidade de plantas (Costa et al., 2008). Dentro desta ordem, que contabilizou 6,11% do total de insetos coletados, tem-se ainda os gafanhotos e as esperanças.

As borboletas e mariposas da ordem Lepidoptera, não causam danos quando adultas, pelo contrário, auxiliam no processo de polinização, no entanto, na fase larval (lagarta) são causadoras de grandes desfolhas e de broqueamento em árvores de grande porte (Gallo et al., 2002), esta ordem também apresenta importância econômica em outras culturas. Apesar dos adultos serem voadores ativos, muitas vezes pousam no solo em busca de alimentos ou nas flores, sendo representados por 0,99% do total de insetos coletados. Outras ordens de insetos coletadas foram: Dermaptera 0,19% e Blattodea (0,26%) (Gráfico 1).

Outros animais foram capturados nestas armadilhas, como Crustaceos (3,55%), Diplopodos (0,33%) e alguns representantes do Filo Mollusca (4,06%).

O tipo de armadilha utilizada é adaptada para captura e levantamento de insetos de solo, ou seja, insetos que caminham sobre este ou fazem pousos seguidos no solo, não podendo ser relacionada a insetos voadores, para este tipo de identificação devem ser utilizadas armadilhas de interceptação de vôo do tipo *Malaise*, de atração luminosa do tipo "Luiz de Queiroz" ou para moscas do tipo *MacPhail*.

Este trabalho apresentou um grande número de exemplares em um tempo curto de coleta, o que ressalta a biodiversidade da Mata Atlântica, reforçando a condução de estudos posteriores em novas áreas e em novas épocas. Além disso, o conhecimento destes insetos pode auxiliar na condução da produção orgânica do local, através do manejo destes insetos.

## CONCLUSÃO

O presente estudo revelou a predominância da ordem Hymenoptera com 42,22% do total de 3008 insetos capturados e a segunda maior incidência foi da ordem Diptera (30,45%). Outras ordens foram capturadas, mas em menor quantidade. O total de insetos capturados neste curto espaço de tempo foi significativo, visto que esse tipo de armadilha está relacionado à captura de insetos de solo.

## REFERÊNCIAS

- BORROR, D.J; DELONG, D.M. 1988. Introdução ao Estudo dos Insetos. São Paulo: Editora Edgard Blu Ltda. 635 p.
- BROWN, K.S. 1996. The use of insects in the study, inventory, conservation and monitoring of biological diversity in Neotropical habitats, in relational to traditional land use systems. Decline Conservation Butterflies in Japan 3: 128-149.
- CARVALHO, A.D.R. Análise faunística de coleópteros coletados em plantas de *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus saligna*. Piracicaba, 1984. 105p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

- COSTA, E.C. Artrópodes associados à bracinga (*Mimosa scabrella*). Curitiba, 1986. 271p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná.
- COSTA, E. C.; D'AVILA, M.; CANTARELLI, E. B.; MURARI, A. B.; MANZONI, C. G.. 2008. Entomologia Florestal; Santa Maria: UFSM, 239p.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. Entomologia agrícola. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.
- FAZOLIN, M. Análise faunística de insetos coletados com armadilha luminosa em seringueira no Acre. Piracicaba, 1991. 236p. Tese (Doutorado)- Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- FERREIRA, M.F.B. - Análise faunística de Formicidae (Insecta, Hymenoptera) em ecossistemas naturais e agro-ecossistemas na região de Botucatu-SP. Botucatu, 1986. 73p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista.
- LAROCA, S.; MIELKE, O.H.H. Ensaio sobre ecologia de comunidade em Sphingidae na Serra do Mar, Paraná-BR, (Lepidoptera). Revista Brasileira de Biologia, Rio de Janeiro, v.35, n.1, p.1-19, 1975
- MYERS, N., MITTERMEIER, R.A., MITTERMEIER, C.G., FONSECA, G.A.B. & KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature, 403(24):853-858.
- PRIMACK, Richard B. Biologia da conservação. Londrina: E. Rodrigues, 2001.
- Site acessado <http://www.achetudoeregiao.com.br/MG/itamonte/geografia.htm> 11/03/2010
- ZUCCHI, R.A. Entomologia Geral: Chave de classificação das principais famílias de insetos. Piracicaba: ESALQ, 1995.

# PREFERENCIAS ALIMENTARIAS DEL PULGON DE LOS PINOS *Cinara atlantica* Wilson Y SUS CONTROLADORES BIOLÓGICOS EN CUATRO ESPECIES DE PINOS CULTIVADOS EN MISIONES

## FOOD PREFERNCES OF PINE APHID *Cinara atlantica* Wilson AND THEIR BIOLOGICAL CONTROL IN FOUR SPECIES OF PINE IN MISIONES

Eskiviski, E.<sup>1</sup>; Agostini, J. <sup>1</sup> ; Figueredo, I.<sup>1</sup>; Belaber, E.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> INTA EEA Montecarlo. Av. El Libertador 2472 (3384) Montecarlo, Misiones. E-mail: [eeskiviski@montecarlo.inta.gov.ar](mailto:eeskiviski@montecarlo.inta.gov.ar)

### RESUMEN

El pulgón de los pinos *Cinara atlántica* se encuentra introducido en las provincias de Misiones y Corrientes afectando a las plantaciones jóvenes del género *Pinus*. En este trabajo se evalúan las preferencias alimentarias de este insecto y sus controladores biológicos sobre cuatro especies de pinos cultivadas en la región. El sitio de estudio fue un ensayo de progenies de especies de *Pinus* localizado en Colonia Laharrague en Montecarlo Misiones. Las especies evaluadas fueron: *P. taeda*, *P. elliotii* var. *elliotii*, *P. caribaea* var. *hondurensis* y el híbrido *P. elliotii* x *P. caribaea* var. *hondurensis* (F2). Se determinó una mayor presencia de colonias de pulgones sobre *P. caribaea* var. *hondurensis* seguido por el híbrido *P. elliotii* x *P. caribaea* var. *hondurensis* (F2), luego *P. elliotii*, finalmente *P. taeda* mostró un menor desarrollo de las colonias. El parasitoide *Xenostigmus bifasciatus* no presentó diferencias significativas respecto a las especies de pinos, estando más relacionado a la presencia de las colonias de pulgones. Se evidenció una disminución en las colonias de *C. atlantica* en coincidencia con el pico de parasitoide.

**Palabras clave:** *Pinus*, *Cinara*, *Xenostigmus*, preferencias alimentarias

### SUMMARY

The aphid pine *Cinara atlantic* has been introduced in the provinces of Misiones and Corrientes affecting young plantations of *Pinus*. In this paper we assess the food preferences of these insects and their biological controllers on four pine species grown in the region. The study site was a progeny test of *Pinus* species located in Colonia Laharrague in Montecarlo Misiones. The species studied were: *P. taeda*, *P. elliotii* var. *elliotii*, *P. caribaea* var. *hondurensis* and the hybrid *P. elliotii* x *P. caribaea* var. *hondurensis* (F2). The largest number of colonies of aphids was found on *P. caribaea* var. *hondurensis* followed by the hybrid *P. elliotii* x *P. caribaea* var. *hondurensis* (F2) then *P. elliotii*; and finally *P. taeda* showed the smallest number of colonies. The number of colonies of the parasitoid *Xenostigmus bifasciatus* showed no significant differences in relation to pine species, being more related to the presence of aphids colonies. The *C. atlantica* colonies decreased in coincidence with the population peak of the parasitoid.

**Key words:** *Pinus*, *Cinara*, *Xenostigmus*, alimentary preference

### INTRODUCCION

Las provincias de Misiones y Corrientes concentran la mayor superficie con cultivos de especies del genero *Pinus*, siendo *P. taeda* y *P. elliotii* las de mayor superficie forestada. En menor cantidad se forestan *P. caribaea* y el híbrido de *P. elliotii* x *P. caribaea* var.

*hondurensis* aunque en los últimos años aumenta la superficie forestada con estas últimas especies como consecuencia del aumento de la oferta de material para su plantación y sus características de forma y de rápido crecimiento.

El pulgón de los pinos *Cinara atlantica* Wilson se encuentra introducido en ambas provincias afectando a las plantaciones jóvenes de las especies de *Pinus*. Este insecto se caracteriza por formar numerosas colonias en los brotes de las plantas y cuando el ataque es intenso produce deformaciones o bifurcaciones durante los dos primeros años desde el momento de la plantación (Eskiviski *et al.*, 2005).

Entre los enemigos naturales que se encuentran entre la fauna local están los insectos de las familias Sirphidae, Chrysopidae y Coccinelidae. Siendo los insectos pertenecientes a esta última familia los que se presentan en mayor control de la población de *C. atlantica* (Penteado, 2007). Recientemente se detectó en la región la presencia de *Xenostigmus bifasciatus* que es un parasitoide específico de *Cinara* que fue introducido a Brasil desde su región de origen en el Este de los Estados Unidos, el cual rápidamente se dispersó en los estados del sur de Brasil e introduciéndose también naturalmente en la provincia de Misiones (Eskiviski y Figueredo, 2008).

El objetivo del presente trabajo es evaluar la afección y desarrollo de las colonias de *C. atlantica* y sus enemigos naturales en las tres especies de mayor superficie de plantación en la región y el híbrido de *P. elliotii* x *P. caribaea* var. *hondurensis*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio fue realizado en las plantas pertenecientes a un ensayo de progenies de especies de *Pinus* de cinco meses al comienzo de las observaciones, localizada en el Campo Anexo Laharrague de INTA, Municipio de Montecarlo. La plantación está compuesta por parcelas de 5 plantas en una misma fila de las especies *P. taeda*, *P. elliotii* var. *elliotii*, *P. caribaea* var. *hondurensis* e híbrido de las especies *P. elliotii* x *P. caribaea* var. *hondurensis* (F2). El distanciamiento entre plantas es de 3 x 3 metros. Para el presente estudio se delineó un experimento utilizando 4 bloques al azar con 4 tratamientos (especies) y 5 repeticiones (plantas). Por lo tanto se realizaron observaciones sobre un total de 80 plantas. En cada una de las plantas evaluadas se contabilizaron el número de colonias de pulgones presentes. Considerándose como colonia al conjunto de insectos que superaban la unidad y estaban agrupados en una sola rama. Se registraron la presencia de colonias parasitadas por el *X. bifasciatus*, ya sea por la presencia de insectos adultos o pulgones parasitados. Fueron registrados también la presencia de coleópteros de la familia Coccinelidae. Las observaciones se realizaron una vez al mes, durante el período de 12 meses desde abril de 2008 hasta fines de marzo de 2009.



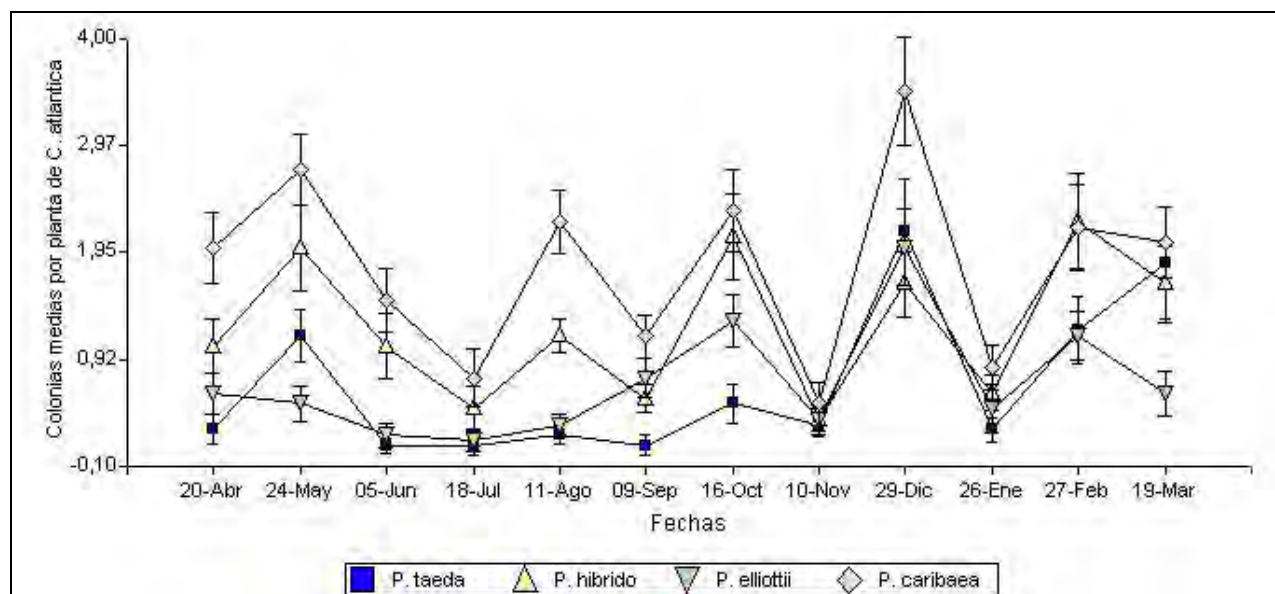
**Imagen 1.** Recuento de colonias de pulgones en plantación de cuatro especies de *Pinus*.  
**Image 1.** Aphid colonies count in four pine species plantation.



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el primer período de las observaciones y hasta que las plantas contaron con un año de edad en el mes de octubre, se observó un patrón de comportamiento de las preferencias alimentarias de *C. atlantica* donde se diferenciaron claramente el desarrollo de las colonias con relación al hospedero. Siendo las plantas de *P. caribaea* var. *hondurensis* las que presentaron significativamente mayor número de colonias y las de *P. taeda* un número significativamente menor. Esta última especie también mostró la menor variabilidad en las colonias (**Figura 1**). Las plantas de *P. caribaea* presentaron brotaciones durante todo el período de observación, tanto apicales como en la parte inferior del tallo, siendo en estos brotes donde se observaron una especial preferencia de los pulgones. A partir del mes de noviembre cuando las plantas contaron con más de un año de edad, las diferencias no fueron tan significativas entre las distintas especies, pero se mantuvo la tendencia de un mayor número de colonias en las plantas de *P. caribaea* var. *hondurensis*. Las colonias sobre las plantas de *P. elliotii* y en el pino híbrido presentaron un comportamiento intermedio entre las dos especies primeramente mencionadas. Presentando en general un mayor número de colonias en el pino híbrido (**Figura 1**).

Según lo observado hay una tendencia de preferencia alimentaria de los pulgones a *P. caribaea* var. *hondurensis*. En segundo lugar estaría el híbrido que en preferencias se ubica entre las dos especies que componen su cruzamiento, por encima de *P. elliotii*. En el caso de *P. taeda* fue la especie que presentó menor número de colonias en casi todo el período de seguimiento, siendo más notorio durante el primer año de la plantación.

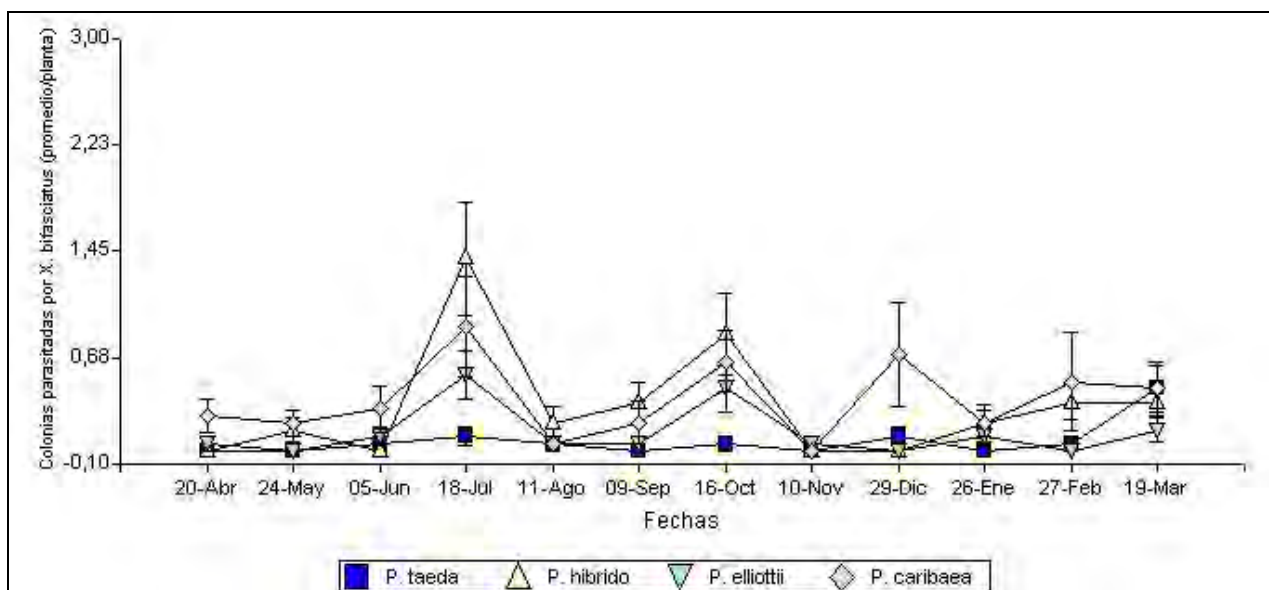


**Figura 1.** Número promedio de colonias de pulgones *C. atlantica* y error estándar en cuatro especies de pinos en Colonia Laharrague, Misiones.

**Figure 1.** Average of aphids colonies *C. atlantica* average and standard error in four species of pine in Colonia Laharrague, Misiones.

La presencia de *X. bifasciatus* fue registrada durante todo el periodo de estudio, no determinándose diferencias significativas respecto a una especie de pino en particular y estando más relacionada a la disponibilidad de pulgones, que es su fuente de alimento. El pico poblacional de *X. bifasciatus* se presenta durante el mes de julio (**figura 2**) en coincidencia con una disminución de las colonias de *C. atlantica*. Esto estaría indicando un efecto del parasitoide sobre la población del pulgón.

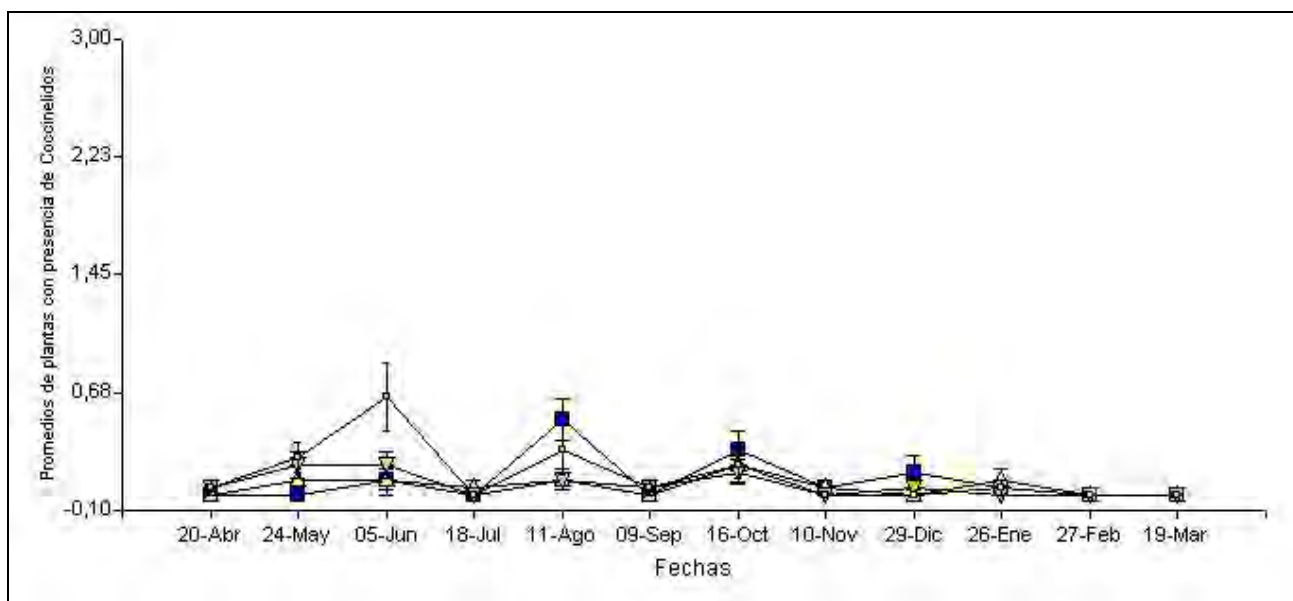
Se observó una notable influencia de las precipitaciones en el desarrollo de las colonias de ambos insectos, ya que las observaciones de noviembre y enero se realizaron en períodos con precipitaciones superiores a las media de la zona y mostraron una notable disminución de los pulgones y del parasitoide.



**Figura 2.** Promedio de las colonias de pulgones *C. atlantica* afectadas por *X. bifasciatus* y error estándar en cuatro especies de pinos en Colonia Laharrague, Misiones.

**Figure 2.** Average aphid number colonies affected by *X. bifasciatus* and standard error in four species of pine in Colonia Laharrague, Misiones.

Los insectos de la familia Coccinelidae presentaron baja frecuencia durante el período de estudio presentando un pico poblacional sobre *P. caribaea* durante el mes de junio (**Figura 3**). Al igual que *Xenostigmus*, pero en menor medida que este, su presencia está asociada al desarrollo de las colonias de pulgones.



**Figura 3.** Medias de insectos de la familia Coccinelidae y error estándar en cuatro especies de pinos en Colonia Laharrague, Misiones.

**Figure 3.** Average of Coccinelidae and standard error in four species of pine in Colonia Laharrague, Misiones.

## CONCLUSIONES

Se determinó una mayor preferencia por parte de *C. atlantica* sobre *P. caribaea* var. *hondurensis*. La segunda especie mas afectada fue el híbrido de *P. caribaea* var. *hondurensis* x *P. elliottii*, seguido por *P. elliottii*. Las plantas de *P. taeda* presentaron la menor presencia de colonias de pulgones.

Los controladores biológicos no presentaron asociación a una especie en particular de *Pinus* y estuvieron más relacionados a la presencia de colonias de pulgones. Se reafirma al parasitoide *X. bifasciatus* como el controlador biológico mas importante de *C. atlantica* en la región.

## BIBLIOGRAFÍA

- Eskiviski, E.; Agostini, J.; Toloza, R.; de Coll, O.; Delfino, M. 2005. Primer registro de Cínara atlántica (Wilson, 1919) (Hemíptera: Aphididae) atacando *P. taeda* y *P. elliottii* en Misiones y Corrientes. Actas VI Congreso Argentino de Entomología. S.M. de Tucumán. Pag. 84.
- Eskiviski, E.; Figueredo, I. 2008. Determinación de la presencia de *Xenostigmus bifasciatus* (Himenoptera: Braconidae) p parásito del pulgón de los pinos *Cinara atlantica* en el norte de Misiones. Actas XIII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM – EEA Montecarlo, INTA. Eldorado, Misiones. 5 pág.
- Penteado, S. 2007. *Cinara atlantica* (Wilson) (Hemiptera: Aphididae): Um estudo de biologia e associações. Tesis de Doctorado. Universidad Federal de Paraná. 222 pag.



# EVALUACION DE INSECTICIDAS EN EL CONTROL DE *Hypsipyla grandella* (Zeller) EN CONDICIONES DE VIVERO

## INSECTICIDES EVALUATION FOR THE CONTROL OF *Hypsipyla grandella* (Zeller) IN NURSERY CONDITIONS

Eskiviski, E<sup>1</sup>.; Tapia, S.<sup>2</sup>; Fornes L.<sup>3</sup>, Agostini, J.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> INTA EEA Montecarlo. Av. El Libertador 2472, Montecarlo, Misiones. E-mail: [eeskiviski@montecarlo.inta.gov.ar](mailto:eeskiviski@montecarlo.inta.gov.ar)

<sup>2</sup> INTA EEA, Jujuy. Ruta Nacional 34 Kilometro 1286, Yuto, Jujuy. E-mail: [silvitapia@yahoo.com.ar](mailto:silvitapia@yahoo.com.ar)

<sup>3</sup> INTA EEA Famaillá. Ruta Prov. 301 km 32, Famaillá, Tucumán. E-mail: [lfornes@correo.inta.gov.ar](mailto:lfornes@correo.inta.gov.ar)

<sup>4</sup> INTA EEA Montecarlo. Av. El Libertador 2472, Montecarlo, Misiones. E-mail: [jpagostini@montecarlo.inta.gov.ar](mailto:jpagostini@montecarlo.inta.gov.ar)

### RESUMEN

*Hypsipylla grandella* es la principal limitante para el cultivo masivo de especies del género *Cedrela*. El presente estudio tiene por objetivo evaluar el efecto de siete insecticidas en el control de esta plaga en condiciones de vivero. Se utilizaron en total 160 plantas en maceta de *Cedrela fissilis* provenientes de cuatro árboles semilleros seleccionados. El diseño fue de bloques al azar con 8 tratamientos y 5 repeticiones. Las aplicaciones se realizaron cada 20 días. Las plantas tratadas con los insecticidas Aldicarb, Deltametrina, Alfacipermetrina, Clorpirifós y Metil Azinfos no presentaron ataque en todo el período de observación. Las plantas tratadas con Azaderachtin e Imidacloprid presentaron ataque, diferenciándose significativamente del Control. Estudios sobre dosis y momentos de aplicación deben continuarse en el caso de los insecticidas que impidieron el ataque de *H. grandella* y considerar los de menor impacto en el medio ambiente para su utilización en control dirigido en condiciones de campo.

**Palabras clave:** Barrenador del cedro, control químico.

### SUMMARY

*Hypsipylla grandella* is the main problem to grow good trees of *Cedrela* species. This study aims to evaluate the effect of seven insecticides to control *H. grandella* in nursery conditions. In total were used 160 potted plants from four *Cedrela fissilis* selected trees. The design was randomized blocks with 8 treatments and 5 replications. The applications were made every 20 days. Plants treated with Aldicarb, Deltamethrin, Alpha-cypermethrin, Chlorpyrifos and Azinphos methyl were not affected or damaged by the insects. The plants treated with Imidacloprid and Azaderachtin had significant difference from the control. Studies on doses and timing of application should be continued in the case of insecticides which prevented the attack of *H. grandella*, but also consider the low impact on the environment for use in field conditions.

**Key words:** Cedar borer, chemical control.

### INTRODUCCION

Las especies del género *Cedrela* se encuentra ampliamente distribuido en el continente americano. En nuestro país se encuentran presentes cuatro especies de este género, siendo el cedro misionero *C. fissilis* Velloso la especie que tiene su distribución natural en la región del NEA. El cedro misionero es una de las maderas de mayor valor de la selva paranaense, siendo

sus cualidades de color y facilidad de trabajo que la hacen apreciada tanto por consumidores como por la industria de la madera. El principal problema sanitario que tienen las especies de *Cedrela*, como así también otras especies de la familia Meliaceae es el barrenador de los brotes o mariposita del cedro *Hypsipyla grandella* Zeller. Este insecto daña ramas jóvenes y brotes terminales por medio de la realización de galerías longitudinales donde se desarrollan las larvas, provocando la muerte de estos brotes lo que provoca retraso en el crecimiento y principalmente la deformación de las plantas. En viveros las plantas también sufren el ataque del barrenador, tornándolos inservibles para la plantación (Vizcarra Sanchez, 2005).

El uso de control químico en *H. grandella* no es nuevo y tentativas de control se llevaron a cabo en distintos puntos de Latinoamérica como Perú, Venezuela y Costa Rica con resultados diversos. Algunos de los insecticidas evaluados entre las décadas del 60 y de los 90 fueron de alto impacto ambiental, por lo que se recomendaba su uso en condiciones de vivero o en el marco de un programa de manejo integrado de la plaga (Newton *et al.*, 1993). Entre los métodos de control con insecticidas más benignos con el ambiente se menciona el uso de Azaderachtin, controlando *H. grandella* en *Swietenia mahagoni* (Howard, 1995). Briceño Vergara (1997) menciona que existen experiencias con insecticidas sistémicos aplicados en el suelo obteniéndose prolongada protección al ataque del barrenador en caso de Methomyl y Carbofuran.

El objetivo del siguiente trabajo es evaluar el efecto de siete insecticidas disponibles en el mercado en el control del barrenador del cedro *H. grandella* en condiciones controladas de vivero.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en predio del Campo Anexo Laharrague de la EEA Montecarlo del INTA. El material utilizado para el ensayo correspondió a 4 lotes de semillas de *C. fissilis* denominados por los números 26, 27, 28 y 29 procedentes del Laboratorio de Semillas de la Facultad de Ciencias Forestales (U.Na.M.). En febrero de 2006 se realizó la siembra de las semillas en tubetes. Luego de la germinación las plantas fueron transplantadas a macetas y mantenidas en condiciones de invernáculo hasta el mes de octubre del mismo. En el citado mes las plantas fueron sacadas al aire libre continuando con riego regular y cubiertos por tejido de media sombra.

El diseño estadístico fue de bloques al azar con 8 tratamientos y 5 repeticiones. Cada una de las cuatro fuentes de semillas fue considerada un bloque.

Los tratamientos evaluados fueron los siguientes:

- T1: Aldicarb (Temik, G-5%), 2 gr / planta;
- T2: Deltametrina (Decis Forte, EC-10%), 10 ‰
- T3: Alfacipermetrina (Fendona, SC-6%), 20 ‰
- T4: Imidacloprid (Confidor 35, SC-35%), 10 ‰.
- T5: Azadirachtin (Azadirachtim, EC-1%), 5 ‰
- T6: Clorpirifós (Lorsban 48 E, EC-48%), 2 ‰.
- T7: Metil azhinfós (Metil Azinfos 35, SC-36%) 3 ‰
- T8: Control

Las aplicaciones de productos se realizaron con mochilas de 5 litros sobre las 20 plantas correspondientes a cada tratamiento. En el caso del Tratamiento 1, se aplicaron 2 gramos sobre el sustrato alrededor del cuello de la planta. El inicio de las aplicaciones de los tratamientos se realizó durante el mes de noviembre. La periodicidad de las mismas fue cada 20 días y se extendieron hasta el mes de mayo siguiente. Realizándose un total de 10 aplicaciones de los productos, salvo el T1 que fue realizado por única vez al inicio del experimento.



**Foto 1.** Plantines sobre los que se realizó el experimento.  
**Photo 1.** Seedlings used in the experiment.

Periódicamente y en coincidencia con el momento de la aplicación de los tratamientos se registraban las plantas con ataque, a las que se les asignaba un valor de 1 (uno). Se consideró daño 1 (uno) a cualquier indicio de ataque de *H. grandella*, como ser presencia de aserrín, muerte de brotes o galerías perforadas. Las plantas que no presentaban síntomas de ataque del barrenador se las registró con el número 0 (cero). Para el análisis de los datos se utilizó el número total de plantas afectadas en cada tratamiento al final del período de estudio. Se realizó el análisis de varianza y test de comparación de medias de Tuckey.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observaron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados. En cuanto al origen de las plantas, no se observaron diferencias significativas en el ataque del barrenador respecto a las fuentes semilleras (bloques) utilizadas (**Cuadro 1**).

**Cuadro 1.** Análisis de variancia. **Table 1.** Analysis of variance

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	19,38	14	1,38	18,05	<0,0001
Bloque	0,22	3	0,07	0,95	0,4178
Tratamiento	18,44	7	2,63	34,36	<0,0001
Planta	0,71	4	0,18	2,32	0,0594
Error	11,12	145	0,08		
Total	30,49	159			

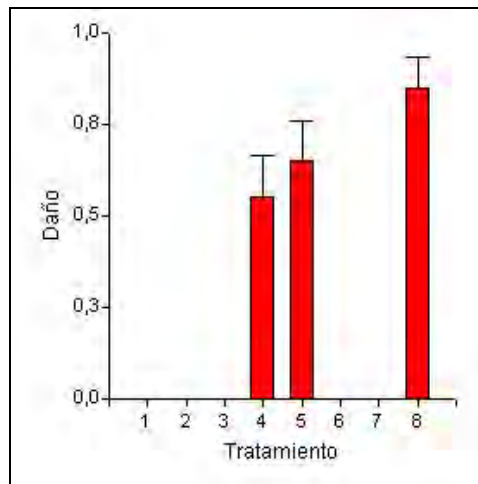
En todo el período de estudio no se observaron plantas afectadas por *H. grandella* en las plantas tratadas con los insecticidas Aldicarb, Deltametrina, Alfacipermetrina, Clorpirifós y Metil Azinfos. Las plantas tratadas con Azadirachtim e Imidacloprid presentaron más del 50% de las plantas con ataque diferenciándose estadísticamente del control sin aplicación de insecticidas que presentaron más del 80% de las plantas con ataque del barrenador (**Cuadro 2**).

**Cuadro 2.** Test de Tukey. Proporción de plantas afectadas por *H. grandella* por tratamiento.  
**Table 2.** Tukey test. Proportion of plants affected by *H. grandella*.

Tratamiento	Medias	n	
Clorpirifos	0	20	A
M. Azinfos	0	20	A
Alfacipermetrina	0	20	A
Deltametrina	0	20	A
Aldicarb	0	20	A
Imidacloprid	0,55	20	B

Azadirachtim	0,65	20	B
Control	0,85	20	C

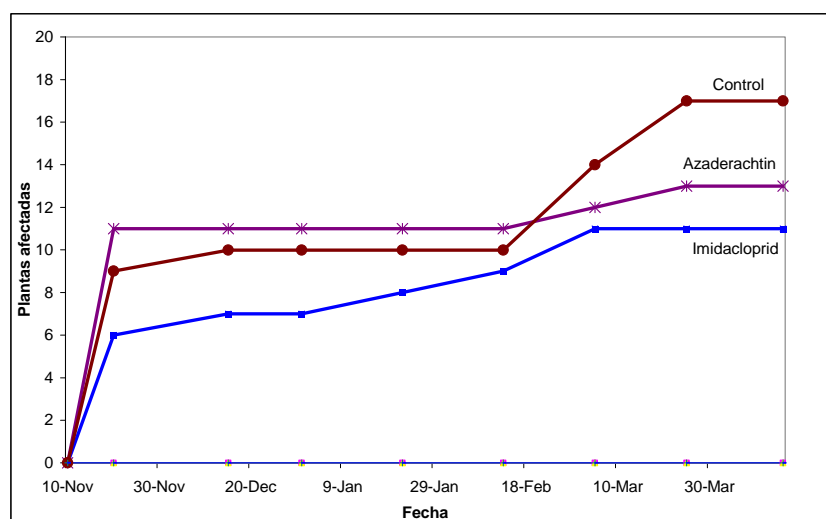
Letras distintas indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ )



**Figura 1.** Proporción de plantas afectadas por el barrenador según tratamiento.  
**Figure 1.** Proportion of plants affected by the cedar borer according to treatment.

Los tratamientos con Metil Azinfós y Deltametrina, que en este estudio no presentaron ataques del barrenador, tuvieron también resultados similares en plantaciones de la provincia de Tucumán los utiliza en forma de mezcla en las mismas concentraciones que en este ensayo. El insecticida de principio activo Azadirachtim contrariamente a las referencias que lo mencionaban como buen agente de control en el presente ensayo fue el que mas plantas afectadas presentó de los insecticidas evaluados.

En el caso de las plantas tratadas con Imidacloprid y atacadas por *H. grandella*, se determinó una recuperación de las plantas y detención del avance de daño por el barrenador y aparición de nuevos brotes días después de realizadas las nuevas aplicaciones del tratamiento. En cuanto a los momentos de ataque de la plaga en los tratamientos afectados, estos comenzaron a mediados de noviembre que fue el momento a partir del cual las plantas fueron expuestas al ataque de *H. grandella*. La aparición de nuevos ataques continuó hasta la observación realizada el 25 de marzo, con picos a mediados y fines de febrero, a partir de esa fecha y hasta el invierno en que se dio de baja el ensayo no se produjeron nuevos ataques de la plaga (**Figura 2**).



**Figura 2.** Evolución del ataque del barrenador del cedro en los tratamientos afectados.  
**Figure 2.** Attack of cedar borer in the treatments affected.



**Foto 2.** Plantín de *Cedrela* (Grado 1) afectado por *H. grandella*.  
**Photo 2.** *Cedrela* tree affected by *H. grandella* (Grade 1).

## CONCLUSIONES

Se presentan una serie de insecticidas que en las condiciones evaluadas permiten mantener libre de la plaga a las plantas de cedro misionero. Son necesarios ampliar los estudios a fin de ajustar los períodos de aplicación como así también las dosis utilizadas con la factibilidad de mantener libres a las plantas del ataque del barrenador en condiciones de campo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Briceño Vergara, J. 1997. Aproximación hacia un manejo integrado del barrenador de las meliáceas, *Hypsipyla grandella* (Zeller). *Revista Forestal Venezolana* 41 (1) 23-28.
- Howard, F. 1995. Reduction of damage to mahogany by mahogany shoot borer and mahogany leaf miner by use of azadirachtin. *Journal of Tropical Forest Science* 7 (3): 454 – 461.
- Newton, A.; Baker, P.; Ramnarine, S.; Mesén, J.; Leakey, R. 1993. The Mahogany shoot borer: prospects for control. *Forest Ecology and Management*, (57) 301-328.
- Vizcarra Sánchez, J. 2004. *Plagas y enfermedades forestales de Misiones*. Editorial Universitaria de Misiones. Posadas, Misiones. 224 pag.

# LEVANTAMENTO DA ENTOMOFAUNA DA FAZENDA PINHÃO ASSADO (SERRA DA MANTIQUEIRA) COM ARMADILHA LUMINOSA TIPO "LUIZ DE QUEIROZ"

SURVEY OF FAUNA INSECTS IN PINHÃO ASSADO FARM (MANTIQUEIRA MOUNTAIN RANGE) WITH LIGHT TRAPS "LUIZ DE QUEIROZ"

Habitzreiter T.L.<sup>1\*</sup>; Franceschi F.<sup>1</sup>; Speltz F.R.<sup>1</sup>; Alegretti A.L.<sup>1</sup>; Balin N.M.<sup>1</sup>; Pagliosa L.G.<sup>2</sup>; Potrich M.<sup>3\*\*</sup>

<sup>1</sup>Alunos de Graduação de Engenharia Florestal - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus Dois Vizinhos* (UTFPR - DV), \* tyagoluys@hotmail.com.br

<sup>2</sup>Professora de Estatística (Doutora) - UTFPR-DV

<sup>3</sup>Professora de Entomologia Florestal - Engenharia Florestal - UTFPR-DV. \*\*michelepotrich@utfpr.edu.br

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi identificar as ordens de insetos presentes na fazenda Pinhão Assado, em fragmento de Mata Atlântica, situada na Serra da Mantiqueira/MG, através da captura utilizando armadilha luminosa modelo "Luiz de Queiroz", instalada a 1,5 m do solo. Estas armadilhas foram ligadas no período da noite, sendo os insetos recolhidos ao amanhecer do dia seguinte. Os insetos coletados foram identificados através da chave de classificação para ordens entomológicas. Dentre as ordens coletadas durante o levantamento da entomofauna, as com maior ocorrência foram: Diptera (54,25%), Lepidoptera (27,19%) e Coleoptera (8,94%). Foi comparado o índice pluviométrico nos dias em que foram realizadas as coletas, tais dados foram relacionados com a ocorrência das ordens da classe insecta, verificando que não há relação entre os insetos coletados com o índice pluviométrico. Sendo estes os primeiros registros da localidade.

**Palavras-chave:** insetos, Mata Atlântica, Entomofauna

## SUMMARY

The aimed of this study was to identify the insects orders present in Pinhão Assado farm in Atlântica forest fragment located in the Mantiqueira mountain range/MG by a light trap capture model "Luiz de Queiroz", located 1,5 m soil. These traps were connected during the night, and the insects collected at dawn the next day. The insects collected were identified by the sort key for entomological orders. Among the orders collected during the survey of the insect, with the most frequent were: Diptera (54.25%), Lepidoptera (27.19%) and Coleoptera (8.94%). Was compared with rainfall in the days when gathering was made, these data were related to the occurrence of the orders of the class Insecta, noting that there is no relationship between the insects collected with the rainfall. These being the first records of the town.

**Keywords:** insect, Atlântica forest, fauna insects

## INTRODUÇÃO

O conhecimento e a quantificação dos insetos são fundamentais para a caracterização de uma área. O estudo dos mesmos dá suporte à melhor compreensão do ecossistema e dos efeitos antrópicos, sendo considerados excelentes bioindicadores de mudanças ambientais e da qualidade do ambiente (Julião *et al.*, 2005).

O estudo de organismos tem sido uma das técnicas utilizadas para se avaliar mudanças no ambiente. Dentre estes organismos, os insetos têm se mostrado indicadores apropriados



para essa finalidade, tendo em vista sua diversidade e capacidade de produzir várias gerações, geralmente, em curto espaço de tempo. (Holloway et al., 1987).

Armadilhas luminosas para captura de insetos, usando lâmpadas incandescentes, têm se tornado instrumento de grande importância para estudos entomológicos, como determinar a época de aparecimento e a abundância estacional de importantes ordens e espécies, bem como analisar o comportamento da ocorrência dos mesmos, perante as condições climáticas (Gallo et al., 2002).

Assim, os estudos faunísticos no Brasil têm sido realizados para melhor conhecimento da entomofauna de um determinado ecossistema (Laroca & Mielke, 1975; Carvalho, 1984; Costa, 1986; e Fazolin, 1991).

De acordo com Gallo *et al* (2002) a maneira mais correta de fazer a identificação de um inseto é encaminhá-lo a um especialista, o que, muitas vezes, não se torna possível. Porém outra forma de identificar é através da utilização das chaves de identificação, onde, estas apresentam um número variável de entradas e, em cada uma delas, estão duas alternativas contrastantes.

O objetivo deste trabalho foi, identificar as ordens de insetos presentes no fragmento de Floresta tipo Ombrófila Mista, na fazenda Pinhão Assado, situada na Serra da Mantiqueira, no estado de Minas Gerais/BR e a relação destas ordens com o índice pluviométrico do período, através do uso de armadilhas luminosas adaptada ao modelo “Luiz de Queiroz” (Imagem 1).



**Imagem 1:** Armadilha luminosa, modelo adaptada “Luiz de Queiroz”.

**Image 1:** Light trap, made of “Luiz de Queiroz”.

## MATERIAL E MÉTODOS

As coletas foram realizadas durante os meses de Janeiro e Fevereiro de 2010, na Fazenda Pinhão Assado, no município de Itamonte, região pertencente a Serra da

Mantiqueira, ao sul do Estado de Minas Gerais. A posição geográfica do município, é definida pelas coordenadas 22° 21' 15" latitude sul, 44° 47' 49" longitude Oeste, estando situado a uma altitude média de 1200 m acima do nível do mar. Sendo que a altitude na área da fazenda está entre 1400 a 2150 m.

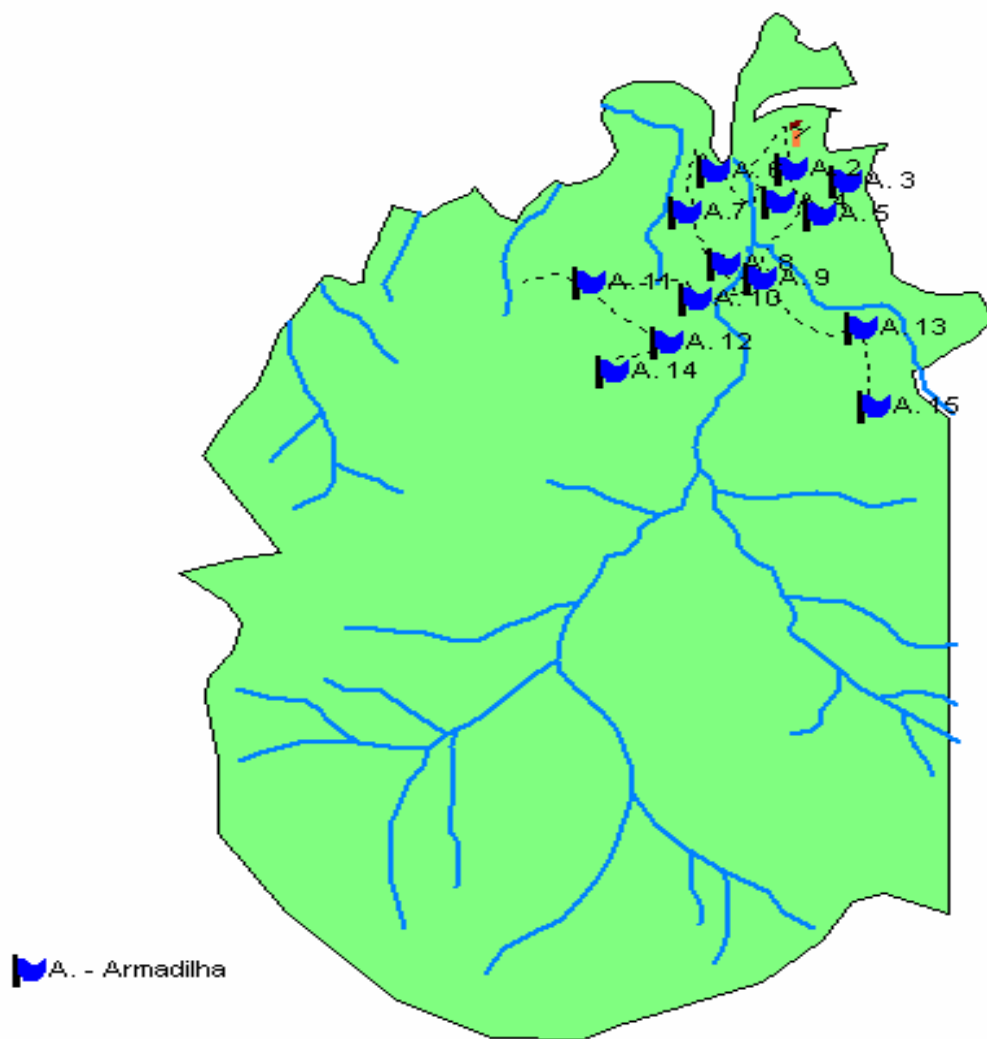
A região em que ocorreu o estudo está situada em uma área de conservação da Mata Atlântica, estando concentrada nesta região grande parte de floresta do estado. A Fazenda está inserida no Corredor Ecológico da Mantiqueira, e sub-dividida, pertence ao Núcleo Mantiqueira II. A vegetação predominante na região é a Floresta Estacional, semidecidual que é a tipologia do bioma Mata Atlântica. Na área da fazenda a vegetação é de Floresta Ombrófila Mista, sendo uma Floresta Secundária, que regenerou de uma área de antigas pastagens, rica em nascentes e cachoeiras, concentrada em uma área de 1.022 ha.

O clima da região é classificado como Tropical de Altitude, possui inverno frio (registrando temperaturas mínimas normalmente entre 0°C e 10°C na zona urbana e ocorrências de geadas) com estiagem no mesmo período; verão ameno e com pluviosidade superior aos níveis de inverno, portanto caracterizando a época mais chuvosa. No mês de janeiro de 2010 a temperatura média registrada foi de 23°C, e a precipitação acumulada foi de 267,8 mm, no mês de fevereiro do mesmo ano, a temperatura média foi igual a de janeiro e precipitação acumulada 83,3 mm (Somar Meteorologia, 2010).

A fim de identificar as ordens de insetos presentes nesse tipo de Mata, foram utilizadas armadilhas luminosas, com lâmpadas incandescentes. Para a fabricação das armadilhas, foram utilizadas: garrafas *Pet*, prato descartável, cano de PVC de 100 mm, lâmpada incandescente, bateria de 12 V e 120 A. A armadilha luminosa confeccionada foi adaptada ao modelo "Luiz de Queiroz" (Silveira Neto e Silveira 1969).

O funcionamento destas armadilhas acontecia entre as 18:00 e as 07:00 horas, sendo ligadas durante cinco dias por semana e as coletas realizadas diariamente, por um período de 15 dias, sendo cada dia instalada em local diferente (Figura 1). As armadilhas foram instaladas sempre na altura de 1,50 m do solo.





**Figura 1:** Mapa dos locais de implantação das armadilhas dentro do perímetro da fazenda.  
**Figure 1:** Map of traps locations within the perimeter of the farm.

Para a preservação e conservação dos insetos capturados, as armadilhas possuíam no seu interior 300 mL de álcool 70%. A coleta destes na armadilha se efetuava ao amanhecer do dia posterior a implantação, onde os mesmos eram depositados em embalagens de vidro identificadas com data de coleta, número da armadilha e local de implantação. Para identificação das ordens da classe Insecta foi utilizada a chave de Gallo et al. (2002).

Os dados do levantamento foram submetidos à análise estatística através do Teste de Kruskal-Wallis, utilizado para estatísticas não paramétricas, onde para cada grupo somam-se os postos. Assim, o teste determinou se essas somas são tão diferentes, que não seja provável que elas se originem da mesma população, determinando se as médias das populações são iguais, utilizando para isto o programa estatístico Bioestat (Ayres et al., 2003).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletados, no período de quinze dias, um total de 3467 insetos, sendo estes, Diptera e Lepidoptera, com abundância de 1881 (54,26%) e 943 (27,20%), respectivamente. As quantidades encontradas nas demais ordens foram: Coleoptera- 310 (8,95%); Hymenoptera- 186 (5,37%); Hemiptera- 109 (3,15%); Plecoptera- 5 (0,14%); Trichoptera- 3 (0,08%); Blattodea e Mecoptera - ambos com 2 exemplares cada (0,05%); além de outros 26 indivíduos (0,75%).

Examinando a Tabela 1, após a realização da análise estatística, verificou-se que a ordem Diptera, não difere significativamente das ordens Lepidoptera, Coleoptera e Hymenoptera quanto a média de insetos coletados. A ordem Lepidoptera, não difere significativamente das ordens Coleoptera, Hymenoptera e Hemiptera. A ordem Hemiptera não difere significativamente de outros. Já as outras ordens não diferem significativamente das ordens Plecoptera, Trichoptera, Blattodea e Mecoptera.

**Tabela 1.** Levantamento das ordens de insetos (em porcentagem de insetos por ordem) capturados com armadilha luminosa na Fazenda Pinhão Assado/Serra da Mantiqueira/MG

**Table 1.** A survey of insect orders (in percentage of insects in order) captured by light traps in Pinhão Assado Farm / Mantiqueira Mountain Range / MG

Ordens	Porcentagem de insetos coletados por ordem	
Diptera	54,26%	a
Lepidoptera	27,20%	ab
Coleoptera	8,95%	abc
Hymenoptera	5,37%	abc
Hemiptera	3,15%	bc
Outros	0,75%	cd
Plecoptera	0,14%	d
Trichoptera	0,08%	d
Blattodea	0,05%	d
Mecoptera	0,05%	d

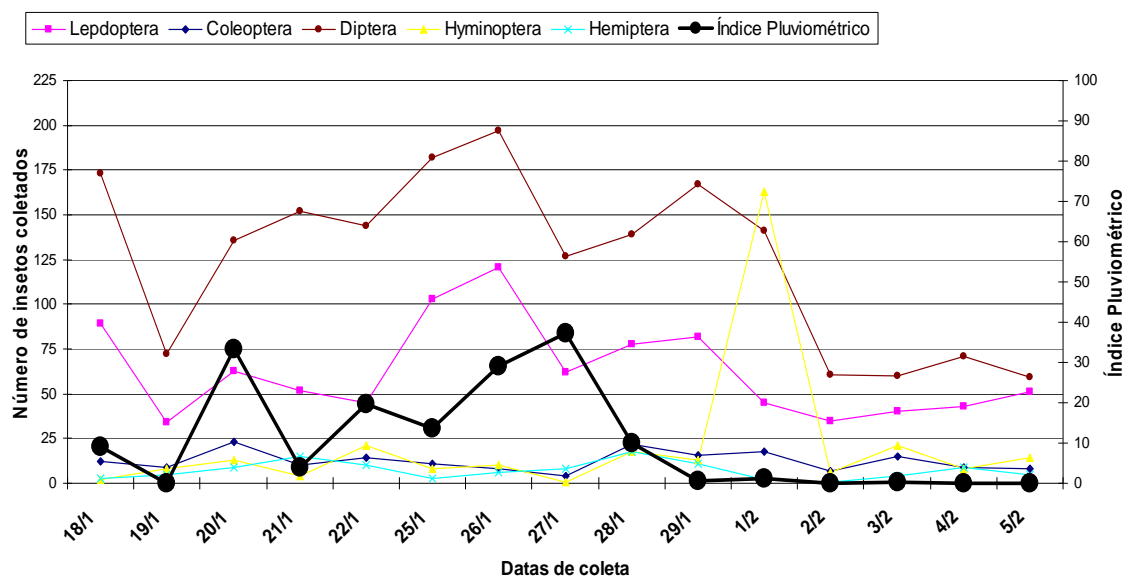
\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Kruskal Wallis ( $p < 0,05$ ).

Dentre as ordens coletadas durante o levantamento da entomofauna, foi possível observar algumas com maior ocorrência, sendo estas; Diptera, Lepidoptera e Coleoptera. A ordem Diptera, do ponto de vista agrícola, tem representantes de grande importância, como a mosca-das-frutas (*Ceratitis capitata* e *Anastrepha* sp.), cujas larvas atacam frutos de várias espécies; a mosca-da-madeira (*Rhaphiorhynchus pictus*), cujas larvas abrem galerias nos troncos das árvores; as espécies minadoras, que na fase larval abrem galerias nas folhas, além de larvas que atacam as raízes das plantas. Entre essas, ainda podem ser citadas as moscas de interesse veterinário, como as varejeiras (*Lucilia* sp.), a mosca-do-berne (*Dermatobia hominis*) (parasita de animais vertebrados e também do homem, causando miíases) e a mosca-do-chifre (*Stomatrix calcitrans*), introduzida no Brasil na década de 80, esta sugadora de sangue causando irritação no animal.

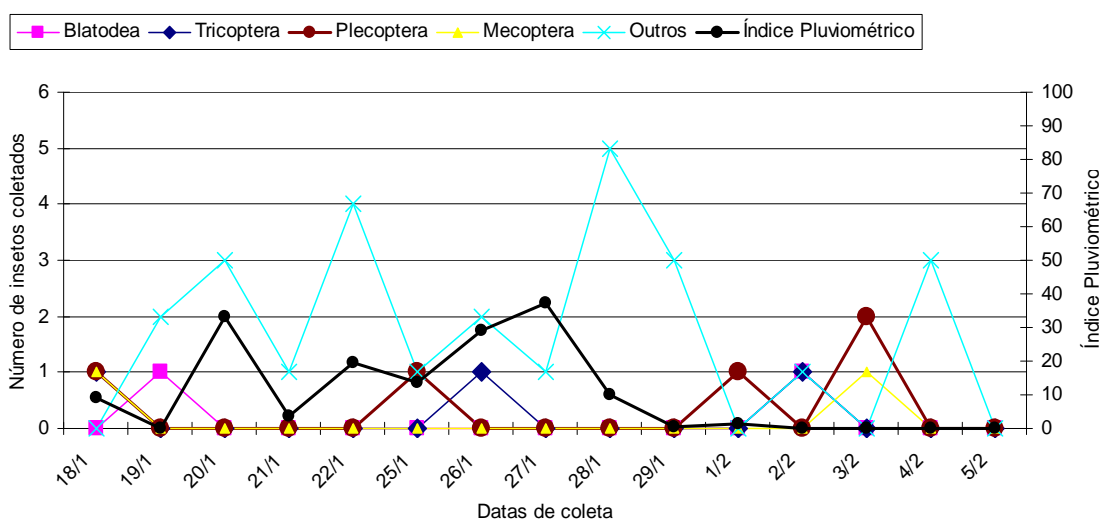
A ordem Coleoptera foi a terceira ordem em número de exemplares, sendo que nesta ordem estão representados alguns dos insetos considerados pragas florestais, pois vivem em todos os tipos de habitat e se alimentam praticamente de todas as partes da planta e em todos os estágios de desenvolvimento, causando danos parciais e até a destruição total, além de danificar a madeira processada. As famílias mais importantes são: Cerambycidae (serra-pau), Platypolidae e Scolytidae (besouro da ambrósia e da casca), Chrysomelidae (besouro desfolhadores) e Corculionidae (brocas e besouros de folhas).

Lepidoptera é a segunda ordem em importância na área florestal sendo que no presente trabalho apresentou 27,20% dos exemplares coletados. Algumas espécies constroem galerias nos troncos, ramos e raízes das árvores, enquanto outras atacam a gema apical, folhas, frutos ou sementes. Como exemplos, pode se citar: lagarta-do-eucalipto (*Thyrintina arnobia*), broca-do-cedro (*Hypsipylla grandella*) e a lagarta-da-acácia-negra (*Adeloneivaia subangulata*).

Para analisar a interferência da chuva nas coletas foi verificado o índice pluviométrico nestes dias, conforme descrito em material e métodos. Tais dados foram relacionados com a ocorrência das ordens da classe insecta, sendo divididos em dois grupos, de maior ocorrência de indivíduos coletados (Gráfico 1) e de menor ocorrência (Gráfico 2).



**Gráfico 1:** Ordens com maior número de indivíduos coletados, correlacionados com o índice pluviométrico.  
**Graph 1:** Orders with greater number of individuals, correlated with rainfall.



**Gráfico 2:** Ordens com menor número de indivíduos coletados, correlacionados com o índice pluviométrico.  
**Graph 2:** Orders with lesser number of individuals, correlated with rainfall.

Após analisar a possível correlação entre cada ordem/dia e os índices pluviométricos/dia, foi possível observar que não existe correlação significativa entre estes, o que significa que a chuva não interferiu nos resultados da pesquisa.

Nestas coletas foi possível observar que a ordem mais facilmente coletada por esse tipo de armadilha foi a ordem Diptera, representada pelas moscas, mosquitos, borrachudos e varejeiras; o que pode ser definido o grande número de insetos coletados desta ordem, ao fototropismo, onde muitos insetos desta ordem reagem favoravelmente à mesma e

movimentam-se em sua direção; são chamados fototropismo positivos, onde estas variam com o estádio, como a mosca - doméstica, cujas as larvas são fototrópicas negativas e os adultos são fototrópicos positivos, na armadilha foi coletados apenas adultos.

Os dados apresentados neste levantamento da entomofauna realizado na fazenda Pinhão Assado são os primeiros registros para a localidade. A abundância de algumas ordens, assim como a pequena ocorrência de outras, pode ser uma resposta aos métodos de coleta utilizados, as características geo-ambientais e também, devido aos fatores climáticos locais no período estudado. Como foi feita apenas coleta em um período curto, os resultados são considerados preliminares, sendo necessário um número maior de coletas ao longo do ano.

## CONCLUSÃO

Através da coleta por meio de armadilha luminosa, realizou-se o levantamento da entomofauna do fragmento de floresta de Mata Atlântica situada na Serra da Mantiqueira. As ordens mais abundantes coletadas nesta região foram Diptera e Lepidoptera, com abundância de 1881 (54,26%) e 943 (27,20%), respectivamente. As demais ordens identificadas foram Coleoptera (8,95%), Hymenoptera (5,37%), Hemiptera (3,15%), Plecoptera (0,14%), Trichoptera (0,08%), Blattodea e Mecoptera (0,05% para cada); além de outros 26 indivíduos (0,75%). Sendo estes os primeiros registros de entomofauna desta região.

## Agradecimentos

Os autores deixam aqui o seu agradecimento ao professor Marco Aurélio, pela oportunidade da elaboração do projeto e ao Eng. Agrônomo Paulo Pegas, gerente da fazenda Pinhão Assado.

## Bibliografia

- Ayres, M. & Ayres Jr., M.; Ayres, D.L.; Santos, A.S. BioEstat 3.0. Aplicações Estatísticas nas áreas de Ciências Biológicas e Médicas. Belém: Sociedade Civil Mamirauá; Brasília CNPq, 2003. 290p.
- Carvalho, A.D.R. Análise faunística de coleópteros coletados em plantas de *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus saligna*. Piracicaba, 1984. 105p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo
- Costa, E.C. Artrópodes associados à bracinga (*Mimosa scabrella*). Curitiba, 1986. 271p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná.
- Fazolin, M. Análise faunística de insetos coletados com armadilha luminosa em seringueira no Acre. Piracicaba, 1991. 236p. Tese (Doutorado)- Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- Gallo, D.; Nakano, O.; Silveira Neto, S.; Carvalho, R.P.L.; Baptista, G.C.; Berti Filho, E.; Parra, J.R.P.; Zucchi, R.A.; Alves, S.B.; Vendramim, J.D.; Marchini, L.C.; Lopes, J.R.S.; Omoto, C. 2002. Entomologia Agrícola; Piracicaba: FEALQ, v.10, 920 p.
- Holloway, J.D.; Bradley, J.D.; Carter, J.D. Cie guides to insects of importance to man. Lepidoptera, 1. C.A.B. International, Wallingford, 1987. 262p.
- Julião, G. R. ; Fernandes, G. W. ; Negreiros, D. ; Bede, L. ; Araujo, R. Insetos galhadores associados a duas espécies de plantas invasoras de áreas urbanas e peri - urbanas. Revista Brasileira de Entomologia, v. 49, n. 1, p. 97 - 106, 2005.
- Laroca, S.; Mielke, O.H.H. Ensaio sobre ecologia de comunidade em Sphingidae na Serra do Mar, Paraná-BR, (Lepidoptera). Revista Brasileira de Biologia, Rio de Janeiro, v.35, n.1, p.1-19, 1975.
- Silveira Neto, & Silveira; Armadilha Luminosa modelo "Luiz de Queiroz". O Solo, Piracicaba, 61 (2): 19-21, 1969.
- Somar Meteorologia, Disponível em: <<http://tempogora.uol.com.br/>> Acesso 9 de Março de 2010.

# ESTUDO DA DIVERSIDADE DA CLASSE INSECTA CAPTURADA EM ARMADILHA TIPO *MALAISE* NA FAZENDA PINHÃO ASSADO – SERRA DA MANTIQUEIRA/MG.

## STUDY OF THE CLASS INSECTA DIVERSITY CAPTURED IN MALAISE TRAP TYPE ON PINHÃO ASSADO FARM – MANTIQUEIRA MOUNTAIN RANGE/MG.

Jung, P. H.<sup>1\*</sup>; Silva, M.<sup>1</sup> Silveira, A.C.<sup>1</sup>; Nav,a G.B.<sup>1</sup>; Bertolini, I.C.<sup>1</sup>, Potrich, M.<sup>2\*\*</sup>

1 Alunos de Graduação de Engenharia Florestal - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus* Dois Vizinhos (UTFPR - DV), \*[paulinhohenriquej@bol.com.br](mailto:paulinhohenriquej@bol.com.br)

2 Professora de Entomologia Florestal - Engenharia Florestal - UTFPR-DV. \*\*[michelepotrich@utfpr.edu.br](mailto:michelepotrich@utfpr.edu.br)

### RESUMO

No presente trabalho, foi realizado o estudo da diversidade da entomofauna na região de Itamonte/MG, na Fazenda Pinhão Assado, situada na Serra da Mantiqueira. O objetivo deste foi testar a armadilha do tipo *Malaise* para fazer um estudo das ordens insetos em um fragmento florestal, com regeneração secundária de floresta tropical. Para realizar o estudo foram confeccionadas oitenta armadilhas tipo *Malaise*, contendo uma solução de água, açúcar e álcool. Estavam posicionadas a cada 50 metros na estrada de trilhas sendo vistoriadas durante 15 dias. Os insetos eram capturado coletados a cada 48 horas, durante os meses de janeiro e fevereiro de 2010. Foram catalogados 6191 insetos, sendo encontradas 10 ordens de insetos: Hymenoptera, Diptera, Coleoptera, Lepidoptera, Neuroptera, Thysanura, Blatodea, Odonata, Ortoptera, Hemiptera. As ordens que obtiveram mais indivíduos capturados foram respectivamente: Diptera, Heminoptera e Coleoptera.

**Palavras-chave:** entomofauna, floresta tropical, levantamento

### SUMMARY

In the present study was conducted to study the diversity of insect in the region of Itamonte / MG, Pinion Ranch Roast, located in the Sierra Mountains. The purpose of this was to test the Malaise trap type to make a study of insect orders in a forest fragment, with regeneration of secondary forest. To perform the study were made eighty Malaise traps, containing a solution of water, sugar and alcohol. Were positioned every 50 meters on the road trails being inspected for 15 days. The insects captured were collected every 48 hours during the months of January and February 2010. 6191 have been cataloged insects, and found 10 insect orders: Hymenoptera, Diptera, Coleoptera, Lepidoptera, Neuroptera, Thysanura, BlatOdea, Odonata, Orthoptera, Hemiptera. Orders that have been more individuals captured were: Diptera, and Coleoptera Heminoptera.

**Key-words:** insect fauna, floresta tropical, levantamento

### INTRODUÇÃO

A Serra da Mantiqueira localiza-se na região sudeste do Brasil, compreendendo o leste do Estado de São Paulo, sudoeste do Estado de Rio de Janeiro e sul de Minas Gerais. O seu relevo é formado por escarpas elevadas e morros (Braga & Andrade, 2005), sendo que as altitudes podem variar de 1000 a quase 3000 metros.

Na Serra da Mantiqueira localizam-se vários parques nacionais e estaduais, que são importantes reservas ecológicas no país. Há o Parque Nacional do Itatiaia, Floresta Nacional de Passa Quatro e o Parque Estadual de Campos do Jordão. Apesar dessas grandes reservas, há poucos estudos relatando a diversidade de insetos do local.

Os insetos compõem o grupo de seres vivos mais diversificado, somando 53,14% das espécies vivas conhecidas. Isto é resultado da evolução de seus caracteres morfológicos, como: exoesqueleto, asas funcionais, tamanho pequeno, metamorfose completa, pernas especializadas, diferentes aparelhos bucais que possibilitam diferentes tipos de alimentação (Lourenço & Soares, 2003). Bertonlin (2007) relata que os insetos são fundamentais na manutenção dos ecossistemas naturais, podendo atuar como predadores, parasitas, fitófagos, saprófagos e polinizadores.

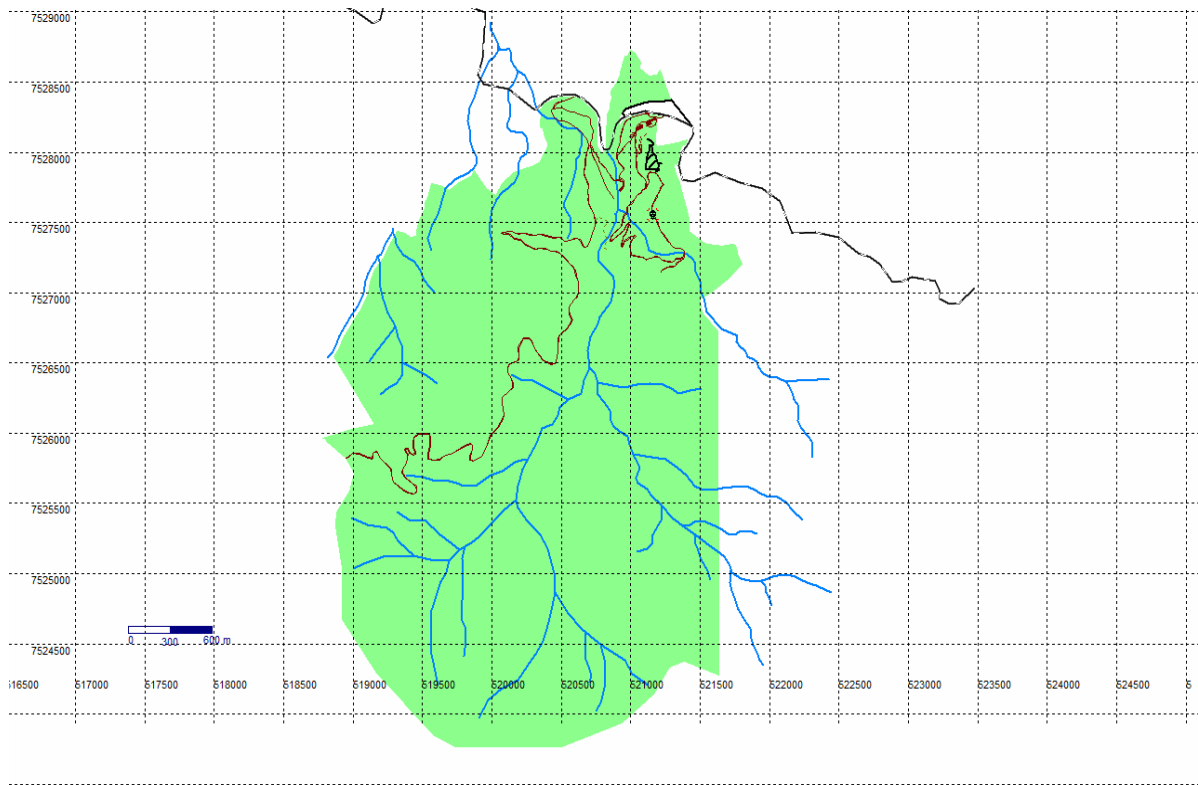
O levantamento faunístico de áreas preservadas é importante para que possa comparar com áreas altamente ou parcialmente modificadas (Scatolin, 2003). Thomazini & Thomazini (2000) destacam que na maioria dos casos relatados de fragmentação de florestas tropicais ocorreram diminuições das espécies devido destruição do seu habitat; redução do tamanho da população; inibição ou redução da migração; efeito de borda alterando o microclima, principalmente em fragmentos menores; eliminação de espécies dependentes de outras já extintas, imigração de espécies exóticas para as áreas desmatadas circundantes e, posteriormente, para o fragmento. Espécies raras parecem mais suscetíveis aos efeitos da fragmentação.

Garlet *et al.* (2010) relatam que em florestas plantadas a biodiversidade entomológica diminui, propiciando mais ataques de pragas florestais devido à diminuição de hospedeiros a eles ligados. Gusmão & Creao-Duarte (2004) ressaltam que a expansão das atividades humanas, sobretudo nas últimas décadas, tem exercido forte pressão sobre as áreas de reserva natural, com grave redução da diversidade biológica.

Portanto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a diversidade de insetos coletados por meio da armadilha tipo *Malaise* em floresta tropical (fragmento de Mata Atlântica) de regeneração secundária em Itamonte/MG.

## MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está localizada na Fazenda Pinhão Assado (figura 1), na BR 354, município de Itamonte, Minas Gerais/BR. A fazenda conta com aproximadamente 1048 hectares, em uma área parcialmente desmatada, com floresta secundária em regeneração. A vegetação da área compreende em Floresta Atlântica.

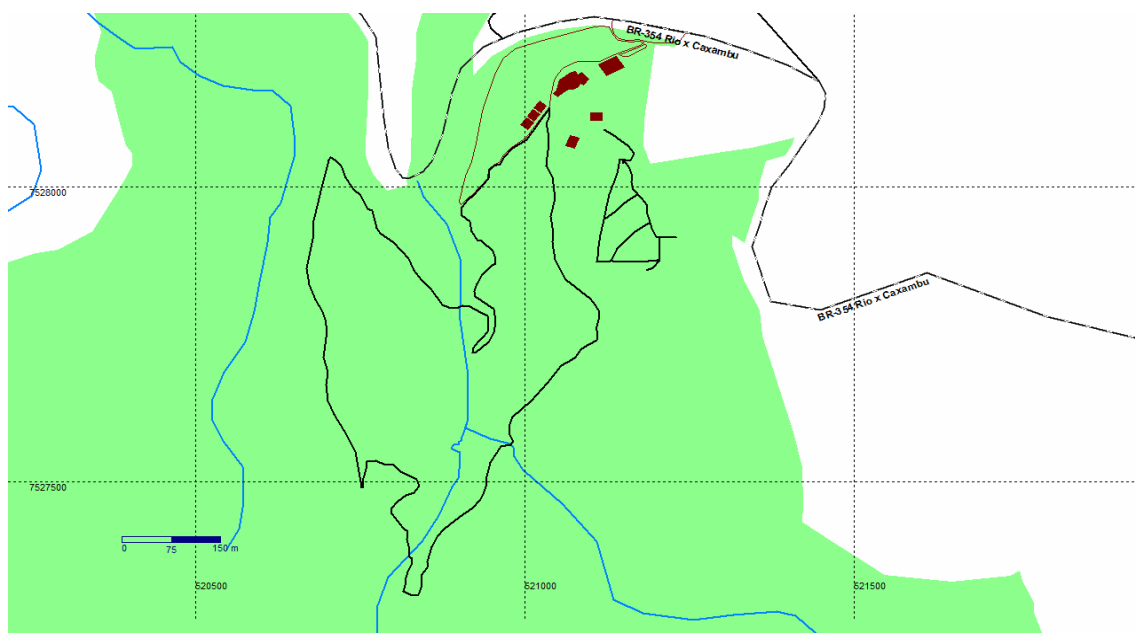


**Figura 1** – Mapa geral da fazenda Pinhão Assado com as coordenadas geográficas  
**Figure 1** – General map of Pinhão Assado farm with geographic coordinates

Para captura dos insetos foram confeccionadas Armadilhas tipo *Malaise* (imagem 1), a qual intercepta-os em vôo. As armadilhas foram instaladas em duas trilhas: Trilha da Cachoeira e Trilha dos Gnomos (figura 2). Na Trilha da Cachoeira foram instaladas 35 armadilhas e realizaram-se oito coletas, na Trilha dos Gnomos, que apresentava um percurso maior, foram instaladas 45 armadilhas totalizando sete coletas.



**Imagem 1** – Armadilha confeccionada tipo *Malaise*, que intercepta os insetos em vôo, disposta a 1,5 m de altura.  
**Image 1** - Trap made from type "Malaise", which traps the insects in flight, ready to 1,5 m high.



**Figura 2** – Mapa com as coordenadas das duas trilhas onde foram postas as armadilhas: a esquerda a Trilha da Cacheira, com cerca de 1750 m de percorridos e 35 armadilhas; a direita Trilha dos Gnomos, com 45 armadilhas e cerca de 2250 m percorridos.

**Figure 2** - Map showing the coordinates of the two trail where the traps were set: the left Cacheira trail, about 1750 feet and traveled 35 traps, and the right Gnomes trail, with 45 traps and about 2250 m traveled.

As armadilhas foram instaladas distando 50 metros entre cada uma, dispostas a 1,50 metros do solo. Para atração dos insetos foi preparada uma solução contendo água, açúcar e álcool 70%, sendo que para cada litro de água utilizou-se 200 g de açúcar e 50 mL de álcool 70%.

A manutenção das armadilhas foi realizada a cada 48 horas, sendo realizada a troca da solução e retirados os insetos capturados para posterior quantificação, catalogação e classificação. A classificação a nível de ordem baseou-se na chave de identificação de insetos adultos de Gallo *et al.* (2002).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Trilha da Cachoeira, com 35 armadilhas e 8 coletas, foram contabilizados 2701 insetos e 10 aracnídeos. Desses insetos encontrados foram identificadas 7 (sete) ordens (Tabela 1).

**Tabela 1** – Ordens dos insetos capturados pela armadilha tipo *Malaise* na Trilha da Cachoeira, com os respectivos números de indivíduos coletados e a sua porcentagem em relação ao total de insetos coletados nessa trilha.

**Table 1** – Captured Insects orders by *Malaise* trap in the Cachoeira trail, with their numbers of individuals caught and their percentage of the total number of insects collected in this trail.

Ordem	Número de insetos coletados/ordem	Porcentagem(%)
Lepidoptera	56	3,29
Hymenoptera	878	51,62
Coleoptera	108	6,36



Diptera	638	37,51
Blattodea	9	0,52
Neuroptera	7	0,41
Ortoptera	5	0,29
<b>TOTAL</b>	<b>1701</b>	<b>100</b>

A cada coleta, tem-se uma média de 7,46 indivíduos por armadilha. A ordem com o maior número de insetos foi Hymenoptera, sendo representada principalmente por formigas e vespas. Esta ordem tem importância quanto a atividade da fabricação do mel exercida pelas abelhas, manutenção da biodiversidade. Também destaca-se, em ambiente florestal, as formigas-cortadeiras *Atta* (Saúvas) e *Acromyrmex* (Quenquéns), consideradas pragas florestais e de agricultura, além da vespa-da-madeira que ataca principalmente espécies de *Pinus*. (Costa *et al*, 2008).

A ordem com o segundo maior número de exemplares foi a ordem Diptera, representada pelos mosquitos, moscas, borrachudos. Tendo como maior importância a transmissão de doenças entre os animais e decomposição de matéria.

Na trilha dos Gnomos, com 45 armadilhas e 7 coletas, foram contabilizados 4490 insetos e 20 aracnídeos. Desses, foram identificadas 10 ordens (Tabela 2)

**Tabela 2** – Ordens dos insetos capturados pela armadilha *Malaise* na trilha dos Gnomos, com os respectivos números de indivíduos coletados e a sua porcentagem em relação ao total de insetos coletados dessa trilha.

**Table 2** - Orders of insects captured by the trap of "malaise" in the trail of the gnomes, with their numbers of individuals caught and their percentage of the total number of insects collected in this track.

Ordem	Número de insetos coletados/ordem	Porcentagem(%)
Hymenoptera	1616	35,99
Diptera	2415	53,78
Coleoptera	237	5,27
Lepidoptera	132	2,96
Neuroptera	64	1,45
Thysanura	3	0,06
Blatodea	15	0,33
Odonata	1	0,02
Ortoptera	4	0,08
Hemiptera	3	0,06
<b>TOTAL</b>	<b>4490</b>	<b>100</b>

Em média, a cada coleta foram contabilizados 14,2 insetos por armadilhas. Esse significativo aumento no número de insetos capturados na Trilha dos Gnomos está

relacionado ao fato da mata desta trilha estar em estágio de regeneração mais avançado quando comparado a Trilha da Cachoeira. Portanto, com a maior diversidade de vegetais na trilha dos Gnomos foi proporcional a maior diversidade e número de insetos.

As ordens com maior frequência nesta trilha foram as mesmas encontradas na Trilha da Cachoeira. Cerca de 90% das espécies encontradas são pertencentes às ordens Diptera e Hymenoptera. Além disso, identificou-se 3 ordens diferentes: Thysanura, Odonata e Neuroptera.

Segundo Thomazini. & Thomazini (2000), em sua pesquisa realizada na floresta tropical (Amazônica) no município de Rio Branco-AC, utilizando-se armadilhas luminosas modelo “Luiz de Queiroz” foram coletados 17.529 insetos distribuídos em 14 ordens e 128 famílias diferentes, em área de mata primária e secundária e pastagens. Destacam-se as ordens Coleoptera, Hemiptera e Hymenoptera. Com maior número de famílias foi Coleoptera (36 famílias), seguida por Hymenoptera (26 famílias), Lepidoptera (24 famílias), Díptero (17 famílias) em uma totalidade de um ano de coletas. Sendo que este tipo de armadilha está relacionada a captura de insetos de hábito noturno, já que são atraídos pela luz e utilizadas no período noturno.

Em estudo realizado na fazenda Taquari município de São Francisco de Assis/RS em uma plantação de *Eucalyptus*, utilizou-se armadilha luminosa para amostragem de insetos, o modelo utilizado foi Luiz de Queiroz, durante o período de agosto de 2008 a março de 2009, sendo acionadas mensalmente. Foram coletados 1471 indivíduos distribuídos em oito ordens e 99 espécies. A ordem Coleoptera foi a que apresentou o maior número de insetos coletados 45,7 %, seguida de 26,7 % de Lepidoptera, 12,8 % de Hemiptera, 7,1 % de Dermaptera, 5,9 % de Hymenoptera (Garlet, 2010). Pode-se então observar que a armadilha luminosa apresenta eficiência de captura semelhante a do presente trabalho.

Estudar a diversidade e a ecologia dos insetos tem ajudado a avaliar as mudanças ambientais, visto que os insetos têm grande importância na natureza, sendo o grupo de seres vivos mais abundante e diversificado. Também através desses estudos é possível determinar a relação entre a biodiversidade de áreas de florestas plantadas, em regeneração e clímax, para que se possam conhecer os principais insetos-praga ocorridos pelos desequilíbrios ecológicos.

## CONCLUSÃO

Na trilha da Cachoeira, as ordens com maior porcentagem de exemplares foram Hymenoptera e Diptera, com 51,62 % e 37,51%, respectivamente, sendo também identificados nesta trilha as ordens Lepidoptera, Coleoptera, Blattodea, Neuroptera e Orthoptera.

Contudo na trilha dos Gnomos a ordem com maior número de insetos foi Diptera com 53,78%, seguida pela ordem Hymenoptera com 35,99%, sendo também identificadas as ordens Coleoptera, Lepidoptera, Blattodea, Neuroptera, Orthoptera, Thysanura, Odonata, Hymenoptera.

## Agradecimentos

Agradamos ao Eng. Agrônomo Paulo Pegas, responsável pela Fazenda Pinhão Assado, que disponibilizou o local para coleta dos dados e estágio e ajudou com o material necessário para a realização da pesquisa.

## BIBLIOGRAFIA

BERTOLIN, T. B. P.; 2007; Pentatomoidea (Insecta: Hemiptera) em fragmentos de mata Atlântica no sul de Santa Catarina; Ed. Do autor.

14<sup>th</sup> Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM - EEA Montecarlo, INTA. 10, 11 y 12 de Junio de 2010 -Eldorado, Misiones, Argentina

- BRAGA, F. M. S. & ANDRADE, P. M. 2005. Distribuição de peixes na microbacia do Ribeirão Grande, Serra da Mantiqueira Oriental, São Paulo, Brasil. *Iheringia*, Sér. Zool. 95(2):121-126.
- COSTA, E. C.; D'AVILA, M.; CANTARELLI, E. B.; MURARI, A. B.; MANZONI, C. G. 2008. Entomologia Florestal; Santa Maria: UFSM, 239 p.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI, L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. 2002. Entomologia Agrícola; Piracicaba: FEALQ, v.10, 920 p.
- GARLET, J. 2010. Levantamento Populacional da Entomofauna em plantios de *Eucalyptus* spp. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria.
- GUSMÃO, M. A. B. CREÃO-DUARTE, A. J.; setembro 2004; Diversidade e análise faunística de Sphingidae (Lepidoptera) em área de brejo e caatinga no Estado da Paraíba, Brasil; Revista Brasileira de Zoologia; edição de setembro de 2004; pp. 2
- LOURENÇO, Â. M.; SOARES, B. M. 2003. Estudo da diversidade de insetos na parque Poncho Verde, Santo Ângelo – RS, Brasil. Revista de Pesquisa e Pós-Graduação – Santo Ângelo.
- Localização da Serra da Mantiqueira; encontrado em:  
[http://pt.wikipedia.org/wiki/Serra\\_da\\_Mantiqueira#Ecosistema](http://pt.wikipedia.org/wiki/Serra_da_Mantiqueira#Ecosistema); acessado em 4 de março de 2010, as 23 hs e 36 m.
- O turismo da Serra da Mantiqueira; encontrado em:  
<http://www.reservehotelonline.com.br/turismo/serra-da-mantiqueira.asp>; acessado em 4 de março de 2010, as 23 horas.
- SCATOLINI, D.; DIAS A. M. P. 2003. Análise faunística de Braconidae (Hymenoptera) em três áreas de mata nativa do Estado do Paraná, Brasil; Revista Brasileira de Zoologia; volume 47 n° 2.
- THOMAZINI M. J.; THOMAZINI A. P. B. W.; 2000; A fragmentação florestal e a diversidade de insetos nas florestas tropicais úmidas, Embrapa – 2000.

# ATIVIDADE INSETICIDA DE EXTRATOS VEGETAIS SOBRE A FORMIGA-CORTADEIRA *Atta* sp. (Hymenoptera: Formicidae)

## INSETICIDAL ACTIVITY OF PLANT EXTRACTS ON LEAF CUTTER ANT *Atta* sp. (Hymenoptera: Formicidae)

Jung, P. H.<sup>1</sup>; Nieri, E. M.<sup>1</sup>; Silva, M.<sup>1</sup>; Nava, G. R.<sup>1</sup>; Silveira, A. C.<sup>1</sup>;  
Foquesatto, C. F.<sup>1</sup>; Potrich, M.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Estudantes de Graduação em Engenharia Florestal – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos (UTFPR-DV). [paulinhohenriquej@bol.com.br](mailto:paulinhohenriquej@bol.com.br),

<sup>2</sup> Professora de Entomologia – UTFPR-DV. [michelepotrich@utfpr.edu.br](mailto:michelepotrich@utfpr.edu.br) Endereço: Estrada para Boa Esperança, Km 04, Comunidade São Cristóvão, CEP 85660-000, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil.

### RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo avaliar a atividade inseticida de extratos vegetais sobre a formiga cortadeira *Atta* sp. Para isto, as formigas foram coletadas na área de reflorestamento de *Eucalyptus citriodora* na área experimental da UTFPR-DV. Foram preparados extratos aquosos e etanólicos de arruda (*Ruta graveolens*) e alho (*Allium sativum*) nas concentrações de 2,5%, 5%, 10% e 20%. Dez formigas foram alocadas, sem alimentação, em potes plásticos, sendo cada grupo de formigas pulverizado com 1 mL de extrato, a testemunha consistiu de água destilada. Os materiais foram avaliados diariamente por um período de 7 dias, sendo analisado o número de formigas mortas. Verificou-se atividade inseticida comprovada tanto no extrato aquoso quanto no extrato etanólico de alho, no entanto apenas o extrato etanólico de arruda apresentou atividade inseticida. Contudo, o extrato etanólico de arruda foi o único a apresentar atividade inseticida em todas as concentrações, 24 horas após a aplicação.

**Palavras-chave:** arruda, alho, extratos aquoso, extrato etanólico.

### SUMMARY

This study has the objective to evaluate the insecticidal activity of plant extracts on leaf-cutting ant *Atta* sp. For this, the ants were collected in the area of *Eucalyptus citriodora* reforestation in the experimental area of UTFPR-DV. Aqueous extracts and ethanol extracts of rue (*Ruta graveolens*) and garlic (*Allium sativum*) in concentrations of 2.5%, 5%, 10% and 20%. Ten ants were placed without food, in plastic pots, each group of ants sprayed with 1 mL of extract, the control consisted of distilled water. The materials were evaluated daily for a period of 7 days, and analyzed the number of dead ants. It was verified insecticidal activity in aqueous and in ethanolic extract of garlic, but only the ethanol extract of rue showed insecticidal activity. However, the ethanol extract of rue was the only one to have insecticidal activity at all concentrations, 24 hours after application.

**Key words :** rue, garlic, aqueous extract, ethanolic extract .

### INTRODUÇÃO

Em florestas implantadas de *Pinus* e de *Eucalyptus*, as formigas cortadeiras, saúvas e quenquéns, destacam-se como as principais pragas (Gallo et al., 2002) especialmente nas fases de pré-corte (áreas de reforma ou condução da floresta) e imediatamente após o plantio ou no início da condução de brotação (Boaretto & Forti, 1997).

As empresas de reflorestamento têm empregado o controle químico de formigas cortadeiras, através de iscas, termonebulização e fumigantes, tendo elevado custo. Os produtos comerciais disponíveis até alguns anos atrás eram, de modo geral, formulados a base de inseticidas clorados, e tiveram a fabricação suspensa pela legislação brasileira, outros foram substituídos, no entanto, os danos ecológicos permaneceram (Loureiro & Monteiro, 2005). Além do alto custo, os aspectos ambientais têm levado as empresas a investir na melhoria operacional das técnicas de controle e na experimentação de novas tecnologias, objetivando minimizar os impactos ao meio ambiente. (Loureiro & Monteiro, ano 2005).

O controle biológico é uma das alternativas para minimizar o controle químico irracional e os impactos ambientais por estes ocasionados, além disso, vem se destacando em pesquisas e programas de controle. Os principais organismos utilizados para o controle de insetos são microrganismos entomopatogênicos, em especial fungos e nematóides (Zarzuela, 2007).

Trabalhos utilizando fungos entomopatogênicos *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* foram desenvolvidos por Alves & Sosa Gómez (1983) para controle de *Atta sexdens rubropilosa* Forel, 1908 (Hymenoptera: Formicidae). Outros trabalhos foram realizados por Loureiro & Monteiro (2005) com as mesmas espécies de fungos mais a espécie *Isaria fumosorosea* para controle de *A. sexdens sexdens* L. (1758) verificando eficiente controle deste inseto-praga.

Pesquisas estão sendo realizadas a fim de obter espécies de fungos e nematóides entomopatogênicos de ocorrência natural em formigas cortadeiras que possam ser multiplicados em laboratório e utilizados em programas de controle (Zarzuela, 2007).

Neste sentido, verifica-se que há uma linha de pesquisa sobre a ação de entomopatógenos para controle de formigas cortadeiras, no entanto, são escassos trabalhos com a utilização de produtos alternativos, com o controle à base de extratos vegetais para controle destas pragas.

O uso de extratos vegetais como inseticidas já foram testados para controle de outros insetos-pragas como cascudinho de aviário (*Alphitobius diaperinus* Panzer, Coleoptera: Tenebrionidae), sendo que o extrato de arruda etanólico apresentou atividade inseticida satisfatória para este inseto (Marcomini et al., 2009).

Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a atividade inseticida de extratos etanólicos e aquosos de alho e arruda, no controle da formiga cortadeira *Atta* sp. (Hymenoptera: Formicidae).

## MATERIAL E MÉTODOS

Os extratos foram preparados no laboratório de Fitossanidade da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus Dois Vizinhos/PR* onde também foram realizados os experimentos. Para isto foram feitos extratos aquosos e etanólicos de arruda (*Ruta graveolens* L., Rutaceae) e alho (*Allium sativum* L., Alliaceae) nas concentrações de 2,5%, 5%, 10% e 20%.

Para a preparação dos extratos aquosos foram triturados, em liquidificador, 200g da parte vegetativa da planta (folhas) em um litro de água destilada, estando esta solução original concentrada a 20%. O extrato foi armazenado em geladeira a  $3 \pm 2^\circ\text{C}$ , durante 24 horas, posteriormente foi coado e diluído nas concentrações estipuladas.

Na preparação dos extratos etanólicos de arruda e alho foram triturados, em liquidificador, 200g de cada material, conforme descrito anteriormente, em um litro de álcool 92%. A solução foi armazenada, durante 72 horas, a uma temperatura média de  $3 \pm 2^\circ\text{C}$ , após este período as soluções foram coadas e diluídas nas concentrações de 2,5%, 5% e 10% e 20%. Estes procedimentos de preparação dos extratos foram baseados no preparo realizado pelos produtores agroecológicos da região e que são facilmente produzidos no campo.

As castas de operárias e/ou soldados de *Atta* sp. foram coletadas em uma colônia na área de reflorestamento de *Eucalyptus citriodora* na área experimental do *Campus* da UTFPR-DV.

Para a realização dos experimentos, dez (10) formigas foram alocadas, sem alimentação, em potes de plásticos de 8 cm de diâmetro com abertura para passagem de ar. Cada grupo de formigas foi pulverizado com 1 mL de extrato, sendo a testemunha pulverizada com 1 mL de água destilada. Para cada concentração/extrato foram preparadas 5 repetições e mantidas em câmara climatizada tipo B.O.D. A  $26 \pm 2^\circ\text{C}$  e fotofase de 12 horas.

Os materiais foram avaliados diariamente por um período de 7 dias, sendo analisado o número de formigas mortas diariamente. Os resultados dos tratamentos foram comparados com a respectiva testemunha pelo teste estatístico de Kruskal-Wallis, com auxílio do programa estatístico BioEstat 5.0 (Ayres et al. 2004).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O extrato aquoso de arruda não apresentou atividade inseticida quando comparado a respectiva testemunha (Tabela 1). Em trabalhos realizados por Marcomini et al. (2009) também não foi observada atividade inseticida de extrato aquoso de arruda sobre o cascudinho de aviário (*A. diaperinus*).

**Tabela 1.** Mortalidade média (%) de formigas cortadeiras (*Atta* sp.), após sete dias, tratadas com diferentes extratos vegetais e em diferentes concentrações ( $26 \pm 2^\circ\text{C}$  e fotofase de 12 horas).

**Table 1.** Mean mortality (%) of leaf-cutting ants (*Atta* sp.), after seven days, treated with different plant extracts at different concentrations ( $26 \pm 2^\circ\text{C}$  and photoperiod of 12 hours).

Tratamentos/Extratos	Concentrações	Mortalidade
Testemunha	-	54,9 a
Extrato Aquoso de Arruda	2,5%	66,9 a
Extrato Aquoso de Arruda	5%	86,0 a
Extrato Aquoso de Arruda	10%	58,1 a
Extrato Aquoso de Arruda	20%	70,5 a
<i>p</i>		0,5538
Testemunha	-	70,2 b
Extrato Aquoso de Alho	2,5%	68,0 b
Extrato Aquoso de Alho	5%	85,4 ab
Extrato Aquoso de Alho	10%	100,0 a
Extrato Aquoso de Alho	20%	100,0 a
<i>p</i>		0,0078
Testemunha	-	64,9 b
Extrato Etanólico de Arruda	2,5%	90,0 ab
Extrato Etanólico de Arruda	5%	98,0 a
Extrato Etanólico de Arruda	10%	98,2 a
Extrato Etanólico de Arruda	20%	100,0 a
<i>p</i>		0,0265

Testemunha	-	57,6 c
Extrato Etanólico de Alho	2,5%	70,4 bc
Extrato Etanólico de Alho	5%	95,4 ab
Extrato Etanólico de Alho	10%	96,0 ab
Extrato Etanólico de Alho	20%	100,0 a
<i>p</i>		0,0016

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ( $p < 0,05$ ).

Em trabalhos realizados por Biermann et al. (2009) aplicando extrato aquoso de arruda sobre o curuquerê da couve (*Ascia monuste orseis* Lepidoptera:Pieridae) este não diferiu estatisticamente da testemunha, também não sendo verificado um potencial inseticida. Os extratos aquosos de alho, nas concentrações de 10% e 20%, causaram mortalidade significativa (ambos 100%) quando comparados a testemunha, no entanto as concentrações menores não diferiram da testemunha (Tabela 1). Extratos de alho são utilizados comumente como fitoterápicos ou para controle de doenças fúngicas, sendo escassos os relatos de pesquisa para controle de insetos.

Ao contrário do extrato aquoso de arruda, o extrato etanólico apresentou atividade inseticida sobre *Atta* sp., sendo que as concentrações 5%, 10% e 20% diferiram significativamente da testemunha, apresentando mortalidade 98,0%, 98,2% e 100%, respectivamente (Tabela 1). Morcomini et al. (2009) também verificaram que o extrato etanólico de arruda apresentou efeito inseticida sobre *A. diaperinus*. Provavelmente pelo fato das substâncias com propriedade inseticida só serem extraídas na presença do solvente etanólico.

Extratos etanólicos de alho tiveram efeito inseticida nas concentrações de 5% (95,4), 10% (96%) e 20% (100%), provocando mortalidade de soldados de *Atta* sp. Comparando com o extrato aquoso a capacidade inseticida foi semelhante.

Quando as formigas do gênero *Atta* sp. foram pulverizadas com o extrato aquoso de arruda, em todas as concentrações, verificou-se mortalidade significativa somente 120 horas após aplicação (Tabela 2). No entanto, quando pulverizadas com extrato etanólico de arruda provocou mortalidade significativa logo após 24 horas da aplicação, em todas as concentrações.

**Tabela 2.** Mortalidade média (%) ao longo dos dias de formigas cortadeiras (*Atta* sp.) tratadas com diferentes extratos vegetais e em diferentes concentrações ( $26 \pm 2$  °C e fotofase de 12 horas).

**Table 2.** Mean mortality (%) over the days of leaf-cutting ants (*Atta* sp.) treated with different plant extracts at different concentrations ( $26 \pm 2$  °C and photoperiod of 12 hours).

Tratamentos/ Extratos	Tempo						<i>p</i>
	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h		
Testemunha	-	19,7 Bab	34,6 ABab	41,9 ABb	49,3 ABb	52,1 Ab	0,0065
Extrato Aquoso de Arruda	2,5%	9,5 Bb	16,3 Bb	39,2 ABb	53,3 ABab	70,6 Aab	0,0027
Extrato Aquoso de Arruda	5%	17,0 Bab	49,0 ABa	70,0 ABa	75,0 ABa	86,0 Aa	0,0260
Extrato Aquoso de Arruda	10%	16,0 Bab	20,0 ABb	40,0 ABb	52,8 ABab	58,1 Ab	0,0265
Extrato Aquoso de Arruda	20%	22,1 Ba	36,0 Bab	47,1 ABb	68,1 ABab	70,5 Aab	0,0110
<i>p</i>							
Testemunha	-	7,6 Bc	20,2 Bc	41,6 ABb	60,4 ABab	70,2 Ab	0,0008
Extrato Aquoso de Alho	2,5%	12,0 Bbc	21,0 ABc	37,0 ABb	51,0 ABb	68,0 Ab	0,0068
Extrato Aquoso de Alho	5%	19,8 Bbc	36,2 ABbc	44,5 ABb	58,4 ABb	85,4 Aab	0,0152
Extrato Aquoso de Alho	10%	24,0 Cb	55,0 BCab	75,0 ABCa	85,0 ABab	100,0Aa	0,0003

Extrato Aquoso de Alho	20%	74,0 Aa	84,7 Aa	93,4 Aa	94,4 Aa	100,0Aa	0,0889
<i>p</i>							<i>p</i>
Testemunha	-	8,0 Bc	19,0 ABc	31,0 ABb	43,0 ABb	64,9 Ab	0,03
Extrato Etanólico de Arruda	2,5%	74,9 Ab	80,2 Aab	94,2 Aa	98,0 Aa	90,0 Aa	0,1329
Extrato Etanólico de Arruda	5%	92,0 Aab	96,0 Aab	96,0 Aa	96,0Aa	98,0 Aa	0,2154
Extrato Etanólico de Arruda	10%	98,0 Aa	98,0 Aa	98,0 Aa	98,0 Aa	98,2 Aa	1,0000
Extrato Etanólico de Arruda	20%	100,0Aa	100,0Aa	100,0Aa	100,0Aa	100,0Aa	1,0000
<i>p</i>							<i>p</i>
Testemunha	-	6,0 Bc	22,0 ABb	35,0 ABb	49,0 ABb	57,6 Ab	0,0267
Extrato Etanólico de Alho	2,5%	23,0 Bbc	34,0 ABb	52,0 ABab	60,0 ABb	70,4 Aab	0,0441
Extrato Etanólico de Alho	5%	55,0 Aab	80,0 Aa	80,0 Aa	95,0 Aa	95,4 Aa	0,0736
Extrato Etanólico de Alho	10%	96,0 Aa	96,0Aa	96,0Aa	96,0Aa	96,0Aa	1,0000
Extrato Etanólico de Alho	20%	100,0Aa	100,0Aa	100,0Aa	100,0Aa	100,0Aa	1,0000

*p*  
Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ( $p < 0,05$ ).

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Kruskal-Wallis ( $p < 0,05$ ).

O extrato aquoso de alho, na concentração de 20%, provocou mortalidade significativa em *Atta* sp. 24 horas após aplicação (74% de mortalidade), sendo que o extrato etanólico, 24 horas após a aplicação, apresentou mortalidade significativa nas concentrações de 5% (55%), 10% (96%) e 20% (100%). Verifica-se que os extratos de alho, tanto etanólico quanto aquoso, tem propriedades inseticidas que devem ser melhor estudadas e testadas em outros insetos.

Comparando-se ao longo do tempo, as diferentes concentrações do extrato aquoso de arruda, verificou-se que não houve diferença em relação à testemunha em 24 e 48 horas. À 72, 96 e 120 horas após a aplicação houve mortalidade significativa em relação a testemunha na concentração de 5%.

A mortalidade de *Atta* sp., quando pulverizadas com extrato aquoso de alho na concentração de 20% ,foi significativa ao longo de todo o tempo. Decorridos 48, 72 e 120 horas após a aplicação do extrato, a concentração de 10% continuou provocando mortalidade significativa de *Atta* sp. quando comparada à mortalidade da testemunha (55%, 75% e 100% respectivamente).

O extrato etanólico de arruda provocou mortalidade significativa de *Atta* sp. em todas as concentrações ao longo de todo o tempo, enquanto o extrato etanólico de alho apresentou esses mesmos parâmetros nas concentrações de 5%, 10% e 20%, quando comparados à respectiva testemunha.

Segundo Loureiro & Monteiro (2005) os fungos entomopatogênicos testados para controle de *A. sexdens sexdens* provocaram maior mortalidade do 2º ao 4º dia, sendo que neste último chegou a mortalidade acumulada de 80%. Posteriormente, os autores observaram que a mortalidade de todos os tratamento igualou-se a testemunha, não sendo mais os isolados os responsáveis pela mortalidade.

No presente trabalho, a diminuição da ação inseticida dos extratos, pode ser notada através da observação das médias não serem estatisticamente diferentes da testemunha, ocorrendo para o extrato aquoso de arruda (todas as concentrações) e para as menores concentrações do extrato aquoso e etanólico de alho.

Assim, verifica-se atividade inseticida de extrato etanólico de arruda e alho e extrato aquoso de alho, sendo que o extrato etanólico de arruda apresentou as médias mais significativas de mortalidade, sugerindo futuros trabalhos com estudos mais detalhados.

Uma hipótese para a alta mortalidade de formigas cortadeiras expostas ao extrato etanólico de arruda e de alho é que estes podem apresentar um ou mais compostos tóxicos que



são obtidos apenas na extração etanólica, sendo sugerido para futuros trabalhos a identificação destes compostos. A campo, estes extratos poderiam ser aplicados sob forma de iscas de alimentação. Segundo Link & Link (2007) testes realizados com iscas contendo certos óleos, produziram grande número de saúveiros amuados. Também relatou que estes realizados no Rio Grande do Sul têm demonstrado que a eficácia para saúva depende da época do ano e da vegetação disponível para forrageio.

Diante disso, sugere-se a complementação do presente trabalho com testes em campo, pela abertura de orifícios nos saúveiros e introdução dos extratos ou outros métodos a serem avaliados.

## CONCLUSÃO

A maior atividade inseticida foi comprovada com extratos etanólicos de arruda, sendo que ao longo do tempo continuou provocando mortalidade mesmo na menor concentração. Os extratos de alho, tanto etanólico quanto aquoso, provocaram mortalidade significativa, principalmente nas maiores concentrações. Já o extrato aquoso de arruda apresentou baixa atividade inseticida.

## Agradecimentos

À Eng. Agrônoma Lisonéia Fiorentini Smaniotto pelo auxílio na preparação dos extratos vegetais.

## BIBLIOGRAFIA

- ALVES, S.B.; SOSA GÓMEZ, D.R. 1983. Virulência do *Metarhizium anisopliae*(Metsch.) Sorok e *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. Para duas castas de *Atta sexdens rubropilosa* (Forel,1968). Poliagro, v.5, n.1, p.1-9.
- AYRES, M. & AYRES, Jr., M.; AYRES, D.L.; SANTOS, A.S. 2003. BioEstat 3.0. Aplicações Estatísticas nas áreas de Ciências Biológicas e Medicas. Belém: Sociedade Civil Mamirauá; Brasília CNPq, 290p.
- BIERMAN, A. C. S. ; PONCIO, S. ; ROSALINO, P. K. ; RIBEIRO, L. P. R. ; DEQUECH, S. T. B.; 2009. Ação se extratos vegetais sobre postura de *Ascia monuste orseis* (Lepidoptera: Pieridae); VI Encontro Internacional de Produção Científica do Centro Universitário de Maringá (Cesumar) (EPCC), , Maringá, Paraná, Brasil.
- BOARETTO, M.A.C; FORTI, L.C. 1997. Perspectivas no controle de formigas cortadeiras; SÉRIE TÉCNICA IPEF, v. 11, n. 30, p. 31-46.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, S.; CARVALHO, R.P.L.; BAPTISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.;ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. 2002. Entomologia Agrícola; Piracicaba: FEALQ,.v.10, 920 p.
- LINK D. & LINK F. M.; Palestra biologia e controle da formiga saúva limão sulina, (*Atta sexdebs piriventris*); Instituto Biológico, São Paulo, v.69, suplemento 2, p.195-196, 2007.
- LOUREIRO, E. S. ; MONTEIRO, A. C. 2005. Patogenicidade de isolados de três fungos entomopatogênicos a soldados de *Atta sexdens sexdens* (Linnaeus,1958) (Hymenoptera: Formicidae). Revista árvore. julho-agosto, v. 29, julho a agosto. 2005, número 004 Sociedade de investigações florestais, Vicosa, Brasil PP.553-561
- MARCOMINI, A.M., ALVES, L.F.A.,BONINI, A.K., MERTZ, N.R.,SANTOS, J.C. 2009. Atividade Inseticida de extratos Vegetais e do óleo de Nim sobre adultos de *Alphitobius diaperinus* Panzer (Coleoptera: Tenebrionidae). Arq. Inst. Biol., São Paulo, v.76, n.3, p.409-416, jul./set.
- ZARZUELA, M.F.M. 2007. Utilização de Entomopatógenos para o controle de formigas; Instituto Biológico, São Paulo, v.69, suplemento 2, p.157-160.

# DAÑOS PRODUCIDOS POR *Coraliomela brunnea* Thunberg EN REGENERACIÓN NATURAL DE *Copernicia alba* Morong.

## PRODUCED DAMAGES FOR *Coraliomela brunnea* IN NATURAL REGENERATION OF *Copernicia alba* Morong.

Monzón, L.<sup>1</sup>; Iza, N.M.<sup>1</sup>; Pérez, V.R.<sup>2</sup>; Vicentini, G.M.<sup>2</sup>; Cañete, M.C.<sup>2</sup>; Ocampo, W.G.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Cátedra de Zoología y Entomología Forestal. Facultad Recursos Naturales, Universidad Nacional de Formosa. Av. Gutnisky 3200, Formosa. Correo: [monzonlidia@hotmail.com](mailto:monzonlidia@hotmail.com)

<sup>2</sup> Grupo Investigación Cátedra Silvicultura. Facultad de Recursos Naturales, Universidad Nacional de Formosa. Av. Gutnisky 3200, Formosa. Correo: [forestales@arnet.com.ar](mailto:forestales@arnet.com.ar)

### RESUMEN

En un ecosistema natural de palmar, con dominancia de *Copernicia alba*, ubicado en la Zona Este (Húmeda) de Formosa, se efectuó el presente estudio, cuyos objetivos fueron: identificar y describir al insecto causante de daños en hojas; caracterizar las lesiones; y determinar la incidencia de esta plaga en la regeneración natural. Los controles y evaluaciones se realizaron en 18 parcelas de muestreo permanente distribuidos en dos posiciones topográficas (pie de loma y media loma). Se identificó la especie *Coraliomela brunnea* (Coleóptera, Chrysomelidae), insecto causal de daños en hojas de *Copernicia alba*, en estado larval y adulto. En todas las parcelas evaluadas se presenciaron daños, sin registrarse ninguna muerte de palmeras. Los daños son más frecuentes en palmas de clase >50-100 cm de altura, ubicadas en posición de media loma (alrededor del 50 % está atacada). En tanto, en pie de loma no llega al 30 % de la población juvenil.

**Palabras clave:** coleóptero, palma, lesiones, evaluaciones, población juvenil.

### SUMMARY

In a natural ecosystem with a conspicuous presence of *Copernicia alba* Morong., located in the East Zone (Humid) of Formosa, the present study was made whose objectives were: to identify and to describe to the causing insect of damages in leaves; to characterize of the lesions; to determine the incidence of this plague in the natural regeneration. The controls and evaluations were executed in 18 permanent sample plots distributed in two topographical positions (foot of hill and half hill). The specie *Coraliomela brunnea* was identified (Coleóptera, Chrysomelidae), causal insect of damages in leaves of *Copernicia alba*, in larval state and adult. In all the evaluated parcels damages were witnessed, without registering any death of palms. The damages are more frequent in palms of class >50-100 cm of height, located in position of half hill (around 50% it is attacked). As long as, in foot of hill it doesn't arrive to the juvenile population's 30%.

**Key words:** coleopteron, palm, lesions, evaluations, juvenile population.

### INTRODUCCIÓN

*Copernicia alba* Morong., conocida vulgarmente como “palma, palma caranday o caranday”, es característica de América del Sur, encontrándose en Brasil, Paraguay, y norte de Argentina. Alcanza una altura entre 10 y 25 metros, y rango de diámetro a 1,30 m de altura, entre menos de 20 y hasta unos 30 cm. Con un tallo o estípote, generalmente simple, raramente ramificado. Entre las especies autóctonas de la Provincia de Formosa, la palma constituye actualmente una de las de mayor existencia, capaz de cubrir las demandas de futuros aprovechamientos. Las formaciones de palmares aparecen asociadas a ambientes

hídricos caracterizados por ser zonas periódicamente anegables y de transición algo más altas, acotados por un régimen climático con abundantes lluvias en primavera - verano y marcado déficit hídrico en invierno e inicio de primavera (Galmarini y Raffo del Campo, 1964; Dimitri, 1972; Cabral y Castro, 2007; Programa de Inventario Forestal, 1976/1978/1988).

Por otra parte, Argentina exporta, desde hace algunos años, ciertas especies de palmeras a Europa y a países como China y Egipto. La producción europea no alcanza a satisfacer su propia demanda en ejemplares de variada atracción. El comercio internacional de palmeras con fines ornamentales, en su exportación, es afectado frente a la presencia de ciertas especies insectiles de plagas; frente a ello se han puesto barreras y medidas cuarentenarias. Las palmeras pueden ser atacadas por algunos insectos, si bien, en nuestro país no se conocen reportes de grandes pérdidas por causa de enfermedades o plagas, se menciona situaciones puntuales de importancia como la presencia de *Paysandisia archón*.

Briano (2003) menciona para la Argentina a *Paysandisia archón*, *Opsiphane tamarinde*, *O. invirae*, *Brassolis sophorae*, *Rhinostomus barbirostris*, *Rhynchophorus palmarum* sobre distintas especies de palmeras y al género *Coralimela* con las especies *C. thoracica*, *C. quadrimaculata* y *C. brunnea* mencionando a esta última en *Syagrus romanzoffiana*, *Polyandrococos caudenses*, *Coco nucífera* y *Allagoptera arenaria*. No se cita a *Copernicia alba* como afectada por ninguna de estas plagas.

Barbosa (2006) y Jung y Monné (2006) destacan la presencia *Coralimela. brunnea* como una plaga ampliamente distribuida en Brasil, también citado en Paraguay y Argentina, pero no hace referencia a que esté presente en *Copernicia alba*.

Según Millares (2006) el insecto *Coralimela brunnea* ataca a diversas palmeras, entre ellas mencionan a *Copernicia cerifera* Mart., *Cocos nucifera* L., *Elaeis guineensis* Jacq., *Syagrus coronata* (Mart.) Becc., *Platymixium dukei* y palmeras ornamentales. No hacen mención alguna a que *Copernicia alba* sea afectada por esta plaga.

Klasman (2008), expresa que el llamado en Brasil “barata da coqueiro”, *C. brunnea*, según la descripción de entomólogos del Brasil, está ampliamente distribuido en este territorio, citándolo hasta Rio Grande do Sul y se encontraría también en Paraguay y Argentina. Su actividad estaría restringida a ataques de las partes tiernas de plantas jóvenes, pero desarrolla todo su ciclo en la planta produciendo importantes daños y retrasos en los cultivos.

Con relación a la regeneración natural de la palma caranday *Copernicia alba* en un ecosistema palmar es poco lo que se conoce, siendo éste un aspecto fundamental para realizar un manejo sustentable del mismo. Actualmente en la Universidad Nacional de Formosa se ejecuta un proyecto de investigación de esta palma, poniendo énfasis en la estructura y dinámica del ecosistema y su relación con la productividad del mismo. Durante el año 2009 se observaron daños muy frecuentes y de distinta consideración en hojas nuevas de plantas jóvenes, aparentemente provocadas por algún insecto, que motivó la realización del presente estudio, cuyos objetivos son: a) Identificar y caracterizar al insecto (en estados juvenil y adulto) causante de los daños en hojas de *Copernicia alba*. b) Caracterización de las lesiones provocadas por el insecto. c) Determinar la incidencia de esta plaga en la población juvenil de *Copernicia alba*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Características particulares del área de estudio:** el estudio se realizó en un predio pecuario localizado en las proximidades de la ciudad de Formosa, Departamento Formosa, Provincia de Formosa. En esta zona húmeda provincial, la palma es abundante y se desarrolla sin inconvenientes. Es decir, que el ambiente escogido para estudiar el palmar, es una muestra representativa de esta clase de ecosistema. El predio en cuestión se halla en adyacencias de la

Ruta Nacional N° 11, a 13 km de la ciudad de Formosa, a 26°02' 54.5" Lat. Sur y 58°11' 55.6" Long. Oeste.

**Obtención de los datos:** los datos proceden de dos unidades espaciales de posición topográfica distintas: a) una en pie de loma (PL) y otra en media loma (ML). En cada una de ellas se establecieron nueve parcelas de muestreo permanente (PMP) de forma circular de 400 m<sup>2</sup> cada una. En cada parcela se observaron: altura total (HT) de la regeneración natural; cantidad de regeneración natural sanas y con daños en sus hojas por ataque de insecto; presencia o ausencia de algún estado de desarrollo (larva, pupa, adulto) de insectos del orden Coleóptera responsable del ataque en hojas de palma; descripción y evaluación de los daños a partir de la inspección visual de las plantas  $\leq 2$  metros de altura de *Copernicia alba* en las distintas parcelas de estudio. Los ejemplares de palma con altura  $\leq 2$  metros se clasificaron en cuatro categorías: H1:  $> 0,30$  m y  $< 0,50$  m; H2:  $> 0,50 - 1,00$  m; H3:  $>1,00 - 1,50$  m; H4:  $>1,50 - 2,00$  m. Los datos de los relevamientos llevados a campo fueron asentados en planillas confeccionadas para tal fin.

De las hojas de *Copernicia alba* se recolectaron estados de larva, pupa y adulto del insecto responsable de los daños en hojas. Los adultos fueron colocados en cámara letales con tetracloruro de carbono y las pupas y larvas en frascos con alcohol glicerinado y enviados al Museo de La Plata, División Entomología, de la Universidad Nacional de La Plata (Buenos Aires, Argentina) para su identificación. Este mismo material, en su estado de adulto fue identificado provisoriamente por la Cátedra de Zoología y Entomología Forestal (Facultad Recursos Naturales, Universidad Nacional de Formosa), bajo lupa binocular estereomicroscopio y montado en cajas entomológicas. Las fotografías de los daños producidos en hojas y de estados de desarrollo del insecto fueron obtenidas en las PMP en estudio.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Identificación preliminar del insecto. Descripción.** Se encontraron ejemplares adultos, pupas y larvas de la especie *Coralimela brunnea* (Thunberg, 1821), Orden Coleóptera, Superfamilia Chrysomeloidea, Familia Chrysomelidae, Subfamilia Hyspinae en plantas jóvenes de *Copernicia alba*. Este coleóptero es conocido en Brasil como “escarabajo de los cocoteros”.

Es un insecto de régimen filófago. Posee fototropismo positivo. A los adultos se los encuentra durante el día, especialmente durante las horas de mayor temperatura. Tanto la hembra como el macho son muy similares resultando en este caso, el dimorfismo sexual una diferencia de tamaño sensiblemente mayor en la hembra. El tamaño promedio de la especie es de 2,5 cm para la hembra y 2 cm el macho.

El insecto al emerger como adulto presenta tórax y élitros de coloración amarilla que se van tornando hacia un color rojo oscuro uniforme, con una línea negra en la parte central del pronoto. Los élitros son glabros, presentan carenas longitudinales y puntuaciones pronunciadas. Las antenas de tipo filiforme son de color negro y las patas negras con la base de los fémures rojo oscuro (Imagen 1).



a)



b)

Imagen 1. a) Adulto recién emergido. b) Adultos después de varios días de emergido.

*Image 1. a) Recently emerged adult. b) Adults after several days of having emerged.*

La larva al igual que el adulto también es filófaga. La larva neonata es de color crema-amarillo y a medida que se desarrolla se torna de un color marrón claro. Su cuerpo deprimido alcanza un tamaño no mayor a 30 mm de largo. Es ventralmente chata y convexa por su parte dorsal (Imagen 2). Las larvas tienen el hábito de alojarse en la base de las hojas, motivo por el cual es muy difícil verlas. Se las observa solo durante las horas de menor insolación, cuando se alejan algunos centímetros de su refugio.



Imagen 2. Larva en hoja de *Copernicia alba*.

*Image 2. Larva in leaf of Copernicia alba.*

A medida que la larva se alimenta deposita deyecciones en forma de pequeños perdigones de unos 2 mm de aspecto de palo seco, que ayuda a reconocer su presencia. En el estado de desarrollo pupal deja de alimentarse; se aquieta y a través de una secreción se fija por su extremidad abdominal al peciolo de las hojas características de la palma. La pupa es fácilmente reconocible, a diferencia del estado ontogénico anterior (larva), ya que en la misma es perceptible, en su lado ventral la presencia de patas, totalmente desarrolladas. Además, la coloración en este estado es mucho más intensa (Imagen 3).



Imagen 3. a) Pupa de *C. brunnea*, vista ventral. b) Pupa de *C. brunnea*, vista dorsal.  
 Image 3. a) Pustule of *C. brunnea*, ventral view. b) Pustule of *C. brunnea*, dorsal view.

### Descripción de los daños producidos por *C. brunnea*.

La larva para su alimentación prefiere los primordios foliares y las hojas juveniles. Se localiza en la cara inferior de las hojas, las que aún poseen cerradas sus pinnas. Se alimenta al roer la epidermis hasta llegar al parénquima foliar en un sentido paralelo a la nervadura central de las pinnas (Imagen 4). La acción persistente de la larva origina perforaciones de tamaño variable, habiéndose observado lesiones superiores a 20 cm de longitud.



Imagen 4. Daños en hojas juveniles. a) vista superior; b) vista lateral; c) presencia de larva.  
 Image 4. Damages in juvenile leaves. a) superior seen; b) lateral seen; c) larva presence.

Las hojas dañadas, al desarrollarse, se abren y dejan ver las roturas de las nervaduras centrales de cada pinna, que se expanden en forma de perforaciones a medida que la hoja se desarrolla (Imagen 5).





Imagen 5. Lesiones producidas por larvas en hoja adulta de *Copernicia alba*.

*Image 5. Lesions produced by larvae in mature leaf of Copernicia alba.*

El insecto adulto se alimenta de la parte media de las hojas ubicadas preferentemente en la parte central del follaje. Las hojas atacadas son las que se encuentran en proceso intermedio de desarrollo, es decir, obviándose las hojas juveniles y adultas. El insecto mediante los tarsos se aferra fuertemente a la superficie de la hoja y empieza a alimentarse. Comienza por morder la nervadura central para luego introducir el primer par de patas en la herida y seguir proyectando la misma por medio de sus mandíbulas. Una vez agrandada la lesión, introduce el segundo par de patas con las cuales sujeta la hoja, dirigiéndose hacia el extremo superior de la hoja. La lamina foliar dañada queda con múltiples perforaciones (se encontraron hasta 20 perforaciones en una sola hoja).

Como consecuencia del daño en las hojas, éstas pierden su rigidez estructural, doblándose al nivel de las lesiones producidas por el imago (Imagen 7). Los daños reducen la superficie foliar, disminuyendo la superficie fotosintética lo que provocaría una reducción del crecimiento de la palma.

En este estudio no se observó ninguna planta muerta por la acción de *C. brunnea*.



Imagen 7. Hoja de *Copernicia alba* con perforaciones, sin rigidez estructural (doblada).

*Image 7. Leaf of Copernicia alba with perforations, without structural rigidity (bent).*

### **Incidencia de los daños en la regeneración natural.**

En el Gráfico 1 se representó la incidencia del ataque de *C. brunnea* en la regeneración natural de *Copernicia alba* en dos posiciones topográficas, pie de loma y media loma. Los resultados se refieren a cantidad de plantas por unidad de superficie con daños ocasionados por larvas (DVL) y plantas no dañadas (SDL).

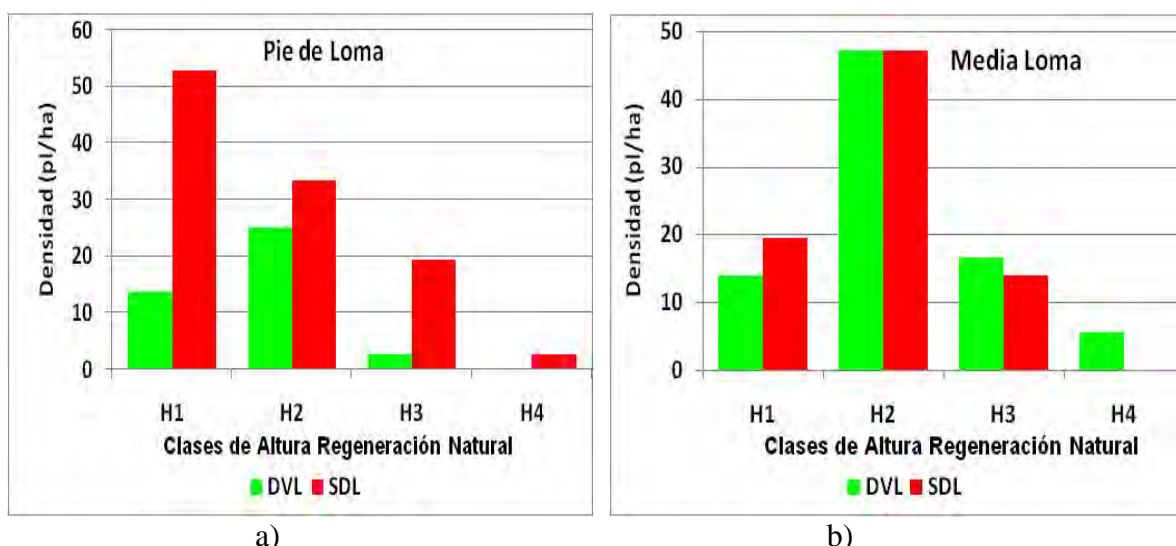


Gráfico 1. Plantas con daños viejos de larvas (DVL) y sin daños de larvas (SDL) en pie de loma (a) y media loma (b)

Graphic 1. Plants with old damages of larvae (DVL) and without damages of larvae (SDL) in foot of hill (to) and half hill (b)

Se observa que los daños son más intensos en las plantas ubicadas en la posición más alta, en la cual comparte el espacio con ejemplares de especies leñosas pioneras del Género *Prosopis*, *Astronium* y *Schinopsis*, principalmente. Prácticamente el 50 % de la población tiene alguna evidencia de lesiones provocadas por este insecto.

En la población que crece en lugares más bajos, afectados periódicamente por anegamientos y fuego, la regeneración natural registra una incidencia muy baja (< 30 %).

La clase de altura H2 (> 0,50 - 1,00 m) es la que registra la mayor frecuencia de daños en ambas posiciones del paisaje. Es muy baja la incidencia en las clases superiores (H3 y H4).

## CONCLUSIONES

Se ha identificado la especie *C. brunnea* causando daños en hojas de plantas juveniles de *C. alba* en la provincia de Formosa, Argentina.

Se ha encontrado al insecto *C. brunnea* tanto en su estado de larva como de adulto alimentándose de hojas de *Copernicia alba*. La sintomatología de los daños observada en hojas de esta palmera nativa de Formosa (Argentina), es similar a la observada en otras especies de palmeras reportadas en Argentina, Brasil y Paraguay (Brugnoni, 1981).

En todas las parcelas evaluadas se observó presencia de daños por *C. brunnea*, y en ningún caso se produjo muerte de las plantas atacadas.

Los daños son más frecuentes en palmas de clase >50-100 cm de altura, ubicadas en la posición de media loma (alrededor del 50 % está atacada). En tanto, en pie de loma no llega al 30 % de la población.

Dado que el insecto produce daños en la regeneración natural de *Copernicia alba*, afectando de alguna manera su crecimiento y desarrollo, se recomienda continuar con las observaciones periódicas que permitan evaluar con mayor precisión el impacto de los daños.

## BIBLIOGRAFÍA

- Barbosa M. A. 2006. Plaga de coqueiro. *Coco nucifera*. Avaliação de genotipos de coqueiro. *Coco nucifera* quanto a infestação da falsa barata. *Coralimela brunnea* no estado de Sergipe. [www.cpatc.embrapa.br](http://www.cpatc.embrapa.br) Revisado 10/03/2010.
- Briano A. 2003. Plagas de plantas ornamentales. Laboratorio de Plagas Vegetales. SeNaSa. Argentina
- Brugnoni H. 1981. Plagas forestales. Zoofitófagos que atacan a las principales especies forestales, naturales y cultivadas de la República Argentina.



- Cabral, E.L. y Castro, M. 2007. Palmeras argentinas. Guía para el reconocimiento. 1<sup>era</sup> Edición, Buenos Aires. 88 pp.
- Dimitri M.J. 1972. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Segunda edición. Editorial Acme. Buenos Aires. 1.161 pp
- Galmarini, A. y Raffo del Campo, J. 1964. Rasgos fundamentales que caracterizan el clima de la Región Chaqueña; Consejo Nacional de Desarrollo, Argentina. 178 pp.
- Howard F.W.; Moore D. 2001. Insects of palms. Cap. 12. pp: 63 – 69.
- Jung C.S.; Monné M.L. 2006. *Coralimela brunnea brunnea*: morfología do adulto e sinonímias (Coleoptera, Chrysomelidae)- Iheringia, Sér. Zool., Porto Alegre, 96(3) : 377 – 381.
- Klasman R. 2008. Plagas cuarentenarias de palmeras ornamentales. <http://floricultura34.blogspot.com/2008/04/plagas-cuarentenarias-para-palmeras.html> Revisado 18/03/2010.
- Millares A. 2006. Plagas y enfermedades de palmeras no presentes en Canarias. <http://www.picudorojocanarias.es>. Revisado 15/02/2010.
- Programa de Inventario Forestal. 1976-78-88. Tomos I, II y IV. Secciones 1<sup>era</sup>, 6<sup>ta</sup> y 7<sup>ma</sup>. Ministerio de Asuntos Agropecuarios y Recursos Naturales. Provincia de Formosa. 230 pp.

# CONTROL BIOLÓGICO DEL PULGÓN DEL PINO *Cinara atlántica* Wilson POR EL PARASITOIDE *Xenostigmus bifasciatus* EN UNA PLANTACIÓN DE *Pinus taeda*.

## BIOLOGICAL CONTROL OF PINE APHID *Cinara atlántica* Wilson BY THE PARASITOID *Xenostigmus bifasciatus* IN *Pinus taeda* PLANTATION

Pietrukiewicz, P<sup>1</sup>.; Eskiviski, E.<sup>2</sup>

1 – Estudiante Ingeniería Forestal, Facultad de Ciencias Forestales, U.Na.M. Eldorado, Misiones. E-mail: [pietru\\_86@hotmail.com](mailto:pietru_86@hotmail.com)

2- INTA EEA Montecarlo. E-mail: [eeskiviski@montecarlo.inta.gov.ar](mailto:eeskiviski@montecarlo.inta.gov.ar)

### RESUMEN

El objetivo de este trabajo es ampliar el conocimiento en la provincia de Misiones, respecto al himenóptero *Xenostigmus bifasciatus*. Este insecto actúa como controlador biológico del pulgón del pino *Cinara atlántica*, el cual es una de las principales plagas de las especies del género *Pinus*. Se llevó a cabo un relevamiento de la presencia de ambos insectos en una plantación de *Pinus taeda* de un año de edad, por un periodo de un año. Se determinó la fluctuación poblacional de *C. atlántica* y *X. bifasciatus* y el porcentaje de parasitismo por estación. La mayor presencia de colonias del pulgón se presenta durante los meses de invierno, siendo los meses de otoño en que se presentan la mayor cantidad de colonias parasitadas por *X. bifasciatus*. Se considera a este parasitoide un importante agente de control considerando que es específico y se presenta en momentos de baja población de los otros controladores biológicos.

**Palabras clave:** *Cinara atlántica*, control biológico, *Xenostigmus bifasciatus*.

### SUMMARY

The aim of this work is to expand knowledge in the province of Misiones, on the parasitoid *Xenostigmus bifasciatus*. This insect acts as a biological control of the pine aphid *Cinara atlantica*, which is a pest of *Pinus* species. Where conducted a survey of the presence of both insects in a plantation of *P. taeda* than a year old, for a period of one year. The dynamic population *C. atlántica* and *X. bifasciatus*, the percentage of parasitism by season was determinate. The increased presence of aphid colonies occurs during the winter months, being the autumn months which have the highest number of colonies parasitized by *X. bifasciatus*. This parasitoid is considered an important control agent that is specific and is presented at times of low population of other biological control agents.

**Key words:** *Cinara atlántica*, control biológico, *Xenostigmus bifasciatus*.

### INTRODUCCIÓN

Los pulgones del género *Cinara* son insectos de la familia Aphididae y se desarrollan en árboles de las familias Pinaceae y Cupresaceae. Para alimentarse los pulgones insertan su estilete en la planta hasta alcanzar el floema. La mayoría de los daños causados por los pulgones en los árboles son como consecuencia directa del tipo de alimentación, ya sea por la remoción de la savia o por el daño producido en los tejidos (Eskiviski *et al*; 2004).

Poseen reproducción sexual y partenogenética lo cual le confiere una alta capacidad reproductiva. Estos pulgones se encuentran principalmente en la parte apical y en ramas laterales de los pinos de la zona formando colonias numerosas que cubren a los mismos

(Agostini *et al*; 2000). Los excesos de azúcares son eliminados en forma de miel, lo cual constituye fuente de alimentación para hormigas asociadas al pulgón, que causan un daño indirecto ya que protegen al pulgón de los enemigos naturales. Asociados al desarrollo de las colonias de *C. atlántica* en los brotes apicales de plantas de *P. taeda* de un año de edad se observó una disminución o detención en el crecimiento del ápice, llegando en algunos casos a producirse la muerte del mismo. A este retraso en el crecimiento del brote apical se suma la aparición de numerosos brotes laterales, los cuales crecen y pueden superar en altura al ápice principal (Eskiviski *et al*, 2004).

Fue constatado que en las áreas cubiertas con malezas la aparición de pulgón fue de 15 al 20% menos en relación a áreas tratadas con herbicidas. También hubo una diferencia significativa en la altura de las plantas, esto se debería a un mayor desarrollo de enemigos naturales del pulgón, (Wilcken *et al*; 2005). Numerosos insectos de la fauna local se alimentan de los pulgones del pino en sus diversos estados de desarrollo, dentro de los cuales se destacan los coleópteros de la familia Coccinelidae. Estos insectos presentan su mayor abundancia en los meses cálidos de primavera y verano (Eskiviski *et al*; 2005).

El parasitoide *Xenostigmus bifasciatus*, fue introducido en el sur del Brasil, desde su área de distribución natural (este de los Estados Unidos), siendo este el principal controlador biológico de los áfidos del género *Cinara*. Se realizaron liberaciones de *X. bifasciatus* en plantaciones de *Pinus* de 2 años de edad atacados por el pulgón del pino en distintas regiones del Brasil (Reis Filho *et al*; 2004). Se verificó también el desarrollo del parasitoide en todas las áreas donde el mismo fue liberado. En algunas ramas de *Pinus* llevadas al laboratorio el porcentaje del parasitoide fue próximo a 100% durante el invierno. Se constató que *X. bifasciatus* fue capaz de alcanzar una distancia de 80km desde el punto de liberación en un año. En Misiones se realizaron monitoreos de *X. bifasciatus* en diversas plantaciones de *Pinus* afectadas por *C. atlántica*, determinándose que las plantaciones presentaban hasta un 63% de las colonias de los pulgones afectadas por el parasitoide a pesar de las bajas temperaturas del mes de junio (Eskiviski *et al*; 2008).

El objetivo del presente trabajo es determinar el grado de afección del parasitoide *X. bifasciatus* en las colonias de *Cinara atlántica*, en las distintas estaciones del año en una forestación de un año de edad de *Pinus taeda*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El sitio de estudio es una plantación de *Pinus taeda* de un año de edad ubicada en el km 3 de la localidad de Eldorado provincia de Misiones. El tipo de clima corresponde al tipo Cfa que es templado húmedo, con ausencia de estación seca, las temperaturas medias mensuales fluctúan entre el valor de 14.4°C para el mes más frío (julio) y 25.4°C para el mes más cálido (enero); la precipitación media anual es de 2020mm (Silva *et al*; 2008).

Para realizar las observaciones se tomaron 20 plantas en forma aleatoria consistiendo cada una en una repetición. Cada planta fue identificada, realizándose el recuento de las colonias de pulgón presentes en todas las ramas de cada planta. También se registró el número de las colonias afectadas por el parasitoide, registrándose si el mismo se presenta como adulto en las colonias de pulgones o bien la presencia de pulgones afectados por el parásito (momias). Fueron consideradas colonias tanto a los conjuntos de individuos como a los que se hallan en forma individual en una misma rama. Las revisiones se efectuaron semanalmente por un período de un año desde octubre de 2007 hasta septiembre de 2008.

Para efectuar el procesamiento de los datos, los mismos se agruparon por estación, donde cada una de las mismas constituye un tratamiento. Dentro de cada estación se consideró para la evaluación un igual número de observaciones. Se realizó el análisis de varianza tanto para las colonias del pulgón, para el parasitoide y el porcentaje de parasitismo.

## RESULTADOS

Durante el periodo de seguimiento, el mayor desarrollo de las colonias de *C. atlantica* se observó a principio de primavera del primer año y a fines del invierno del segundo año de las observaciones, el primer pico poblacional se registro en el mes de octubre del primer año de toma de datos, un segundo pico de desarrollo de las colonias se registró a finales del invierno del segundo año. En los meses de otoño y verano la presencia de *C. atlantica* fue notablemente menor (**Figura 1**). Con respecto al parasitoide *X. bifasciatus*, el mayor desarrollo poblacional se observó durante los meses de marzo y abril. En los meses correspondientes a la primavera la ocurrencia del mismo fue muy baja.

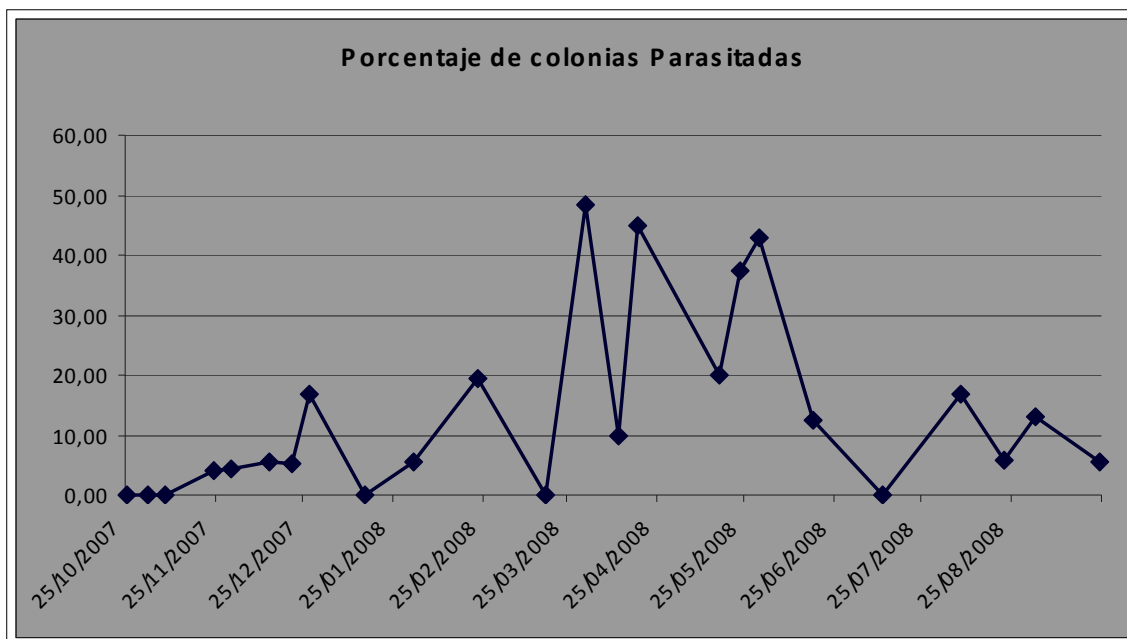
El análisis comparativo de la distribución en el tiempo tanto de la población del pulgón como así del parasitoide, permite relacionar la acción que posee este último como controlador y la ocurrencia del pulgón. En los periodos donde la ocurrencia del parasitoide fue baja, se dan los mayores picos poblacionales del pulgón del pino, caso contrario ocurre en los periodos donde la presencia del controlador es mayor, como ser en el otoño, se vieron reducidas las poblaciones de *C. atlántica* (**Figura 1**).



**Figura 1.** Evolución de las colonias de *C. atlántica*, y las colonias parasitadas por *X. bifasciatus*, durante el periodo de estudio.

Figure 1. Evolution of the colonies of *C. Atlantic*, and the colonies parasitized by *X. bifasciatus*, during the study period.

En cuanto a los porcentajes de colonias de pulgón parasitadas por *X. bifasciatus*, los valores más altos ocurren durante los meses de otoño e invierno, en menor medida en verano y primavera (**Figura 2**).



**Figura 2:** Porcentaje de colonias parasitadas en el periodo: septiembre 2007- septiembre 2008.  
**Figure 2.** Percentage of parasitized colonies in the period: September 2007 – September 2008.

Según se observa en el cuadro resumen del Anova (**Tabla 1**), con una probabilidad del 95 % se producen diferencias significativas en cuanto a la ocurrencia del pulgón entre las distintas estaciones del año.

**Tabla 1.** Análisis de varianza para colonia de pulgones con alfa igual 0,05.  
**Table 1.** Analysis of variance for aphid colony (alpha 0,05).

	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	325,0521	1	325,0521	155,8209	0,000000
Estación	50,1562	3	16,7188	8,0145	0,000033
Nº observación	74,4854	5	14,8971	7,1412	0,000002
Nº planta	74,4063	19	3,9161	1,8773	0,014084
Error	942,9000	452	2,0861		

A través el test de Tukey se comprueba que las diferencias significativas entre el número de colonias del pulgón en los meses de invierno en relación al verano y el otoño (**Tabla 2**).

**Tabla 2:** Test de Tukey Alfa igual a 0.05.  
**Table 2.** Tukey test (alpha 0.05)

Estaciones	Medias col <i>C. atlántica</i>	Grupo
OTOÑO	0,416667	a
VERANO	0,666667	a
PRIMAVERA	0,916667	ab
INVIERNO	1,291667	b

A través de los resultados arrojados por el análisis de varianza para las colonias afectadas por el controlador biológico se determinó que existe diferencias significativas en la cantidad de colonias parasitadas según las estaciones evaluadas con una probabilidad del 95 % (**Tabla 3**).

**Tabla 3:** Análisis de varianza para colonias afectadas por *X. bifasciatus* con alfa igual a 0.05.

**Table 3.** Analysis of variance for aphid colonies affected by *X. bifasciatus* (alpha 0.05).

	SS	Degr. Of. Freedom	MS	F	p
Intercept	7,50000	1	7,500000	34,25107	0,000000
Estaciones	4,01667	3	1,338889	6,11445	0,000440
Observaciones	2,42500	5	0,485000	2,21490	0,051834
N° plantas	9,08333	19	0,478070	2,18326	0,002876
Error	98,97500	452	0,218971		

Se efectuó el test de Tukey por estación, mediante el cual se puede observar que las diferencias se dan significativamente entre los meses de otoño en relación a los meses de primavera y verano (**Tabla 4**).

**Tabla 4.** Test de Tukey Alfa igual a 0.05.

**Table 4.** Tukey test (alpha 0.05)

Estaciones	Medias col afectadas	Grupo
PRIMAVERA	0,033333	a
VERANO	0,075000	a
INVIERNO	0,116667	ba
OTOÑO	0,275000	b

Con respecto al porcentaje de colonias parasitadas, se determinaron diferencias significativas respecto al grado de parasitismo por estación (**Tabla 5**). En tanto el test de Tukey, refleja con una probabilidad del 95% que la estación del otoño se diferencia notablemente de las demás estaciones en cuanto al grado de parasitismo (**Tabla 6**), esto se puede observar en la distribución en el tiempo del parasitoide, donde en el otoño se dan las mayores ocurrencias del año, y donde los picos son notablemente superiores.

**Tabla 5.** Análisis de varianza del porcentaje de parasitismo con alfa igual a 0.05.

**Table 5.** Analysis of variance of the percentage of parasitism (alpha 0.05).

	SS	Degr. of Freedom	MS	F	p
Intercept	4266,667	1	4266,667	48,51241	0,000001
Estación	3574,333	3	1191,444	13,54684	0,000047
Error	1759,000	20	87,950		

**Tabla 6:** Test de Tukey Alfa igual a 0.05.

**Table 6.** Tukey test (alpha 0.05)

Estación	porcentaje de colonias afectadas (medias)	Grupo
Primavera	2,33333	a
Verano	7,83333	a
Invierno	9,16667	a
otoño	34,00000	b

## CONCLUSIONES

La mayor presencia de colonias de *C. atlantica* en las plantas de *P. taeda* se observaron durante los meses de invierno. Las colonias de pulgones parasitadas por *X. bifasciatus* fueron significativamente mayores durante los meses de otoño, no diferenciándose estadísticamente de los meses de invierno.

El parasitoide *X. bifasciatus* está establecido en la zona alcanzando niveles de parasitismo altos niveles de parasitismo en meses templados y fríos, cuando los otros enemigos naturales del pulgón tienen bajos niveles poblacionales.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agostini J P, Stehr A, Toloza R, Olocco D.2000. Ficha técnica insectos de interés forestal, Revista Forestal Yvyrareta. 10; 101.
- Eskiviski E, Figueredo I. 2008. Determinación de la presencia de *Xenostigmus bifasciatus* (Himenóptera: Braconidae) parasito del pulgón de los pinos *Cinara atlántica* en el Norte de Misiones. Pág. 56. Acta de resúmenes de las XIII Jornadas técnicas forestales y ambientales, 5-7 de junio de 2008 Eldorado Misiones- F.C.F., U.Na.M. – EEA Montecarlo, I.N.T.A.
- Eskiviski E, de Coll O, Agostini J P, Toloza R. 2005. Coccinélidos predadores del pulgón de los pinos *Cinara atlántica* en plantaciones de *Pinus sp.* en Misiones y Corriente. Pp. 80-86. Actas jornadas de protección Forestal. I.N.T.A. EEA Montecarlo, Facultad de Cs. Forestales.U.Na.M.; Consorcio de protección Forestal Iguazú.
- Eskiviski E, Agostini J P, Toloza R, Coll O.2004. Daños producidos por el pulgón del pino *Cinara atlántica w.* (Hemíptera: Aphididae) en plantas jóvenes de *Pinus taeda*. CD Actas 11 Jornadas Técnicas Ftales. y Ambientales. Eldorado, Misiones. 5 pag.
- Silva F, Eibl B, Bobadilla A. 2008. Características climáticas de la localidad de Eldorado, Misiones, Argentina. Pág. 58. Acta de resúmenes de las XIII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales, 5-7 de junio de 2008 Eldorado Misiones- Facultad de Ciencias Forestales, UNAM- EEA Montecarlo, INTA.
- Wilcken C F, Ottati A, Oliveira N, Couto E, Ferreira F.2005. Ações de pesquisa visando o manejo integrado dos pulgões gigantes-do-pinus em São Paulo. Depto. Produção Vegetal, FCA/UNESP CD Actas Simposio sobre *Cinara* em *Pinus*. EMBRAPA CNPFlorestas.Curitiba, PR, Brasil. 3 pp.
- Reis Filho, W., Penteadó S, Edson T L. 2004. Controle biológico de pulgao-gigante-do pinus, cinara atlântica (Hemíptera: Aphididae), pelo parasitóide, *Xenostigmus bifasciatus*. (Hymenoptera: Braconidae). Comunicado Técnico 122, Colombo, Embrapa Floresta, 3 p.

**PRESENCIA DE DAÑOS Y ENFERMEDADES EN ACACIA NEGRA**  
***Acacia mearnsii* de Wild EN LA PROVINCIA DE MISIONES, ARGENTINA**

**PRESENCE OF DAMAGES AND ILLNESS IN BLACK WATTLE (*Acacia mearnsii* de Wild) IN  
THE PROVINCE OF MISIONES, ARGENTINA**

**Toloza, R. R. <sup>1</sup>; Correa, M. A. <sup>2</sup>; Dummel, D. M. <sup>3</sup>; Friedl, R. A. <sup>4</sup>; Hennig, H. H. <sup>5</sup>**

<sup>1</sup> INTA AER Puerto Rico, Av. 9 de Julio 2667 (3334) Puerto Rico, Misiones, Argentina.  
rtoloza@correo.inta.gov.ar

<sup>2</sup> INTA AER Puerto Rico, Av. 9 de Julio 2667 (3334) Puerto Rico, Misiones, Argentina.  
mcorrea@correo.inta.gov.ar

<sup>3</sup> INTA EEA Montecarlo Av. Libertador 2472 (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina.  
ddummel@montecarlo.inta.gov.ar

<sup>4</sup> Facultad de Ciencias Forestales, Bertoni 124 (3380) Eldorado, Misiones. afriedl@facfor.unam.edu.ar

<sup>5</sup> INTA AER Puerto Rico, Av. 9 de Julio 2667 (3334) Puerto Rico, Misiones, Argentina.  
hhennig@correo.inta.gov.ar

## **RESUMEN**

El estudio evalúa presencia de daños por insecto y enfermedad de *Acacia mearnsii* de Wild 1925 en una plantación establecida el año 2004, con mediciones anuales hasta el año 2009, el ensayo está localizado en el Departamento San Ignacio. Las unidades experimentales fueron parcelas de 900 m<sup>2</sup> en total la superficie analizada es de 18.000 m<sup>2</sup>. La presencia de daños por coleópteros comprende desde el año 2005 al 2009, siendo el número de plantas afectadas por hectárea para cada año de 0.6, 0.58, 1.2, 3 y 3.77 respectivamente. Los coleópteros han sido identificados como *Oncideres impluviata*, *Oncideres dejeani* y *Oncideres saga*. Los síntomas por gomosis se inician a partir del año 2005, la incidencia de síntomas por ha/año 1.1, 8.1, 3.16, 8.11 y 3.2 para el año 2009 respectivamente. Estudios de laboratorio a partir de raíces de plantas con síntomas, determinaron la presencia de *Phytophthora sp.* El porcentaje de supervivencia de esta plantación es de 88.2, 80.9, 76.37, 66.1 y 53.5% entre los años 2005 y 2009.

**Palabras clave:** *Acacia mearnsii*, coleópteros, enfermedad

## **SUMMARY**

The study analyzes the presence of damages by insect and disease of the *Acacia mearnsii* De Wild 1925 in a population set out in the year 2004, with annual measurements taken until 2009. The test was carried out in the Department of San Ignacio. The experimental units were parcels of 900 m<sup>2</sup>, and the complete area analyzed was 18,000 m<sup>2</sup>. The damages by coleoptera started in the year 2005 and the amount of damages by hectare for that year was 0.6, 0.58, 1.2, 3 and 3.77 for the year 2009, respectively. The identified coleoptera were *Oncideres impluviata*, *Oncideres dejeani*, and *Oncideres saga*. The symptoms of gummosis started in the year 2005; the incidence of symptoms by ha/year is 1.1, 8.1, 3.16, 8.11 and 3.2% for the year 2009, respectively. Using roots of plants with potential signs of disease in laboratory, these were cultivated in selective means, identifying *Phytophthora sp.* The survival rate of this plantation was 88.2, 80.9, 76.37, 66.1 and 53.5% between 2005-2009.

**Keywords:** *Acacia mearnsii*, coleoptera, disease



## INTRODUCCION

La acacia negra es una especie leguminosa de múltiples propósitos, tales como restauración de ambientes degradados, fijación de nitrógeno, producción de tanino y de energía, entre otros (GRIGOLETTI, et al 2002). Existen unas 120 a 130 especies del género *Acacia* en todas las regiones del mundo, la mayoría tienen una vida corta, entre 10 a 15 años. La acacia negra es nativa del sudoeste de Australia, en topografía montañosa suave a moderada, el sistema radicular es superficial siendo susceptible a los vientos fuertes, tumbándose con facilidad.

No tolera suelos mal drenados, hidromórficos o muy húmedos y presenta desarrollo reducido en suelos muy ácidos y de baja fertilidad. El cultivo de la acacia en el vecino país de Brasil fue introducido en 1918 y las primeras plantaciones comerciales comenzaron a partir de la década del 30. Este cultivo presenta una importancia económica y ecológica para esa región, en las pequeñas propiedades de la sierra gaucha fue confirmada que la renta agrícola sólo es superada por la cría de animales (CONTO et al. 1997). Se estima que son cultivadas 120 mil hectáreas, en pequeñas propiedades, representando una actividad económica para 40.000 familias.

La acacia negra es una planta que exuda goma en la cáscara del tronco. La goma aparentemente es producida por los árboles como respuesta a alguna condición anormal, como patógenos o ataques provocados por insectos, daños mecánicos o factores externos que afectan a su crecimiento (ZEIJLEMAKER, 1971). Químicamente, la goma de la acacia negra es una combinación de arabinosa, galactosa, rhamnosa y ácido glucurónico (STEPHEN 1951). La cantidad de goma producida por un árbol depende de las características genéticas del material y de la influencia de factores ambientales, tales como la temperatura y la disponibilidad de humedad. Como resultado se tiene poca goma en períodos secos (ZEIJLEMAKER, 1971).

Uno de los principales problemas de la acacia negra es la enfermedad conocida como gomosis causada por *Phytophthora sp.* (DOS SANTOS, 1998). Los síntomas ocurren en el tronco y se caracterizan por lesiones necróticas en la corteza, llegando a afectar al leño. La abundante exudación gomosa es el síntoma característico de esta enfermedad, que es fácilmente confundido con otros problemas, una vez que el tronco de la acacia negra exuda goma, cuando ella es lesionada por acción tanto biótica como abiótica.

El coleóptero *Oncideres impluviata* (Germar, 1824), Coleóptera, Cerambycidae, conocido vulgarmente como "Kiritó" en Argentina y "Serrador" en Brasil, causa grandes daños en el cultivo de acacia negra, utiliza de hospederos a anchico, mango, pata de vaca, bracinga entre otras plantas. Su distribución en el Brasil va del Río Grande do Sul hasta Río de Janeiro, y hay presencia en Argentina y Paraguay (SILVA et al.; 1968)

Los adultos poseen un color pardo amarillo, con pubescencia cenicienta. Los élitros presentan manchas amarillas en toda la superficie y patas negras y brillantes. Presentan fuerte dimorfismo sexual, siendo que la principal característica se encuentra en las antenas del macho que son más largas que el cuerpo. El cuerpo del macho es menor que el de la hembra, cuando son adultos miden de 13 a 20 mm de largo y 4 a 6 mm de ancho (PEDROSA –MACEDO, 1993).

Los huevos presentan coloración blanca de forma elipsoide y achatada, midiendo aproximadamente 2.8 mm de largo y 0.5 mm de diámetro. Las larvas son de tipo vermiforme, ápodas y con una coloración blanco-lechosa. Miden 20 a 30 mm de largo y 3.5 a 5 mm de diámetro en el estado de mayor crecimiento, poseen un abdomen de 11 segmentos, cabeza chata y fuertes mandíbulas, las pupas son de tipo libre, semejantes a los adultos, con tamaño variando entre 17 a 27 mm de largo por 3.5 a 7 mm de diámetro (PEDROSA-MACEDO, 1993).

El insecto adulto inicia su alimentación luego de su emergencia, procurando rápidamente la punta de los gajos, donde el tejido es tierno, pasando de 5 a 7 días comiendo la corteza de los mismos. Después de la cópula, las hembras pasan a ocupar preferencialmente la rama principal. Con las mandíbulas hacen cortes transversales en la cáscara del gajo y el centro de éste. Con el ovopositor, abre pequeños orificios donde efectúa la postura. El período de incubación es de 13 días. Las larvas recién eclosionadas se alimentan del leño del gajo, iniciando una formación de galerías larvales. En un principio las galerías son pequeñas y va incrementándose su tamaño a medida que crecen las larvas. La larva no ejecuta la galería en un solo sentido, sino que normalmente ella va y vuelve aumentando la profundidad de la misma. El período pupal en promedio dura 371 días, pasando por siete instares. Al completar el desarrollo, la larva alarga en la parte terminal de la galería en una cámara más amplia, donde se transforma en pupa. El inicio de la fase pupal hasta la emergencia de imago dura alrededor de 21 días. Los adultos emergen entre noviembre a febrero (PEDROSA – MACEDO, 1993).

El daño principal causado por los insectos adultos es el corte de gajos y muchas veces el tronco de la acacia. Ataca a plantas de todas las edades, siendo el principal plaga en el Brasil. Cuando el ataque ocurre en las plantas con menos de 4 años, generalmente provoca la muerte de las mismas. Plantas más viejas se recuperan pero quedan deformadas, con la forma típica de horquilla. Algunas veces comienzan en una planta y por alguna razón la abandonan y pasan a la vecina, estos cortes provocan una gran cantidad de exudación de goma y algunas veces es confundida con otros tipos de gomosis.

El objetivo de este trabajo es identificar la presencia de estos dos problemas en plantaciones comerciales de acacia negra en la provincia de Misiones Argentina.

## **MATERIALES Y MÉTODO**

El ensayo fue instalado en un lote de la empresa INDUNOR, en el Departamento San Ignacio, Colonia Montes del Ñacanguazú, Municipio de Colonia Polana, lote B fracción del Lote A 2, Provincia de Misiones. La plantación fue implantada en el año 2004 y la localización geográfica corresponde a 26° 42' 13" de Lat. S y 54° 53' 33" Long. O.

El cultivo predecesor consistía en una plantación de yerba mate de más de veinte años de edad, el suelo presentaba problemas de compactación y erosión hídrica. La preparación de terreno consistió en un volteo a toco bajo de la yerba y luego dos pasadas cruzadas de rastra. Posteriormente, se subsoló a una distancia de 3 m entre líneas y una profundidad de 40 cm. Se realizó una aplicación previa de herbicida preemergente en la línea, dos controles de hormigas y posteriormente se efectuó la plantación. Se utilizó un ensayo de densidad para evaluar daños de ataque de insectos y evidenciar síntomas de enfermedad, las parcelas de muestreo poseen un tamaño de 30 m x 30 m (900 m<sup>2</sup>), totalizando un total de 20 parcelas. Las mediciones se realizaron anualmente en el mes de diciembre.

Los síntomas relevados fueron las lesiones necróticas características, de tamaño variable en la corteza, y con exudación o no de goma, localizado en el cuello y a lo largo del tronco.

Para el análisis de laboratorio se recurrió a tomar muestras siguiendo la clasificación de DOS SANTOS, 1998 del sistema radicular, las raíces fueron lavadas con hipoclorito al 2% durante 1 minuto y enjuagadas dos veces en agua destilada. Una vez secas, las raíces fueron cortadas en trozos de 0,5 cm y puestas en cajas de petri conteniendo medio selectivo PARP, a razón de 5 trozos por caja. Las mismas fueron

puestas en cámara de crecimiento a 28°C por 72 hs. Transcurrido este tiempo se realizaron distintos preparados microscópicos a partir del micelio que se encontraba creciendo sobre el medio. Las observaciones fueron hechas con microscopio electrónico con 400X de aumento.

Para el caso del ataque de insectos fueron analizados los daños producidos en el tronco y gajos, muchas veces esos producen exudación de goma y muchas veces es confundida con otros tipos de gomosis. Los insectos capturados con trampas de alcohol, fueron enviados a la Universidad Federal de Santa María, Centro de Ciencias Rurales, para su posterior identificación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la gomosis no se dispone de una medida de control, en el largo plazo el uso de plantas resistentes puede ser una alternativa mas viable (DOS SANTOS, 1998), poco se conoce del uso de plantas resistentes a la gomosis.

En las parcelas evaluadas la aparición de la enfermedad se da a partir del segundo año, DOS SANTOS y AUER, 1998, observan que a los seis meses de edad ya se verificaba la presencia de gomosis, aunque estos valores sean bajos alcanzando apenas un 1 % de las plantas afectadas, a los 12 meses la incidencia aumentó y a los 24 meses llegó a un 14.4%. En Brasil evaluaciones en plantaciones comerciales con una edad de 8 años presentan 23% de individuos con estos síntomas (AUER y SOTTA, 1994).

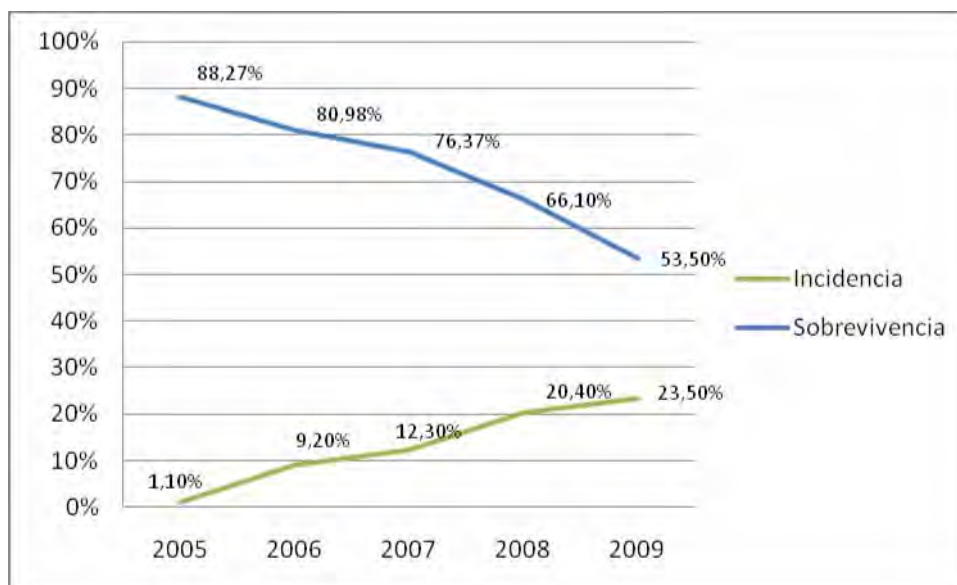
El gráfico N° 1 describe el comportamiento de los síntomas en la plantación de acacia, los porcentajes entre los años 2005 y 2009, son de 1.1, 8.10, 3.16, 8.11, y 3.2 respectivamente. El porcentaje de sobrevivencia dado por la relación de número de plantas vivas de la parcela (árboles/ha) y la densidad inicial (árboles/ha) por 100. Claramente se ve cómo disminuye la sobrevivencia. En un trabajo donde se analiza la sobrevivencia en diferentes densidades de plantación no se encontraron diferencias significativas para las distintas distancias de plantación, (CORREA et al., 2008), podríamos deducir que dentro de esta disminución de la supervivencia estaría interviniendo la gomosis y daños por coleópteros, no siendo el único factor.

Un trabajo conducido por DOS SANTOS, 1998, encontró que la mayor severidad fue constatada en el segmento basal, que corresponde a la porción del fuste a nivel del cuello hasta los 0.50 m de altura. A medida que se alejaba del suelo hay reducción significativa de gomosis, para este autor esto está relacionado al declive del terreno, pero principalmente está vinculado a heridas de herramientas agrícolas y la acumulación de materia orgánica en la base del tronco (FERREIRA, 1989; GASPAROTTO et al., 1992) lo que favorece el desarrollo de la enfermedad en la región del cuello y sus proximidades. En estos análisis vemos que en los primeros años fue incrementándose paulatinamente la enfermedad y en el año 2009 se estancó, y coincide que en los primeros años se realizaron tareas de limpieza que están asociadas a herramientas que producen heridas en la planta de acacia. Esta porción del tronco es más susceptible al ataque de hongo del suelo, principalmente por las heridas que favorecen su entrada, en condiciones favorables de humedad (AGRIOS, 1988).

Las muestras de raíces llevadas al laboratorio se identificaron siguiendo la metodología citada en el punto anterior, constatando en los distintos preparados la presencia de *Phytophthora sp* en las categorías tipo GT, GC y GCT. DOS SANTOS, 1998 definen cuatro tipos de síntomas básicos, de acuerdo con la posición en el tronco y la presencia de exudación de goma, siguiendo esta clasificación se relevaron a campo los síntomas, Tipo M (Mosqueado), Tipo GT (Gomosis en el tronco), Tipo GC (Gomosis en el cuello) y Tipo GCT (Gomosis en el cuello y el tronco).

En plantaciones de acacia localizadas en suelos con declives, muy parecidas al del ensayo, Dos Santos verificó variaciones en la severidad de la gomosis basal en los primeros 50 cm. Similarmente a lo que ocurre en otros patosistemas, en terrenos con declives, el arrastre de propágulos del patógeno y acumulación de tierra en el cuello de la planta influyen en el comportamiento de esta enfermedad en la región basal del fuste. El traslado del propágulo del patógeno a porciones superiores del tronco, por medio de gotas de lluvia, por lo tanto la presencia del patógeno en el suelo parece ser la principal fuente de inóculo primario de esta enfermedad.

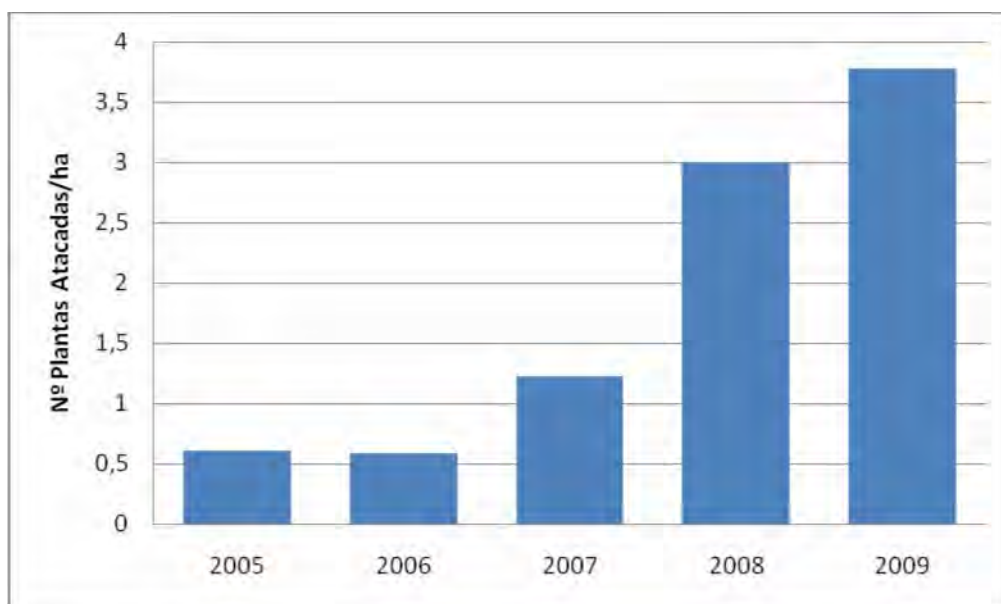
**Grafico N° 1: incidencia de gomosis y sobrevivencia de plantas por ha/año.**  
**Figure N° 1: Incidence of gummosis and plants survival rate by ha/year.**



La población de insectos aumentó con la edad, en el año 2006 se sugirió la recolección y quema de las ramas dañadas por coleópteros, como medida de control. En el gráfico N° 2 vemos que la presencia de ataques de coleópteros se inicia en el año 2005, el porcentaje de daños por hectárea para los años analizados es el siguiente, 0.6, 0.58, 1.2, 3, 3.77 entre el 2005 y 2009. Los insectos recolectados han sido identificados en la Universidad Federal de Santa María como: *Oncideres impluviata* (Germar, 1824); *Oncideres dejeani* (Thomson 1868) y *Oncideres saga* (Dalman, 1823), el primero de éstos es el más chico de tamaño, el segundo posee fajas claras y manchas blancas lateralmente y el último posee puntos negros en la base del élitro.

**Gráfico N° 2: Número de plantas de *A. mearnsii* por *Oncideres* por hectárea y por año de observación**

**Figure N° 2: Number of specimens of *A. mearnsii* with *Oncideres*, by ha and year of observation.**



## CONCLUSIÓN

- 1- En laboratorio ha sido identificado el género *Phytophthora sp* a partir de raíces con síntomas de gomosis en plantaciones de acacia negra y produce alta mortandad de árboles cuando no se realizan cuidados en las labores culturales.
- 2- En las plantaciones comerciales se ha confirmado la presencia de las especies *Oncideres impluviata*, *O. saga* y *O. dejeani*.
- 3- La disminución de la sobrevivencia explica en parte el problema de gomosis y coleóptero, pero no es la única causa.

## AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen al Profesor Titular Dr. Ing. Agr. Dionísio Link de la Universidad Federal de Santa María, del Centro de Ciencias Rurales, en la identificación de los insectos.

## BIBLIOGRAFÍA

- AGRIOS, G. N. 1988. Fitopatología. 3° edición New York Academic Press, 803 p.
- AUER, C. D.; SCOTTA, E. D., 1995. Patogeneicidad de *Cylindrocladium candelabrum* em acacia negra. Boletim de pesquisa florestal, Colombo, n 30/31, p 29-35.
- CONTO, A. J. de; DOSSA, D.; DEDECEK, R.A.; CURCCIO, G. R.; HIGA, A. R.. 1997. Estrutura familiar e formação da renda entre pequenos acacicultores. In Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, 35; 1997, Natal. Anais Brasília SOBER. p. 341-342
- CORREA, M.; TOLOZA, R.; PEREYRA L.; SILVA F.; FRIEDL, R.; 2008. Resultados iniciales de un ensayo de acacia negra *Acacia mearnsii* de Wild em la provincia de Misiones, Argentina. XIII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales, Facultad Ciencias Forestales UNaM-EEA Montecarlo, Eldorado Misiones.
- DOS SANTOS, A. F. 1998. Caracterização da gomosis de acacia-negra (*Acacia mearnsii*): I. distribuição de lesões no tronco. Colombo: EMBRAPA-CNPf. 4p. (EMBRAPA-CNPf, Pesquisa em Andamento, 47).
- DOS SANTOS, A. F.; AUER, C. G. 1998a. Caracterização da gomose de acacia-negra: III. Incidência em plantios Colombo: EMBRAPA-CNPf, 3p. (EMBRAPA-CNPf. Pesquisa em Andamento, 66).

14<sup>as</sup> Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM - EEA Montecarlo, INTA. 10, 11 y 12 de Junio de 2010 -Eldorado, Misiones, Argentina

- DOS SANTOS, A. F. 1998. Patogenicidade de alguns hifomicetos associados a gomosis da acácia negra. Colombo. EMBRAPA-CNPQ, 4p (EMBRAPA-CNPQ. Pesquisa em andamento, 67)
- FERREIRA, F.A. 1989. Patologia florestal: Principais y doenças florestais no Brasil. Viçosa, SIF, 570p.
- GASPAROTTO, L.; DOS SANTOS, A. F.; JUNQUEIRA, N. T. V. 1992. Controle da gomose *Phytophthora spp* dos cítricos no Estado do Amazonas. Manaus. EMBRAPA-CPAA. 5p. (EMBRAPA-CPAA. Instruções Técnica, 1)
- GRIGOLETTI A.: et al. 2002. Cultivo de Acacia negra. EMBRAPA. 2002. Disponível em: [http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/AcaciaNegra/CultivosdaAcaciaNegra/13\\_equipe.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/AcaciaNegra/CultivosdaAcaciaNegra/13_equipe.htm) acessado 26/07/2004.
- PEDROSA-MACEDO, J. H. (Coordinador). 1993. Manual de pragas em florestas: Pragas florestais no sul de Brasil. Viçosa: IPEF/SIF. 112 pp
- SILVA, A. G. da; GONÇALVES C. R.; GALVAO, D. M.; GONÇALVES A.J.L.; GOMES, J.; SILVA, M. D.; SIMONI, L. de. 1968. Quarto catálogo dos insetos que vivem nas plantas do Brasil: Seus parasitos e predadores. Rio de Janeiro. Serviço de Defesa Sanitária Vegetal. 1968 V 1 Pt II 622p
- STEPHEN, S. P. 1951. *Acacia mollissima* Wild. Part I The component sugars and also biuronic acido f black wattle gum. Journal of The Chemical Society, v 138, p 646-649.
- ZEILJEMAKER, F. C. J. Black. 1971. Butt disease of black wattle caused by *Phytophthora nicotiae* var. *parasitica*. Phytopathology, Vol 61, N2, p. 144-145.