

EVALUACIÓN DE UN MÉTODO INDIRECTO PARA LA DETERMINACIÓN DE ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR EN *Eucalyptus grandis* hill ex maiden DE MISIONES Y NORTE DE CORRIENTES¹

EVALUATION OF AN INDIRECT METHOD FOR THE DETERMINATION OF LEAF AREA INDEX IN *Eucalyptus grandis* ex- hill maiden OF MISIONES AND NORTH -OF CORRIENTES

Amarilla W.B¹, Fassola H.E.², Barth S.R.², Pinazo M.A.²

1. Ing. Ftal. Email: amarillawilma_b@hotmail.com

2. Investigadores EEA INTA Montecarlo - Misiones Av. El Libertador 2472. Email: mpinazo@montecarlo.inta.gov.ar

Resumen

El índice de área foliar es uno de los parámetros usados para analizar la estructura y productividad forestal. El área foliar específica indica la relación existente entre el área foliar y el peso de la planta y su determinación es un paso fundamental para el cálculo del índice de área foliar. El objetivo del estudio fue evaluar un método, indirecto, para la estimación del índice de área foliar en plantaciones de *Eucalyptus grandis* de diferentes edades cultivados en Misiones y Norte de Corrientes contrastando la precisión con un método directo. El área foliar se determinó estableciendo relaciones alométricas entre área foliar previo análisis destructivo del follaje de ejemplares apeados - y diámetro a altura de pecho (método directo) y mediante fotografías planas de la canopia con el posterior procesamiento de la imagen digital obtenida (método indirecto). Se estableció que el método no destructivo permitía predecir el índice de área foliar (IAF) con una precisión aceptable respecto de los valores obtenidos por métodos directos. El método indirecto tuvo buena precisión para estimar IAF en rodales menores a 15 años de edad.

Palabras clave: *Eucalyptus grandis*, índice de área foliar, estimación, método destructivo, método no destructivo.

Summary

The index of foliar area is one of the used parameters to analyze the structure and forest productivity. The specific foliar area indicates the existing relation between the foliar area and the weight of the plant and its determination are a fundamental step for the calculation of the index of foliar area. The objective of the study was to evaluate method, indirect, for the estimation of the index of foliar area in plantations of *Eucalyptus grandis* of different ages cultivated in Missions and North from Currents and to resist the precision with a direct method. The foliar area was determined establishing allometric relations between foliar area - previous destructive analysis of the foliage of lowered units - and diameter to height of chest (direct method) and by means of flat photographs of canopia with the later obtained digital image processing (indirect method). One settled down that the nondestructive method allowed to predict the IAF with an acceptable precision with respect to the values obtained by destructive methods. The indirect method had good precision to consider IAF in rodales smaller to 15 years of age.

¹ Tema de Tesis para obtener el título de Ingeniera Forestal. Facultad de Ciencias Forestales de Eldorado-Misiones

15^{as} Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM - EEA Montecarlo, INTA. 7, 8 y 9 de Junio de 2012 -Eldorado, Misiones, Argentina

Key words: index of foliar area, destructive method, nondestructive method, *Eucalyptus grandis*.

Introducción y antecedentes

Fisiólogos y ecologistas reconocen la importancia del conocimiento del área foliar de la planta ya que afecta procesos fisiológicos tales como fotosíntesis, respiración y transpiración. También los silvicultores han incorporado a la estimación del área foliar como un proceso de importancia en el manejo del rodal, dada su vinculación al crecimiento del mismo (COHEN *et al.* 2003, FERNÁNDEZ *et al.* 2003, FOURNIER *et al.* 2003, LANDSBERG *et al.* 2005, ARIAS *et al.* 2007).

Las hojas de las plantas superiores son los principales órganos de la intercepción luminosa y de la fotosíntesis. El parámetro básico que relaciona la radiación que intercepta un cultivo con la radiación total incidente es el índice de área foliar (IAF) (LALLANA, 1999). El área foliar específica o “specific leaf area” (AFE ó SLA) indica la relación existente entre el área foliar y el peso de la totalidad de las hojas del individuo. El índice de área foliar o “leaf area index” (IAF ó LAI) se define como la relación entre la superficie foliar total de un árbol y la superficie de suelo ocupada por el mismo. Es un parámetro que permite medir la eficiencia productiva del suelo ocupado por la vegetación. Su valor expresa la magnitud de área fotosintetizante expuesta por el cultivo a la radiación solar incidente.

El área foliar puede ser estimada a través de métodos directos y métodos indirectos o no destructivos (GINZO, 1968; FERNÁNDEZ *et al.*, 1989; CASTILLO, 1994). Los métodos directos pueden usarse para establecer relaciones con variables de sencilla medición como ser, el diámetro a la altura del pecho (dap) por ejemplo. Las determinaciones directas son muy precisas, por lo que son utilizadas para la calibración de métodos indirectos (JONCKHEERE, *et al.*, 2004). MACFARLANE *et al.* (2007b) desarrollaron una metodología de estimación del IAF usando cámaras digitales, mediante la toma de fotografías comunes o de proyección plana, obteniendo excelentes resultados en forestaciones de *Eucalyptus marginata* Donn al oeste de Australia. Además de la exactitud del método, aparecen otras ventajas comparativas como la facilidad de los cálculos y los bajos costos de equipamiento y software requeridos. Se convierte entonces la metodología propuesta por MACFARLANE *et al.* (2007b), en una interesante opción para la estimación del IAF. Este método ha sido aplicado en *P. elliotii* var *elliotii* x *P. caribaea* var *hond.* (F2) en nuestro país por DE LA VEGA (2010).

Dadas estas ventajas y considerando que no hay antecedentes desarrollados para *Eucalyptus grandis* en Argentina, se ejecutó un estudio tendiente a determinar la fiabilidad del método de fotografías planas para la determinación del IAF en plantaciones de esa especie. Para ello se recurrió a determinar el IAF mediante el método destructivo y se contrastó los resultados con los obtenidos con el método de fotografías planas.

Materiales y Métodos

La zona de donde se obtuvieron las muestras de *Eucalyptus grandis* 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; RODRIGUEZ *et al.*, 2004). Esta se corresponde con la región agroecológica subtropical sin estación seca de Argentina y que incluye 3 zonas, Misiones Norte, y Alta Misiones (zona de muestreo 1) y Misiones Sur-NE de corrientes (zona de muestreo 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 (RODRIGUEZ *et al.*, 2004). La precipitación media durante el período 1981-1990 fue de 1919 mm en Iguazú (zona de muestreo 1) y 1947 mm en Posadas (Zona de muestreo 2). La temperatura media anual fue en el mismo período de 20,7 y 21,5 ° C respectivamente (Servicio Meteorológico Nacional, 2008).

Para caracterizar las principales variables de estado forestal se procedió a establecer parcelas cuadradas o rectangulares en los rodales selectos, las cuales tenían una superficie que varió entre 350 y 900 m². Una vez delimitadas las parcelas, se tomó datos del dap de cada uno de los ejemplares y altura total (h) de algunos de ellos.

Para determinar el IAF se emplearon dos métodos, uno directo o destructivo y otro indirecto o no destructivo.

Método destructivo: En el método destructivo se utilizó el método del peso seco que relaciona el peso con la superficie foliar. De cada zona y edad se seleccionaron y apearon 6 individuos, de los mismos se tomaron datos de altura total, dap con y sin corteza, diámetro en la base de copa viva, altura en base de copa viva. Para ello los árboles de cada parcela fueron ordenados por diámetro y divididos en tres clases: “pequeños”, “medianos” y grandes, seleccionándose al azar dos de cada categoría.

La copa de cada árbol apeado fue dividida en tercios, de cada tercio se extrajo aleatoriamente dos muestras de hojas, una muestra para determinar biomasa total en base al peso total de hojas obtenido a campo y la segunda muestra para determinar el área foliar específica (AFE).

Método no destructivo: En el método no destructivo se determinó IAF a partir de fotografías planas tomadas con una cámara digital. El procedimiento consistió en montar la cámara digital normal en un trípode que se ubicó entre 1,3 a 1,5 metros del suelo, la cámara fue nivelada para lograr la perfecta horizontalidad reduciendo así los errores de deformación de la imagen. Cada foto fue procesada con el Software Adobe Photoshop 6.0 de acuerdo a la metodología propuesta por MACFARLANE *et al.*, 2007a; 2007b. El método consiste en el cálculo del IAF efectivo mediante el análisis de fotos digitales. El IAF efectivo incluye dentro de su estimación a los elementos leñosos de la copa, sobreestimando el valor del IAF y no tiene en cuenta el grado de agrupamiento de las hojas, que resulta en una subestimación del IAF (MACFARLANE *et al.*, 2007b). Si bien el método fue desarrollado para la estimación del Índice de Área Foliar Efectiva, los autores reportan valores significativamente próximos al Índice de Área Foliar en plantaciones de *Eucalyptus marginata* y *Eucalyptus globulus L.* en Australia (MACFARLANE *et al.*, 2007a; 2007b).

La estimación de Índice 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.

El IAF (m²*m⁻²) se obtuvo como valor promedio del índice de área foliar de cada fotografía.

Conocido el IAF de cada parcela a través del método destructivo y no destructivo se procedió a realizar la comparación de resultados obtenidos a fin de evaluar la potencialidad del método no destructivo analizado. Para ello, se realizó un análisis de ANOVA para verificar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre IAF observado y las tres distintas tolerancias del IAF estimado. La comparación de medias se llevó a cabo con el test de Fischer, con un nivel de confianza de 95 % empleando para el análisis el Software InfoStat (2008). A los fines de validar estos modelos se realizó el test simultáneo de F, al 0,05

% de probabilidades, la hipótesis nula de que el intercepto es = 0 y la pendiente = 1 en forma simultánea (HUANG, 1997; HUANG *et al.*, 1999; HUANG *et al.*, 2002; FASSOLA *et al.*, 2007), empleando el software InfoStat (2008).

Resultados y Discusión

En la tabla 2 se presentan los valores del IAF (m^2*m^{-2}) del método destructivo y método no destructivo, en la primer columna se representa las zonas estudiadas, la zona 1 corresponde a la provincia de Misiones y la zona 2 a la provincia de Corrientes; en la segunda columna la edad (años) y en la tercer columna el número de parcela/s seleccionadas por edad.

Tabla 1 Valores de IAF (m^2*m^{-2}) obtenidos por método destructivo y método no destructivo.

Table 1: Values of LAI ($m^2 * m^{-2}$) obtained by destructive method and non destructive method.

ZONA	E	P	IAF método destructivo m^2*m^{-2}	IAF método no destructivo m^2*m^{-2}		
				T 10	T 35	T 60
Zona 1: Misiones	4	1	3,22	3,38	2,64	1,98
	10	1	3,06	3,88	2,97	2,20
	10	2	3,32	3,96	2,93	2,02
	15	1	3,14	3,50	2,67	2,04
	15	2	4,18	3,22	2,36	1,73
	32	1	2,36	3,17	3,97	3,01
	32	2	2,87	3,51	4,53	2,61
	32	3	2,95	3,84	4,82	3,09
Zona 2: Corrientes	10	1	3,75	2,70	2,15	1,80
	10	2	3,47	2,49	1,91	1,53
	10	3	2,54	1,72	1,33	1,06
	4	1	2,55	2,68	2,19	1,86
	4	2	2,17	2,38	1,86	1,54
	4	3	2,75	2,16	1,66	1,42
	12	1	1,63	1,88	1,45	1,17
	12	2	1,61	1,93	1,46	1,14

E: edad (años) P: parcela IAF: índice de área foliar (m^2*m^{-2}) T: tolerancia

Según la bibliografía consultada los valores de IAF obtenidos por el método directo para la clase de 15 años de edad en la zona 1 coinciden con estudios determinados anteriormente en otros estudios para la especie, como también los determinados para la clase de edad de 4 años para la zona 2 (XAVIER *et al.*, 2002).

Con el objeto de determinar si existían diferencias estadísticamente significativas entre el IAF observado y las tres distintas tolerancias del IAF estimado, se realizó un análisis de ANOVA. (Tabla 2).

Tabla 2: Análisis de varianza para el IAF_O (índice de área foliar observado) y el IAF_E (índice de área foliar estimado): Tolerancias 10, 35 y 60.

Table 2: Analysis of variance for the IAF_O (index of leaf area observed) and the IAF_E (index of leaf area estimated): Tolerances 10, 35 and 60.

	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	P
Intercepto	415,4973	1	415,4973	640,9700	0,000000
IAF _O *IAF _E	10,4049	3	3,4683	5,3504	0,002478
Error	38,8939	60	0,6482		

El análisis de ANOVA determinó que existe diferencias estadísticamente significativa entre las medias de las mediciones de IAF del método destructivo y el método no destructivo con un nivel de confianza del 95%, porque el valor de probabilidad es menor a 0,05. Al comparar las medias entre el IAF observado y el IAF estimado mediante Test de Fischer ($\alpha = 0,05$) los tratamientos 1, 2, 3 no exhibieron diferencias entre sí pero sí la tuvieron con el tratamiento 4 (no destructivo tolerancia 60).

Con los resultados del test de F y a partir de una regresión lineal se realizó el análisis para las tolerancias 10 y 35 del IAF_E para determinar cuál de las dos tenían más relación con IAF observado; y se constató que el IAF estimado para la tolerancia 10 fue la que mejor ajustó a la variabilidad de valores de IAF observado, es decir que entre el IAF estimado para la tolerancia 10 y el IAF observado no existía diferencia estadísticamente significativa.

Con posterioridad, para validar los modelos ajustados se ajusto una regresión lineal entre el IAF_O y el IAF_E10 y se testeó la hipótesis de que $\beta_0 = 0$ y $\beta_1 = 1$, es decir que la ordenada al origen (IAF_O) es igual a 0 y la pendiente (IAF_E10) es igual a 1, a un nivel de probabilidades del 0,05 % mediante una prueba simultanea de F (HUANG, 2002). Este test para la hipótesis arrojó un p-valor de 0,0902. Puesto que el valor de probabilidad en la tabla es mayor a 0,05, se aceptó la hipótesis nula con un nivel de confianza el 95%. Es decir que el modelo tiene un ajuste bueno para la determinación de IAF_E para la tolerancia 10.

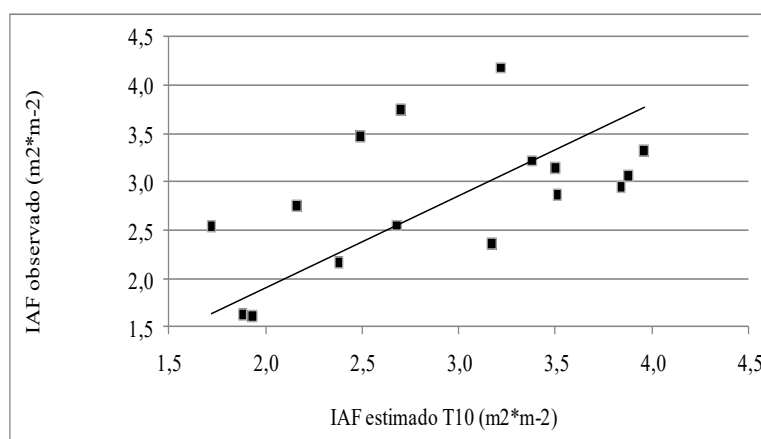


Gráfico 1: Valores de IAF observados versus valores de IAF estimados (tolerancia 10)
Graphic 1: Values of LAI observed versus values estimated LAI (tolerance 10)

En el gráfico 1 se observa la representación de los valores de IAF observados e IAF estimados correspondiente a la tolerancia 10. Posteriormente se corroboró el error porcentual de estimación de índice de área foliar entre método destructivo y no destructivo (IAF 10). (Gráfico 2)

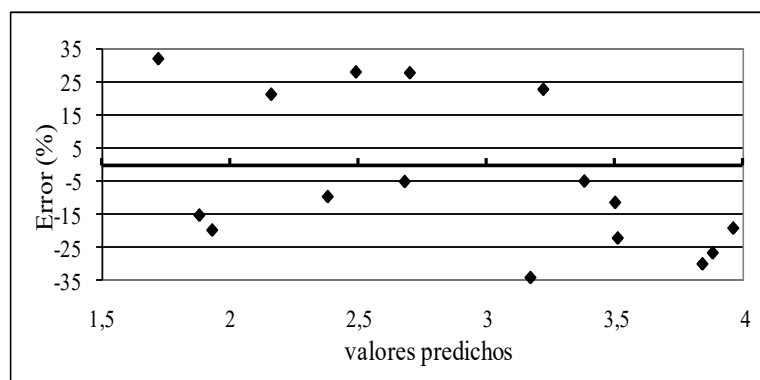


Gráfico 2: Error porcentual de IAF observado (Método destructivo) versus IAF 10 (Método no destructivo).

Graphic 2: Porcentual error of IAF observed (destructive method) versus LAI 10 (nondestructive method)

En los casos estudiados los errores son bajos hasta los 15 años. El error medio de estimación de índice de área foliar fue de $-4,15\%$, con una tendencia a la sobreestimación, dentro de un rango de -34 a 32% . Realizado el cálculo de error según clase de edad el error resultó: para la clase de hasta 5 años, $0,43\%$; hasta 10 años, $8,49\%$; de 10 a 15 años, $-5,93\%$ y a 32 años, de $-28,93\%$.

Conclusiones

El método propuesto por Macfarlane ha demostrado ser aceptable para estimar el IAF a partir de fotografías planas, sin embargo cabe destacar que la aplicación del método indirecto debe realizarse con tolerancias bajas para la obtención de una mayor precisión. Además éste método de medición de IAF constituye una alternativa sencilla, económica y rápida de estimación de índice de área foliar de *Eucalyptus grandis* cultivado en la zona Misiones y NE de Corrientes.

Se recomienda efectuar nuevas evaluaciones a los fines de analizar si se puede mejorar el nivel de precisión, incorporando parcelas de otras clases de edad, sitio y régimen silvícola, como también evaluar si corresponde ajustar modelos por subregión agroecológica.

Agradecimientos

Se agradece las empresas Pomera SA, Taeda SA y Trump Hnos y al personal de CAMB perteneciente a la EEA INTA Montecarlo por el apoyo logístico y permitir apear ejemplares de sus plantaciones. Se agradece al Ingeniero Forestal Daniel Videla de la FCF-UNaM, el suministro de la información de campo y la orientación y observaciones recibidas. A la ingeniera forestal Fidelina Silva y a la Licenciada Marta Parussini de la FCF-UNaM.

Bibliografía

- ARIAS, D.; J. CALVO-ALVARADO and DOHRENBUSCH, A. 2007. Calibration of LAI-2000 to estimate leaf area index (LAI) and assessment of its relationship with stand productivity in six native and introduced tree species in Costa Rica. For. Ecol. Manage. 247:185–193.
- CABRERA, A. L. 1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Tomo II. ACME. Buenos Aires. 85 pp
- CASTILLO, M. J. 1994. Estudio del área foliar en tres variedades de remolacha de mesa (*Beta vulgaris* L., variedad cruenta Alef) cultivadas bajo invernadero en Albacete. Trabajo de fin de carrera. 159p. Universidad de Castilla – La Mancha, España.

- COHEN, W. B.; MAIERSPERGER, T. K.; GOWER, S. T. and TURNER, D. P. 2003. An improved strategy for regression of biophysical variables and Landsat ETM+ data. *Remote Sens. Environ.* 84:561–571.
- DE LA VEGA, M. A. 2010. Efectos de los raleos sobre las características estructurales del canopy en plantaciones de *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis* en la provincia de misiones. 35p
- FASSOLA, H. E.; CRECHI, E. H.; KELLER, A. E; BARTH, S. R.; 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. P 101.
- FERNÁNDEZ, E.M.; ASNAL, W. E.; GIAYETTO, O. & CHOLAKY, L. 1989. Estimación del área foliar del lino oleaginoso. *Rev. Fac. Agronomía – UNL. Pam.*
- FERNANDES, R. F.; BUTSON, F., LEBLANC, S. G. and LATIFOVIC, R. 2003. Landsat-5 TM and Landsat 7 ETM+ based accuracy assessment of leaf area index products for Canada derived from SPOT-4 VEGETATION data. *Can. J. Remote Sens.* 29:241–258.
- FOURNIER, R. A.; MAILLY, D.; WALTER, J. M. and SOUDANI, K. 2003. Indirect measurement of forest canopy structure from in situ optical sensors. In *Methods for Remote Sensing of Forests: Concepts and Case Studies*. Eds. Wulder, M. and Franklin, S. Kluwer Academic Press, Dordrecht, pp 77–114. 16:459–468.
- GINZO, H. D., 1968. Revisión de métodos para medir el área foliar. *Ciencia e investigación.* 24:83-87.
- HUANG, S. 1997. Development of compatible height and site index models for young and mature stands within an ecosystem-based management framework. In: Amaro, A. and Tome, M. (eds) *Empirical and Process-based Models for Forest Tree and Stand Growth Simulation*. 21-27 September, 1997, Portugal, pp. 61-98.
- HUANG, S.; TITUS, S. J.; PRICE, D. and MORGAN, D. J. 1999. Validation of ecoregion-based taper equations for white spruce in Alberta. *Forestry Chronicle* 75(2), 281-292.
- HUANG, S.; YANG, Y and WANG, Y. 2002. Validating and Localizing Growth and Yield Models: Procedures, Problems and Prospects. Internal Report, Publication No. FMB-06547-GOI-200206-28, Land and Forest Division, Government of Alberta, Edmonton, Alberta, Canada, 38 pp.
- INFOSTAT (2008). InfoStat, versión 2008. Manual del Usuario. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Primera Edición, Editorial Brujas Argentina.
- JONCKHEERE, I.; FLECK, S.; NACKAERTS, K.; MUYS, B.; COPPIN, P.; WEISS, M.; BARET, F. 2004. Review of methods for in situ leaf area index determination. Part I. Theories, sensors and hemispherical photography. *Agricultural and Forest Meteorology.* 121: 19-35.
- LANDSBERG, J. A.; MAKELA, R.; SIEVANEN, M. and KUKKOLA, M. 2005. Analysis of biomass accumulation and stem size distributions over long periods in managed stands of *Pinus sylvestris* in Finland using the 3-PG model. *Tree Physiol.* 25:781–792.
- MACFARLANE, C.; HOFFMAN, M.; EAMUS, D.; KERP, N.; HIGGINSON, S.; MCMURTRIE, R.; ADAMS, M. 2007b. Estimation of leaf area index in eucalypt forest using digital photography. *Agricultural and Forest Meteorology.* 143: 176-188.
- MACFARLANE, C.; ARNDT, S.; LIVESLEY, S.; EDGAR, A.; WHITE, D.; ADAMS, M.; EAMUS, D. 2007a. Estimation of leaf area index in eucalypt forest with vertical foliage, using cover and full frame fisheye photography. *Forest Ecology and Management.* 242: 756-763.
- PAPADAKIS, J. 1974. Ecología. Posibilidades Agropecuarias de las Provincias Argentinas. Fascículo 3. Enciclopedia Arg. De Agric. y Jardinería. Ed. ACME. 86p.
- RODRIGUEZ, 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.
- SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL 2008.
- SHINOZAKI, K.; YODA, K.; HOZUMI, K.; KIRA, T. 1964 a. A quantitative analysis of plant form - the pipe model theory I. Basic analyses. *Japanese Journal of Ecology* N°14. Pp 97 a 105.
- VERGA, A. 1991. Software Hoja 3.2. Instituto de Fitopatología y Fisiología Vegetal - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Córdoba. Argentina.
- LALLANA, V. H. año 1999. Medición de área foliar mediante escáner y software idrisi. *Revista FAVE.* N° 13. Pp 13 – 14.
- XAVIER, A. C., SOARES, J. V., DE ALMEIDA, A. C. 2002. Variação do índice de área foliar em clones de eucalipto ao longo de seu ciclo de crescimento. *Revista Árvore.* Volumen 26 N° 4.

RESPUESTA DE *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden A LA PREPARACION DEL TERRENO EN SUELOS ARENOSOS DE CORRIENTES

RESPONSE *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden TO THE PREPARATION OF LAND FOR CORRIENTES SANDY SOIL

Aparicio J. L. ¹

¹Ing. Agr. (M. Sc.). Investigador INTA Bella Vista. CC N° 5 (3432) Bella Vista, Corrientes. Correo electrónico: japaricio@correo.inta.gov.ar

Resumen

Se evaluó la respuesta de *E. grandis* a diferentes técnicas de preparación del terreno en suelos arenosos de la provincia de Corrientes. En un suelo arenoso hidromórfico se comparó: 1. Rastra de discos en la banda de plantación, 2. Rastra de discos + subsolado, 3. Rastra de discos + camellón y 4. Rastra de discos + subsolado + camellón. Asimismo, en una loma arenosa rojiza se comparó: 1. rastra + rotovator, 2. Camellón con arado de cuatro discos (1,5 m de ancho), 3. Camellón con arado de dos discos (0,8 m de ancho) y 4. Camellón con arado de dos discos (0,4 m de ancho). En el suelo arenoso hidromórfico el volumen de madera con camellones a los 38 meses de edad fue un 48% superior respecto a con rastra. En la loma arenosa rojiza a los 13 meses de edad no se detectaron diferencias en volumen entre las técnicas de preparación del terreno.

Palabras clave: Camellones, subsolado, rastra de discos.

Summary

We evaluated the response of *E. grandis* at different soil preparation techniques on sandy soils of the Corrientes province. In a sandy soil hydromorphic was compared: 1. Disc harrow the planting strip, 2. Subsoiling + disc harrow, 3. Disc harrow + mounding, and 4. Subsoiling + Disc harrow + mounding. Similarly, in a red sandy soil was compared: 1. Disc harrow + rotovator, 2. Mounding with four disks plow (1.5 m wide), 3. Mounding with two disks plow (0.8 m wide) and 4. Mounding with two disks plow (0.4 m wide). In the sandy soil hydromorphic, mounding wood volume at 38 months was 48% higher than in disc harrow. In the red sandy soil, at 13 months of age there was no difference in volume between the site preparation techniques

Key words: Mounding, subsoiling, harrow disc

Introducción

La provincia de Corrientes posee aproximadamente 450 mil ha forestadas de *Pinus spp* y *E. grandis* (Elizondo, 2009), de las cuales una fracción importante se ubica en los suelos arenosos, que ocupan dos millones de hectáreas del territorio Provincial. Los suelos arenosos, ubicados en lomas y planicies dispuestas entre lagunas y esteros, se caracterizan por tener baja fertilidad natural, bajo contenido de materia orgánica y ser susceptibles a la erosión hídrica y eólica (Escobar et. al., 1996). Sin embargo, en lo referente a la retención de agua, existen diferencias marcadas entre los suelos arenosos de la Provincia.

Por un lado, se destacan los suelos arenosos pardos amarillentos, agrupados en el Orden Entisoles (series Chavarría y Pampín), están conformados por un manto de arena de 0,6

a 1,5 m de espesor depositado en un suelo más antiguo de textura franco-arcillosa. El cambio textural abrupto dificulta la entrada de agua, dando origen a una falsa napa que fluctúa hasta cerca de la superficie. Como consecuencia, el drenaje del agua es imperfecto, con exceso de humedad en el perfil durante períodos prolongados del año (Escobar et. al., 1996).

Por otro lado, se distinguen las lomadas arenosas rojizas, agrupadas principalmente en los ordenes Alfisoles (Series Loreto, Lomas) y Entisoles (Series Yataiti Calle y Berón de Astrada), son suelos profundos, sin impedimentos para la penetración del agua y las raíces, presentan buen drenaje, con baja capacidad de retención de humedad (Escobar et. al., 1996). Las excelentes condiciones físicas de estos suelos se reflejan en la productividad de las plantaciones *E. grandis* y *Pinus spp.* establecidas en la Región. Comparativamente con las arenas hidromórficas, en las lomadas arenosas rojizas se desarrollaron menos experiencias en cuanto a la respuesta de *E. grandis* a diferentes técnicas de preparación del terreno.

En relación a lo anterior, el objetivo del estudio fue evaluar la respuesta de *E. grandis* a diferentes técnicas de preparación del terreno en los suelos arenosos pardos amarillentos (hidromórficos) y en las lomadas arenosas rojizas de la provincia de Corrientes.

Materiales y métodos

Suelo arenoso hidromórfico

El estudio se instaló en la primavera de 2008, en el predio “La Salvación” (28°, 16’, 24’’ S - 58°, 15’, 59’’ O), ubicado en Tabay, Departamento Concepción. El suelo corresponde a una loma y media loma arenosa, el uso anterior fue ganadería con pastizales naturales. Las técnicas de preparación del terreno evaluadas se detallan en la **tabla 1**. Las parcelas, de 60 plantas (6 x 10), se distribuyeron con un diseño en bloques completos al azar, con 5 repeticiones.

La preparación del terreno se realizó en agosto y setiembre de 2008. El subsolado se realizó con una púa a 30-40 cm de profundidad. El camellón se construyó con un arado “taipero” de 2 discos. La plantación se realizó en octubre de 2008 a una distancia de 5 x 2,5 m (800 plantas/ha). La producción de plantas se realizó con semilla del Huerto de INTA Concordia. Se fertilizó con 100 g/planta de fosfato diamónico inmediatamente después de plantar. El control de malezas se realizó con oxifluorfen y glifosato. A los 38 meses de edad se midió el DAP y la altura de todos los árboles en cada técnica de preparación del terreno.

Tabla 1. Técnicas de preparación del terreno evaluadas en el suelo arenoso hidromórfico.

Table 1. Site preparation techniques evaluated in the hydromorphic sandy soil.

Tratamiento	Técnica de preparación del terreno
1	Rastra de discos en la banda de plantación
2	Rastra de discos + subsolado en la banda de plantación
3	Rastra de discos + camellón en la banda de plantación
4	Rastra de discos + subsolado + camellón en la banda de plantación

Suelo arenoso rojizo

La experiencia se instaló en el invierno de 2010 en Tatacuá (28°, 21’, 71’’ S - 58°, 19’, 63’’ O), departamento Concepción. Previo a la instalación del estudio, el suelo se destinó a la producción de batata (*Ipomea batatas*), para la cosecha de la misma se realizó una roturación

con rastra de discos en el total de la superficie. Las técnicas de preparación del terreno evaluadas se detallan en la **tabla 2**.

Las parcelas de 72 árboles (6 x 12 árboles), se dispusieron en un diseño de bloques completos al azar con 5 repeticiones. La plantación se realizó en agosto de 2010 a una distancia de 4 x 2,25 m (1.111 plantas/ha). Los plantines se produjeron con semilla proveniente del HS de INTA Concordia. Se hicieron controles químicos de malezas periódicos en la banda de plantación y entre las bandas, no se realizó fertilización. A los 13 meses de edad se realizó la medición del DAP y la altura de todos los árboles de cada parcela.

Tabla 2. Técnicas de preparación del terreno evaluadas en el suelo arenoso rojizo.

Table 2. Site preparation techniques evaluated in the red sandy soil.

TRATAMIENTO	TÉCNICA DE PREPARACIÓN DEL TERRENO
1	Pasada de rastra + rotovator (sin camellón) en la banda plantación
2	Camellón ampliado con arado de cuatro discos
3	Camellón con arado de dos discos (distancia entre discos 0,8 m)
4	Camellón con arado de dos discos (distancia entre discos 0,4 m)

Los datos de las mediciones de cada estudio de preparación de terreno fueron sometidos a análisis de varianza, la separación de medias se realizó con la prueba de diferencias mínimas significativas, los análisis se realizaron con el programa estadístico SAS (SAS, 2009).

Resultados y discusión

Suelo arenoso hidromórfico

Los **Gráficos 1 y 2** muestran el crecimiento en DAP y altura y el rendimiento en área basal y volumen de *E. grandis* en las cuatro técnicas de preparación del terreno a los 38 meses de edad, en el suelo arenoso hidromórfico.

El DAP con camellones, promedio de los tratamientos 3 y 4, fue 1,2 cm superior respecto al DAP sin camellones (promedio tratamientos 1 y 2). A su vez la altura con camellones fue 1,10 m superior respecto a sin camellones (**Gráfico 1**).

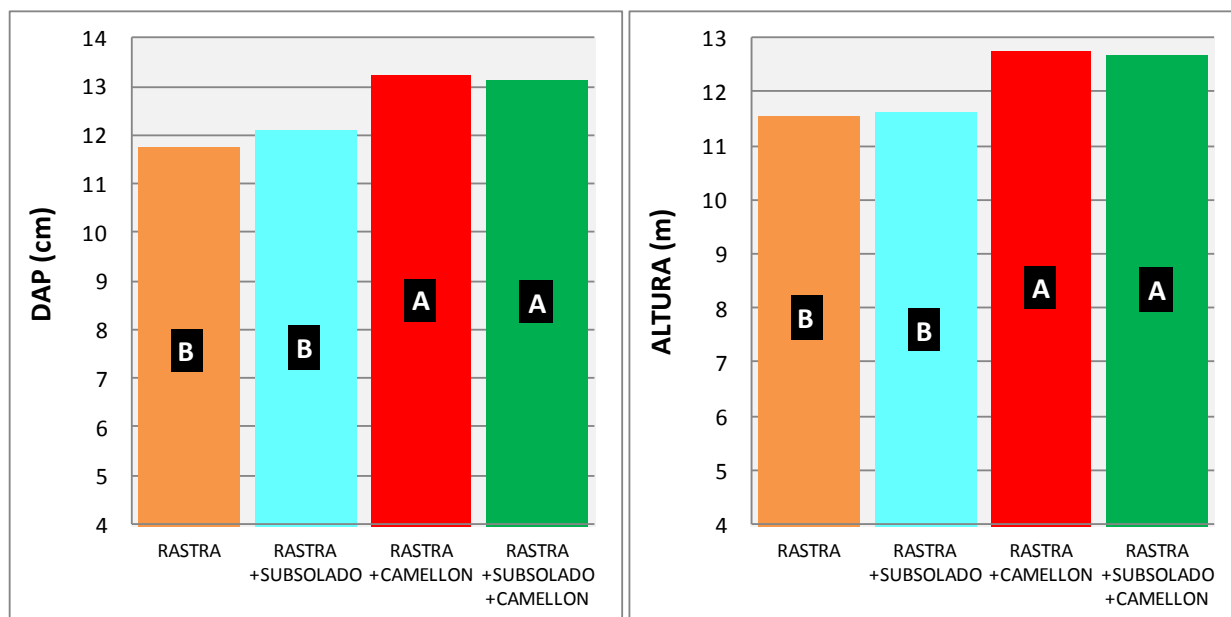


Gráfico 1. DAP y altura de *E. grandis* a los 38 meses de edad en las cuatro técnicas de preparación del terreno en el suelo arenoso hidromórfico. En cada gráfico letras distintas señalan diferencias por la prueba de diferencias mínimas significativas ($p < 0,05$).

Graph 1. DBH and height of *E. grandis* at 38 months of age in the four site preparation techniques in the sandy soil hydromorphic. In each graph different letters indicate differences by least significant difference test ($p < 0.05$).

En cuanto al área basal, la misma fue un 33% superior con camellones en relación a sin camellones. Por su parte el volumen con camellones fue un 48% superior con camellones ($65 \text{ m}^3/\text{ha}$) en relación a la preparación con rastra ($47 \text{ m}^3/\text{ha}$). La incorporación del subsolado a la preparación del terreno, no aumentó en forma significativa el crecimiento de *E. grandis* (**Gráfico 2**). Como se puede apreciar persisten las diferencias de crecimiento iniciales detalladas por Aparicio (2009) a los 10 meses de establecido el estudio, entre la preparación sin camellones y con camellones. Asimismo, coinciden con resultados de experiencias en suelos arenosos con características similares realizados en *Pinus spp.* (Aparicio et al., 2006; Aparicio, 2011) y *E. grandis* (Aparicio y Caniza 2006).

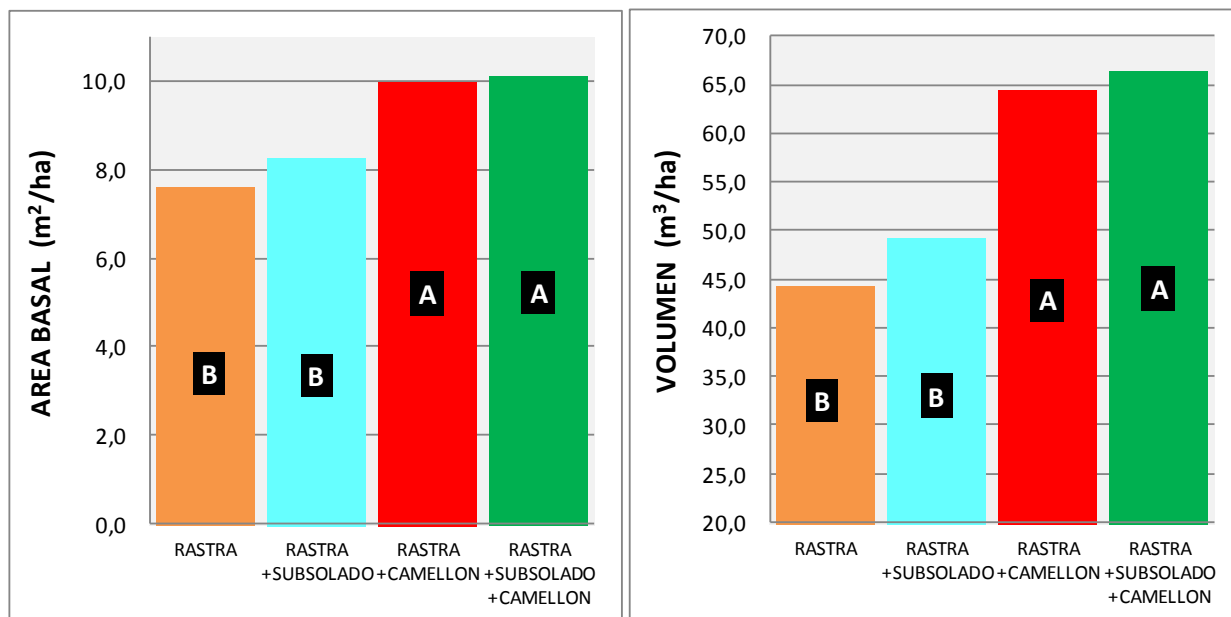


Gráfico 2. Área basal y volumen de *E. grandis* a los 38 meses de edad en las cuatro técnicas de preparación del terreno en el suelo arenoso hidromórfico. En cada gráfico letras distintas señalan diferencias por la prueba de diferencias mínimas significativas ($p < 0,05$).

Graph 2. Basal area and volume of *E. grandis* at 38 months of age in the four site preparation techniques in the sandy soil hydromorphic.. In each graph different letters indicate differences by least significant difference test ($p < 0.05$).

Suelo arenoso rojizo

Los Gráficos 3 y 4 muestran que, en general, el crecimiento en DAP y altura, la producción volumétrica y la sobrevivencia de *E. grandis* en los primeros 13 meses de edad, no se diferenciaron en forma significativa entre las cuatro alternativas de preparación del terreno evaluadas. El mayor volumen de tierra acumulado en los diferentes tamaños de camellones, respecto a la preparación con rastra + rotovator, no tuvo incidencia en el crecimiento y en la sobrevivencia de *E. grandis*

Los resultados señalan que en los suelos arenosos rojizos, profundos y con buen drenaje de agua, la construcción de camellones no mejora la producción de *E. grandis* respecto a la preparación con rastra de discos, lo cual coincide con Aparicio et al. (2010) en una experiencia con *Grevillea robusta* en un suelo de características similares. En estos suelos, la preparación con rastra de discos, presenta ventajas económicas y operacionales, en relación a la preparación mas intensiva con camellones, si se considera el menor movimiento de suelo disturbado, la menor potencia de la maquinaria y el menor consumo de combustible, coincidiendo con Gonçalves et al. (2002) y Gonçalves et al. (2004). Asimismo, el menor movimiento de tierra en la preparación con rastra de discos tendría beneficios en la conservación del suelo, si se tiene en cuenta a la susceptibilidad de los mismos a la erosión eólica e hídrica.

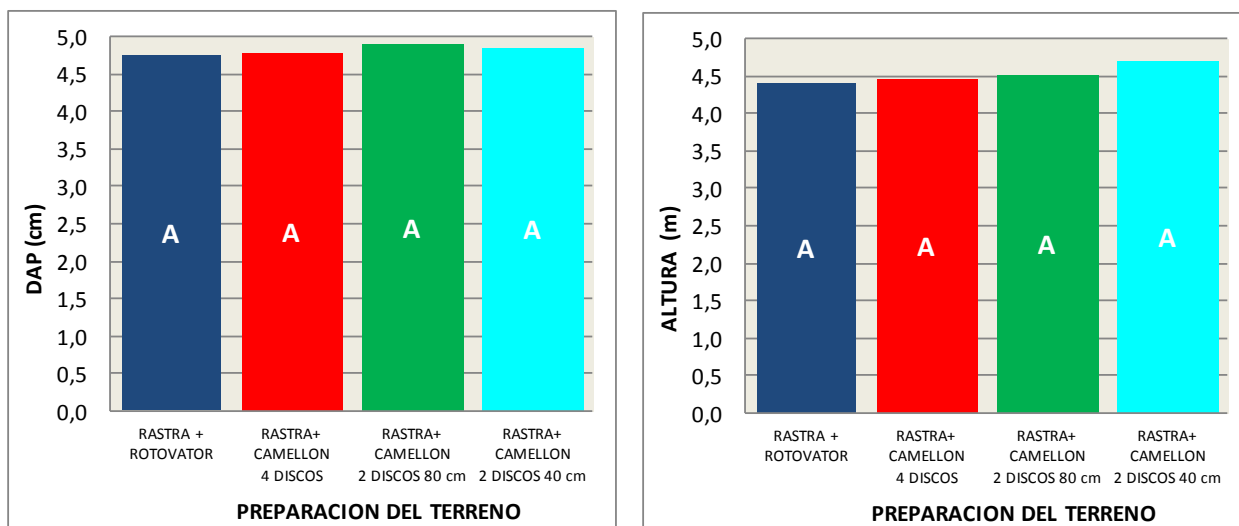


Gráfico 3. DAP y altura de *E. grandis* a los 13 meses de edad en las cuatro técnicas de preparación del terreno en el suelo arenoso rojizo. En cada gráfico columnas con igual letra no se diferencian por la prueba de diferencias mínimas significativas ($p>0,05$).

Graph 3. DBH and height of *E. grandis* at 13 months of age in the four site preparation techniques. In each graph columns with same letter do not differ in the least significant difference test ($p>0.05$).

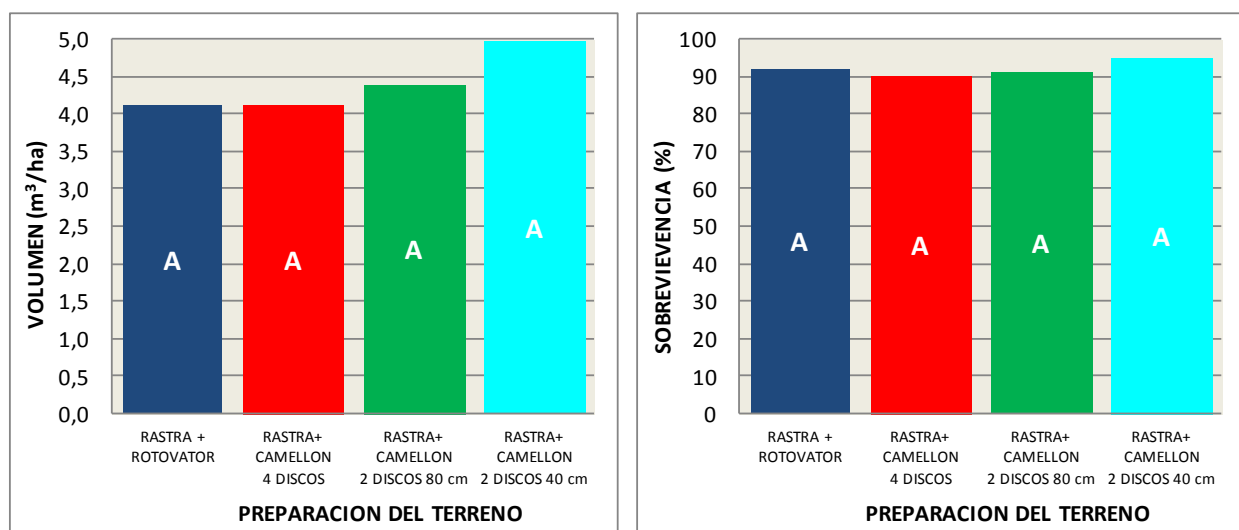


Gráfico 4. Volumen y sobrevivencia de *E. grandis* a los 13 meses de edad en las cuatro técnicas de preparación del terreno en el suelo arenoso rojizo. En cada gráfico columnas con igual letra no se diferencian por la prueba de diferencias mínimas significativas ($p>0,05$).

Graph 4. Volume and survival of *E. grandis* at 13 months of age in the four site preparation techniques on the red sandy soil. In each graph columns with same letter do not differ in the least significant difference test ($p> 0.05$).

Conclusiones

Suelo arenoso hidromórfico

La preparación con camellones mejoró la productividad de *E. grandis* respecto a la preparación con rastra hasta los 38 meses de edad

15^{as} Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM - EEA Montecarlo, INTA. 7, 8 y 9 de Junio de 2012 -Eldorado, Misiones, Argentina

El DAP y la altura con camellones fueron 1,2 cm y 1,10 m superiores respectivamente, en relación a la preparación con rastra.

El área basal y el volumen con camellones fueron un 33% y un 48% superiores respecto a la preparación con rastra.

Con la incorporación del subsolado a las labores de preparación del terreno no se registraron diferencias en crecimiento, respecto a la preparación con rastra.

Suelo rojo arenoso

No se registraron diferencias de crecimiento y sobrevivencia entre la preparación con rastra y las tres técnicas de preparación con camellones hasta los 13 meses de edad.

Agradecimientos

Al Dr. Ramón Godoy y al Señor Rodolfo Rossi por el valioso aporte en la instalación y seguimiento de los estudios. A Lucía Romero, Ramón Canteros, Daniel Gómez y Julio Casaro del equipo de Silvicultura del INTA Bella Vista, quienes participaron en la instalación de los ensayos y en las mediciones de crecimiento.

Bibliografía

- APARICIO, J.L.; LAROCCA F. y F. DALLA TEA. 2005. Silvicultura de Establecimiento de *Eucalyptus grandis*. IDIA XXI. 8: 66-69.
- APARICIO, J.L.; LOPEZ (h), J.A. y F. CANIZA. 2006. Respuesta de *Pinus elliottii*, *Pinus taeda* y Pino híbrido a cuatro técnicas de preparación del terreno en el sudoeste de Corrientes. In: *Actas Jornada Forestal (Conmemoración 50 años de INTA)*. Lavalle, Corrientes. pp: 1-13.
- APARICIO, J.L. y F. CANIZA. 2006. Efecto de tres técnicas de preparación del terreno y control de malezas en la productividad de *Eucalyptus grandis* en el sudoeste de Corrientes. In: *Actas Jornada Forestal (Conmemoración 50 años de INTA)*. Lavalle, Corrientes. pp: 14-24.
- APARICIO, J.L. 2009. Efecto de cuatro técnicas de preparación del terreno en el crecimiento de *Eucalyptus grandis* en un suelo arenoso. Resultados a los 10 meses de edad. In: *Carpeta Reunión N° 3*. Consorcio Forestal Corrientes Norte.
- APARICIO, J.L., SERVIN S. y QUINTANILLA R., H. 2010. Respuesta de *Grevillea robusta* a seis técnicas de preparación del terreno y al riego en un suelo arenoso rojizo del centro de Corrientes. In: APARICIO J. y R. OVIEDO (Editores). Día de campo Forestal. *Grevillea robusta* o “roble sedoso” una alternativa para la Región. Mburucuyá, Corrientes, 9 de setiembre de 2010. pp: 1-9.
- APARICIO, J.L. 2011. Efecto de cuatro técnicas de preparación del terreno en el crecimiento de *Pinus elliotti*, *Pinus taeda* y Pino híbrido (*Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en un suelo arenoso hidromórfico. In: *Actas XXI Reunión de Comunicaciones Científicas, Técnicas y de Extensión*. Facultad de Ciencia Agrarias. UNNE. Resumen.
- ESCOBAR, E.H; LIGIER, H.D.; MELGAR, R, MATTEIO, H. y O. VALLEJOS. 1996. Mapa de Suelos de la Provincia de Corrientes. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Area de Producción Vegetal y Recursos Naturales. EEA Corrientes. 432 p.
- ELIZONDO, M.H. 2009. Primer inventario forestal de la provincia de Corrientes. Informe final. CFI-Gobierno de la provincia de Corrientes. 70 p.
- GONÇALVES, J.L.M.; STAPE, J.L.; WIRCHERT, M.C.P. y J.L. GAVA. 2002. Manejo de residuos vegetais e preparo de solo. In: GONÇALVES, J.L.M y J.L. STAPE (Editores). Conservação e cultivo de solos para plantações florestais. Piracicaba. IPEF. PP: 131-204.
- GONÇALVES, J.L.M.; STAPE, J.L.; LACLAU, J.P.; SMETHURST, P. Y J.L. GAVA. 2004. Silvicultural effects on the productivity and Wood quality of eucalypt plantations. *Forest Ecology and Management*. 193, 46-61.
- SAS. 2009. SAS System for Windows V8. Sitio INTA 14759001.

ÍNDICE VERDE. UNA VALORIZACIÓN AMBIENTAL DEL ENTORNO ARBÓREO EN LA UNIDAD HABITACIONAL

GREEN INDEX. AN ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF BUILDINGS BASED ON TREE POPULATION.

Belaustegui H. P ¹; López L ²; Morrone M ³.

¹Dep de Ciencias Básicas UNL, Dep. de Cambio Climático Fundación Biosfera. Calle 16 n°1611, La Plata belaustegui@biosfera.org

²Dep de Cambio Climático Fundación Biosfera. Calle 16 n°1611, La Plata lucas_eldorado@yahoo.com.ar

³Depto Cambio Climático Fundación, Biosfera. Calle 16 n°1611, La Plata manuelmorone@gmail.com

Resumen

El presente trabajo se basa en el desarrollo y aplicación de un índice alfanumérico que pondera la calidad ambiental urbana, elaborado a partir de una valorización y cuantificación del entorno arbóreo de una unidad habitacional. El índice verde está subagrupado en cuatro subíndices principales: Diversidad (especies e individuos), Cobertura (Porcentaje de Sombra y Tipo de Follaje), Masa Arbórea (Plazoleta, Parque, Plaza y Pulmón Verde) y Área Circundante. Cada subíndice integra variables que son valoradas cuanti-cualitativamente y ponderadas diferencialmente según criterios específicos, dando como resultado final un número que va de 1 a 10, más un atributo plus proporcionado el stock de carbono estimado que se identifica con las letras A, B y C (en orden jerárquico decreciente). El Índice fue aplicado en cinco sitios del B° La Recoleta en Buenos Aires y proporcionó un ensayo de abordaje empírico en la metodología desarrollada, evaluando la factibilidad de implementación del mismo.

Palabras clave: calidad ambiental, forestación, Capital Federal.

Summary

This work explains the development and the implementation of an urban environmental alphanumeric index, called Green Index. It was elaborated based on the tree composition of a specific urban area. It is composed by four sub index: Diversity (species and individuals), Cover (percentage of shadow and foliage type), Trees (Small Square, park, and green area) and Surrounding area. Each sub index is calculated in a quality and quantitative way and differentiated estimation considering specific criteria. The maximum value of the index is 10, besides it is assigned a letter A, B or C being the first letter the highest value. The Green Index was used in five different areas of la Recoleta neighborhood. Based on this experiences was possible establish an estimation of benefits provided by trees in an urban area.

Key words: urban forestry, Capital Federal, environment

Introducción

Muchas ciudades modernas del siglo XXI buscan alternativas para un desarrollo sustentable. En este caso se busca a través de este índice revalorizar los espacios verdes y estimular la preservación de las forestaciones que influyen directamente en numerosos beneficios en el ambiente urbanos tales como: **disminución de la contaminación en el aire** (Amortiguación de ruidos, disminución de contaminantes urbanos y de material particulado); **Reguladores del microclima** (Modificando la temperatura, el viento, la humedad y la evapotranspiración); **Paisaje** (Los árboles hacen más funcional la arquitectura urbana permitiendo una mejor definición de los espacios, rompiendo con la monotonía del paisaje, creando ambientes aislados y tranquilos que protegen y constituyen focos de atracción visual gracias a sus múltiples formas, volúmenes, sombras, texturas y colores); **Recreación**: Los bosques también son lugares de juego, deporte y esparcimiento; espacio para la reflexión y contemplación de la naturaleza, además de que constituyen magníficos escenarios, talleres y laboratorios para la educación y formación biológica y ecológica de la ciudadanía; **Aporte cultural y simbólico**: Los seres humanos tienen un vínculo directo con los árboles que representan importantes símbolos culturales. Para muchas culturas, el árbol es símbolo de longevidad y poderes divinos e incluso de relación con la formación de la vida; **Valorización de la propiedad**: Los árboles pueden significar un beneficio económico importante representado en un aumento del valor económico de la propiedad y del suelo puesto que aportan servicios o funciones que pueden ser apreciadas por el comprador; **Beneficios hidrológicos**: Al interceptar, retener o disminuir el flujo de la precipitación pluvial que llega a la superficie, los árboles urbanos (conjuntamente con los suelos) juegan una importante función en los procesos hidrológicos urbanos, que se traduce en una reducción significativa del volumen de agua ocasionada por las lluvias en eventuales pulsos hidrometeorológicos.

El Índice Verde se basa en una valorización del entorno arbóreo de la unidad habitacional, mediante el cual cuantifica y valora las bondades ecológicas de la existencia o no de árboles y de espacios arbóreos en su proximidad y adyacencia, contribuyendo a un grado de calidad ambiental en la heterogeneidad del ecosistema urbano. Su valorización es de 1 a 10 siendo este último máximo valor para el Índice Verde más un atributo plus proporcionado el stock de carbono estimado que se identifica con las letras A, B y C (en orden jerárquico decreciente).

Materiales y métodos

Para la realización del Índice Verde se efectuó la toma de datos y la evaluación de cada una de las variables implicadas en el Índice. La misma se realizó mediante un trabajo de campo detallado y a través de la interpretación de imágenes satelitales (Banda Visible. Cnes/Spot Image Digital Globe. Google earth. 2009)

El Índice verde, el cual es calculado mediante la Fórmula del Índice Verde (1), esta compuesta por cuatro subíndices: Subíndice Diversidad, Subíndice de Cobertura, Subíndice de área circundante y Subíndice de masa arbórea como se detalla a continuación:

(1) Fórmula del Índice Verde (IV):

$$IV = X_{SID} + X_{SIC} + X_{SIM\alpha} + X_{SIAC}$$

Siendo:

(1ª) Subíndice de Diversidad (X_{SID}):

Este subíndice valora la cantidad de especies diferentes y cantidad de individuos que se encuentran en la cuadra o su equivalente lineal en donde se ubica la unidad habitacional. Consideramos que su ponderación máxima es de un 30 por ciento debido a que, si bien es la masa arbórea próxima al inmueble, también debe contemplarse una escala mayor en donde esta inserta esta escala.

$$X_{SID} = \text{var R} * \text{var I} * \frac{30}{100}$$

Variable Riqueza absoluta (var R) 0 → 1

$$12 \geq X > 8 \Rightarrow X = 1$$

$$8 \geq X > 4 \Rightarrow X = (1 - 0,7]$$

$$X \leq 4 \Rightarrow X = (0,7 - 0]$$

Variable Numero de Individuos (var I) 0 → 1

$$24 \geq X > 18 \Rightarrow X = 1$$

$$18 \geq X > 10 \Rightarrow X = (1 - 0,7]$$

$$X \leq 10 \Rightarrow X = (0,7 - 0]$$

(1ª) Subíndice de Cobertura (X_{SIC}):

Este subíndice estima parámetros de superficie cubierta por el dosel vegetal que incluye a la propiedad, es decir su cuadra. Se relaciona el área básica de estudio con el porcentual de cobertura o de sombra proyectada por la masa arbórea. También se estima las características de follaje, caduco o perennifolio. Es decir que en las estaciones críticas las especies caducifolias pierden sus hojas y las especies perennifolias mantienen sus hojas renovándolas de manera gradual.

$$X_{SIC} = \text{varS} \times \text{varF} \times \frac{20}{100}$$

$$\frac{\text{Superficie con sombra}}{\text{Superficie area de estudio}} = 1 \Rightarrow X = (1 - 0,8]$$

$$\frac{\text{Superficie con sombra}}{\text{Superficie area de estudio}} \geq (0,8 - 0,5]) \Rightarrow X = (0,8 - 0,5]$$

$$\frac{\text{Superficie con sombra}}{\text{Superficie area de estudio}} < (0,5 - 0) \Rightarrow X = (0,5 - 0,1]$$

Variable tipo de follaje (var F)

$$25\%p \text{ y } 75\%c = X \Rightarrow X = 1 \rightarrow \text{Optimo}$$

$$25\%p \text{ y } 75\%c \neq X \Rightarrow X = (1 - 0,5) \rightarrow \text{Medio}$$

Siendo p = perennes y c = caducifolias.

(1°) Subíndice de Área Circundante (X_{SIAM}):

Este subíndice evalúa el entorno arbóreo en las cuadras vecinas que rodean a la unidad habitacional, en función de un continuum de 8 cuadras en donde se cuantifica la cantidad de árboles existentes. Es de destacar la importancia del estado arbóreo del barrio del cual forma parte ya que actúan de una manera estructural en su funcionalidad de acuerdo a su magnitud.

$$X_{SIAM} = \text{var I} * \frac{10}{100}$$

Variable Número de Individuos (var I) $0 \rightarrow 1$

$$96 \geq X > 72 \Rightarrow X = 1$$

$$72 \geq X > 40 \Rightarrow X = (1 - 0,6]$$

$$X \leq 40 \Rightarrow X = (0,6 - 0]$$

(1°) Subíndice de Masa Arbórea (X_{SIAC}):

En este subíndice se analiza la integración del espacio habitacional con un área de mayor densidad arbórea, pudiendo ser una plazoleta una plaza o un parque. En este sentido se prioriza la distancia en que se encuentra, ya que estas superficies arbóreas influirán en gran medida en relación a la proximidad con el inmueble. Además se tiene en cuenta casos especiales como los pulmones de manzana y parquizados.

$$X_{SIAC} = (\text{varPl} \vee \text{var Pla} \vee \text{var P}) * \frac{40}{100}$$

$$\sum_{Pl}^P \text{var} \leq 1$$

Variable Plazoleta varPl $0 \rightarrow 0,5$

$$200 \text{ m.} \geq X > 150 \text{ m.} \Rightarrow X = (0 - 0,2] \rightarrow \text{Bajo}$$

$$150 \text{ m.} \geq X > 100 \text{ m.} \Rightarrow X = (0,2 - 0,3] \rightarrow \text{Medio}$$

$$X \leq 100 \text{ m.} \Rightarrow X = (0,3 - 0,5] \rightarrow \text{Alto}$$

Variable Plazavar Pla $0 \rightarrow 0,8$

$$250 \text{ m.} \geq X > 200 \text{ m.} \Rightarrow X = (0 - 0,3] \rightarrow \text{Bajo}$$

$$200 \text{ m.} \geq X > 150 \text{ m.} \Rightarrow X = (0,3 - 0,5] \rightarrow \text{Medio}$$

$$X \leq 100 \text{ m.} \Rightarrow X = (0,5 - 0,8] \rightarrow \text{Alto}$$

Variable Parque var P $0 \rightarrow 1$

$$350 \text{ m.} \geq X > 250 \text{ m.} \Rightarrow X = (0 - 0,3] \rightarrow \text{Bajo}$$

$$250 \text{ m.} \geq X > 150 \text{ m.} \Rightarrow X = (0,3 - 0,6] \rightarrow \text{Medio}$$

$$X \leq 100 \text{ m.} \Rightarrow X = (0,6 - 1] \rightarrow \text{Alto}$$

En forma complementaria se incorpora al resultado final una estimación del carbono almacenado en la masa arbórea.

(2ª) Cálculo de Toneladas de Carbono Almacenado

Se realiza una estimación del carbono almacenado de la masa arbórea presente en el área de estudio. La estimación se realiza multiplicando por la densidad media de las especies registradas, por el volumen medio y la cantidad de individuos presentes. El resultado de este se multiplica por el 50% considerando que es el porcentaje promedio de carbono presente en la masa leñosa de los árboles (ALVAREZ, 2008; MONTERO y MONTAGNINI, 2005).

$$\text{densidad} \left[\frac{Tn}{m^3} \right] \times \text{volumen} [m^3] \times \text{Nro. Individuos} \times 50\% = CCA$$

Resultados y discusión

La Aplicación del Índice verde se realizó en 4 residencias (Callao 2075, Belgrano 6545, Rivadavia 5454 y Pichincha 1233.) del B° La Recoleta en Buenos Aires, pudiendo comparar diferentes entornos arbóreos y su implicancia en el resultado final del índice. Se detallara uno de los sitios elegidos para describir y plasmar la aplicación real del índice verde en la unidad habitacional.

Sitio Callao 2075: La zona analizada posee atractivos naturales interesantes que influyen en una valoración positiva de los atributos verdes. La propiedad se encuentra muy próxima a un parque de gran extensión (6 ha) y en las cercanías también de una plaza, lo cual beneficia y colabora en una ponderación alta del índice verde. No obstante, el arbolado urbano no cubre la totalidad del área de estudio evaluada. El análisis y la valoración para cada uno de los subíndices y su aplicación en el Índice Final se realizó bajo los siguientes criterios de abordaje:

Diversidad: Dentro del Índice Verde (cuya escala numérica es de 1 a 10) el valor máximo asignado a “diversidad” es 3, teniendo en cuenta la cantidad de especies y de individuos presentes. El planteo es que en una cuadra se puede encontrar como máximo 12 especies, y como mínimo, menos de 4 especies. Como en esta cuadra se detectaron 5 especies, se tuvieron en cuenta para ser integradas a la fórmula. La otra variable del subíndice es “número de individuos”. Se considera 24 individuos como el número máximo por cuadra, y menos de 10 individuos como valor mínimo. En este caso se hallaron 13 individuos. Aplicando estos valores a la ecuación de **subíndice de diversidad (1^a) el resultado obtenido es de 1,8.**

Cobertura: El subíndice tiene en cuenta la superficie cubierta o sombra proyectada por el dosel vegetal en el área de la cuadra donde se encuentra la propiedad. En este caso se tomó como cobertura máxima un 100% y como cobertura mínima la superficie de sombra menor al 50% de la superficie total. En el sitio elegido se asigna un 27% de sombra, calculado a través de la interpretación de imágenes digitales. La otra variable que se tiene en cuenta es la relación de especies perennifolias y caducifolias. Por latitud y según bibliografía aceptada, en la ciudad de Buenos Aires la relación óptima es de un 75% de caducifolias y 25% de perennifolias. Cuando más se acerque el caso analizado a esta relación, su valor será de 1, y cuanto más se aleje su valor mínimo llegará hasta 0,5. Como en la observación tuvimos 46% de especies caducifolias y 54% de perennifolias, integrando las dos variables, el **subíndice de cobertura obtenido mediante la ecuación (1^b) es 0,3.**

Área Circundante: Este subíndice cuantifica los individuos presentes en un área de 8 cuadras. Como valor máximo la ecuación estima a 96 individuos (considera a 12 individuos por cuadra como cantidad máxima) y como valor mínimo a menos de 40 individuos en dicha área. Aquí fueron encontrados 59 individuos arbóreos, que mediante la fórmula (1^c) se obtiene **un valor de 0,7.**

Masa Arbórea: Se evaluó la proximidad a plazoletas, plazas o parques. En la variable “plazoleta”, a una distancia máxima de 200 metros se le asigna un valor bajo; a una distancia de 150 metros se le asigna un valor medio; y a una distancia menor o igual a 100 mts se asigna un valor alto. De igual manera se aplica a la variable “plaza”, la distancia va desde 250 mts. a igual o menor de 100 mts; con la variable “parque” los valores de distancias se consideran desde 250 mts. a menor o igual a 100 mts. Para ambos casos se le asigna respectivamente valores bajo, medio y alto. En todas las mediciones, cuanto mayor sea la distancia, menor será el valor asignado. La otra variable que se cuantificó es la categoría que va de 1 a 3 y depende del grado de desarrollo arbóreo desde escaso o bajo a alto. Aquí también se cuantifica la densidad existente. **Este subíndice mediante la formula (1^o) arroja un valor de 4,5.**

Los datos ingresados al calculo del Índice Verde se sintetizan en: N° de individuos: 13 (*Fraxinus* sp.) Fresno 3, (*Ficus* sp.) Ficus 2, (*Jacarandamicrantha*) Jacarandá 5, (*Tilia* sp.) Tilo 2, (*Acer* sp.) Arce 1. Cantidad de especies: 5; Porcentaje de Sombra 27 %; Relación Caducifolio/Perenne: 46/54; Distancia Área Verde: 90 mts; Área Verde: Parque Thays y Plaza San Martin.

Carbono: Para la estimación de carbono almacenado se tomo en cuenta evaluaciones cuantificadas de diferentes trabajos científicos específicos, según los cuales se considera que el 50 % de la biomasa promedio está formada por carbono. Como el stock de carbono almacenado mediante la formula (2^a) se estimó un valor mayor a 5 Tn, **Por consiguiente se asigna la letra A.** De esta manera, los Subíndices quedan expresados en: **Diversidad:** 1.8 / **Cobertura:** 0.3 / **Masa Arbórea:** 4.5 / **Área Circundante:** 0.7 / **Presencia de Pulmón verde:** Sí. Adicionalmente se incorpora la **Cuantificación de carbono almacenado:** Mayor a 5 Tn. Se asigna letra A.

Resultado Final del Índice Verde: A 7.3

Conclusiones

Mediante la utilización de una formula alfanumérica fue posible estimar los atributos ambientales que brindan los arboles en una zona urbana y revalorizar la importancia del rol de los arboles en zonas urbanas. Al tratarse de un ensayo piloto el presente trabajo está sujeto a modificaciones para su perfeccionamiento y es necesario continuar con el ajuste del mismo.

Agradecimientos

A la inmobiliaria L.J.Ramos por su interés en desarrollar un mecanismo de valoración ambiental para inmuebles de la ciudad de Buenos Aires.

Bibliografía

- ALVAREZ, G., 2008. CENTRO AGRONOMOICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA ESCUELA DE POSGRADO Modelos alométricos para la estimación de biomasa aérea de dos especies nativas en plantaciones forestales del trópico de Cochabamba, Bolivia. Turrialba, Costa Rica,
- MONTERO, M.; MONTAGNINI, F. 2005. Modelos alométricos para la estimación de biomasa de diez especies nativas en plantaciones en la región Atlántica de Costa Rica. Recursos Naturales y Ambiente/no. 45:112-119
- CUNHA MACHADO M. 2008. Proyecto de tesis. El verde urbano como elemento estructurador para un desarrollo urbano sostenible. Estudio de caso en la ciudad de Campo Grande, Brasil. Universidad Politécnica de Cataluña. [http://www-cpsv.upc.es/tesis/PTM08presentacio_daCunha.pdfActualizado 25/03/2008]

15^{as} Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM - EEA Montecarlo, INTA. 7, 8 y 9 de Junio de 2012 -Eldorado, Misiones, Argentina

ANONIMO “Forestación Urbana, una alternativa real para combatir la contaminación ambiental y el cambio global”
Forestación Urbana. [http://vinculosconlasociedad.uc.cl/?mod=seminarios&acc=ver&id=829&id_doc=575]

PRINCIPAIS PROBLEMAS BIÓTICOS E ABIÓTICOS OCORRENTES EM PLANTIOS DE *Eucalyptus* spp. NO MUNICÍPIO DE DOIS VIZINHOS, PARANÁ - BRASIL

PRINCIPAL PLANTINGS BIOTIC AND ABIOTIC PROBLEMS OCCURRING IN *Eucalyptus* spp. STANDS FOR THE DOIS VIZINHOS COUNTY, PARANÁ - BRAZIL

Bichel, A.¹; Nunes, E. M. A.²; Freddo, Á. R.³; Brun, E. J.⁴

¹ – Aluno de graduação em Engenharia Florestal da UTFPR Campus Dois Vizinhos. E-mail: anathan_sulina@hotmail.com. Bolsista de Inovação Tecnológica da UTFPR.

² – Aluno de graduação em Engenharia Florestal da UTFPR Campus Dois Vizinhos. E-mail: elviomauricio@hotmail.com.

³ – Eng. Florestal, M.Sc, Professor da UNISEP Câmpus Dois Vizinhos. E-mail: alvaro@unisep.edu.br.

⁴ – Eng. Florestal, Dr., Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Dois Vizinhos. Estrada p/ Boa Esperança, km 4 – CEP: 85660-000. Dois Vizinhos, PR. E-mail: cleandrobrun@utfpr.edu.br.

Resumo

Objetivou-se com este trabalho avaliar as doenças e injúrias de ordens bióticas e abióticas, encontradas nas parcelas inventariadas em 80 propriedades, de um total de 147, pertencentes ao programa de fomento florestal do município de Dois Vizinhos, Paraná, de plantios realizados nos anos de 2009 e 2010, distribuídas em 33 comunidades. Através de observação in loco e coleta de amostras para posterior identificação, os principais danos de ordem biótica foram formigas cortadeiras (43,75%), mancha foliares (23,75%), besouros serradores (10%) e por bovinos de criação (7,5%). Pragas e animais silvestres não apareceram com muita frequência. Os principais danos abióticos foram compactação do solo e enovelamento de raízes (23,75%), geadas (15%), problemas com baixa qualidade das mudas (10%), estiagem (7,5%) e deficiência nutricional (6,25%). Os resultados demonstram que é necessário uma maior assistência técnica aos silvicultores participantes do programa de fomento florestal do município de Dois Vizinhos, para diminuir os problemas encontrados.

Palavras-chave: fitopatologia, fomento florestal, eucalipto.

Summary

The objective of this study was to evaluate the diseases and injuries of biotic and abiotic orders, found in the portions in 80 properties inventoried, a total of 147, belonging to the forest incentive program in Dois Vizinhos County, Paraná, in forest planted in the years 2009 and 2010, distributed in 33 communities. With the in loco observations and samples collected to identification, the main order biotic damage were ants (43.75%), leaf spot (23.75%), beetles sawyers (10%) and cattle farming (7.5%). Pest and wild animals did not appear very often. The principal damages were abiotic with soil compaction and entangled roots (23.75%), frost (15%), problems with quality of seedlings (10%), dry (7.5%) and nutritional deficiency (6.25%). The results show that it is necessary to further technical assistance to participants foresters of the forest incentive program in the Dois Vizinhos county, to reduce the problems found.

Key-words: phytopathology, forest incentive, eucalyptus.

Introdução

As plantações florestais começaram a ganhar expressão na segunda década do século XX, devido aos inúmeros fatores favoráveis à sua adoção, como a obtenção de qualidade da madeira com padrões homogêneos requeridos nos processos industriais; uma produtividade significativamente maior do que as espécies florestais nativas; uma maior proximidade dos centros consumidores e das redes de transporte e comunicação, otimizando a logística; a possibilidade de melhor controle dos ciclos de produção; uma redução de custos e a possibilidade de se estabelecerem em áreas com atributos favoráveis de clima, solo e bom ambiente de negócios (Garlipp; Foelkel, 2009).

O eucalipto se destaca no setor florestal por ser a árvore mais plantada em todo mundo com cerca de 17,8 milhões de hectares, sendo o Brasil o segundo maior em área plantada com mais de quatro milhões de hectares, perdendo apenas pra Índia, cujos plantios totalizam oito milhões de hectares, aproximadamente (FAO, 2000; ABRAF, 2009).

O Brasil tem apresentado expansão dos plantios de eucalipto, com taxas de crescimento médio anual de 6,9% entre os anos de 2005 a 2009, alcançando 4,75 milhões de hectares (ABRAF, 2011). A região sudoeste do estado do Paraná, onde está localizado o município de Dois Vizinhos, também tem apresentado um significativo crescimento dos plantios com espécies do gênero, principalmente em áreas de propriedades rurais que necessitam do uso da madeira para energia e construções nas propriedades, além de venda do excedente de produção. Para que essa produção necessária seja conseguida, boas práticas silviculturais devem ser realizadas.

Em condições ideais de ambiente, toda planta sadia desenvolve suas funções fisiológicas conforme sua capacidade máxima de potencial genético. Quando atacada por algum patógeno (agente biótico) ou submetida à condição inadequada de ambiente (agente abiótico), de modo que venha a interferir em qualquer uma das funções fisiológicas, diz-se que ela está doente (Agrios, 2005).

Outros fatores que causam danos às plantas, não induzindo irritação contínua, como a calcinação pelo fogo, queima por produtos tóxicos, ataque de insetos, entre outros, são referidos como injúrias (Manion, 1991).

O eucalipto é atacado por vários patógenos, principalmente fungos, desde a fase de viveiro até os plantios adultos. Geralmente, os problemas são observados nas plantações, ocorrendo nos mais variados locais, espécies e épocas do ano (Santos et al., 2001).

Desta forma, objetivou-se com este trabalho avaliar os principais problemas de ordens bióticas e abióticas encontrados nas florestas de *Eucalyptus* spp., plantadas nas propriedades rurais integrantes do programa de fomento florestal do município de Dois Vizinhos, Paraná.

Material e Métodos

O município de Dois Vizinhos localiza-se em uma região com clima do tipo Cfa, subtropical com chuvas bem distribuídas durante o ano, possuindo temperaturas médias anuais de 19°C e pluviosidade média anual de 2025 mm (IAPAR, 2008).

A predominância dos solos nesta região são Latossolo Vermelho, Latossolo Bruno, Cambissolo e Nitossolos (EMBRAPA, 1984).

O trabalho foi realizado junto às propriedades rurais integrantes do programa de fomento florestal do município de Dois Vizinhos-PR, num total de 147 propriedades, distribuídas em 33 localidades do interior do município. Numa amostragem realizada em 80 dessas áreas, foram realizadas visitas in loco nos plantios dos anos de 2009 e 2010 e registrados problemas de ordens bióticas e abióticas, anotando-se aspectos qualitativos e quantitativos das árvores e patogenias encontradas.

O projeto de fomento desenvolvido pelo município já contemplou mais de cem famílias participantes, estas foram entrevistadas e responderam a um questionário no qual algumas das perguntas estavam diretamente relacionadas aos problemas bióticos e abióticos enfrentados pelos agricultores no plantio de eucalipto.

Após a aplicação do questionário, foram feitas avaliações das plantações e coletadas amostras de material vegetal, verificando anomalias decorrentes de fatores bióticos e abióticos. As amostras coletadas foram armazenadas em embalagens plásticas vedadas e identificadas, para serem analisadas posteriormente em laboratório na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, para determinar qual fator estava danificando as plantações. Os insetos encontrados nas plantas com ocorrência de algum tipo de patogênese foram coletados para posteriormente serem identificados e relacionados ou não com o dano encontrado na planta.

As espécies mais utilizadas pelos produtores na região do município de Dois Vizinhos são o *Eucalyptus grandis* e o *Eucalyptus dunnii*. A escolha destas espécies se deve pelo fato da adaptação ao clima e ao tipo de solo, se desenvolvendo de forma mais rápida.

Os plantios de *E. grandis* e o *E. dunnii*, efetuados nos anos de 2009 apresentaram uma média de diâmetro de 5,71 cm e altura de 6,84 m. Observou-se ainda a presença de tortuosidade (5,74%), bifurcações (1,94%), árvores quebradas (0,36%) e presença de lianas (0,55%).

Em 2010 a utilização das espécies de *E. grandis* e *E. dunnii* permaneceram, e a média de diâmetro foi de 4,81 cm e a altura foi de 6,33 m. A presença de tortuosidade (4,69%), bifurcações (0,51%), árvores quebradas (0,14%) e presença de lianas (0,34%) também foram observadas.

De posse de todos os dados de danos bióticos e abióticos, os mesmos foram catalogados e reunidos em planilha eletrônica, determinando-se sua frequência de ocorrência e severidade de danos causados. Com base nos resultados, foram realizadas indicações silviculturais visando melhorar a condição fitossanitária dos plantios e conseqüentemente a qualidade das florestas.

Resultados e Discussão

Os principais problemas de ordem biótica encontradas nas parcelas inventariadas e relatadas pelos produtores de eucalipto do município de Dois Vizinhos encontram-se listados na Tabela 01, onde se observa que o destaque maior é para os danos causados por formigas cortadeiras (*Atta spp.* e *Acromyrmex spp.*), principalmente do gênero *Atta* (saúvas), de maior frequência na região.

A falta de controle da formiga cortadeira pode inviabilizar um plantio florestal, e a grande porcentagem encontrada deste problema, demonstra o despreparo de produtores na área de silvicultura ou mesmo a falta de atenção aos plantios florestais, considerados ainda por alguns agricultores como secundário dentro da matriz produtiva da propriedade.

Além das formigas cortadeiras, outro inseto que causou danos em quantidade considerável foi o besouro serrador, pois em 10% das propriedades houve problemas, o que deve ser observado com muita atenção pelos produtores e órgãos de assistência técnica, afim de monitoramento e da utilização de práticas que minimizem os seus danos.

Tabela 1: Doenças e injúrias de ordens bióticas em plantios de eucalipto, no município de Dois Vizinhos/PR-Brasil, 2012.

Table 1: Diseases and injuries of biotic orders in eucalyptus plantations in the county of Dois Vizinhos/PR-Brazil, 2012.

Problema	% das propriedades
Formigas cortadeiras (<i>Atta spp.</i> e <i>Acromyrmex spp.</i>)	43,75
Podridões radiculares	2,50
Manchas foliares	23,75
Bovinos	7,50
Besouro serrador	10,00
Coleobrocas	1,25
Preás	2,50
Tatu mulita	1,25
Vespas	1,25
Pulgão	1,25
Cigarrinha	1,25

Outro problema de destaque são os danos causados por bovinos (7,5% das propriedades), os quais são causados por práticas inadequadas, como não observação do estágio adequado de colocação dos animais em sistemas silvipastoris, e também descuido por parte dos produtores, devido à utilização de cercas com problemas, causando a fuga dos animais para a área de floresta, geralmente com cobertura do solo atrativa para a alimentação animal.

Com relação às doenças causadas por manchas foliares, foram encontradas em várias propriedades (23,75%), sendo mais comuns as causadas pelos fungos *Kirramyces spp.* e *Pilidiella eucalyptorum*.

No trabalho não foi avaliada a severidade do ataque das manchas foliares, no entanto, não se observou problemas de desfolha.

De acordo com Alfenas et al. (2009), as manchas foliares causadas por *Kirramyces spp.* e *Pilidiella eucalyptorum*, até o presente momento, dispensam medidas específicas de controle a nível de campo, entretanto, a seleção de materiais genéticos resistentes, pode ser uma alternativa para evitar problemas futuros.

Com relação às podridões radiculares, não foram encontradas em muitas propriedades, entretanto, deve-se observar com cuidado este problema, pois de acordo com Alfenas et al. (2009), são vários os agentes bióticos que podem causar podridões, como fungos e bactérias, problemas os quais são geralmente agravados por práticas inadequadas, como problemas em mudas (enovelamento radicular, mudas passadas (velhas), tamanho inadequado), falta de preparo adequado de solo e práticas inadequadas de plantio. Os autores também citam que a variabilidade genética também deve ser observada, pois existem espécies e clones mais suscetíveis que outros ao problema.

Os demais problemas observados com pragas e animais silvestres não foram de grande expressividade, mas devem ser monitorados, com a finalidade de evitar problemas futuros nos plantios de eucalipto do município e região.

Os problemas abióticos observados nos plantios de eucalipto do município de Dois Vizinhos se encontram na Tabela 02.

A falta de conhecimento técnico, por parte dos produtores, é a origem de vários problemas abióticos nos plantios de eucalipto, pois a geada causou danos em 15% das propriedades, nas quais, plantou-se a espécie *E. grandis*, conhecidamente não adaptada a condições de geada, principalmente na fase jovem da floresta, que se estendo até cerca de dois anos de idade.

De acordo com Alfenas et al. (2009), para evitar problemas com geadas em eucalipto, recomenda-se o plantio de espécies ou clones resistentes. Os autores citam que as espécies *E. viminalis*, *E. dunnii*, *E. smithii*, *E. nitens* e *E. benthamii* são relativamente mais resistentes às geadas, devendo ser preferidas em locais onde a ocorrência do fenômeno é mais severo, como em áreas de maior altitude, por exemplo.

Selle e Vuaden (2008) relataram problemas com morte de mudas de *E. grandis*, com aproximadamente dois anos de idade e um metro de altura. Os autores recomendam o estudo de espécies de eucalipto melhor adaptadas ao frio para locais com ocorrência de geada.

A compactação do solo e enovelamento de raízes foi o problema abiótico encontrado em maior quantidade nas propriedades investigadas, o que resulta da falta de preparo do solo, pois a escarificação do solo só foi utilizada em apenas 1,25% das propriedades.

Além disso, outro fator agravante deste problema é o de que 51,25% dos plantios de eucalipto, foram realizados em áreas anteriormente ocupadas por criação de gado. Em locais de pastoreio intensivo, a probabilidade de compactação do solo é aumentada, o que demonstra a falta de práticas que minimizem este problema.

De acordo com Reichert et al. (2007) a compactação do solo tem efeito primeiramente na restrição do crescimento radicular das plantas, com consequências para o crescimento da parte aérea e produtividade.

A escarificação é uma forma rápida e eficiente de romper camadas compactadas de solo, entretanto, deve-se observar a umidade do solo no momento do seu preparo, a profundidade de atuação do implemento e o espaçamento das hastes, para que seja realizado um serviço adequado (Reichert et al., 2007). Os autores relatam ainda que a utilização de plantas em sistema rotativo pode descompactar o solo, como o uso de crotalaria, a qual tem a capacidade de formar bioporos, com as raízes crescendo em espaços compactados.

Tabela 2: Problemas abióticos em plantios de eucalipto, no município de Dois Vizinhos/PR-Brasil, 2012.

Table 2: Abiotic problems in *Eucalyptus* plantations in the county of Dois Vizinhos/PR-Brazil, 2012.

Problema	% das propriedades
Compactação do solo e enovelamento de raízes	23,75
Geada	15,00
Problemas com mudas	10,00
Estiagem	7,50
Deficiência nutricional	6,25
Afloramento de rocha	2,50
Vento	2,50
Granizo	1,25
Alagamento	1,25
Gomose	1,25

Os produtores também relataram problemas com a qualidade das mudas (10%), o que é fato, pois em 85% das propriedades, os eucaliptos chegaram em sistema de produção por embalagem feita com laminado de madeira, sistema antigo e ultrapassado tecnologicamente, mas que ainda persiste em alguns viveiros florestais. O plantio de mudas produzidas em tubetes deve ser priorizado pelos produtores rurais, pois o sistema com esse tipo de recipiente, protege as raízes na sua formação e conduz um sistema radicular sem enovelamento.

A estiagem também foi observada como causadora de problemas abióticos em várias propriedades (7,5%), apesar de ser um problema de ordem climática, pode ser minimizada,

através de cuidados com a época de plantio e a utilização de gel hidrorretentor. De acordo com Talheimer et al. (2010), a utilização de gel hidrorretentor em mudas de *E. grandis* e *E. dunnii*, reduziu a mortalidade de mudas em período de déficit hídrico, viabilizando seu uso por reduzir os replantios.

A deficiência nutricional foi encontrada, de forma visual, em 6,25% das propriedades, o que não demonstra que este problema possa ser generalizado para mais propriedades, pois não foram realizadas análises foliares. Neste ponto, observa-se um grande descuido por parte dos produtores rurais, pois nenhum deles realizou adubação e muito menos análise de solo. Considerando que os plantios são realizados, em sua maioria, em áreas marginais ou em desuso na propriedade, o preparo adequado do solo e a realização de adubação são práticas indispensáveis para a obtenção de bons rendimentos com a floresta plantada.

Outros problemas abióticos (granizo, ventos, alagamentos e afloramento de rocha) foram menos recorrentes, mas não a ponto de serem desprezados, principalmente plantios em afloramentos rochosos (2,5% das propriedades), o que demonstra desconhecimento dos produtores acerca das características de exigências técnicas de plantios de eucalipto, o qual exige solos profundos para o seu bom desenvolvimento.

Já os problemas com granizo e ventos, além de causarem danos diretos às plantas, os seus ferimentos, podem servir de porta de entrada para microrganismos oportunistas, principalmente os causadores de cancos e murchas, conforme relatado por Alfenas et al. (2009).

Conclusões

Os danos observados nos plantios de eucalipto pertencentes ao programa de fomento florestal do município de Dois Vizinhos podem diminuir a qualidade e a produtividade dos mesmos, principalmente na etapa de planejamento e na condução inicial da floresta.

É de suma importância uma maior assistência técnica para diminuir os danos, através do planejamento das atividades de implantação das florestas de eucalipto e de monitoramento de pragas, doenças e do crescimento das mesmas.

Práticas como preparo do solo, controle de formigas, adubação e o monitoramento da floresta plantada são algumas das principais que deverão ser adotadas pelos agricultores que buscam sucesso em seu plantio.

Agradecimento

À Prefeitura Municipal de Dois Vizinhos pelo apoio ao projeto e fornecimento de informações sobre o programa de fomento e aos agricultores pela ótima recepção e presteza nas informações.

Bibliografia

- ABRAF, Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. **Anuário Estatístico da ABRAF 2009**, ano base 2008. Brasília, 2009, 120 p.
- ABRAF, Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. **Anuário Estatístico da ABRAF 2011**, ano base 2010. Brasília, 2011, 130p.
- AGRIOS, G.N. **Plant pathology**. 5 th. Ed. New York; Elsevier Academic Press, 2005. 947 p.
- ALFENAS, A. C. et al., **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa: Editora UFV, 2009, 500p.
- EMBRAPA-SNLCS. Levantamento e Reconhecimento dos solos do estado do Paraná. Curitiba, 1984. (Boletim Técnico 27).
- FAO, **Global Forest resources assessment 2000** – Main report. FAO Forestry paper. ISSN 0258-6150, 2000. 479 p. Disponível em <www.fao.org/forestry/fo/fra/main/index.jsp>. Acesso em 26/03/2012.

- GARLIPP, R.; FOELKEL, C. O papel das florestas plantadas para atendimento das demandas futuras da sociedade. **Sociedade Brasileira de Silvicultura**. Position Paper da SBS apresentado no XIII Congresso Florestal Mundial / FAO em Buenos Aires, Argentina de 18 a 23 de outubro de 2009.
- INSTITUTO AGRONÓMICO DO PARANÁ. Sistema de Monitoramento Agroclimático do Paraná. 2008. Disponível em: <<http://www.iapar.com.br>>. Acesso em: 26/03/2012.
- MANION, P.D. **Tree disease concepts**. 2. ed. [S.l.: s.n.], 1991, 402 p.
- REICHERT, J. M. et al., Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: identificação, efeitos, limites críticos e mitigação. **Tópicos em Ciência do Solo**. Santa Maria: UFSM, v. 5, p. 49-134, 2007.
- SANTOS, A. F.; AUER, C. G.; GRIGOLETTI JUNIOR, A. **Doenças do eucalipto no Sul do Brasil: identificação e controle**. Colombo: Embrapa Florestas, 2001. 20 p. (Embrapa Florestas. Circular técnica, 45)
- SELLE, G.; VUADEN, E., Efeitos da geada sobre plantações de *Eucalyptus grandis*. **Caderno de Pesquisa Série Biologia**, Santa Cruz do Sul, v. 20, n. 1, p. 36-45, 2008.
- TALHEIMER, R. et al., Mudanças de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunnii* sob diferentes doses de polímero hidroretentor e períodos de déficit hídrico. **Anais...** Seminário: Sistemas de Produção Agropecuária – Ciências Agrárias Animais e Florestais. Disponível em: <https://web.dv.utfpr.edu.br:448/seer/index.php/SSPA/article/view/354>, 2010.

EFFECTOS DE LA INTENSIDAD DEL RALEO EN *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis* SOBRE EL CRECIMIENTO Y LA PRODUCCIÓN EN EL NO DE MISIONES¹

EFFECTS OF INTENSITY THINNING ON THE VOLUME PRODUCTION OF *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis* IN THE NORTHWEST MISIONES PROVINCE, ARGENTINA

Crechi E.¹; Keller A.¹; Fassola H.¹; Fahler J.²; Maletti R.³

¹ Técnicos Área Forestal. INTA EEA Montecarlo. Av. El Libertador 2472 (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina. TEL/FAX: 54-03751-480057/480512. E-mail: ecrechi@montecarlo.inta.gov.ar

² Profesional independiente (Ex gerente Lipsia S.A.). E-mail: jorgecarlosfahler@gmail.com

³ Técnico Forestal. Lipsia S.A. E-mail: maletti@lipsia.com.ar

Resumen

El ensayo de intensidad y oportunidad de raleo fue instalado con el objetivo de analizar distintas modalidades de raleo en *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, el diseño corresponde a bloques completos al azar con 2 niveles de intensidad y testigos, con 3 niveles de oportunidad y 3 repeticiones. Los tratamientos de intensidad fueron definidos por el área basal, y caracterizados en: sin raleo (testigo) y raleos del 25 y 50% del área basal del testigo; los 3 tratamientos de oportunidad fueron definidos con una periodicidad de 2, 4 y 6 años. Se observaron diferencias significativas en la producción en volumen total hasta los 15 años de edad, consecuencia de la aplicación de diferentes intensidades de raleo. Mientras el volumen total fue proporcional a la densidad, el volumen del árbol promedio resultó inversamente proporcional a la densidad.

Palabras clave: Pino híbrido, raleo, intensidad, producción en volumen.

Summary

The objective of this work was to analyze an experiment of thinning modalities with *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis* installed in complete random blocks with 2 levels of intensity and witnesses and 3 of opportunity in 3 repetitions. The intensity treatments were defined by the basal area, and characterized in: without thinning (witness) and 25 and 50 % thinning of the total basal area. The 3 opportunity treatments were defined with thinning at 2, 4 and 6 years intervals. Significant differences were observed in volume production at the 15 years, consequence of the application of different intensities of thinning. The total volume production was proportional to the density, whereas the volume of the tree average was inversely proportional to the density.

Key words: Hybrid Pine, thinning, intensity, volume production.

¹ Trabajo Financiado por Proyecto Regional MSNES-420142: “Innovación, desarrollo y transferencia de tecnología como contribución al desarrollo forestal de la provincia de Misiones”.

15^{as} Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM - EEA Montecarlo, INTA. 7, 8 y 9 de Junio de 2012 -Eldorado, Misiones, Argentina

Introducción

Pinus elliottii var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (pino híbrido), es una alternativa a otros pinos resinosos que se lo está implantando desde hace unos 15-20 años y de manera creciente en la provincia de Misiones. La especie reúne una serie de características comparativas deseables, tales como: fuste recto, copa pequeña, buen crecimiento y potencialmente se presenta entre los más adecuados para sistemas silvopastoriles. En la industria del aserrado pasa como un pino resinoso más, de los ya conocidos. Aunque existan superficies forestadas importantes en la región con dicha especie, son pocas las herramientas de que se dispone para analizar dichas inversiones. Uno de los principales objetivos del manejo es dirigir la producción de un rodal de tal modo de maximizar la producción de los bienes establecidos como producción objetivo (maximizar volumen total, volumen de madera gruesa, de forraje bajo cubierta forestal, etc.). En lo que hace a esquemas de manejo orientados a la producción de madera para las industrias del aserrado y debobinado, aún no se tenía certeza de qué intensidad de raleos aplicar para la zona y con qué frecuencia, por lo que en el año 2001 se instaló un ensayo de raleo para la cuantificación del crecimiento y la producción bajo distintos esquemas de manejo. Aunque existan experiencias de raleos en la zona (Volkart, 1972) (Cozzo, 1970, 1972) (Crechi et al., 2001 a, 2001 b; 2004, 2004 a, 2004 b, 2009) (Keller et al., 2006), podríamos afirmar que para esta especie en Misiones estamos en la etapa inicial en este tipo de estudios. El ensayo instalado es una adaptación de lo sugerido por Fishwick (1974). El objetivo del presente trabajo es presentar los resultados sobre producción en volumen total de madera de *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis* hasta los 15 años de edad, como respuesta a la aplicación de diferentes intensidades y oportunidades de raleo.

Materiales y Métodos

Localización del ensayo: el ensayo se encuentra ubicado en Campo Casualidad (26°01'43,74'' Latitud Sur y 54°28'57,0'' Longitud Oeste; a 252 msnm), propiedad de la empresa LIPSIA, en Puerto Esperanza, Departamento Iguazú, Provincia de Misiones, Argentina.

Descripción del ensayo: El ensayo, realizado para evaluar el efecto de la intensidad y oportunidad de los raleos, fue instalado en 2001, en una plantación de pino híbrido, de 5 años de edad, con una densidad de plantación de 1735 pl/ha (2,4 m x 2,4 m). El tamaño de las parcelas netas es de 864 m², con borduras perimetrales cuádruples, internas entre parcelas dobles y entre bloques triples, ocupando una superficie total de 5 ha. El diseño empleado responde a bloques completos al azar, con 3 repeticiones.

Los tratamientos de raleo aplicados fueron:

intensidades de raleo:

Tratamientos	Intensidad Aplicada
T0	0% sin raleo (testigo, área basal máxima)
T1	25% de T0 (del valor de T0 determinado previamente)
T2	50% de T0, de modo que se mantengan condiciones de crecimiento libre.

oportunidades de raleo:

Tratamiento	Intervalo (años)
F1	2
F2	4
F3	6

Considerando la naturaleza factorial del ensayo, las combinaciones de las intensidades y frecuencias u oportunidades se presentan en la **figura 1**.

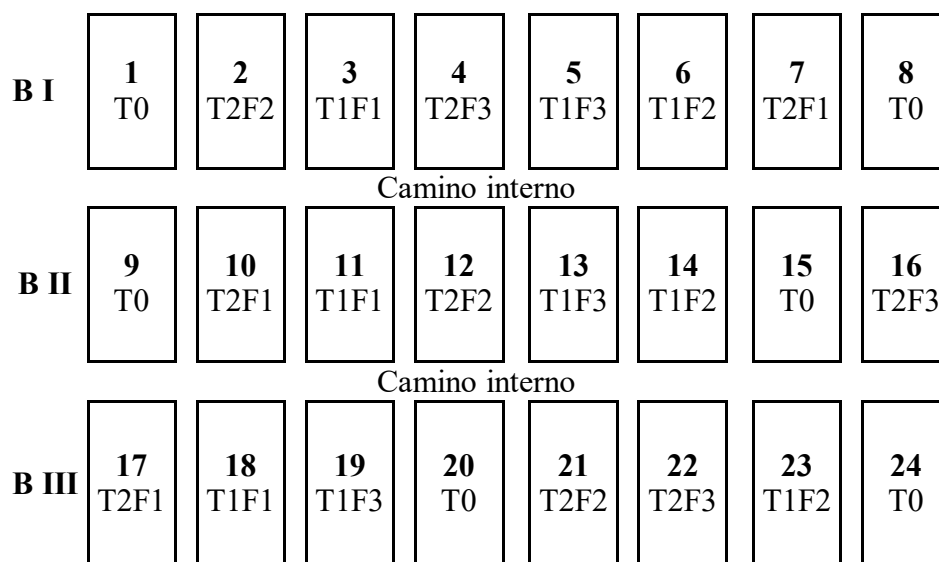


Figura 1: Esquema de los distintos tratamientos de raleo aplicados.

Figure 1: Scheme of the different applied treatments of thinning.

Medición, análisis de datos y ejecución de raleos: a las edades de 5, 7, 9, 11, 13 y 15 años, se midieron los dap de todos los árboles vivos y la altura total correspondiente a una muestra de 10 árboles por parcela, con la finalidad de ajustar una ecuación que permita estimar la altura de todos los árboles de la parcela. También se ajustó una ecuación general a los efectos de describir la evolución de la altura total de todos los individuos del ensayo en función del dap, edad y número de árboles, dada la importancia estadística de los coeficientes de dichas variables en el contexto de la ecuación, indicando esto el efecto de la densidad en la altura total de los árboles.

Relación hipsométrica (h): Por haberse observado para la variable altura total diferencias significativas entre tratamientos, se ajustó una relación hipsométrica para el conjunto de edades de 5 a 15 años y la ecuación resultó:

$$\ln(h) = 3,5095 - 9,77534*1/dap - 5,59219*1/E + 0,0870485*\sqrt{E} + 25,6552*1/(dap*E) + 0,00219135*\sqrt{N}$$

Cuya fórmula de trabajo es:

$$(h) = \exp(3,5095 - 9,77534*1/dap - 5,59219*1/E + 0,0870485*\sqrt{E} + 25,6552*1/(dap*E) + 0,00219135*\sqrt{N})$$

donde:

ln: logaritmo natural

exp: exponencial logaritmo natural

h: altura total (m)
dap: diámetro a la altura del pecho (1,3 m) (cm)
E: edad (años)
N: número de árboles por há
 $\sqrt{\quad}$: raíz cuadrada

Volumen individual (V_{cc}): Para la determinación del volumen total con corteza de cada árbol se utilizó la tabla de volumen de doble entrada para *pino híbrido*, desarrollada por Kubsch et. al, (2005).

La misma presenta la siguiente expresión:

$$V_{cc} = 13,37 + 0,1597.dap^2 + 0,0089.dap^2.h + 0,04595.dap.h^2 - 0,4536.h^2$$

Donde:

V_{cc} = volumen total con corteza (m^3)

h = altura total (m), estimada a través de una relación hipsométrica

Volumen total (V_{tcc} , m^3/ha): Los volúmenes totales fueron calculados a partir del volumen del árbol promedio (V_{ap}) correspondiente a cada tratamiento multiplicado por el número de árboles vivos de la parcela y luego fueron convertidos a valores por hectárea para obtener el V_{tcc} .

Raleo: El tipo de raleo aplicado fue por lo bajo, con el siguiente orden de extracción: árboles muertos y moribundos, árboles dominados, árboles sub-dominantes competitivos, árboles codominantes defectuosos (bifurcados y quebrados) y en las parcelas más intensamente raleadas se extrajeron también algunos co-dominantes competitivos y algunos dominantes. Los raleos fueron efectuados en forma inmediata ó como máximo hasta un mes después de las mediciones.

Volumen total con corteza acumulado (V_{tccac} , m^3/ha) y **volumen del árbol promedio** (v_{ap} , m^3): El volumen total con corteza acumulado (V_{tccac}) obtenido hasta los 15 años de edad para cada uno de los tratamientos de raleo, expresados en metros cúbicos por hectárea (m^3/ha), fue calculado como las existencias por hectárea presente a los 15 años más lo extraído en cada raleo (5, 7, 9, 11 y 13 años). El volumen del árbol promedio (v_{ap}) fue calculado como el cociente entre el V_{tcc} (m^3/ha) presente en pie a los 15 años y el número de árboles vivos de la parcela a esa misma edad, para cada uno de los tratamientos de raleo.

Se realizó el análisis de variancia con un programa estadístico empleando en la prueba de "F", valores críticos al 5 %. Posteriormente se aplicó la prueba de Tukey para probar la significancia de todos los contrastes entre pares de promedios de tratamientos, con valores críticos al 5 %. En la tabla y en los gráficos abajo presentados, los tratamientos con igual letra, no presentan diferencias estadísticas significativas al 95%.

Resultados y Discusión

Efecto de la intensidad y oportunidad de raleo sobre el rendimiento en volumen total con corteza acumulado: la situación desde los 5 hasta los 15 años de edad.

En la **tabla 1** se presentan los valores promedios del volumen total con corteza correspondientes a los diferentes tratamientos de raleo, presentando además el valor de "F" calculado del análisis de la variancia correspondiente a cada tratamiento y edad así como las diferencias detectadas a través de la prueba de Tukey, para un nivel de confianza del 95%.

Tabla 1.- Volumen total con corteza (m³/ha) de *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis* por tratamiento y edad. Valor de “F” y diferencias estadísticas (Tukey).

Tratamiento	n	Media Vtccar 5	Media Vtccpr 5	Media Vtccac 7	Media Vtccac 9	Media Vtccac 11	Media Vtccac 13	Media Vtccac 15
To	3	143,88 a	143,88 a	248,80 a	356,13 a	461,95 a	557,47 a	646,98 a
t1f1	3	157,52 a	112,66 b	254,97 a	366,59 a	467,65 a	559,78 a	668,11 a
t1f2	3	153,45 a	110,81 b	250,11 a	364,24 a	468,84 a	569,17 a	677,74 a
t1f3	3	152,47 a	112,39 b	251,57 a	369,14 a	471,62 a	560,95 a	661,46 a
t2f1	3	153,83 a	74,84 c	232,47 b	329,90 b	410,03 b	491,13 b	578,59 b
t2f2	3	152,42 a	73,93 c	230,46 b	335,49 b	418,27 b	503,83 b	591,64 b
t2f3	3	145,10 a	74,96 c	223,15 b	329,27 b	433,41 ab	500,65 b	592,09 b
Media del ensayo	$\frac{2}{1}$	151,24	100,50	241,65	350,11	447,40	534,71	630,94
“F”		1,19ns	143,49*	5,57*	5,89*	8,57*	8,71*	10,39*

Nota: (n) número de observaciones; Vtcc:volumen total con corteza; ar: anterior al raleo; pr: posterior al raleo; ac: acumulado (suma de volumen en pie y extraído en raleo/s); edad: 5, 7, 9, 11, 13 y 15 años. Los tratamientos con las mismas letras no presentan diferencias significativas al 95%; ns: no significativo; *: significativo 95%.

En dicha tabla se observa como a los 5 años el Vtccar, que era la situación inicial previa a la instalación del ensayo aplicando diferentes intensidades de raleo, no presentó diferencias estadísticas significativas, sí las diferencias se observaron entre bloques lo cual era esperable debido al diseño estadístico utilizado. A los 5 años el Vtccpr, que era la situación inmediatamente posterior a la aplicación de las diferentes intensidades de raleo, como era de esperarse presentó diferencias estadísticas significativas en concordancia con cada uno de los niveles de intensidad de raleo aplicados, es decir, entre t0, t1 y t2. Ya del 7° al 15° año, se observa como el Vtccac comienza a reordenarse, en el sentido de no presentar diferencias significativas entre grupos de tratamientos, es decir, entre el testigo y los tratamientos de raleos suaves (t0-t1f1-t1f2-t1f3) vs. los tratamientos de raleos fuertes (t2f1-t2f2-t2f3). Esto último significa, que a consecuencia de los raleos fuertes, la masa remanente termina subocupando el sitio por un mayor período de tiempo y hasta el 15° año dicha masa más su respectivo incremento no logró igualar estadísticamente al Vtccac correspondientes a los tratamientos con raleo suave y sin raleo.

Según los resultados obtenidos por Crechi et al. (2004), que trabajaron con datos del mismo ensayo, demostraron que si bien las existencias en volumen absolutas hasta los 7 y hasta los 9 años de edad fueron directamente proporcionales a la densidad, las relativas, es decir, cuanto incrementaron en relación a la densidad que tenían al principio del período considerado, resultaron inversamente proporcionales a la misma, tendencias estas que fueron corroboradas posteriormente por Keller et al. (2006).

De esta manera, quedó demostrado, que a edades jóvenes, el incremento relativo es mayor en aquellos tratamientos con raleos más intensos, lo cual es de extrema importancia cuando el objetivo es la producción de madera gruesa y no de maximizar volumen total simplemente.

La expresión gráfica de los tratamientos para cada una de las edades analizadas, están representados en el **gráfico 1**. En dicho gráfico, es posible apreciar la evolución de los tratamientos de raleo desde una situación anterior y posterior al 1° raleo a los 5 años, y a continuación la evolución de los tratamientos de raleo para diferentes intensidades y oportunidades de raleo ejecutados sistemáticamente hasta los 15 años. A partir de los 7 años en adelante, se observa como los tratamientos comienzan a agruparse en dos grupos diferentes, siendo los mismos función de la intensidad de raleo no así de su oportunidad. Uno de ellos agrupa al testigo (T0) con los tratamientos de raleos suaves (T1) mientras que el otro

agrupa los tratamientos de raleos fuertes (T2). Esto muestra como la intensidad de raleo afectó la producción volumétrica total.

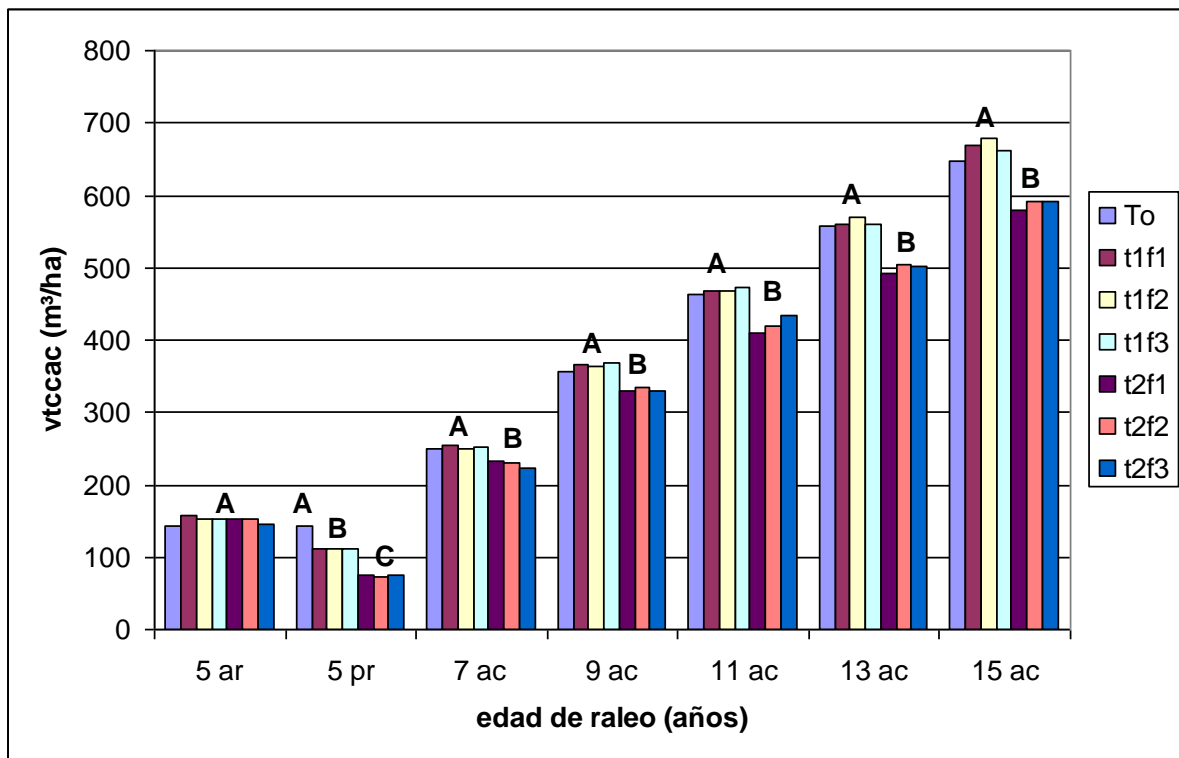


Gráfico 1: Volumen total (m³/ha) de cada tratamiento de raleo hasta los 15 años.
Graphic 1: Total volume (m³/ha) of each thinning treatment until the 15 years.

En el **gráfico 2**, se observan los volúmenes totales con corteza presentes en pie a los 15 años (Vtcc15, m³/ha) y los volúmenes totales con corteza acumulados hasta los 15 años (Vtccac15, m³/ha).

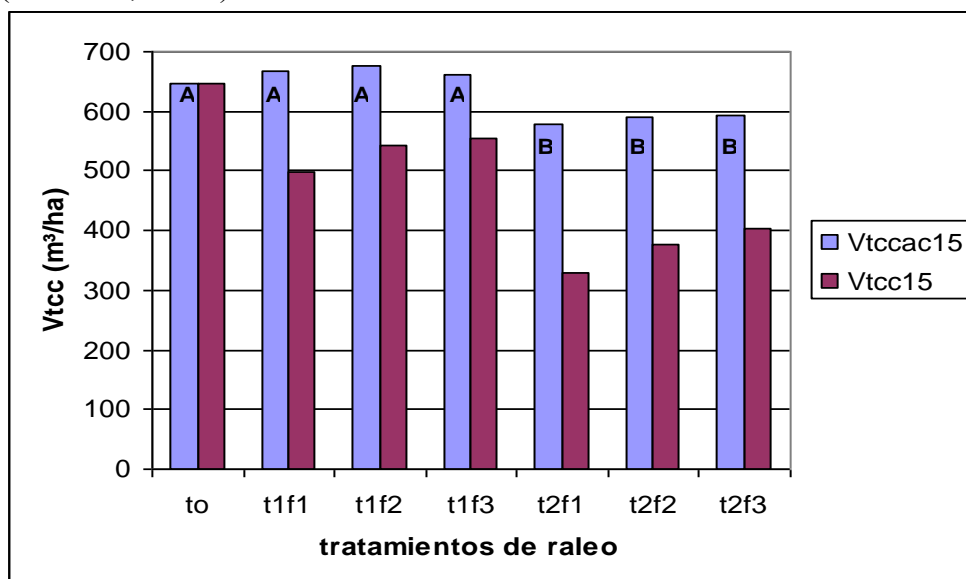


Gráfico 2: Volumen total (m³/ha) acumulado y presente hasta los 15 años.
Graphic 2: Total volume (m³/ha) accumulated and present until the 15 years.

A simple vista se observa que los raleos fuertes independientemente de la frecuencia con que fueron realizados afectaron la producción total en términos de volumen. Por otro lado se observó, que los tratamientos con raleos suaves y sin raleo son los que presentaron los mayores volúmenes totales acumulados sin presentar diferencias estadísticas entre ellos. Si bien entre los tratamientos de este último grupo, se observa una tendencia a mayores volúmenes acumulados en los tratamientos con raleos suaves comparativamente con el testigo.

En el **gráfico 3**, se observa el efecto de los diferentes tratamientos de raleo sobre el volumen del árbol promedio (vap, m³). En el mismo podemos apreciar como los tratamientos de raleos fuertes benefician el desarrollo individual del árbol, siendo las diferencias estadísticamente significativas en relación a los tratamientos de raleos suaves y al testigo sin raleo, aunque entre estos dos últimos tratamientos también se observó diferencias estadísticamente significativas, mostrando esto que el raleo aplicado, independientemente de su intensidad, benefició el desarrollo en volumen del árbol promedio (esto es válido aplicando el tipo de raleo efectuado, es decir, selectivo por lo bajo). Por otro lado, las tendencias muestran que el volumen del árbol promedio para una misma intensidad de raleo, es inversamente proporcional al intervalo entre raleos aplicados.

Esto de alguna manera, muestra que si el objetivo de la forestación es la producción de volumen total sin importar dimensiones de los árboles, la realización o no de raleos suaves sería lo más conveniente; mientras que, si las dimensiones de los árboles sí importan, entonces la realización de raleos fuertes sería lo más conveniente, aún a costa de reducir volumen total.

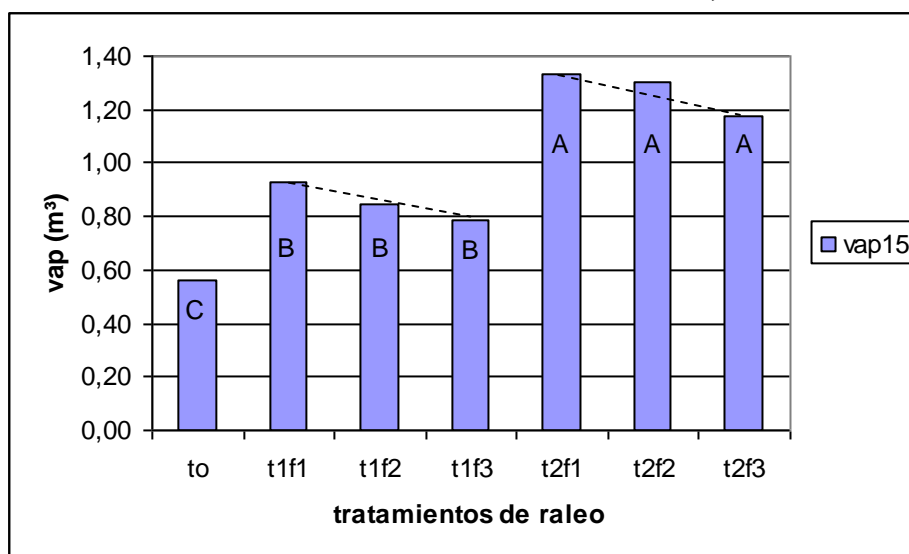


Gráfico 3: Volumen total (m³) del árbol promedio a los 15 años
Graphic 3: Total volume (m³) of the tree average to the 15 years

Keller et al (2006) aconsejaron la aplicación de raleos fuertes y tempranos para favorecer el desarrollo de árboles individuales con destino a aserrado, laminado, etc., aprovechando que a edades tempranas la velocidad de crecimiento relativo es mayor (aceleración del crecimiento, tal lo citado por Schneider et al, 1991) y la oportunidad de concentrar estos incrementos en los mejores árboles se logra ejecutando los raleos más fuertes y a temprana edad, antes que decaiga el incremento corriente anual en volumen.

Conclusiones

El volumen total con corteza acumulado (*Vtccac*) hasta los 15 años de edad, es estadísticamente diferente y dependiente de la intensidad de raleo.

Los máximos contrastes se observaron entre el tratamiento sin raleo y los tratamientos con raleos suaves comparativamente a los tratamientos con raleos fuertes.

Se observó que a mayor intensidad de raleo menor es la producción de volumen total.

No se observó diferencias estadísticas significativas debido a la aplicación de diferentes oportunidades de raleo.

Si el objetivo es simplemente maximizar la producción del volumen total de madera, es recomendable la aplicación de raleos suaves ó dejar de hacerlos en la medida que se plante una densidad adecuada, acorde al turno y al producto deseado.

Si el objetivo es priorizar la producción del volumen de madera gruesa, con destino a aserrado, laminado, faqueado, etc sería recomendable la aplicación de raleos fuertes, tal lo demuestran los volúmenes de los árboles promedios.

Se sugiere continuar con las mediciones y analizar como afecta la intensidad de raleo no solo al crecimiento de la masa en su conjunto, sino al desarrollo de cada árbol en términos de proporciones de productos, ya que el objetivo principal es producir madera de calidad, lo cual se consigue aplicando podas y raleos más intensos, sacrificando volumen total para favorecer el crecimiento de parte de los árboles que componen la masa forestal, es decir, por selección los más gruesos, altos y rectos.

Agradecimientos

Se agradece a la empresa Lipsia S.A. por facilitarnos su plantación para la instalación del ensayo de intensidad y oportunidad de raleo, así como también su mantenimiento y ejecuciones periódicas de las intervenciones de raleo, cuyos datos fueron empleados en este estudio.

Bibliografía

- Cozzo, D. 1970. Diez años de ensayos con raleos en una nueva parcela experimental de *Araucaria angustifolia* en Misiones, Argentina. Revista Forestal Argentina 14(2): 39-45.
- Cozzo, D. 1972. Resultados de un segundo período de raleos de 5 años en *Araucaria angustifolia*. Revista Forestal Argentina 16(1):5-12.
- Crechi, E. H.; Friedl, R. A.; Fernández, R. A.; Dalprá, L. 2001 a. Efectos de la intensidad y oportunidad de raleo en *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. sobre el crecimiento y la producción en el noroeste de Misiones, Argentina". 2º Simposio Latino-Americano Sobre Manejo Forestal. UFSM. Pós Graduação en Ingeniería Forestal. Santa María, Rs, Brasil. Actas p. 153-172.
- Crechi, E. H.; Friedl, R. A.; Fernández, R. A.; Fahler, J. C. 2001 b. Efectos de la intensidad y oportunidad de raleo en *Pinus taeda* L. sobre el crecimiento y la producción en el noroeste de Misiones, Argentina". 2º Simposio Latino-Americano Sobre Manejo Forestal. UFSM. Pós Graduação en Ingeniería Forestal. Santa María, Rs, Brasil. Actas p. 189-210.
- Crechi E., Fassola H., Moscovich F., Fernández R., Domecq C., Hennig A., Hampel H., Maletti C., Pachas N., Keller A., Knebel O. 2004 a. Intensidad y oportunidad de raleo en *Grevillea robusta* A. Mejoramiento, silvicultura, manejo e industrialización de *Grevillea robusta*. Posadas, Mnes. INTA EEA Montecarlo y Bella Vista – Danzer Forestación S.A.
- Crechi, E.; Moscovich, F.; Friedl, R.; Fassola, H.; Fahler, J. 2004 b. Efectos de la intensidad del 1º raleo en *Pinus elliotii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis* sobre el incremento y la producción en el noroeste de Misiones, Argentina. En Actas CD: 11º Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. FCF Eldorado – INTA EEA Montecarlo. Eldorado, Misiones. 8 p.
- Crechi, E.; Fassola, H.; Moscovich, F.; Fernández, R.; Friedl, R.; Fahler, J. 2004. Efectos de la intensidad y oportunidad de raleo en *Pinus taeda* L. sobre la producción de madera en el noroeste de Misiones. Eldorado (Misiones): 11º Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales, en CD. 10 p.
- Crechi, E.; Keller, A.; Fassola, H.; Fernández, R.; Friedl, R. 2009. Disertante Sala Peteribí: Efectos del raleo sobre el crecimiento y la producción de madera de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. en el noroeste de Misiones, Argentina. Tema: 2. Produciendo para el desarrollo. Subtema: 2.4 Mantenimiento e incremento de la capacidad productiva de los bosques. Actas: 13º Congreso Forestal Mundial. Buenos Aires, Argentina. 18-23/10/2009.

- Fishwick, R. Pesquisa de intensidade de desbaste. Revista Floresta, Vol. 5, número 1, año 1974, pág. 35-45. Proyecto BRA-45(FAO/IBDF).
- Keller, A.; Crechi, E.; Fassola H.; Fernández, R.; Moscovich, F. 2006. Efectos de la intensidad del 1^{er} raleo en *Grevillea robusta* A. sobre el crecimiento y la producción en el sur de Misiones, Argentina. En Actas CD: 12^o Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. FCF Eldorado – INTA EEA Montecarlo. Eldorado, Misiones. 12 p.
- Kubsch, H.; Moscovich F.; Crechi E.; Vera N. 2005. Tabla de volumen de *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (pino híbrido) para el noroeste de la provincia de Misiones. 3^o Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. AFOA. Corrientes. 6-9/09/05. Trabajos voluntarios, ponencias y conferencias. Resumen ID 89, p. 39. Versión completa disponible en CD.
- Schneider, P.R., Finger, C.A.G., Cozer, E. 1991. Efeito da intensidade de desbaste sobre o crescimento e produção de povoamentos de *Pinus elliottii* E. In: SIMPOSIO DE MANEJO DE FLORESTAS PLANTADAS, Santa María. Anais Esteio: UFSM. P.150-167.
- Volkart, C. M. 1972. Raleos en *Araucaria angustifolia*. Segunda contribución sobre un ensayo realizado en Misiones, Argentina. Actas del Séptimo Congreso Forestal Mundial. Argentina. Pág. 1876-1885.

CRESCIMENTO DE *Pinus elliottii* Engelm. EM FUNÇÃO DO RELEVO EM POVOAMENTO PLANTADO EM DOIS VIZINHOS – PARANÁ - BRASIL

GROWTH OF SLASH PINE (*Pinus elliottii* Engelm) STAND PLANTED IN DOIS VIZINHOS - PARANÁ – BRAZIL

Dall’Agnol, A.A¹; Ludvichak, A.A²; Brito, N.M²; Perin, L.D²; Brun, E. J³.

¹ Acadêmica de Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná *Campus* Dois Vizinhos-PR. E-mail: aninha.dallagnol@yahoo.com.br

² Acadêmicos de Engenharia Florestal, bolsistas do grupo PET-Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos-PR.

³ Eng. Florestal, Dr., Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Dois Vizinhos. E-mail: eleandrobrun@utfpr.edu.br.

Resumo

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento de um plantio de *Pinus elliottii* em diferentes posições de relevo, através da análise de tronco completa. O estudo foi realizado em um povoamento localizado na UTFPR-DV. A área total do plantio é de 0,41 hectares com espaçamento de 2,5 x 2,5 metros, esta foi subdividida em três parcelas de acordo com a condição de relevo da área (alto, médio e baixo). A amostragem se deu a partir da seleção de três árvores amostra por parcela, abrangendo o limite inferior, médio e superior da amplitude diâmetros de cada parcela. Os dados foram anotados em planilha eletrônica Excel[®] para posterior realização dos cálculos de IMA, ICA, volume e DAP. Conclui-se que a declividade do terreno influencia diretamente nos fatores de crescimento e conseqüentemente na produção final, sendo o relevo alto o que apresentou melhor desenvolvimento.

Palavras-chaves: Crescimento, incremento corrente anual, incremento médio anual, floresta plantada.

Summary

This study aimed to evaluate the growth of *Pinus elliottii* in different positions of relief, with use of complete stem analysis. The study was conducted in a stand located in UTFPR-DV. The total area of 0.41 hectares is planted with a spacing of 2.5 x 2.5 m, this was subdivided into three parts according to the condition of the relief area (high, medium and low). Samples were collected in three selected trees by relief area, covering the lower, middle and upper range of diameters in each area. Data were recorded in Excel[®] spreadsheet for further calculations realization of MAI, CAI, volume and DBH. It is concluded that the slope of the land directly influences the growth factors and consequently in the final production and the high relief revealed better development for *Pinus elliottii*.

Key words: Growth, current annual increment, mean annual increment, planted forest.

Introdução

O gênero *Pinus* pertence à família Pinaceae, do grupo das Gimnospermas. Sua ocorrência natural vai da região polar até os trópicos, englobando os continentes da Europa, Ásia, América do Norte e Central. Dentre a grande variedade, o *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* são encontrados naturalmente nos Estados Unidos e são plantados em alta escala no sul do Brasil e no sul do estado de São Paulo (Fusato, Barbieri, Resende, 2008).

Estas duas espécies de *Pinus* sp. são relativamente rústicas e apresentam uma tolerância às condições climáticas. Apesar de serem plantas rústicas, as espécies de *Pinus* sp. tem seu crescimento influenciado pela profundidade efetiva do solo, sendo que poucas raízes são encontradas a mais de 60 cm de profundidade (Shimizu; Medrado, 2005), porém, um solo fértil aumenta a taxa de crescimento das plantas (Fusato, Barbieri, Resende, 2008).

As florestas plantadas no Paraná correspondem a 4,0% do território (816 mil ha), contribuindo em 4,16% no PIB estadual (IPARDES, 2006). O *Pinus* sp. é mais cultivado no Paraná, com uma proporção de 83,04% de toda a área plantada (ABRAF, 2006). A área plantada de *Pinus* na região sudoeste do Paraná corresponde a uma área de 27 mil ha, cerca de 3,4% das florestas plantadas no estado (Brun, 2008).

O *Pinus* uma espécie florestal de rápido crescimento e destina-se, principalmente, ao abastecimento de indústrias de papel e celulose, madeira para construções, laminados e móveis e fins energéticos na forma de lenha e/ou carvão, além da resina com significativa participação econômica do setor florestal brasileiro. Além dessas vantagens econômicas, podem-se destacar ainda vantagens sociais e ecológicas: diversificação da produção em uma propriedade rural; melhoria da qualidade de vida do produtor; melhoria da conservação do solo, da água e do micro clima para as plantas e animais; aumento da biodiversidade; redução dos impactos ecológicos negativos locais e regionais, redução das pressões sobre as vegetações naturais remanescentes (Rodigheri, 1997).

Segundo Brito, Perin, Brun (2011), diferentes condições de relevo podem influenciar o solo e o microclima, gerando um crescimento diferenciado em florestas plantadas sob essas condições diferenciadas. Há vários fatores que proporcionam o maior rendimento de uma cultura florestal, entre eles: a composição do solo, a qualidade das mudas ou sementes, as condições climáticas, o espaçamento do plantio, o relevo. O gênero *Pinus* apresenta diferentes exigências quanto à fertilidade, textura e profundidade do solo. Devido à sua grande versatilidade possibilita o plantio em diferentes condições de ambiente.

Quando há a intenção de estudar o desenvolvimento das árvores pode-se realizar uma análise de tronco para verificar a história do crescimento em diâmetro, altura e volume, sendo este um procedimento muito empregado para espécies cujos anéis de crescimento são bem visíveis, como as gimnospermas (Campos e Leite, 2009).

Campos e Leite (2009) afirmam que o principal objetivo da análise completa de tronco é obter dados para classificação e comparação da qualidade de sítios diferentes.

O presente trabalho considerou a hipótese da possível existência de diferenças de crescimento em um plantio sob diferentes posições de relevo, tendo por objetivo avaliar o crescimento de um plantio de *Pinus elliottii* sob em diferentes condições posições de relevo, através do uso de com a análise de tronco completa.

Materiais e Métodos

O estudo foi realizado em um povoamento de *Pinus elliottii*, localizado na UTFPR-DV (Universidade Tecnológica Federal do Paraná Câmpus Dois Vizinhos-PR). Região esta, segundo a classificação de Koppen, de clima subtropical (Cfa), com temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C e temperatura média no mês mais quente acima de 22°C, com verões quentes e ocorrência de geadas no período de inverno, de forma geral a precipitação média anual fica em torno de 1900 mm, sem estação seca definida (IAPAR, 2000).

A área total do plantio é de 0,41 hectares, sendo plantada em um espaçamento de 2,5 x 2,5 metros. A área total foi subdividida em três parcelas de acordo com a condição de relevo da área, sendo 0,25 ha da parte alta do relevo, 0,09 ha a parte média e 0,07 ha pertencente à área de baixo relevo.

A amostragem se deu a partir da seleção de três árvores amostra por parcela. As árvores amostra abrangeram o limite inferior, médio e superior da amplitude diâmetros de cada parcela. A partir disso, efetuou-se a derrubada dos indivíduos para posterior secçãoamento do fuste, sendo retirado discos com 3 cm de espessura nas alturas de 0,10 m, 0,3 m, 1,3 m e a partir daí retirado um disco a cada metro até o topo do tronco da árvore.

Para melhor análise dos anéis de crescimento dos discos, estes foram submetidos à secagem em uma estufa de circulação de ar forçada a 45°C por 3 dias e lixados na face superior. Para medição dos anéis, primeiramente traçou-se 4 raios eqüidistantes partindo da medula em cada disco, em cima desses raios feitos com a utilização de um escalímetro, mediu-se a espessura dos anéis de crescimento em todos os discos de cada árvore para posteriormente calcular a média do diâmetro de cada anel de crescimento (**figura 1**).



Figura 1 – Marcação dos raios na fatia. A) marcação dos raios horizontais; B) marcação dos raios verticais; C) Fatia demarcada para medição dos anéis de crescimento.

Figura 1 – Marking of rays on slice. A) marking of horizontal rays; B) marking the vertical rays; C) Slice demarcated for measurement of growth rings.

Os dados foram anotados em planilha eletrônica Excel ® para posterior realização dos cálculos de incremento médio anual (IMA) e incremento corrente anual (ICA), volume e DAP (diâmetro a altura do peito). Para cálculo do volume dos anéis, utilizou-se a fórmula de Smalian que consiste na média da área basal de cada secção para cada anel multiplicado pelo comprimento da secção, sendo por fim extrapolado os valores por hectare com espaçamento de 2,5 x 2,5 metros, considerando então 1600 indivíduos por hectare. Para cálculo do IMA, utilizou-se a somatória do volume na idade considerada. Já para cálculo do ICA extraiu a diferença de volume em cada idade. Para obtenção do DAP utilizou-se a medida do diâmetro a 1,3 metros de altura.

$$\text{Volume da tora} = \left(\frac{g_{\text{base}} + g_{\text{topo}}}{2} \right) \cdot L$$

Fórmula de Smalian para cálculo do volume.
Sendo g a área basal e L o comprimento da secção.

Resultados e Discussão

Primeiramente, através da contagem geral dos anéis de crescimento verdadeiros, detectou-se a idade do povoamento, que foi de 9 anos. Porém, para a presente análise de tronco considerou-se apenas os 8 anos completos, uma vez que o nono ano ainda apresentava-se incompleto. A partir disto, começou a análise dos incrementos para as diferentes condições de relevo.

Quando considerado o ICA observa-se que o maior crescimento em volume ocorrido no período de um ano para o relevo alto se deu no 5º ano (64,7187 m³ ha⁻¹) no relevo médio foi no 8º ano (63,1051 m³ ha⁻¹) e no relevo baixo também ocorreu no 8º ano (47,2885 m³ ha⁻¹), porém, percebe-se que o maior incremento em um menor intervalo de tempo ocorreu no relevo alto (Tabela 1).

Observando o IMA, percebe-se que a divisão do volume pela idade da floresta esta continuamente crescente para ambas as condições de relevo, entretanto nota-se que o relevo alto possui o maior IMA, chegando no 8º ano com 38,0135 m³ ha⁻¹ seguido do relevo médio com 31,7281 m³ ha⁻¹ e por fim o relevo baixo com 26,0925 m³ ha⁻¹. Quando o objetivo é maximizar o volume a idade ótima de corte se dá quando os valores de IMA coincide com o valor do ICA. Nessa análise de tronco não foi possível detectar esta intersecção, é necessário que haja novas avaliações no plantio para tirar conclusões sobre o ponto ideal de corte do povoamento (Tabela 1).

Tabela 1- Estudo do ICA, IMA, volume e DAP de *Pinus elliottii* em diferentes condições de relevo (alto, médio e baixo) durante o período de desenvolvimento (idade).

Table 1 - Study of CAI, MAI, volume and DBH of *Pinus elliottii* in different topographic conditions (high, medium and low) during the developmental period (age).

Idade (anos)	Condições de relevo											
	Alto				Médio				Baixo			
	ICA (m³ ha⁻¹)	IMA (m³ ha⁻¹)	Volume (m³ ha⁻¹)	DAP (cm)	ICA (m³ ha⁻¹)	IMA (m³ ha⁻¹)	Volume (m³ ha⁻¹)	DAP (cm)	ICA (m³ ha⁻¹)	IMA (m³ ha⁻¹)	Volume (m³ ha⁻¹)	DAP (cm)
1	6,1407	6,1407	6,1	2,4	5,4798	5,4798	5,5	2,0	1,9944	1,9944	2,0	1,9
2	6,1369	6,1388	12,3	5,9	4,6707	5,0753	10,2	4,4	5,1664	3,5804	7,2	5,0
3	30,6596	14,3124	42,9	9,8	13,7997	7,9834	24,0	6,7	10,8382	5,9997	18,0	7,3
4	35,7019	19,6598	78,6	11,8	29,1683	13,2796	53,1	9,0	25,1948	10,7984	43,2	9,7
5	64,7187	28,6716	143,4	13,5	32,7478	17,1733	85,9	10,7	35,1133	15,6614	78,3	11,6
6	60,8668	34,0374	204,2	14,5	44,5302	21,7328	130,4	12,0	46,0112	20,7197	124,3	12,8
7	56,6187	37,2633	260,8	15,2	60,3234	27,2457	190,7	13,4	37,1332	23,0645	161,5	13,3
8	43,2650	38,0135	304,1	15,7	63,1051	31,7281	253,8	14,1	47,2885	26,0925	208,7	13,7

Conforme a análise da **figura 2**, o crescimento em DAP no relevo alto foi superior aos demais em todo o processo de desenvolvimento do povoamento. Este resultado pode também ser

percebido na **figura 3**, quando se analisa o crescimento em volume, onde o relevo alto produziu cerca de 300 m³.ha⁻¹, enquanto o relevo médio produziu 250 m³.ha⁻¹ e o relevo baixo 200 m³.ha⁻¹.

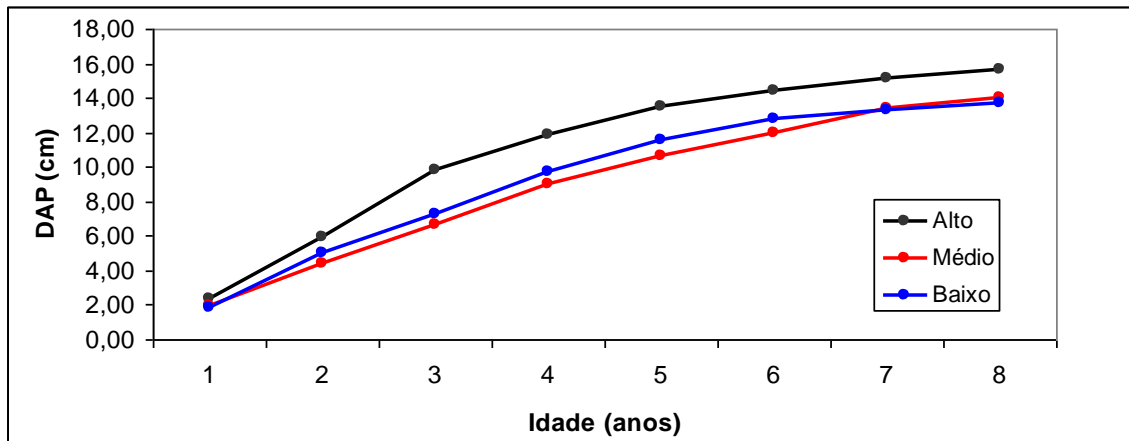


Figura 2 – Curva de crescimento do DAP de *Pinus elliottii* em diferentes condições de relevo (alto, médio e baixo) durante o período de desenvolvimento (idade).

Figure 2 - Growth curve of dbh *Pinus elliottii* in different topographic conditions (high, medium and low) during the developmental period (age).

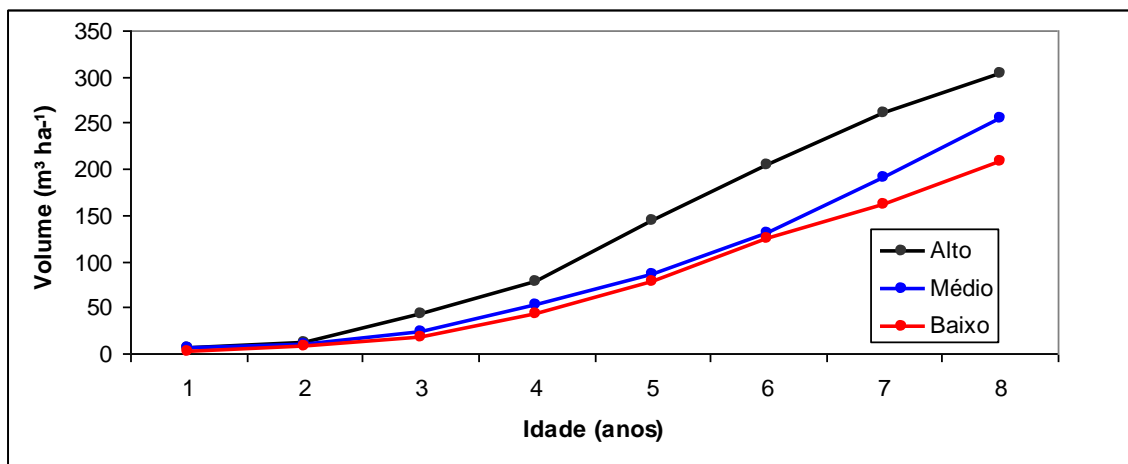


Figura 3 – Curva de crescimento do volume de *Pinus elliottii* em diferentes condições de relevo (alto, médio e baixo) durante o período de desenvolvimento (idade).

Figure 3 - Growth curve of the volume of *Pinus elliottii* in different topographic conditions (high, medium and low) during the developmental period (age).

Figueiredo Filho et al., (s/a.) estudando o desenvolvimento do *Pinus elliottii* com análise completa de tronco encontraram, aos 8 anos de idade, um volume de 200 m³.ha⁻¹ com DAP médio de 12 cm, dados semelhantes ao do presente estudo no relevo baixo, também com 200 m³.ha⁻¹ (relevo baixo) e inferior ao relevo médio (250 m³.ha⁻¹) e alto (300 m³.ha⁻¹). Para o DAP, o presente estudo apresentou valores superiores ao estudo dos autores supracitados (14 cm, 14 cm e 16 cm, relevo baixo, médio e alto respectivamente).

Mainardi et al., (1996), estudando a produção de *Pinus taeda* L. na região de Cambará do Sul – RS, usando a técnica de análise de tronco observaram ao 8 ano de desenvolvimento um crescimento em volume de 85,79 , sendo o IMA 17,23, equanto no presente estudo observou o IMA médio dos três relevos de 31,94 m³ ha⁻¹ e volume de 255,5 m³ ha⁻¹, este fato, pode ser explicado pela evolução do melhoramento genético da espécie, resultando assim um maior incremento médio anual e conseqüentemente maior volume.

Conclusão

Conclui-se que a declividade do terreno influencia diretamente nos fatores de crescimento e conseqüentemente na produção final, sendo o relevo alto o que apresentou melhor desenvolvimento, por ter melhor condições edáficas e microclimáticas que favorecem o crescimento da espécie.

Referências Bibliográficas

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. 2006. **Anuário Estatístico ABRAF 2006 - Ano Base 2005**. <http://www.abraflor.org.br/estatisticas/anuario-ABRAF-2006.pdf>. Acesso em 01/10/2010.
- BRITO, Nicolas Manarim; PERIN, Lucas Daniel; BRUN, Eleandro José. 2011. Crescimento de um povoamento de *Pinus* sp. Em diferentes posições no relevo em Dois Vizinhos, Sudoeste do Paraná. In: II ENCONTRO BRASILEIRO DE SILVICULTURA, 2., Campinas. *Anais* Piracicaba: 2011. p. 163-164.
- BRUN, Eleandro José. 2008. **Aspectos ambientais das florestas plantadas**. In: SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA DA UTFPR, *Campus* Dois Vizinhos, 21 a 24 de outubro de 2008 – Dois Vizinhos, PR, 2008. 336 p.
- CAMPOS, João Carlos Chagas; LEITE, Helio Garcia. 2010. **Mensuração florestal: perguntas e respostas**. 3a ed. Viçosa: Editora UFV, 548 p.
- FUSATTO, Andre; BARBIERI, Valter; REZENDE, Marcos. *Pinus*. 2008. In: **Manual de fisiologia vegetal**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, p. 864.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ - IAPAR. 2000. **Cartas Climáticas do Paraná**. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677>> Acesso em: 29 agosto 2011.
- INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO E SOCIAL. 2006. **Economia Paranaense - Indicadores Selecionados**. Disponível em: http://www.ipardes.gov.br/biblioteca/docs/bol_28_6g.pdf. Acesso em 01/10/2011.
- MAINARDII, Gerson Luis; SCHNEIDER, Paulo Renato; FINGER, César Augusto Guimarães. 1996. Produção de *Pinus taeda* L. na região de Cambará do Sul, RS. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v.6, n.1, p.39-52 39. Disponível em: <<http://cascavel.cpd.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/cienciaflorestal/article/download/324/192>> Acesso em 8 de abril de 2012.
- RODIGHERI, Honorino Roque. 1997. **Rentabilidade econômica comparativa entre plantios florestais e sistemas agroflorestais com erva-mate, eucalipto e pinus e as culturas do feijão, milho, soja e trigo**. Disponível em :(<<http://www.cnpf.embrapa.br/publica/circtec/edicoes/circ-tec26.pdf>>). Acesso em 30 de abril de 2011.
- SHIMIZU Jarbas Yukio; MADRADO Moacir José Sales. 2005. Cultivo do *Pinus*. (**Embrapa Florestas**, Sistemas de Produção, 5 ISS 1678-8281).

ANÁLISIS DE LAS DIFERENCIAS DE PARTICIÓN DE BIOMASA AÉREA ENTRE *Pinus elliottii* VAR. *elliottii* x *Pinus caribaea* VAR. *hondurensis* (F₂) Y DE *Pinus taeda* PARA EL NORTE DE MISIONES, ARGENTINA

ANALYSIS OF ABOVEGROUND BIOMASS PARTITIOTING DIFFERENCES IN *PINUS ELLIOTTII* VAR. *ELLIOTTII* X *PINUS CARIBAEA* VAR. *HONDURENSIS* (F₂) AND *PINUS TAEDA* IN NORTHERN MISIONES, ARGENTINA

Fassola H.E.¹; Crechi E.H.¹; Barth S.R.¹; Keller A.E.¹; Winck R.A.¹; Videla D.²

1. Investigadores. INTA. EEA Montecarlo. Av. El Libertador 2472. 3384 Montecarlo. Argentina. hfassola@montecarlo.inta.gov.ar

2. Profesor. Fac. de Cs. Ftales. UNaM. Bertoni 125. 3380. Eldorado. Misiones. dangalaret@hotmail.com

Resumen

Se apearon 24 ejemplares de *Pinus elliottii* var. *Elliottii* x *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* (F₂) en rodales bajo manejo silvícola en el norte de la provincia de Misiones, Argentina y 143 ejemplares de *Pinus taeda*. Se determinó la biomasa de los compartimentos aéreos. Pudo establecerse que en *Pinus elliottii* var. *Elliottii* x *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* (F₂), la acumulación de biomasa en fuste fue mayor que la establecida para *Pinus taeda* en rodales bajo manejo en la región, mientras que la biomasa de ramas fue menor, tanto la total como las de diámetro > a 5 cm. También la producción de estructuras reproductivas femeninas fue notablemente inferior a la de *Pinus taeda*.

Palabras clave: biomasa aérea, *Pinus elliottii* var. *Elliottii* x *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* (F₂), *Pinus taeda*.

Summary

24 trees of *Pinus elliottii* var. *Elliottii* x *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* (F₂), selected from stands under silvicultural management and placed in northern Misiones Province, Argentina and also 143 trees of *Pinus taeda* was felled. Aboveground biomass was determined. Results of the destructive analysis for biomass determination in *Pinus elliottii* var. *Elliottii* x *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* (F₂) showed that stem biomass is higher in stands under management than stem biomass of *Pinus taeda* (*Pt*). Also total branch biomass and branch biomass by diameter > 5 cm was lower in (F₂) than in *Pinus taeda*. Female reproductive structures was significantly lower in (F₂) in relation with age compared with *Pinus taeda*.

Key words: aboveground biomass, *Pinus taeda*, *Pinus elliottii* var. *Elliottii* x *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* (F₂).

Introducción

Como respuesta al cambio global los forestales han ido ampliando el foco del manejo forestal desde la orientación exclusiva a la producción maderera hacia una visión que incorpore también los servicios ambientales. En este último aspecto los bosques nativos e implantados han ido cobrando importancia como sumideros de carbono (Bravo *et al.*, 2008). En este contexto de doble criterio, el manejo forestal tradicional orientado exclusivamente a un solo producto (madera) debe adaptarse a la nueva situación asegurando ingresos tanto por

los recursos maderables, con destino a la obtención de fibras, madera sólida o la generación de dendroenergía, como por fijación de carbono (Bravo *et al.*, 2008). Por otro lado, el conocer la tasa y los patrones de partición de la biomasa en los distintos compartimentos del árbol es el primer paso para conocer la demanda de nutrientes en rodales de especies de rápido crecimiento (Adegbidi *et al.*, 2002).

En Argentina los estudios de biomasa en plantaciones de especies de rápido crecimiento y bosques nativos son recientes. A los primeros estudios exploratorios efectuados en el norte del país sobre plantaciones de *Pinus taeda* (*Pt*) (Goya *et al.*, 2003) le han sucedido otros en la misma especie. (Goya *et al.*, 2005; Pinazo *et al.*, 2007; Fassola *et al.*, 2010; Fassola *et al.*, 2012).

Pero en la actualidad están cobrando importancia aquellos bosques implantados desarrollados a partir de híbridos interespecíficos, destacándose *Pinus elliottii* var. *Elliottii* y *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* (Nickles, 1992; Dieters *et al.*, 2006; Malan, 1995; Nickles, 1991; Rockwood y Nickles, 2000).

En Argentina, a los estudios iniciales efectuados por Barret *et al.* (1991) le siguieron ensayos de este híbrido con materiales obtenidos por polinización controlada de los parentales (F_1), retrocruzas y de polinización libre de huertos (F_1), de los que se obtiene *Pinus elliottii* var. *Elliottii* x *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* (F_2). Contrastada la (F_1) contra sus parentales y (*Pt*), también arrojó como resultado un mayor crecimiento y similar en el caso de (F_2) respecto de (*Pt*) (Pahr *et al.*, 2002; Schenone y Pezzutti, 2009). Todos estos materiales eran procedentes de Australia, razón por la que se importaron desde Australia ciertas cantidades de semilla de (F_2) para ser empleada en plantaciones comerciales, aunque en la actualidad ya se dispone de materiales (F_1) desarrollados localmente.

Acompañando esos desarrollos genéticos se iniciaron estudios silvícolas con los que se evaluó en materiales (F_2) la respuesta a la oportunidad e intensidad de raleos (Crechi *et al.*, 2004), su comportamiento en sistemas silvopastoriles (Colcombet *et al.*, 2006), aunque se carecía de antecedentes respecto de estudios tanto de acumulación de biomasa como de contenido de nutrientes en cada compartimento, salvo una referencia a contenido de fósforo en acículas (Dordel, 2009). Recientemente Boca *et al.* (2011) ajustaron modelos aditivos de biomasa para los compartimentos aéreos de (F_2).

Atento a ello se consideró que conocer los patrones de partición de biomasa de (F_2) contrastando su comportamiento con (*Pt*) en plantaciones comerciales de la región agroecológica Misiones Norte de Argentina (Papadakis, 1974) permitiría conocer más acabadamente las ventajas del empleo de este desarrollo genético.

Materiales y Métodos

Ubicación geográfica

La zona de donde se obtuvieron las muestras corresponde a la región fitogeográfica de la Provincia Paranaense (Dominio Amazónico, *sensu* Cabrera, 1976), Distrito de las Selvas (Cabrera, 1976; Rodríguez *et al.*, 2004), que se corresponde con las zonas agroecológicas Misiones Norte y Alta Misiones (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, ciudad localizada al norte de la región considerada. La temperatura media anual fue, en el mismo período, de 20,7 °C (Servicio Meteorológico Nacional, 2008).

Base de datos

La base de datos para el estudio comparativo de biomasa aérea por compartimento se constituyó con 24 ejemplares de (F_2) y 143 ejemplares de (Pt) (Fassola *et al.*, 2010) apeados en la región Misiones Norte (Papadakis, 1974).

Los ejemplares de (F_2) fueron apeados en 4 parcelas de muestreo tomadas en rodales de dos empresas de la región, todos de distintas edades de manera de cubrir el rango de las plantaciones comerciales existentes. Tres rodales tenían un manejo forestal intensivo con raleos comerciales tempranos y poda hasta 8 m de altura y pertenecían a una empresa ubicada en el departamento Iguazú y el cuarto con manejo silvopastoril, con aplicación de raleos precomerciales, podas y un raleo comercial, estaba ubicado en una empresa del Departamento Montecarlo de la provincia de Misiones.

En las parcelas de muestreo se procedió a la medición del diámetro a la altura del pecho (dap, a 1.3 m desde el suelo) de todos los ejemplares. En cada una de ellas los árboles fueron ordenados por categoría diamétrica y divididos en 3 clases: “pequeños”, “intermedios” y “grandes” (Köhl *et al.*, 2006). De cada clase diamétrica se seleccionaron al azar dos ejemplares, apeándose 6 árboles por parcela para la determinación de biomasa aérea. De los árboles apeados se tomaron las alturas totales (h), con las que se construyeron relaciones hipsométricas para cada parcela, que permitieron estimar la h de cada ejemplar de la parcela, como también calcular la altura media (H) y la altura dominante (Hdom) (Boca *et al.*, 2011).

De cada ejemplar apeado se procedió a determinar el peso total de acículas verdes y de ramas. El fuste del árbol fue trozado en largos comerciales y en cada extremo de las trozas se tomaron los diámetros con y sin corteza y luego se cortaron discos. El volumen de cada rollizo fue determinado mediante la fórmula de Smalian. La biomasa de los compartimentos acículas y ramas, fue determinada obteniendo alícuotas de cada uno de ellos. Estas fueron llevadas a estufa a una temperatura de 70 °C hasta peso constante, aplicando luego estos valores a los de peso verde. De los discos, desde el centro hacia la periferia en ambos sentidos, se obtuvieron probetas de 2 x 2 cm, las cuales fueron llevadas a estufa a una temperatura de 103°C+/-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 de cada rollizo se aplicó luego al volumen de los mismos para estimar peso seco de estos y de los árboles (Adegbidi *et al.*, 2002; Pinazo *et al.*, 2007).

Resultados y Discusión

Determinaciones de biomasa en compartimentos aéreos

En la **tabla 1** pueden observarse los valores de biomasa promedios, máximos y mínimos determinados en los compartimentos aéreos en los ejemplares de (F_2) apeados por edad. En la **tabla 2** se puede observar la participación relativa de cada compartimento aéreo de (F_2) analizado sobre la biomasa total en relación a la edad. En la **tabla 3** se presentan los valores de biomasa por compartimento aéreo obtenidos en (Pt) en estudios previos (Fassola *et al.*, 2010).

Tabla 1: Valores de biomasa promedios, máximos y mínimos determinados en los compartimentos aéreos de los ejemplares apeados de (F₂) de las distintas clases de edad.

Table 1: Mean, maximum and minimum values of aboveground biomass of felled (F₂) trees by age class

edad años		BAC	BR <5cm	BR >5cm	BRt	BRSec	BCo	Bf	BT
		kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
7	promedio	14	17	0	17	0	0	55	92
	máximo	20	37	0	37	0	0	90	155
	mínimo	6	6	0	6	0	0	31	46
8	promedio	14	23	0	23	0	0	94	138
	máximo	19	62	0	62	1	0	153	200
	mínimo	9	7	0	7	0	0	50	69
10	promedio	25	23	0	23	1	0	153	208
	máximo	42	43	0	43	1	1	242	334
	mínimo	10	7	0	7	0	0	70	100
15	promedio	26	55	2.6	57.1	1	0	367	453
	máximo	48	123	12.5	135.1	2	1	580	761
	mínimo	18	19.5	0.0	19.5	0	0	230	273

BAC: biomasa de acículas; BR <5cm: biomasa ramas < 5cm diam.; BR >5cm: biomasa ramas > 5cm diam.; BRt: biomasa de ramas total, BRSec : biomasa de ramas secas, BCo: biomasa de conos; Bf : biomasa de fuste y BT : biomasa total

Tabla 2: Valores relativos promedios de biomasa de los compartimentos aéreos en los ejemplares de (F₂) apeados de las distintas clases de edad.

Table 2: Relative values of mean aboveground biomass of felled (F₂) trees by age class.

Edad años	BAC %	BR < 5 cm %	BR > 5 cm %	BRt %	BRSec %	BCo %	BF %
7	15,8	17,1	0,0	23,5	0,2	0,0	60,7
8	11,0	15,0	0,0	19,9	0,1	0,0	69,1
10	11,7	10,8	0,0	13,9	0,3	0,1	74,4
15	5,9	11,0	0,4	12,5	0,3	0,1	81,6

Tabla 3: Valores promedio, máximo y 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.

	edad años	BAC	BR < 5cm	BR > 5cm	BRt	BCo	BF	BT
		kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
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
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

Partición de biomasa en (F₂) y (Pt)

Si se analizan los valores relativos de biomasa por compartimento aéreo de (*Pt*) que citan Valeri *et al.* (1989) en sitios del Estado de Paraná, Brasil, a los 7, 10 y 14 años se podrá observar que la biomasa de acículas resultó ser algo menor, 13, 7 y 5 % respecto de (F₂) (**tabla 2**), mientras que la biomasa de ramas arrojó resultados ligeramente mayores, 23, 16 y 15 %, respectivamente, a las edades mencionadas en relación con los valores obtenidos para (F₂) en el presente trabajo (**tabla 2**). Donde difieren mayormente las proporciones de acumulación de biomasa es en el fuste; en (*Pt*) estos autores determinaron que las mismas fueron del 57, 70 y 74 % a los 7, 10 y 14 años. Si se considera que la silvicultura aplicada a los rodales estudiados por Valeri *et al.* (1989) fue poco intensiva, altas densidades y raleos tardíos, razón por la cual la partición de biomasa se habría beneficiado en el sentido de acumular más en fuste y menos en ramas, tal como se manifiesta en la literatura de esta especie (Pinazo *et al.*, 2007), podría considerarse que la acumulación de biomasa en fuste tiende a ser mayor en (F₂), ya que los ejemplares apeados provenían de plantaciones con un manejo intensivo. El estudio realizado por Pinazo *et al.* (2007), en cercanías de los sitios de muestreo de 7, 10 y 15 años de edad de este estudio, confirma esa tendencia. Estos autores analizando la biomasa de compartimentos aéreos de (*Pt*) a los 19 años en parcelas de ensayo con los siguientes tratamientos silvícolas, sin manejo (T), con raleos suaves (S) e intensos (I), determinaron mayor biomasa de fuste sin corteza en el tratamiento (T) (75,6%) respecto del (I) (69,2%), mientras que (F₂) en la muestra analizada alcanzó el valor de (T) a los 10 años y lo superó a los 15 años (Tabla 2). Este aspecto hace al híbrido (F₂) sumamente atractivo desde el punto de vista productivo y de su transformación industrial y de la obtención de residuos con destino a dendroenergía a costos más bajos que si esa biomasa debiera obtenerse de ramas. La producción de ramas de diámetro > a 5 cm en (*Pt*) resultó mayor en (I), concentrando 7,5% de la biomasa aérea total, aproximadamente, observándose 4% y 3% para los tratamientos (S) y (T), siendo ínfima la proporción de este tipo de ramas en la biomasa total de (F₂) en el presente estudio a pesar de que las plantaciones de donde se obtuvieron las muestras estaban siendo sometidas a tratamientos de raleos intensivos o muy intensivos (**tabla 2**). En el caso de las acículas, Pinazo *et al.* (2007) verificaron un patrón similar aunque las diferencias porcentuales no resultaron tan marcadas, concentrándose un 5% en (I), 3,4% en (S) y 2,8% en (T), mientras que la biomasa de acículas de F₂ a los 15 años fue inferior a la de (*Pt*) (I) y mayor a las del resto de los tratamientos (**tabla 2**).

Fassola *et al.* (2010) previo al ajuste de modelos regionales de biomasa de (*Pt*) obtuvieron de la muestra en la misma zona agroecológica que el presente estudio, incluyendo ejemplares procedentes de distintas calidades de sitio y manejos silvícolas los siguientes valores relativos de biomasa por compartimento aéreo para la edad media de los ejemplares apeados de 13 años: BAc 5,9 %, BR < 5cm 12,1 %, BR > 5cm 11,8 %, BRt 18,4 %, BCo 1,5 % y BF 74,6 %. Comparada con la muestra de F₂ de 15 años (**tablas 4 y 5**), la partición de biomasa en acículas de ambas especies coincidieron al igual que en ramas < de 5 cm de diámetro, aunque para F₂ fue sustantivamente menor en ramas > de 5 cm, ramas totales y de conos y mayor en biomasa de fuste. Considerando las fracciones de ramas menores y mayores a 5 cm de diámetro en F₂, sólo se pudo determinar la presencia de estas últimas en ejemplares obtenidos del rodal de 15 años de edad, representando un 2,58 % de la biomasa total de ramas (Tablas 1 y 2). Estas ramas se ubicaron en los tercios basal y medio de la copa viva, a partir de una altura de 10 m desde el suelo y hasta los 22 m, por encima de la máxima altura de poda alcanzada. Fassola *et al.* (2010) al analizar la biomasa de ramas > de 5 cm de diámetro en ejemplares apeados de (*Pt*) determinaron la presencia de las mismas, aunque mínima, ya en árboles de 3 años de edad, aun no sometidos a podas ni raleos y obtenidos de rodales

implantados con una densidad inicial de 1100 pl ha⁻¹. A partir de esa clase de edad la presencia de ese tamaño de ramas fue creciente en todos los casos analizados. La tendencia observada a una menor acumulación de biomasa en ramas y especialmente las de mayor diámetro, exhibida por (F₂) en la muestra analizada respecto de la muestra obtenida en poblaciones de (*Pt*), tiene un impacto positivo tanto en lo silvícola, dada la menor superficie de oclusión de heridas de poda, menor tamaño de los residuos post poda y post cosecha lo que facilita el manejo de los mismos, como en lo industrial a través de los grados de calidad de la madera aserrada, tanto de apariencia como estructurales y la posibilidad de incrementar la obtención de residuos. Debe considerarse que en el presente caso, los regímenes silvícolas aplicados fueron raleos intensos y podas frecuentes (silvopastoril) para el rodal de donde se extrajeron las muestras de 8 años e intensivo para el resto de los rodales (raleos cada dos años, con podas hasta 8 m aproximadamente).

Respecto de la biomasa de conos en el híbrido (F₂), en las **tablas 1 y 2** se observa que esta pudo ser determinada a los 10 años de edad con un máximo de 1 kg en un ejemplar, al igual que a los 15 años de edad. Ello indicaría que la formación de órganos reproductivos femeninos habría comenzado alrededor de los 8 años de edad, pudiendo considerársela tardía en relación a (*Pt*). Para esta última especie Fassola *et al.* (2010) determinaron biomasa de conos en ejemplares de 3 años de edad y mencionan que se llegó a determinar un máximo de 20 kg de biomasa de conos en ejemplares de 10 años de edad. Considerando que la mayor concentración de CO₂ atmosférico induce un adelantamiento de la formación de estructuras reproductivas y mayor producción de polen en (*Pt*), con implicancias negativas para la salud humana (Ladeau y Clark, 2006), si hubiera correlato entre la cantidad de estructuras reproductivas femeninas y masculinas de (F₂), tal como fuera determinado para clones de (*Pt*) (Schmidling, 1983), el híbrido (F₂) presentaría ventajas - para la salud humana - ante el cambio climático global dado que se observó una aparición más tardía de estructuras reproductivas femeninas y en menor cantidad.

Conclusiones y Recomendaciones

La información resultante de la estimación, mediante métodos destructivos, de la biomasa de los compartimentos aéreos de *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hond* (F₂) reflejó las características deseables de este desarrollo genético, tanto desde lo silvícola como industrial, debido a una mayor proporción de acumulación de biomasa en fuste y la muy escasa presencia de ramas > a 5 cm de diámetro respecto de *Pinus taeda*, por lo cual se benefician operaciones silvícolas como la poda y operaciones de aprovechamiento, ya que los residuos de cosecha son menores y mayores los grados de calidad de madera obtenidos en el aserrado de los rollizos. A ello debe sumarse una escasa proporción de estructuras reproductivas femeninas en (F₂), que si guardan una proporción directa con la producción de amentos, contribuiría a disminuir los impactos negativos del polen sobre la salud humana.

Dado que la base de datos es reducida, los sitios de muestreo presentaron escasa variación y también los tratamientos silvícolas, por lo que los modelos son sólo factibles de emplear para cuantificar la biomasa aérea en forma preliminar en plantaciones de (F₂). El incremento futuro del área de plantación, como el seguimiento y análisis destructivo de ensayos instalados, deberán subsanar las restricciones de estos modelos, permitiendo formular hipótesis acerca de la partición de biomasa a consecuencia de los tratamientos silvícolas y del sitio.

Agradecimientos

Se agradece el apoyo recibido de LIPSIA SA y Trumpp Hnos. por facilitar sus plantaciones e instalaciones para los estudios de biomasa realizados.

Bibliografía

- ADEGBIDI H. G., JOKELA E. J., COMERFORD N. B., BARROS N. F. 2002. Biomass development for intensively managed loblolly pine plantations growing on Spodosols in the Southeastern USA. *Forest Ecology and Management* 167 (2002) 91-102.
- BARRETT W. H., DANNER S. M., HENNIG A. 1991. Híbridos de *P. elliottii* var. *elliottii* x *P. caribaea* var. *hondurensis* en cultivo en el norte de Corrientes. Jornadas sobre *Pinus caribaea*. CIEF. Eldorado, Misiones, Argentina. Pp. 107-112.
- BOCA R. T., FASSOLA H. E., CRECHI E. H., BARTH S. R., KELLER A. E., WINCK R. A. 2011. Uso de estimadores SUR para predecir biomasa aérea de *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var. *Hond.* (F2). Actas XVI Reunión Científica Del Grupo Argentino de Biometría. Región Argentina de la Sociedad Internacional de Biometría (IBS). Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Salta. SALTA, Argentina. PP 93.
- BRAVO F., LEMAY V., GADOW K. VON, JANDL R., (Eds.), 2008. *Managing Forest Ecosystems: The Challenge of Climate Change*. Springer. ISBN: 978-1-4020-8342-6. 342 pages.
- CABRERA A. L. 1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería, Tomo II. ACME, Buenos Aires. 85 pp.
- 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. Actas 11as Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales – FCF, UNaM – EEA Montecarlo, INTA. Disponible en CD. 8p.
- COLCOMBET L., LACORTE S. M., FASSOLA H. E., PACHAS N., FERRERE P., ALEGRANZA D. 2006. Resultados iniciales de un sistema silvopastoril en el norte de misiones, Argentina, entre *Pinus Elliottii* X *Pinus Caribaea* var. *Hondurensis* (F2) Y *Brachiaria Brizantha* (Hochst) Stapf. Actas Décimas Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales - Facultad de Ciencias Forestales -UNaM- EEA Montecarlo - INTA-Eldorado, Misiones, Argentina. 8p. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/montecarlo/INFO/documentos/forestales/colcombetsilvo.pdf>. 2-8-2010
- DORDEL J. 2009. Effects Of Nurse Tree Species on Growth Environment and Physiology of Underplanted *Toona ciliata* Roemer in Subtropical Argentinean Plantations. Faculty of Graduate Studies (Forestry). University of British Columbia (Vancouver- Canada). Pp. 130
- DIETERS, M. J.; THINH, H. H, HUONG P. T., NHAN H. D. 2006. Review of the Performance and Suitability of *Pinus caribaea* in Vietnam. Report prepared for CARD project 033/05VIE: Field evaluation and advanced vegetative mass-propagation technology for scaling up high-value plantations of *Pinus caribaea* and related hybrids in Vietnam. (Project Output 1.1). 20 p. VERIFICAR EN TODA LA BIBLIOGRAFÍA : APELLIDO (coma) INICIALES DE LOS NOMBRES (punto y coma) Y LUEGO DE LA MISMA MANERA LOS SIGUIENTES. AL FINAL (punto) Y EL AÑO DE PUBLICACIÓN (¿SE ENTIENDE?) VER MAS ABAJO
- FASSOLA H. E., CRECHI E. H., BARTH S. R., KELLER A. E., WINCK R. A., MARTIARENA R., VON WALLIS A., PINAZO M. A., KNEBEL O., 2010. Modelos regionales de biomasa aérea de *Pinus taeda* para Misiones y NE de Corrientes, Argentina. Disponible en CD: Actas 14 Jornadas Forestales y Ambientales. FCF-UnaM-INTA EEA Montecarlo.
- FASSOLA H. E., PANDO V., BRAVO F. 2012. Above-ground biomass models for *Pinus taeda* with different silvicultural management in the subtropical region of Argentina without a dry season. En revisión . PP15
- 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. ESTE ESTA BIEN
- 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.
- 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
- LADÉAU S.L., CLARK J.S., 2006. Pollen production by *Pinus taeda* growing in elevated atmospheric CO₂. *Functional Ecology* 20:541–547.
- MALAN, F.S. 1995. The basic wood properties and sawtimber quality of South African grown *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea*. *Suid Afrikaanse Bosbouydskrif*. N°173, pp 35-41.
- NIKLES D.G., 1991. Increasing the value of future plantations in Argentina and southern Brazil using slash x caribbean pine hybrids developed in Queensland. Jornada sobre *Pinus caribaea*: 93-102. Eldorado, Argentina, April 25-26, 1991.
- NIKLES D.G., 1992. Hybrids of forest trees: The bases of hybrid superiority and a discussion of breeding methods. I The use and importance of hybrid intensive forestry in South Africa. IUFRO Conference: Resolving Tropical Forest resource Concerns Through Tree Improvement, Gene Conservation and Domestication of New Species. Cartagena and Cali, Colombia, 333-347.
- PAHR N.P., GAUCHAT M.E., SORGE F. 2002. Ensayo Comparativo de Pinos Mejorados. NO de Misiones, Argentina. Actas Novenas Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. FCF-INTA EEA Montecarlo. Eldorado Misiones. 8p. Disponible en CD.
- PAPADAKIS, J. 1974. Ecología, posibilidades Agropecuarias de las Provincias Argentinas. Fascículo 3. Enciclopedia Arg. de Agric. y Jardinería. Ed. ACME. 86p.

- 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
- ROCKWOOD D.L., NIKLES D.G. 2000. Performance of Slash Pine × Caribbean Pine Hybrids in Southern Florida, USA. "Hybrid Breeding and Genetics of Forest Trees" Proceedings of QFRI/CRC-SPF Symposium, 9-14 April 2000, Noosa, Queensland, Australia. (Compiled by Dungey H.S., Dieters M.J. and Nikles, D.G.), Department of Primary Industries, Brisbane.114-119
- RODRIGUEZ 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. Pp 3-33
- SCHENONE R.A., PEZZUTTI R.V. 2009. Productividad de progenies de *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var. *Hondurensis*. Presentado en el XII Congreso Forestal Mundial. Québec. Canadá. Disponible en <http://www.fao.org/DOCREP/ARTICLE/WFC/XII/0023-B4.HTM>. 2-8-2010
- SCHMIDLING R. 1983. Genetic variation in fruitfulness in a Loblolly Pine (*Pinus taeda* L.) Seed Orchard. *Silvae Genetica* 32, 3-4. Pp 76-80.
- SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL. 2008. Datos Estadísticos. Período 1981-1990, ciudades de Iguazú. Disponible en: <http://www.smn.gov.ar/?mod=clima&id=30&provincia=Misiones&ciudad=Iguazú>
- VALERI S.V., SOARES R.V., MONTEIRO R.F.R.. 1989 Exportação de biomassa e nutrientes de povoamentos de *Pinus taeda* L., desbastados em diferentes idades. *FLORESTA*, v. 19, n. 1. Pp. 23-29.

RESPUESTA DEL CRECIMIENTO DE *Pinus taeda* Y *Pinus elliottii* A LOS 10 AÑOS DE EDAD A TÉCNICAS DE ESTABLECIMIENTO EN SUELOS HIDROMÓRFICOS DEL NORESTE DE ARGENTINA.

GROWTH RESPONSES OF 10-YEARS-OLD *Pinus taeda* AND *Pinus elliottii* TO ESTABLISHMENT TECHNIQUES IN HIDROMORPHICAL SOILS IN NORTHEAST ARGENTINA.

Fernández, R.A.¹⁻² ; Lupi, A.M.³; Pezutti, R.⁴; Martiarena, R.A.¹⁻²; Pahr, N.¹⁻²; Von Wallis, A.¹⁻²

1. EEA Montecarlo. INTA. Libertador 2472. (3384) Montecarlo, Misiones. Argentina. rfernandez@montecarlo.inta.gov.ar
2. Facultad de Ciencias Forestales. UNaM. Eldorado. Misiones.
3. Instituto de Suelos. INTA. Los Reseros y Las Cabañas. Castelar. Buenos Aires.
4. Bosques del Plata. Posadas. Misiones.

Resumen

Se evaluó el crecimiento de *Pinus taeda* L y *Pinus elliottii* Engelm bajo diferentes sistemas de establecimiento en áreas con drenaje deficiente en el NE de Corrientes; bajo un diseño factorial con tres factores: 1) especies: *P. taeda* y *P. elliottii*, 2) preparación del sitio: rastra y camellones, 3) fertilizante: 0,100 y 200 g pl⁻¹ de NPK. Se instalaron seis freatímetros. A los 10 años se observaron diferencias significativas en crecimiento entre especies y preparación de terreno y no se detectaron respuestas a la fertilización. Tanto en áreas de camellones como en áreas rastreadas el crecimiento del *P. taeda* fue superior al de *P. elliottii*. Ambas especies alcanzaron mayor crecimiento en los sitios con camellones. En las áreas de relieve natural el nivel de agua se mantuvo por periodos prolongados en superficie o muy cerca de ella, mientras que en los camellones el agua se mantuvo a profundidades mayores a 20 cm. Las tierras bajas presentan fuertes restricciones, por lo que no es recomendable su uso en condiciones de relieve natural, siendo los camellones una técnica adecuada para garantizar el buen desarrollo de ambas especies.

Palabras clave: camellones, labranza con rastra, fertilización, profundidad del nivel freático.

Summary

The growth of *Pinus taeda* L and *Pinus elliottii* Engelm under different establishment systems in poor drainage soils in northeast from Corrientes, was evaluated; under a factorial design with three factors: 1) species: *P. taeda* and *P. elliottii*, 2) site preparation: disk harrow and bedding, 3) fertilizer: 0,100 y 200 g pl⁻¹ de NPK. Were installed six freatimeters. At 10 years were observed significant differences in growth among species and site preparation modality and wasn't detected answers to fertilization. Both in areas of bedding than in disk harrowing areas the growth of *P. taeda* were higher to those of *P. elliottii*. Both species achieved greater growth in bedding sites. In natural relief areas, the water table was maintained for prolonged periods in surface or very close near to it, while in the bedding area the water maintained at depths greater than 20 cm. Wetlands have severe restrictions, whereby isn't recommended for use in natural conditions of relief, being the bedding a suitable technique to ensure a good development of both species.

Key words: bedding, disk harrowing tillage, fertilization, depth to water table.

Introducción

La silvicultura, como vínculo entre la genética y la obtención de los productos forestales, integra los diferentes aspectos que condicionan el desarrollo de las plantaciones y el cuidado del medio ambiente, desarrollando estrategias de manejo tendientes a eliminar o disminuir los factores que limitan el crecimiento.

Entre las limitantes de los suelos con drenaje deficiente se destaca la restricción en la oferta de oxígeno, toda vez que la napa de agua permanece próxima a la superficie durante importantes períodos; lo cual afecta el crecimiento radical y el desarrollo de los procesos físicos, químicos y biológicos del suelo que también condicionan el crecimiento del cultivo.

Por ello, la preparación del sitio para el establecimiento de plantaciones en bajos hidromórficos requiere de labores que aumenten el volumen de suelo con buenas condiciones de aireación. Los camellones son una alternativa apropiada para estas condiciones. Se construyen en el sentido de la pendiente con el objetivo de generar un ambiente aireado y libre de agua fluctuante para las mudas plantadas sobre su parte elevada. Allen & Campbell (1988) indican que la remoción del suelo y la diferencia de altura en relación al relieve no modificados, consecuentes de la construcción de camellones, crean un ambiente edáfico favorable para el desarrollo radicular y el crecimiento de las plantas.

Varios estudios desarrollados sobre tierras bajas enfatizan sobre el efecto positivo de los camellones sobre las propiedades físicas, químicas del suelo y sobre el crecimiento y sobrevivencia del cultivo forestal (Pritchett y Boeing, 1975; Haywood *et al*, 1990; Lakel *et al*, 1999; Eisenbies *et al*, 2007). McLaughlin *et al*, (2000) lo resume indicando que el aumento en la productividad del cultivo es el resultado de la mejora en las condiciones de aireación y un aumento en la disponibilidad de nutrientes por la mineralización de la materia orgánica al mezclar el mantillo con el suelo mineral. No obstante, respecto de la persistencia de efecto de los camellones sobre el nivel freático Xu *et al* (2002) comentan que pareciera perderse con el tiempo, con el desarrollo de la plantación.

En este trabajo se discuten los resultados obtenidos a los 10 años en un experimento instalado a fin de evaluar el efecto de la preparación del sitio y la fertilización sobre el crecimiento del *Pinus taeda* y *Pinus elliottii*, implantados en sitios con drenaje deficiente del NE de Corrientes.

Materiales y Métodos

Características del sitio

La experiencia se localiza en proximidades de Santo Tomé, NE de la provincia de Corrientes, Argentina. La temperatura media anual de la zona es de 21°C con un régimen de lluvias isohigro que alcanza a los 1700 mm anuales. El relieve del sitio es subnormal, cuenta con drenaje restringido y escurrimiento lento. Según la clasificación de Etchevehere (1976) corresponde a las clases de drenaje 1 y 2. El suelo presenta una textura arcillosa a arcillo limosa y fue clasificado como Haplacuept (INTA, 1990). La Tabla 1 presenta sus características químicas. La vegetación al momento de instalar el ensayo era un pajonal denso de 1 m de altura. Con anterioridad fue destinado a la producción de arroz.

Tabla 1: Características químicas del suelo.
Table 1. Soil chemical characteristics.

Espesor cm	pH	MO %	Nt	P ppm	Ca	Mg Cmol _c kg ⁻¹	K
0-10	4,4	6,75	0,40	2,34	4,9	3,3	0,10
10-30	5,0	4,92	0,35	1,27	5,2	3,2	0,04
30-60	4,7	1,43	0,01	0,31	10,2	6,5	0,01

Diseño experimental y tratamientos.

El experimento se dispone bajo un diseño factorial (2x2x3) en bloques al azar con 4 repeticiones. Los tratamientos surgen de la combinación de los siguientes factores: 1) Especies: *P. taeda* y *P. elliottii*, 2) Técnicas de preparación del suelo: Rastra y Camellones) y 3) Dosis de fertilizante: 0,100 y 200 g pl⁻¹ de NPK 15-30-12.

Los camellones se construyeron en noviembre de 1996, nueve meses antes de la plantación, para permitir la estabilización del suelo removido. En agosto de 1997, la dimensión de los camellones fue de 1,8 m de ancho y 40 cm de altura respecto del nivel original del terreno. La preparación del terreno con rastra se llevó a cabo en mayo de 1997, luego de aplastar la vegetación herbácea y quemarla. La plantación se realizó en agosto de 1997 a un distanciamiento de 4 m entre líneas y 1,75 m en la línea (1428 pl ha⁻¹). La fertilización se realizó en forma manual, a cada lado de la planta, en forma de dos franjas o chorros paralelos a la línea de plantación, de 40 a 50 cm de longitud y 10 cm de profundidad aproximadamente.

Cada parcela de medición cubre una superficie de 356 m² y cuenta con una línea de bordura. El lado más largo de la parcela, coincidente con la línea de plantación, se dispone en el sentido de la pendiente del terreno hacia el curso de agua, favoreciendo el desagüe particularmente en las parcelas con camellones. Las parcelas se fertilizaron dentro de los quince días de la plantación.

Mediciones de crecimiento y Monitoreo de la napa de agua. En el invierno de 2007 se registraron los datos de crecimiento. Se registró mensualmente el nivel de la napa de agua mediante 6 freáticos. Se construyeron con tubos de PVC de 2 m de longitud, en el extremo inferior se realizaron orificios hasta una altura de 70 cm aprox. y fue cubierto con una malla tipo media sombra para filtrar el suelo. Dos freáticos se instalaron en camellones y cuatro en el terreno preparado con rastra.

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados mediante ANAVA y las diferencias entre los tratamientos se compararon mediante el test de LSD a un nivel de significancia del 0.05, utilizando el paquete estadístico InfoStat Professional versión 2011p.

Resultados y Discusión

El análisis de los factores individuales correspondiente a los 10 años de edad permitió detectar diferencias significativas en crecimiento entre especies (Tabla 2) y modalidades de preparación del terreno (Tabla 3), no así para el factor fertilización.

Tabla 2: Crecimiento de *P. taeda* y *P. elliottii*, en suelos hidromórficos. Edad 10 años.
Table 2: Growth of *P. taeda* and *P. elliottii* in hydromorphic soils, from 10 years old

	DAP (cm)	Ht (m)
<i>P. taeda</i>	22,1 (2,3) a	13,8 (1,9) a
<i>P. elliottii</i>	20,0 (2,0) b	13,0 (1,9) a

DAP: diámetro a la altura de pecho promedio Ht: altura total promedio. Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$). Entre paréntesis desvío estándar.

Como se aprecia en la Tabla 2 sólo el crecimiento en DAP fue significativamente superior en *P. taeda* respecto del *P. elliottii*, a pesar que las dos variables analizadas presentan diferencias en crecimiento rondan el 10%.

En análisis anteriores (Fernández *et al*, 1999; Fernández *et al*, 2000; Lupi *et al*, 2005; Pezutti & Caldato, 2005), correspondientes a diferentes edades, el *P. taeda* también mostró crecimientos significativamente mayores, pero tanto para DAP como para Ht. Estos resultados son concordantes con los observados por Aparicio *et al*. (2007) en suelos hidromórficos del sudeste de Corrientes, a los 30 meses de plantadas las mismas especies.

Tabla 3: Promedio de crecimiento de *P.taeda* y *P. elliottii* según modalidad de preparación del terreno, en suelos hidromórficos. Edad 10 años.

Table 3: Average growth of *P.taeda* y *P. elliottii* according to site preparation methods de in hydromorphic soils. Age: 10 years old.

	DAP (cm)	Ht (m)
Camellón	23,0 (1,5) a	15,0 (0,6) a
Rastra	19,2 (1,3) b	11,8 (0,9) b

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$). Entre paréntesis desvío estándar.

El crecimiento medio acumulado hasta los 10 años en las áreas con camellones resultó un 20% (DAP) y 27% (Ht) superior al registrado en áreas rastreadas, presentando en ambos casos diferencias significativas (Tabla 3). Este comportamiento puede asociarse a la mayor disponibilidad de O₂, debido al mayor volumen de suelo libre de agua en las áreas con camellones, tal como se observa en la Figura 1.

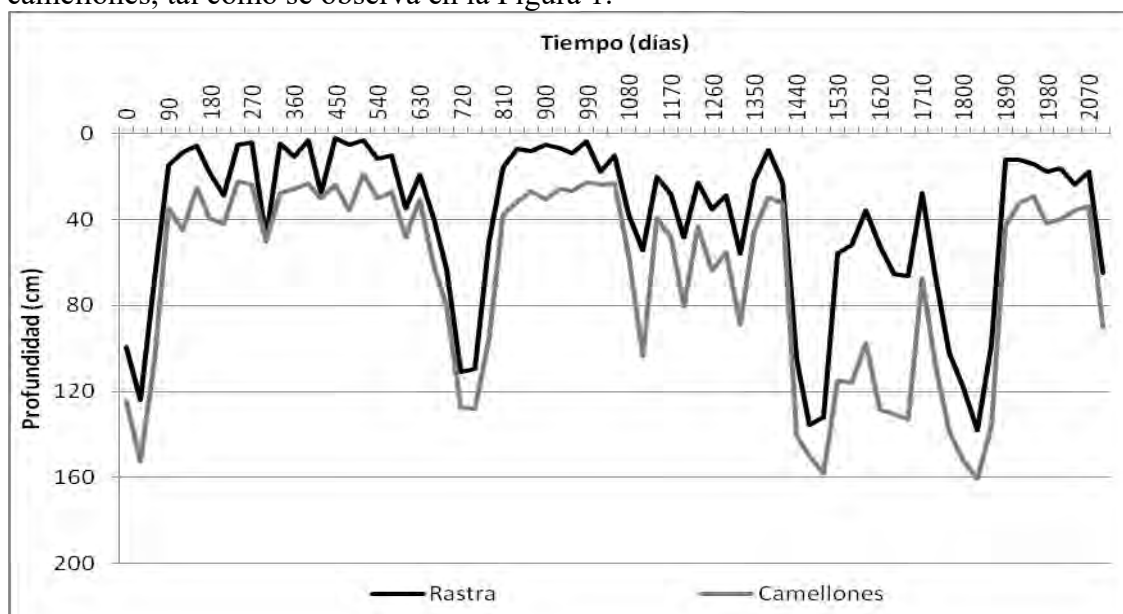


Figura 1: Evolución de la freática en sitios preparados con rastra y con camellones.

Figure 1: Evolution of the groundwater at sites prepared with disk harrow and bedding.

Los registros freaticos permitieron observar que en las áreas de relieve natural el nivel de agua se mantuvo durante periodos prolongados prácticamente en la superficie o muy cerca de ella, épocas en las que las plantas dispusieron de escasos centímetros (0 a 20 cm) de suelo no saturado (Figura 1). En cambio, en las parcelas con camellones el nivel del agua se mantuvo siempre a una profundidad mayor a 20 cm. Estas diferencias en volumen de suelo con buenas condiciones de aireación observadas entre ambos sistemas de preparación del sitio explican, por lo menos en parte, las importantes diferencias de crecimiento detectadas.

La interacción entre los factores especie x preparación del terreno fue significativa. Los mayores crecimientos se lograron con el *P. taeda* implantado en camellones, mientras que los menores se observaron para el *P. elliottii* implantado en sitios preparados con rastra (Figura 2).

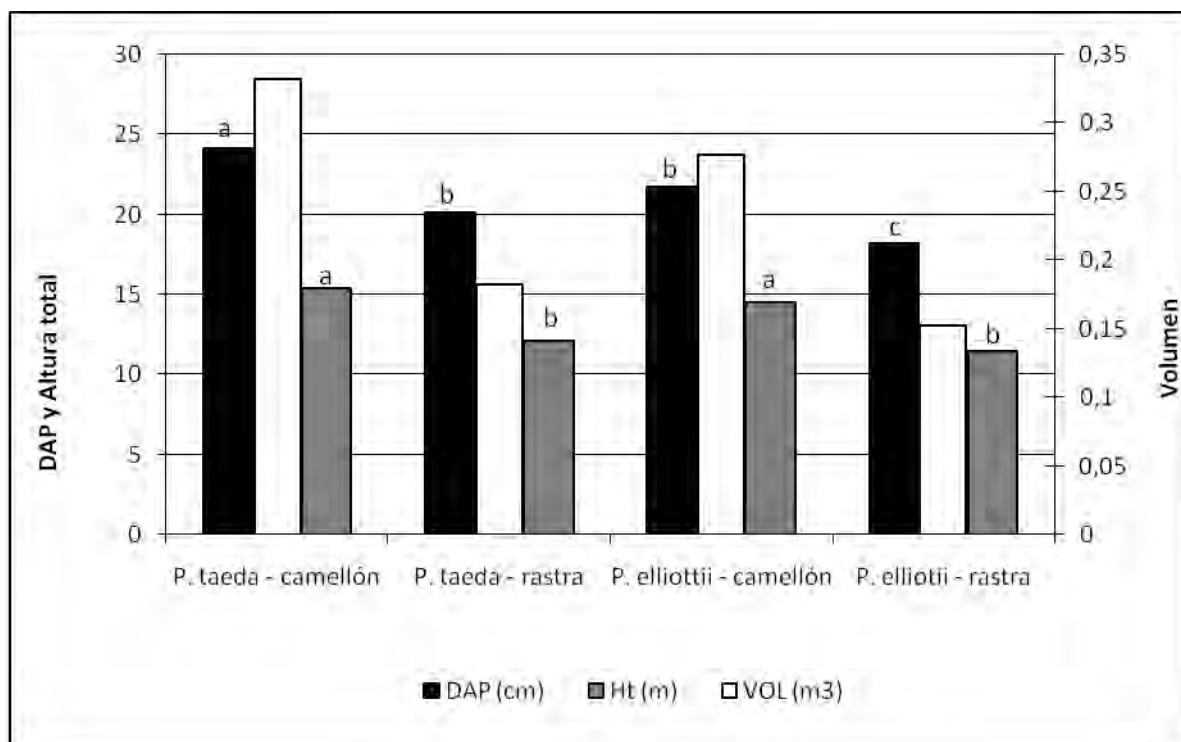


Figura 2. Crecimiento de *P. taeda* y *P. elliottii* según modalidad de preparación del terreno, en suelos hidromórficos. Edad 10 años. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

Figure 2: Growth of *P. taeda* and *P. elliottii* according to site preparation methods in hydromorphic soils. Age: 10 years old.

En áreas de camellones el DAP y la Ht del *P. taeda* fueron, respectivamente, 24,1 cm y 15,4 m, mientras que los correspondientes a *P. elliottii* resultaron en 21,7 cm y 14,5 m; representando una diferencia del 11% en DAP y del 6% en Ht. Por su lado, en las áreas rastreadas, el DAP y la Ht del *P. taeda* fueron 20,1 cm y 12,2 m, respectivamente; mientras que los correspondientes a *P. elliottii* resultaron en 18,2 cm y 11,5 m; alcanzando en este caso una diferencia del 10% en DAP y del 6% en Ht. Considerando la misma especie, en ambos casos, las diferencias significativas solo se observaron para el DAP, lo cual sugiere que esta variable en sitios con drenaje restringido resulta más sensible que la Ht.

Para ambas especies, el crecimiento alcanzado en función de la modalidad de preparación del sitio resultó superior en las áreas con camellones; con diferencias significativas tanto en DAP como Ht. En términos porcentuales el comportamiento de ambas variables resultó similar, 20 y 19 % superior en camellones en *P. taeda* y 27 y 26 % en *P. elliottii*, para DAP y Ht, respectivamente.

Resultados similares fueron obtenidos por Pritchett y Smith (1974) citados por Pritchett (1986) sobre un Albaquilt típico, donde observaron que a los 9 años el crecimiento en altura del *Pinus taeda* manifestó incrementos superiores al 90% respecto de sitios no preparados con camellones. Boden, 1984; Aust *et al* (1998), Lakel (2000), Eisenbies *et al* (2006) y Aparicio *et al* (2007) también observaron en plantaciones de *P. taeda* y de *P. eliottii* que las mayores tasas de crecimiento se detectaron en los sitios preparados con camellones, y sugieren que este comportamiento puede asociarse con la mayor porosidad que caracteriza a las áreas de camellones con relación a las rastreadas.

Como se ha observado en evaluaciones previas (Fernández *et al*, 1999; Fernández *et al*, 2000; Lupi *et al*, 2005) la fertilización no se tradujo en diferencias en crecimiento y fue atribuido a un efecto de lavado del fertilizante ya que a los dos meses de instalado el ensayo se inició un periodo lluvioso que mantuvo anegadas todas las parcelas. También bajo estas condiciones la pérdida del N por desnitrificación pudo verse favorecida.

Conclusiones

A los 10 años se observaron diferencias significativas en crecimiento entre especies y preparación de terreno y no se detectaron respuestas a la fertilización. Tanto en áreas de camellones como en áreas rastreadas el crecimiento del *P. taeda* fue superior al de *P. eliottii*. Ambas especies alcanzaron mayor crecimiento en los sitios con camellones. El cultivo de estas especies en tierras en clase de drenaje 2 o menor requiere la construcción de camellones para generar condiciones edáficas adecuadas para el buen desarrollo de las plantaciones.

Agradecimientos

A Bosques del Plata SA y al Proyecto Forestal de Desarrollo (SAPGyA-3948-AR BIRF).

Bibliografía

- Allen, H. L. & Campbell, R. 1988. Wet site pine management in the southeastern United States. pp. 173-184. In: D.D. Hook et al. (eds.). The Ecology and Management of Wetlands, Vol. 2. Timber Press, Portland, OR.
- Aparicio, J.; Dalla Tea, F.; Spriegel, M. 2007. Efecto de cinco técnicas de preparación del terreno en el crecimiento de *Pinus eliottii* y *Pinus taeda* en un suelo hidromórfico de Corrientes. En: Actas XXII Jornadas Forestales De Entre Ríos. Concordia.
- Aust, W.; Burger, J.; McKee, W.; Scheerer, G.; Tippett, M. 1998. Bedding and fertilization ameliorate effects of designated wet-weather skid trails after four years for loblolly pine plantations. South. J. Appl. For. 22: 222-225 b.
- Boden, D. I. 1984. Early responses to different methods of site preparation for three commercial tree species. In: Proceedings Symposium on Site and Productivity of fast growing plantations. IUFRO. Pretoria, South Africa.
- Fernández, R.; Rodríguez A., F.; Lupi, A.M.; Hernández, A. y H. Reis. 1999. Efecto de diferentes prácticas de preparación del terreno sobre el crecimiento inicial de *Pinus spp.* en el NE argentino. Bosque 20(1):47-55.
- Fernández, R.; Lupi, A.M.; Rodríguez A., F.; Gelid, M.; Pezzutti, R.; Phar, N.; Hernández, A.; Delgadino, H. y P. Cortez. 2000. Técnicas de manejo de suelo y residuos en el establecimiento de coníferas en el NE argentino. En: Silvoargentina I. Sociedad Rural Argentina-Asociación Forestal Argentina. Gdor. Virasoro. Corrientes. 28 p.
- Etcheverehere P. 1976. Normas de reconocimiento de suelos. Publicación 152 INTA Castelar 2da edición Buenos Aires Argentina, 211p.
- Eisenbies MH, Burger JA, Aust WM, Patterson SC, Fox TR. 2006. Assessing change in soil-site productivity of intensively managed loblolly pine plantations. Soil Sci. Soc. Am. J. 70: 130-140.
- Eisenbies, M.; Burger, J.; Aust, W.; Patterson, S. 2007. Changes in site productivity and the recovery of soil properties following wet- and dry-weather harvesting disturbances in the Atlantic Coastal Plain for a stand of age 10 years. Canadian Journal of Forest Research, 2007, 37:(8) 1336-1348.
- Etcheverehere P. 1976. Normas de reconocimiento de suelos. Publicación 152 INTA Castelar 2da edición Buenos Aires Argentina, 211p.
- Haywood JD, Tiarks AE, Allan E. 1990. Eleventh-year results of fertilization, herbaceous, and woody plant control in a loblolly pine plantations. Southern J. Applied of For. 14(4):173-177.
- INTA 1990. Atlas de suelos de la República Argentina. Castelar. Buenos Aires. Argentina.
- Mc Laughlin, J. W.; Gale, M. R.; Jurgensen, M. S.; Trettin, C.. 2000. Soil organic matter and nitrogen cycling in response to harvesting, mechanical site preparation, and fertilization in a wetland with a mineral substrate. Forest Ecology and Management 129 (2000) 7-23

- Lakel WA, Aust WM, Carter EA, Stokes BJ, Buford MA, Sanchez FG .1999. Slash incorporation for amelioration of site, soil and hydrologic properties on pocosins and wet flats in North Carolina. Tenth Biennial Southern Silvicultural Research Conference, Shreveport. LA. February 16-18, 1999.
- Lakel, W. 2000. Slash mulching and incorporation as mechanical site preparation for pine plantation establishment and subsequent effects on soil moisture and site hydrology. Master's Thesis. Virginia State University. <http://scholar.lib.vt.edu/theses/available/etd-09062000-12130040/>
- Lupi, A.M.; Fernández, R.; Pahr, N; Martiarena, R; Pezzutti, R.; Hernández, A. 2005. Pinos en tierras bajas. IDIA XXI. 8: 92-96.
- Pezzutti, R. y S. Caldato. 2005. Efecto de la preparación del suelo en el desarrollo de plantaciones de *Pinus taeda* L. y *Pinus elliottii* E. en el NE de Corrientes. En: Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Corrientes. Argentina. 10 p. CD
- Pritchett, W.L. 1986 Suelos forestales: Propiedades, conservación y mejoramiento. México. Limusa. 634 p
- Pritchett WL, Gooding JW. 1975. Fertilizer recommendations for pines in the southeastern Coastal Plain of the United States. Agric. Exp. Stn., Inst. of Food and Agric. Sci. Bull. 774. Gainesville, FL: Univ. of Florida. 23 p.
- Xu, Y; Burger, J; Aust, W; Patterson, S; Miwa, M; Preston, D. 2002. Changes in surface water table depth and soil physical properties after harvest and establishment of *Pinus taeda* in Atlantic coastal plain wetlands of South Carolina. Soil and Tillage Research. 63 (3-4): 109-121.

MODELO DE ALTURA-DIÁMETRO GENERALIZADO PARA PLANTACIONES DE *Pinus Elliotti* Engelm

GENERALIZED HEIGHT-DIAMETER MODEL FOR *Pinus elliotti* Engelm. PLANTATIONS

Fernández Tschieder¹ E. *; Fassola² H. E; Crechi² E. H.

¹* Ing. Ftal. (Msc). Investigador. INTA EEA Delta del Paraná. Río Paraná de las Palmas y Canal Laurentino Comas. 4^{ta} Sección de Islas (2804), Campana, Buenos Aires, Argentina. Tel.: 03489-460076. e-mail: ezfernandez@correo.inta.gov.ar

² Ing. Ftal. (Msc). Investigador. INTA EEA Montecarlo. Av. Libertador 2472 (3384), Montecarlo, Misiones, Argentina. Tel.: 03751-480057. e-mail: hfassola@correo.inta.gov.ar

² Ing. Ftal. (Msc). Investigador. INTA EEA Montecarlo. Av. Libertador 2472 (3384), Montecarlo, Misiones, Argentina. Tel.: 03751-480057. e-mail: ecrechi@montecarlo.inta.gov.ar

Resumen

Se compararon seis modelos de altura-diámetro generalizados y el modelo de Curtis. Se utilizaron 9949 pares de datos altura-diámetro e información de rodal de 322 parcelas de *Pinus elliotti* Engelm instaladas en el norte de la Provincia de Misiones, Argentina. La base de datos fue dividida en dos submuestras, cada modelo fue ajustado con cada submuestra y evaluado con la otra submuestra. Se seleccionó el modelo con mejores estadísticos y se ajustó con la totalidad de la base de datos para obtener el modelo final de altura-diámetro. Los modelos generalizados se comportaron de manera muy similar y mostraron mejores estadísticos que el modelo de Curtis. Se seleccionó una versión del modelo de Harrison que utiliza el diámetro, edad, densidad del rodal, diámetro máximo y la altura dominante como variables independientes. La inclusión de las variables de rodal en los modelos permitió mejorar la estimación de la altura.

Palabras clave: predicción de la altura, modelización forestal, manejo forestal, pino elliotti.

Summary

Six generalized height-diameter equations and the Curtis model were compared. Dataset was composed of 9949 height-diameter data pairs and stand variables from 322 *Pinus elliottii* Engelm plots located in the north of the Province of Misiones, Argentina. The dataset was split into two subsets. All equations were fitted with each data subsets and evaluated with the other subset. The model with the best performance was selected and fitted with the entire database to obtain the final height-diameter model. All generalized models performed similarly and better than the Curtis model. A version of Harrison model that uses diameter, age, stand density, maximum diameter and dominant height as independent variables in the estimation of the total height was selected. The inclusion of stand variables as independent variables in height-diameter models allowed for a better estimation of tree height.

Key words: tree height prediction, forest modeling, forest management, slash pine.

Introducción

En los inventarios forestales las variables más frecuentemente medidas son el diámetro y la altura total. En la mayoría de las situaciones de campo la medición del diámetro puede ser

obtenida a bajo costo, mientras que la medición de la altura es considerablemente más costosa y menos precisa (O'Regan y Arvanitis 1966, Mariot 1988), por lo que en general es medida en una submuestra. Las dificultades en la medición de la altura han llevado a desarrollar procedimientos que permitan la estimación de la misma con un número reducido de mediciones de altura (Clutter et al. 1983, Prodan et al. 1997). Así, por ejemplo, Andenmatten y Letourneau (1997) propusieron la medición de una muestra mínima de alturas para estimar el volumen de rodales de *Pinus ponderosa* Dougl. ex Laws., *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco y *Pinus radiata* D. Don.

Una práctica normalmente utilizada para la estimación de la altura ha sido el ajuste de modelos altura-diámetro. Éstos permiten estimar la altura de un árbol en función de su diámetro, bien mediante modelos lineales (Clutter et al. 1983) o modelos no lineales (Huang et al. 1992). Los modelos altura-diámetro pueden ser de aplicación local o pueden tener un uso más generalizado (Tomé, 1988¹, cit. op. en Soares y Tomé, 2002). Los modelos del primer tipo son usualmente solo dependientes del diámetro del árbol y pueden ser utilizados únicamente en el rodal del cual los datos fueron obtenidos (Soares y Tomé 2002). En rodales coetáneos entre los cuales exista una gran variación de edad, sitio y densidad, una única relación altura-diámetro será el resultado de diferentes relaciones altura-diámetro, con la consecuente dispersión alrededor de la curva de regresión (Prodan et al. 1997, López Sánchez et al. 2003). Los modelos altura-diámetro generalizados pueden ser utilizados en un rango de aplicación regional y, generalmente, son función del diámetro del árbol, la edad, densidad, calidad de sitio u otras variables de rodal (Soares y Tomé 2002, López Sánchez et al. 2003).

En la actualidad, existen dos modelos de altura-diámetro para *Pinus elliottii* Engelm. en la Provincia de Misiones (Fassola et al. 1997, Costas y Rodríguez 2002). Costas y Rodríguez (2002) utilizaron como variables independientes el diámetro promedio del rodal y en algunos casos el diámetro promedio del rodal y la edad. Por su parte, Fassola et al. (1997) ajustaron el modelo de Curtis (1967) que utiliza como variables dependientes el diámetro y la edad. Este último fue utilizado para estimar alturas de parcelas que sirvieron para la construcción del Simulador Forestal de *P. elliotti* (Proyecto Cooperativo Simulador de Crecimiento 1997) y es el modelo predeterminado en el Sistema de Procesamiento de Datos de Parcelas Experimentales e Inventario (Keck et al. 1999).

En los últimos años los sistemas de producción en la Provincia de Misiones, Argentina, se han volcado a densidades más bajas y raleos más frecuentes e intensos. En estas situaciones, puede suceder que únicamente el diámetro y la edad no sean suficientes para lograr buenas estimaciones de la altura total. Zhang et al. (1997) concluyen que la influencia del raleo en las relaciones hipsométricas puede ser explicada por los efectos del raleo en variables como la altura media dominante y codominante, el diámetro máximo del rodal y/o el número de individuos por unidad de superficie.

Por lo expresado, el objetivo del presente trabajo fue ajustar un modelo altura-diámetro generalizado para plantaciones de *P. elliotti* del Norte de la Provincia de Misiones y compararlo con el modelo de Curtis.

Materiales y métodos

Datos empleados

Se utilizaron 9949 pares de datos de altura total (h), diámetro a 1,3 m de altura (d), altura dominante (Hd), edad (t), densidad (N), diámetro cuadrático medio (Dg) y diámetro máximo (d_{max}) de 322 parcelas distribuidas en el norte de la Provincia de Misiones

¹ Tomé, M., 1988. Modelação do crescimento da árvore individual em povoamentos de *Eucalyptus globulus* Labill. (1ª Rotação). Região Centro De Portugal. Ph.D. Thesis, ISA, Lisbon, 256 pp.

15^{as} Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM - EEA Montecarlo, INTA. 7, 8 y 9 de Junio de 2012 -Eldorado, Misiones, Argentina

(Departamentos de Iguazú, Eldorado, Montecarlo, Manuel Belgrano y San Pedro), zonas agroecológicas Misiones Norte y Alta Misiones (Papadakis 1974) (**tabla 1**). La base de datos fue dividida en forma aleatoria en dos submuestras de tamaño similar, submuestra 1 y submuestra 2 (Myers 1986). La división de la base de datos se realizó a nivel de parcela.

Siguiendo la metodología propuesta por Soares y Tomé (2002) los modelos altura-diámetro fueron ajustados con cada una de las submuestras (etapa de ajuste), luego, los modelos ajustados con una submuestra fueron evaluados con la otra submuestra (etapa de validación).

Tabla 1: Estadísticos descriptivos de la base de datos de *Pinus elliottii* utilizada en el ajuste de los modelos altura-diámetro.

Table 1: Descriptive statistics of *Pinus elliottii* dataset used for fitting the height-diameter models.

Variable	Muestra ($n_a=9949$; $n_p=322$)			
	Mínimo	Media	Máximo	s
t	3	18	46	6
N	107	462	4592	370
G	1,4	23,4	67,3	6,3
Dg	4,1	28,2	51,5	6,8
Hd	2,8	21,2	30,9	4,6
d	1,8	28,0	65,0	7,6
h	1,6	20,7	34,8	4,8
d_{max}	7,8	36,2	65,0	7,6

n_a : número de observaciones altura-diámetro; n_p : número de parcelas; s : desvío estándar; t : edad (años); N : densidad actual (individuos por hectárea); G : área basal ($m^2 ha^{-1}$); Dg : diámetro cuadrático medio (cm); Hd : altura dominante (m) (calculada como la altura media de los 100 árboles por hectárea de mayor diámetro); d : diámetro individual a 1,3 m de altura (cm); h : altura total individual (m); d_{max} : diámetro normal máximo de la parcela (cm).

Modelos empleados

Para la estimación de la altura se seleccionaron seis modelos generalizados propuestos por Soares y Tomé (2002) y un modelo propuesto por Curtis (1967) (**tabla 2**). Los modelos propuestos por Soares y Tomé (2002) son modificaciones de las ecuaciones originales de Michailoff (1943², cit. op. en Soares y Tomé, 2002) y Harrison et al. (1986). Estas modificaciones consisten en expresar los parámetros originales de los modelos como una combinación lineal de variables del árbol y del rodal.

Tabla 2. Modelos de altura-diámetro utilizados para la estimación de la altura total de árboles de *Pinus elliottii*.

Table 2. Height-diameter models fitted for total height estimation of *Pinus elliottii* trees.

Modelos altura diámetro evaluados	
M_1	$h = Hd * \exp(b_0 + b_1 * t + b_2 * Hd + b_3 * Dg) * (1/d - 1/d_{max})$
M_2	$h = Hd * \exp(b_0 + b_1 * t + b_2 * N/1000 + b_3 * Hd) * (1/d - 1/d_{max})$
H_1	$h = Hd * (1 + (b_0 + b_1 * N/1000 + b_2 * d_{max}) * \exp(b_3 * Hd)) * (1 - \exp(b_4 * d / Hd))$
H_2	$h = Hd * (1 + (b_0 + b_1 * t + b_2 * N/1000 + b_3 * d_{max}) * \exp(b_4 * Hd)) * (1 - \exp(b_5 * d / Hd))$

² Michailoff, I., 1943. Zahlenmässiges verfahren für die ausführung der bestandeshöhenkurven forstw. Clb. U. Thar. Forstl. Jahrb. 6, 273–279.

$$H_3 \quad h-1.3 = Hd * (1 + (b_0 + b_1 * Hd + b_2 * Dg) * \exp(b_3 * Hd)) * (1 - \exp(b_4 * d / Hd))$$

$$H_4 \quad h-1.3 = Hd * (1 + (b_0 + b_1 * t + b_2 * Hd + b_3 * Dg) * \exp(b_4 * Hd)) * (1 - \exp(b_5 * d / Hd))$$

$$Curtis \quad h = b_1 * \exp(b_2 * d^{-1} + b_3 * t^{-1} + b_4 * (d * t)^{-1})$$

M_i y H_i : versiones de los modelos de Michailoff y Harrison, respectivamente; h : altura total individual (m); Hd : altura dominante (m) (calculada como la altura media de los 100 árboles por hectárea de mayor diámetro); t : edad (años); N : densidad actual (individuos por hectárea); Dg : diámetro cuadrático medio (cm); d : diámetro individual a 1,3 m de altura (cm); d_{max} : diámetro normal máximo (cm); $b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5$: parámetros de los modelos.

Ajuste y validación de los modelos

Los modelos se ajustaron por regresión no lineal mediante el algoritmo de Gauss-Newton. El ajuste se evaluó a partir del coeficiente de determinación ajustado ($R^2_{adj.}$) y del cuadrado medio del error (CME). De acuerdo a estos estadísticos un modelo será mejor que otro si presenta mayor $R^2_{adj.}$ y menor CME (Myers 1986). Los supuestos de normalidad y homogeneidad de la varianza se evaluaron gráficamente mediante un gráfico cuantil-cuantil ($Q-Q$ plot) y un gráfico de residuos vs. valores predichos, respectivamente.

En la validación de los modelos la capacidad de predicción se evaluó con el sesgo promedio (S), la diferencia absoluta media (DAM) y la eficiencia del modelo (EF) (Vanclay 1994, Soares et al. 1995). En cada submuestra se analizó el S y la DAM por clases de diámetro ($d < 10$; $10 \leq d < 20$; $20 \leq d < 30$; $30 \leq d < 40$; $40 \leq d < 50$; $d \geq 50$), de edad ($t \leq 5$; $6 \leq t \leq 10$; $11 \leq t \leq 15$; $16 \leq t \leq 20$; $21 \leq t \leq 25$; $26 \leq t \leq 30$ y $t \geq 31$) y altura ($1,3 \leq h < 8$; $8 \leq h < 16$; $16 \leq h < 24$ y $h \geq 24$) (Vanclay 1994). De acuerdo a estos estadísticos un modelo será mejor que otro si presenta menor S y DAM y mayor EF .

A partir de los resultados obtenidos en el ajuste y validación, se seleccionó el modelo considerado más adecuado. El mismo, fue ajustado con la totalidad de los datos (Myers 1986). Para evaluar la ausencia de sesgo se ajustó con los valores de altura observados (h_i) y estimados (\hat{h}_i) el modelo lineal $h_i = a + b \cdot \hat{h}_i$ y se realizó la prueba de F simultánea para la hipótesis intercepto = 0 y pendiente = 1 (Huang et al. 2003, Piñeiro et al. 2008).

Resultados

Ajuste y validación de los modelos

En los gráficos de residuos vs. valores predichos y $Q-Q$ plot de cada uno de los modelos evaluados no se evidenciaron desvíos que hicieran suponer un incumplimiento severo de los supuestos de homogeneidad de la varianza y normalidad.

Los modelos generalizados resultaron superiores al modelo de Curtis en la etapa de ajuste y validación. Presentaron consistentemente mayores $R^2_{adj.}$, menores CME , S , DAM y mayores EF (tabla 3). Por otro lado, las versiones del modelo de Harrison resultaron levemente superiores en comparación a las versiones del modelo de Michailoff, y la versión H_2 del modelo de Harrison presentó el mayor $R^2_{adj.}$ y menor CME en ambas submuestras (tabla 3). El modelo H_2 también mostró un buen comportamiento en la validación cruzada, encontrándose entre los modelos con mejores estadísticos (tabla 3). Sin embargo, las diferencias encontradas entre los modelos generalizados fueron muy pequeñas, no pudiéndose detectar un modelo claramente superior.

Tabla 3. Estadísticos de ajuste y validación de los modelos de altura evaluados.
Table 3. Fitting and validation statistics of evaluated height models.

Modelo	Submuestra 1 <i>n</i> =5006		Submuestra 2 <i>n</i> =4943		Validación con la submuestra 2 de los modelos ajustados con la submuestra 1 (<i>n</i> =4943)			Validación con la submuestra 1 de los modelos ajustados con la submuestra 2 (<i>n</i> =5006)		
	R^2_{adj}	<i>CME</i>	R^2_{adj}	<i>CME</i>	<i>S</i> (m)	<i>DAM</i> (m)	<i>EF</i>	<i>S</i> (m)	<i>DAM</i> (m)	<i>EF</i>
M_1	91,7	2,005	93,1	1,500	0,126	0,929	0,93	0,033	1,034	0,913
M_2	91,6	2,024	93,1	1,498	0,138	0,923	0,931	0,052	1,034	0,913
H_1	92,1	1,91	93,3	1,459	0,038	0,931	0,931	-0,033	1,025	0,915
H_2	92,3	1,861	93,3	1,459	0,069	0,947	0,928	-0,032	1,025	0,915
H_3	92,2	1,89	93,2	1,470	0,039	0,931	0,93	-0,027	1,022	0,916
H_4	92,3	1,862	93,2	1,470	0,057	0,941	0,928	-0,028	1,022	0,916
<i>Curtis</i>	84,3	3,803	82,2	3,850	0,176	1,556	0,819	-0,168	1,534	0,833

n: número de observaciones; R^2_{adj} : coeficiente de determinación ajustado (%); *CME*: cuadrado medio del error (m^2), *S*: sesgo promedio del modelo; *DAM*: diferencia absoluta media y *EF*: eficiencia del modelo.

En general, los modelos generalizados presentaron menores valores de *S* y *DAM* en todo el rango de diámetro, edad y altura que el modelo de Curtis. Teniendo en cuenta ambas submuestras, el modelo de Curtis presentó una *DAM* entre 1,36 y 2,67 m para las clases diamétricas, entre 1,32 y 1,95 m para las clases de edad y entre 1,3 y 1,81 m para las clases de altura. Por su parte, los modelos generalizados tuvieron una *DAM* entre 0,69 y 1,9 m para las clases diamétricas, entre 0,45 y 1,2 m para las clases de edad y entre 0,44 y 1,5 m para las clases de altura. Por otro lado, el modelo de Curtis tuvo un *S* entre -2,32 y 0,94 m para las clases diamétricas, entre -1,74 y 0,71 m para las clases de edad y entre -0,96 y 1,38 m para las clases de altura. Los modelos generalizados tuvieron un *S* entre -1,49 y 0,8 m para las clases diamétricas, entre -0,94 y 0,36 m para las clases de edad y entre -1,48 y 0,67 m para las clases de altura. En general, todos los modelos tuvieron menor capacidad de predicción en los extremos de las clases de diámetro, altura y edad. Sin embargo, estas clases estuvieron representadas con baja frecuencia en la base de datos. Los modelos generalizados presentaron un comportamiento muy similar en todo el rango de diámetro, edad y altura valores.

Se seleccionó la versión H_2 del modelo de Harrison para el ajuste con el total de la base de datos. Este modelo presentó en ambas submuestras los mejores estadísticos en la etapa de ajuste (**tabla 3**). Además, mostró un buen desempeño en la etapa de validación (**tabla 3**) y en la validación por clases de diámetro, edad y altura.

El ajuste del modelo H_2 con el total de la base de datos resultó en un ajuste satisfactorio y con buena capacidad de predicción (**tabla 4**). En el análisis gráfico de los residuos vs. valores predichos y *Q-Q plot* (**figura 1**) no se evidenciaron desvíos que hicieran suponer un incumplimiento severo de los supuestos de homocedasticidad y normalidad. La prueba de F para el modelo $h_i = a + b \cdot \hat{h}_i$ resultó significativa (p-valor=0.0115), es decir la pendiente resultó mayor a uno (entre 1.003 y 1.013) y el intercepto menor a cero (entre -0.268 y -0.039). Sin embargo, si bien el test de F simultáneo “es intuitivamente el más razonable”, en numerosas ocasiones lleva a rechazar modelos apropiados (Huang et al. 2003).

Tabla 4: Estadísticos de ajuste y parámetros estimados de la versión H_2 del modelo de Harrison ajustado con el total de la base de datos ($n=9949$).

Table 4: Fitting statistics and estimated parameters for the version H_2 of Harrison model fitted with the complete database ($n=9949$).

$R^2_{adj.}$	CME	S	DAM	
93,1	1,557	0,010	0,952	

Parámetro	Estimación	E.E.	Intervalos de Confianza (95%)	
			Inferior	Superior
b_1	-0,44397	0,08413	-0,60886	-0,27908
b_2	0,05426	0,00986	0,03493	0,07359
b_3	0,17903	0,03132	0,11765	0,24041
b_4	-0,00665	0,00263	-0,01181	-0,00148
b_5	-0,13269	0,00797	-0,14831	-0,11708
b_6	-2,48326	0,02370	-2,52970	-2,43682

$R^2_{adj.}$: coeficiente de determinación ajustado (%); CME : cuadrado medio del error (m^2); S : sesgo promedio del modelo (m); DAM : diferencia absoluta media (m); b_i : parámetros del modelo; E.E.: error estándar.

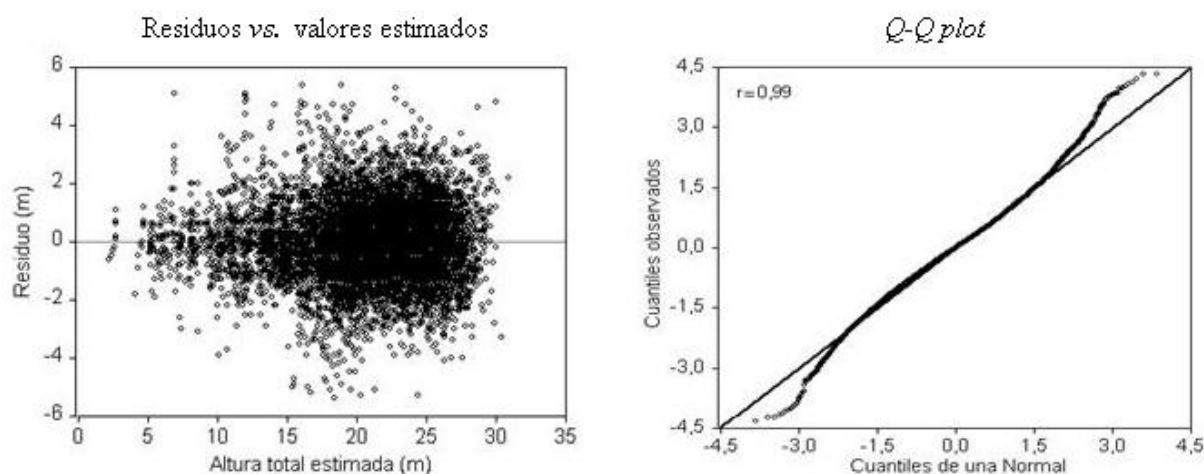


Figura 1: Gráfico de residuos vs. valores estimados y $Q-Q$ plot basados en la versión H_2 del modelo de Harrison ajustado con la totalidad de la base de datos ($n=9949$).

Figure 1: Plot of residuals vs. predicted values and $Q-Q$ plot for the version H_2 of Harrison model fitted with the complete database ($n=9949$).

Discusión

Tal como fuera observado en el presente trabajo, la mejor capacidad de predicción de los modelos altura-diámetro generalizados ha sido demostrada en diversas especies, por ejemplo *Eucalyptus globulus* Labill. (Soares y Tomé 2002), *P. radiata* (López Sánchez et al. 2003), *Quercus robur* L. (Barrio Anta et al. 2004), *Pinus taeda* L. (Zhang et al. 1997) y *P. radiata* (Trincado y Leal 2006). En el caso particular de *P. elliotti* la inclusión de variables de rodal en las relaciones altura-diámetro permitió mejorar la estimación de la altura total en comparación al modelo de Curtis. López Sánchez et al. (2003) y Trincado y Leal (2006) también observaron la superioridad de modelos altura-diámetro generalizados sobre aquellos que utilizan únicamente el diámetro y la edad como variables independientes. López Sánchez

et al. (2003) resaltan que las estimaciones mejoran cuando los modelos incluyen como variable independiente alguna relacionada a la altura del rodal (altura media o dominante), aunque esto implica un mayor esfuerzo de muestreo. El uso de la edad y el diámetro como variables predictoras de la altura no pareciera ser suficiente para explicar la relación altura-diámetro en condiciones de manejo variables, como pueden ser distintos regímenes de raleo (Zhang et al. 1997).

Por otro lado, ninguna de las versiones de los modelos generalizados, cuando se compararon entre sí, mostró claramente un comportamiento superior, ya sea en la etapa de ajuste o validación. La versión H_2 del modelo de Harrison se seleccionó para el ajuste con toda la base de datos. El modelo H_2 , que utiliza el diámetro y algunas variables del rodal (Hd , t , N y d_{max}) como variables independientes, resultó adecuado para predecir la altura de árboles en rodales de diversas características dasométricas. Estas variables fueron utilizadas con resultados satisfactorios por otros autores para la estimación de la altura total en rodales raleados y no raleados (Zhang et al. 1997).

El modelo de Curtis, actualmente disponible para la estimación de la altura de *P. elliotti* en la provincia de Misiones mostró en la validación del mismo, valores de sesgo promedio y diferencia absoluta media de 0,0899 m y 1,34 m (Fassola et al. 1997). Ambos valores resultaron superiores a los obtenidos en el presente trabajo para la versión H_2 del modelo de Harrison (tabla 3 y 4).

Conclusiones

La inclusión de variables de rodal en las relaciones altura-diámetro permitió mejorar la estimación de la altura individual en comparación al modelo propuesto por Fassola et al. (1997). La versión H_2 del modelo de Harrison se seleccionó como la más conveniente para predecir la altura total de árboles de *P. elliotti*. La expresión matemática del modelo resultó:

$$h = Hd * (1 + (-0,44397 + 0,05426 * t + 0,17903 * N/1000 - 0,00665 * d_{max}) * \exp(-0,13269 * Hd)) * (1 - \exp(-2,48326 * d/Hd))$$

donde h : altura total individual (m); Hd : altura dominante (m); t : edad (años); N : densidad actual (individuos por hectárea); d_{max} : diámetro normal máximo de la parcela (cm); d : diámetro individual a 1,3 m de altura (cm).

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por el proyecto PAN 571: "Funciones y Algoritmos dasométricos para manejo silvícola intensivo, de aplicación en plantaciones forestales orientadas a producción de madera de alto valor agregado".

Bibliografía

- Andenmatten, E., y F. Letourneau. 1997. Estimación de alturas para su empleo en tablas de volumen de árbol individual. *Quebracho* 6:27-34.
- Barrio Anta, M., J. G. Álvarez González, I. J. Díaz Maroto, y C. A. López Sánchez. 2004. Relación altura-diámetro generalizada para *Quercus robur* L. en Galicia. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales* 18:141-146.
- Clutter, J. L., J. C. Forston, L. V. Pienaar, G. H. Brister, y R. L. Bailey. 1983. *Timber management: a quantitative approach*. John Wiley & Sons, New York, 333 p.
- Costas, R., y G. Rodríguez. 2002. Relaciones hipsométricas promedios para *Pinus elliottii* Engl. en Misiones y NE de Corrientes. *En: Novenas Jornadas Técnicas Forestales*. Eldorado, Misiones, Argentina.
- Curtis, R. O. 1967. Height-diameter and height-diameter-age equations for second-growth douglas-fir. *Forest Science* 13 (4):365-375.
- Fassola, H. E., E. H. Crechi, y R. A. Friedl. 1997. *Relaciones Hipsométricas*. INTA. EEA Montecarlo, Montecarlo, Misiones, Argentina.

- Harrison, W. C., T. E. Burk, y D. E. Beck. 1986. Individual tree basal area increment and total height equations for appalachian mixed hardwoods after thinning. *Southern Journal of Applied Forestry* **10** (2):99-104.
- Huang, S., S. J. Titus, y D. P. Wiens. 1992. Comparison of nonlinear height-diameter functions for major Alberta tree species. *Canadian Journal of Forest Research* **22**:1297-1304.
- Huang, S., Y. Yang, y Y. Wang. 2003. A critical look at procedures for validating growth and yield models. pp. 271-293. *en* A. Amaro, D. Reed, y P. Soares, editores. *Modelling Forest Systems*. CABI Publishing, Guildford, UK.
- Keck, A., E. Crechi, H. E. Fassola, y P. Ferrere. 1999. Sistema de Procesamiento de Datos de Parcelas Experimentales e Inventario. *in*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Estación Experimental Agropecuaria Montecarlo, Montecarlo.
- López Sánchez, C. A., F. C. Dorado, A. R. Alboreca, R. R. Soalleiro, J. G. Á. González, y F. S. Rodríguez. 2003. A height-diameter model for *Pinus radiata* D. in Galicia (Northwest Spain). *Annals of Forest Science* **60** (3):237-245.
- Mariot, V. 1988. Tablas de cubicación de madera en pie en montes implantados, ventajas y desventajas en el uso de las variables Dap, alturas y coeficientes de formas. *En*: VI Congreso Forestal Argentino. Santiago del Estero, Argentina.
- Myers, R. H. 1986. *Classical and modern regression with applications*. PWS, Boston, 359 p.
- O'Regan, W. G., y L. G. Arvanitis. 1966. Cost-effectiveness in forest sampling. *Forest Science* **12** (4):406-414.
- Papadakis, J. 1974. Ecología, posibilidades Agropecuarias de las Provincias Argentinas. pp. 86. *en* ACME, editor. *Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería*, Buenos Aires.
- Piñeiro, G., S. Perelman, J. P. Guerschman, y J. M. Paruelo. 2008. How to evaluate models: observed vs. predicted or predicted vs. observed? *Ecological Modelling* **216** (3-4):316-322.
- Prodan, M., R. Peters, F. Cox, y P. Real. 1997. *Mensura forestal*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)/Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, San José, Costa Rica, 561 p.
- Proyecto Cooperativo Simulador de Crecimiento. 1997. Manual de descripción técnica del simulador forestal de *Pinus elliottii*. Versión 1.0.
- Soares, P., y M. Tomé. 2002. Height-diameter equation for first rotation eucalypt plantations in Portugal. *Forest Ecology and Management* **166** (1-3):99-109.
- Soares, P., M. Tomé, J. P. Skovsgaard, y J. K. Vanclay. 1995. Evaluating a growth model for forest management using continuous forest inventory data. *Forest Ecology and Management* **71** (3):251-265.
- Trincado, G., y C. D. Leal. 2006. Ecuaciones locales y generalizadas de altura-diámetro para pino radiata (*Pinus radiata*). *Bosque* **27** (1):23-34.
- Vanclay, J. K. 1994. *Modelling forest growth and yield: applications to mixed tropical forests*. CAB International, Wallingford, UK, 310 p.
- Zhang, S., H. E. Burkhart, y R. L. Amateis. 1997. The influence of thinning on tree height and diameter relationship in loblolly pine plantations. *Southern Journal of Applied Forestry* **21** (4):199-205.

CLAVE DENDROLÓGICA DE RECONOCIMIENTO DE LAS ESPECIES DEL GÉNERO *PINUS* L. CULTIVADOS EN EL NORDESTE ARGENTINO

DENDROLOGYC KEY OF RECOGNITION OF THE GENUS *PINUS* L. SPECIES GROWN IN THE NORTHEAST OF ARGENTINA

Grance, L. A.¹; Bohren, A. V.¹; Gartland, H. M.¹; Keller, H. A.¹; Poszkus, P.²; Aguilera, M. A.³; Küppers, G.⁴

¹ Docentes de Ingeniería Forestal, Facultad de Ciencias Forestales, UNaM, Calle Bertoni 124, (3382) Eldorado, Misiones. Estudiante ²⁻³ Becario o ⁴Adscripto de la Carrera de Ingeniería Forestal, FCF, UNaM, Calle Bertoni 124, (3382) Eldorado, Misiones. Teléf.: 03751-431780. Fax: 03751-431766. E-mail: lgrance@yahoo.com.ar

Resumen

La gran similitud entre las especies, variedades e híbrido del género *Pinus* cultivados en la Provincia de Misiones y norte de Corrientes, hace que el presente estudio tenga como objetivo elaborar una clave de reconocimiento a campo a partir de caracteres dendrológicos disponibles en el estadio adulto. Se incluyen en el presente estudio: *Pinus caribaea* Morelet var. *bahamensis* (Griseb.) Barrett et Golfari (“pino de Bahamas”), *P. caribaea* Morelet var. *caribaea* (“pino del Caribe”), *P. caribaea* Morelet var. *hondurensis* (Senécl.) Barrett et Golfari (“pino de Honduras”, “cola de zorro”), *P. elliottii* Engelm. var. *elliottii* (“pino elliottii”), *P. taeda* L. (“pino taeda”), y *P. elliottii* Engelm. var. *elliottii* x *P. caribaea* Morelet var. *hondurensis* (Senécl.) Barrett et Golfari (“pino híbrido”). Se seleccionaron 3 árboles adultos de cada unidad taxonómica en diferentes localidades del centro-norte de la Provincia de Misiones. Los caracteres dendrológicos observados son los asociados al estadio adulto como la corteza, ramos, acículas; el cono y las características de las escamas ovulíferas. A partir de las diferencias y analogías entre los caracteres estudiados se elaboró una clave dicotómica de reconocimiento de estas especies.

Palabras clave: Coníferas, árboles, corteza, conos, Misiones.

Summary

The great similarity between species, varieties and hybrids of the genus *Pinus* cultivated in the Province of Misiones and northern Corrientes, makes the present study has as objective to develop a field key recognition from dendrological characters available in the adult stage. Included in this study *Pinus caribaea* Morelet var. *bahamensis* (Griseb.) Barrett et Golfari (“Bahamas pine”), *P. caribaea* Morelet var. *caribaea* (“Caribbean pine”), *P. caribaea* Morelet var. *hondurensis* (Senécl.) Barrett et Golfari (“Honduras pine”, “foxtail”), *P. elliottii* Engelm. var. *elliottii* (“Elliottii pine”, “slash pine”), *P. taeda* L. (“Taeda pine”, “loblolly pine”), y *P. elliottii* Engelm var. *elliottii* x *P. caribaea* Morelet var. *hondurensis* (Senécl.) Barrett et Golfari (“hybrid pine”). Three adult trees were selected from each taxonomic unit at different locations in the center-north of the Province of Misiones. The dendrological characters observed are there associated with the bark, twig, needles, cone and ovulate scales features. Based on the differences and similarities between the characters studied developed a dichotomous key for recognition of these species.

Key words: Conifers, tree, bark, cones, Misiones.

Introducción

La familia *Pinaceae* cuenta con 10 géneros y aproximadamente 200 especies ampliamente distribuidas en el Hemisferio Norte; 110 corresponden al género *Pinus*, una sola especie supera la línea ecuatorial alcanzando el hemisferio sur. El género *Pinus* constituye el más significativo e importante productor de madera entre las Coníferas, (Farjon y Styles, 1977; Harlow *et al.*, 1991; Hurrell y Bazzano, 2007).

En Argentina se cultivaron y ensayaron varias especies forestales desde mediados del siglo XIX, con el objeto de producir madera para diversos fines como celulosa, construcción, remanufacturas y laminados. Uno de los géneros cuyo comportamiento para estos fines, alcanzó gran aceptación por su rápido crecimiento y las características tecnológicas de su madera fue el *Pinus*, siendo en la actualidad una parte esencial del programa de forestación argentino, como son los casos de *P. elliotii* Engelm y *P. taeda* L., (Barrett, 1968-69 y 1973-74). Otras, no menos promisorias, aunque con algunas limitaciones, corresponden a las variedades de *P. caribaea* Morelet, de las que *P. caribaea* var. *hondurensis* y *P. caribaea* var. *caribaea* fueron las más populares. (Barrett, 1968-69; Larguía, 1967).

Particularmente para *P. elliotii* y *P. taeda* se han realizado numerosos ensayos de orígenes y procedencias buscando los que de mejor manera responden al objetivo de su cultivo para las distintas regiones. De tal modo, que desde orígenes poco o nada conocidos, llamados en Misiones de “origen comercial”, se evolucionó hacia otros significativamente superiores en crecimiento con orígenes perfectamente delimitados y la consiguiente garantía de provisión de semillas como para asegurar importantes áreas de cultivo, (Barrett, 1973-74; Golfari y Barret 1967).

Más recientemente, se iniciaron ensayos de comportamiento de un híbrido producido artificialmente en Australia producto del cruzamiento entre *P. elliotii* var. *elliotii* y *P. caribaea* var. *hondurensis* (pino híbrido), cuyo futuro parece promisorio, (Barrett *et al.*, 1991; Gauchat *et al.*, 2005).

Lo antes expuesto implica, por un lado, un avance importantísimo en materia de mejoramiento genético y por otra la coexistencia de varias formas vegetativas distintas en el marco de unas pocas especies, el gran parecido entre las mismas hace necesario contar con herramientas que permitan su identificación rápida y precisa a través de claves de reconocimiento.

Los autores Rejmánek y Brewer (2001) presentan una extensa revisión de antecedentes en el uso de caracteres vegetativos en la identificación de plantas leñosas tropicales. Podemos citar entre los más relevantes las claves elaboradas por Holdridge (1972), Gentry (1993) y Keller (1996 a y b), que sistematizaron caracteres vegetativos relacionadas con hojas, rámulo, exudados, etc., en claves de reconocimiento.

Para el caso particular de la corteza estos se remontan desde la década del 50 con los trabajos de Beard (1944), Wood (1952), De Rosayro (1953) y Roth (1969). Más recientemente los trabajos de Jiménez Saa (1967), Outer (1972), Rollet (1980-82), Ghouse *et al.* (1979), Iqbal y Ghouse (1982), Roth (1981), Baraja Morales y Perez Jiménez (1990), Yunus *et al.* (1990), Roth y Giménez (1997) y Bohren *et al.* (2003), revalorizan el estudio de las cortezas como un nuevo elemento para el reconocimiento de los árboles. Tales autores aportan además una extensa nomenclatura para un conjunto de tejidos de alta complejidad como la corteza secundaria.

En la literatura existen numerosos trabajos que presentan claves de identificación de las especies que se cultivan en la región todos ellos basados en los caracteres reproductivos, tales como Barrett y Golfari (1962); Farjon y Styles (1977), Dimitri (1987); Favela Lara

(1999); Harlow *et al.* (1991); Hurrel y Bazzano (2007), entre otros tantos, que presentan la problemática de la disponibilidad estacional del material reproductivo.

La similitud existente entre las distintas especies cultivadas en la provincia de Misiones y norte de Corrientes, hace que el presente estudio tenga como objetivo elaborar una clave de reconocimiento a campo para el estadio adulto y a partir de las características morfológicas vegetativas de las hojas y corteza, para las especies *P. elliottii* var. *elliottii*, *P. taeda* y sus diversos orígenes y procedencias, *P. caribaea* var. *caribaea*, *P. caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis*, y el híbrido *P. elliottii* var. *elliottii* x *P. caribaea* var. *hondurensis*.

Materiales y métodos

El presente trabajo se realizó en distintas plantaciones localizadas en la porción centro-norte de Misiones, donde se concentra aproximadamente el 65% de la superficie forestada de la provincia. De cada rodal seleccionado se contó con la información de la especie, el origen y la edad.

Las plantaciones y rodales semilleros, incluidos en el presente estudio, se corresponden con edades iguales o superiores de 7 años, distribuidas en las siguientes localidades: Aristóbulo del Valle, Garuaphé-mi, Colonia Delicia, Eldorado, Puerto Piray, Puerto Esperanza, Puerto Libertad y Colonia Lanuse.

Las especies y los orígenes o procedencias comprendidos en este trabajo son:

- *P. caribaea* Morelet var. *bahamensis* (Griseb.) Barrett et Golfari,
- *P. caribaea* Morelet var. *caribaea*
- *P. caribaea* Morelet var. *hondurensis* (Senécl.) Barrett et Golfari.
- *P. elliottii* Engelm. var. *elliottii* Origen Saint Johns.
- *P. elliottii* var. *elliottii* x *P. caribaea* var. *hondurensis*.
- *P. taeda* L. Origen Columbia.
- *P. taeda* L. Origen Livingston.
- *P. taeda* L. Origen Marion.
- *P. taeda* L. Procedencia Futululu.

Las observaciones se realizaron en por lo menos 3 individuos para cada una las especies, orígenes, procedencias o rodales de cada localidad, y su correspondiente material de herbario se encuentra depositado en el laboratorio de Dendrología de la Facultad de Ciencias Forestales de la UNaM.

Para las descripciones y mediciones de los caracteres se elaboró una planilla con toda la información a relevarse.

Los caracteres considerados fueron: las hojas adultas tanto las primarias o brácteas, que se encuentran en la base de los braquiblastos, en cuanto a su forma, longitud y color; las secundarias, en cuanto al número de acículas por braquiblasto y su longitud; la longitud y color de vaina que recubre la base del fascículo; en cuanto al rámulo: el color, las cicatrices foliares y de las brácteas, su densidad, la forma de las yemas apicales, la médula y la presencia de lenticelas entre otros (Harlow *et al.*, 1991; Gartland, 1985).

De los estróbilos femeninos, se tuvo en cuenta su tamaño y forma, se consideraron las medidas y coloración de las escamas ovulíferas, la forma y color de la apófisis, particularidades de la quilla o carena y del umbo y forma y tamaño del mucrón. En cuanto a las mediciones se los conos y escamas ovulíferas, estas se realizaron en la parte media del cono, obteniéndose el largo de la escama y ancho de la apófisis, (Favela Lara, 1999; Koch, 1972).

Para la corteza, se tuvo en cuenta en la sección transversal, el espesor y color del floema (corteza interna). En cuanto al ritidoma o corteza externa, se observa variabilidad en cuanto a los colores de los tejidos constitutivos (floema y peridermis) como también diferentes proporciones entre el ancho del floema y las peridermis que presenta este sector de la corteza y presencia de depósitos de resina o nódulos de súber (Koch, 1972). Otro elemento analizado fue el aspecto o diseño de ritidoma, considerándose para el género el diseño fisurado y el escamoso, (Gartland, 1985; Bohren *et al.*, 2003).

Las mediciones de los caracteres estudiados se realizaron con calibre y regla milimétrica. Los caracteres en estudio se han fotografiado con los siguientes equipos: Cámara fotográfica digital marca Olympus F.E-340 de 8 megapíxel; y cámara digital Moticam 2000 adosada al Microscopio estereoscópico línea Pirámide, Modelo Axiolab, marca Carl Zeiss.

Resultados y discusión

En la **tabla 1**, se presentan las características dimensionales, como la longitud de la hoja adulta primaria o bráctea, de la acícula, la vaina y número de acículas por braquiblasto.

En la **tabla 2** se presentan las características corticales de las especies en estudio, en ella se detallan el diseño de ritidoma, el color de las capas peridérmicas, la proporción del ancho del floema en relación a la peridermis, entre otros, por especies y origen o procedencia.

En la **tabla 3** se resumen las características dimensionales del tamaño del cono y escamas ovulíferas.

En las **tablas 4 y 5** se presentan las características morfológicas de las escamas, apófisis, umbo y mucrón de los conos de las especies en estudio.

Considerando las variables longitud de hoja primaria, vaina y acículas, las mismas presentan superposiciones en sus dimensiones entre las especies en estudio, por lo que su aplicación se suprime, dado que una de las bases que sustentan la elaboración de las claves de identificación es la eliminación de superposición de dimensiones o rangos.

En relación a los diferentes orígenes y procedencia de *Pinus taeda*, no se observaron diferencias en los caracteres incluidos en el presente estudio, por lo que son considerados como una única unidad taxonómica.

Se observan diferencias entre las especies en el número de acículas por fascículo, diseño de ritidoma, características y coloración de las peridermis, los conos y escamas ovulíferas que se presentan a continuación en una clave dicotómica de reconocimiento.

Tabla 1. Longitudes de brácteas, acículas, vainas y número de acículas por fascículos [mm]
Table 1. Lengths of the scale, needles, fascicle sheath and number of needles by fascicles [mm]

Especie	Origen ó procedencia	Longitud bráctea	Longitud acículas	Longitud vaina	Número acículas
<i>P. caribaea var bahamensis</i>	--	4 - 10	13,4 – 22,2	10 - 17	3
<i>P. caribaea var caribaea</i>	--	3 - 12	18 - 28	10 - 22	3 a 5
<i>P. caribaea var hondurensis</i>	--	5 - 6	14 – 19,6	9 - 16	3
<i>P. elliotii var elliotii</i>	Saint Johns	5 - 8	18,5 – 27,5	10 - 22	2 - 3
<i>P. elliotii x P. caribaea var hondurensis</i>	--	6 - 12	14,4 – 30,1	7 - 14	2 - 3
<i>P. taeda</i>	Columbia	3 - 7	14,1 – 19,4	6 - 12	3
<i>P. taeda</i>	Marion	8 - 10	13,3 – 17,8	8 - 12	3
<i>P. taeda</i>	Futululu	4 - 7	12 - 19	8 - 15	3
<i>P. taeda</i>	Livingston	3 - 7	12,9 - 19	10 - 14	3

Tabla 2. Características de la corteza
Table 2. Bark characteristics

Especie	Origen o Procedencia	Diseño de Ritidoma	Color de la peridermis	Ancho floema/ peridermis	Observaciones
<i>P. caribaea var bahamensis</i>		Fisurado	Negruzco	1 a 3	Paquetes de súber
<i>P. caribaea var caribaea</i>		Fisurado	Negruzco	2 a 3	Bolsas de resina
<i>P. caribaea var hondurensis</i>		Fisurado	Negruzco/ amarillentas	3 a 4	Paquetes de súber
<i>P. elliotii var elliotii</i>	Saint Johns	Fisurado	blanquecinas	4 a 5	Paquetes de súber
<i>P. elliotii x P. caribaea var hondurensis</i>		Fisurado	Negruzco	2 a 6	Paquetes de súber
<i>P. taeda</i>	Columbia	Escamoso	Negruzco	2 a 4	-
<i>P. taeda</i>	Livingston	Escamoso	Negruzco	2 a 4	-
<i>P. taeda</i>	Marion	Escamoso	Negruzco	3 a 4	-
<i>P. taeda</i>	Futululu	Escamoso	Negruzco	3 a 5	-

Tabla 3: Características de los conos y escamas ovulíferas

Table 3. Cone characteristics and ovulate scales

Especie	Origen ó Procedencia	Conos [cm]			Escamas ovulíferas [cm]	
		Longitud	Diámetro	Pedúnculo	Longitud	ancho
<i>P. caribaea</i> var <i>bahamensis</i>	--	9,1-14,5	6,3-9,9	1-1,5	1-1,4	3,6-4,4
<i>P. caribaea</i> var <i>caribaea</i>	--	7,9-11,4	4,1-7,1	1-1,2	1,2-1,4	2,6-3,2
<i>P. caribaea</i> var <i>hondurensis</i>	--	7,3-11,4	6,9-9,6	1-1,5	1,3-1,7	3,1-3,7
<i>P. elliottii</i> var <i>elliottii</i>	Saint Johns	11,1-11,9	7-14	1-1,2	2,7-3,3	1,3-1,6
<i>P. elliottii</i> x <i>P. caribaea</i> var <i>hondurensis</i>	--	9,1-13,5	4-7,7	1-1,5	2,2-3,7	1,3-1,6
<i>P. taeda</i>	Columbia	6,8-7,9	4,6-5,6	-	1,8-2,2	1-1,2
<i>P. taeda</i>	Livingston	6,3-11	3,6-5,7	-	1,7-2,7	1,2-1,6
<i>P. taeda</i>	Marion	6-13	4,5-5,7	-	2,1-2,8	1,1-1,6
<i>P. taeda</i>	Futululu	5,9	10,4	-	1,9-2,9	1,1-1,7

Tabla 4: Detalle de la coloración de las escamas ovulíferas

Table 4. Detail of the coloration of the ovulate scales

Especie	Origen ó Procedencia	Escamas ovulíferas		
		Color	abaxial	abaxial
<i>P. caribaea</i> var <i>bahamensis</i>	--	Discolor	Castaño-claro con bandas longitudinales oscuras	Castaño-oscuro
<i>P. caribaea</i> var <i>caribaea</i>	--	Concolor	Castaño rojiza con bandas oscuras	Castaño rojizo
<i>P. caribaea</i> var <i>hondurensis</i>	--	Discolor	Castaño claro con las bandas longitudinales y bordes negruzcos	Castaño oscuro
<i>P. elliottii</i> var <i>elliottii</i>	Saint Johns	Discolor	Castaño-rojizo con banda longitudinal	Castaño rojizo
<i>P. elliottii</i> x <i>P. caribaea</i> var <i>hondurensis</i>	--	Discolor	Castaño amarillento con banda longitudinal	Castaño rojizo
<i>P. taeda</i>	Columbia	Discolor	Castaño amarillento con banda longitudinal	Castaño amarillento uniforme
<i>P. taeda</i>	Livingston	Discolor	Castaño amarillento con banda longitudinal	Castaño amarillento uniforme
<i>P. taeda</i>	Marion	Discolor	Castaño amarillento con banda longitudinal	Castaño amarillento uniforme
<i>P. taeda</i>	Futululu	Discolor	Castaño amarillento con banda longitudinal	Castaño amarillento uniforme

Tabla 5: Detalle del apófisis, umbo y mucrón de las escamas ovulíferas
Table 5: Detail of apophysis, umbo and mucron of the ovulate scale

Especie	Origen ó Procedencia	Apófisis		Umbo	Mucrón		
		Quilla	Simetría lateral	Característica	Característica	Longitud [mm]	Orientación
<i>P. caribaea</i> var <i>bahamensis</i>	--	Plana a ligeramente piramidal	Simétrica	Piramidal de hasta 2-3 mm	Espinescente	1	Angulo variable
<i>P. caribaea</i> var <i>caribaea</i>		Ligeramente carenada	Simétrica	Plano, prominente o impreso.	No espinescente	1	Perpendicular a la apófisis
<i>P. caribaea</i> var <i>hondurensis</i>	--	Plana a ligeramente piramidal	Simétricas	Pequeño, piramidal, a alargado de. 1-2 mm	Espinescente	1	Perpendicular a la apófisis
<i>P. elliottii</i> var <i>elliottii</i>	Saint Johns	Plana a ligeramente piramidal	Simétricas	Pequeño, impreso.	Espinescente	1-2	Perpendicular a la apófisis
<i>P. elliottii</i> x <i>P. caribaea</i> var <i>hondurensis</i>	--	Notablemente carenada	Simétrica	Variable, impreso, piramidal o alargado 2-4 mm.	A veces espinescente	1	Angulo variable
<i>P. taeda</i>	Columbia	Carenada	Asimétrica	Piramidal o alargado	Espinescente	1-3	Angulo variable.
<i>P. taeda</i>	Livingston	Carenada	Asimétrica	Piramidal o alargado	Espinescente	1-3	Angulo variable.
<i>P. taeda</i>	Marion	Carenada	Asimétrica	Piramidal o alargado	Espinescente	1-3	Angulo variable.
<i>P. taeda</i>	Futululu	Carenada	Asimétrica	Piramidal o alargado	Espinescente	1-3	Angulo variable.

Clave de reconocimiento de las especies en estudio

- A** Fascículos con 3 acículas.
- B** Conos sésiles, escamas ovulíferas con apófisis lateralmente asimétrica, umbo piramidal a veces alargado con mucrón espinescente de 1-3 mm dispuesto en ángulo variable respecto al plano de la apófisis. Ritidoma de diseño escamoso, bandas peridérmicas negruzcas. (**Lámina VI**).
- Pinus taeda*
- BB** Conos pedunculados, escamas con apófisis lateralmente simétricas. Ritidoma de diseño fisurado, bandas peridérmicas negruzcas o negruzcas-amarillentas.
- C** Ritidoma de color rojizo intenso, con bandas peridérmicas negruzcas y con paquetes de súber amarillentos. (**Lámina I**)
- P. caribaea var. bahamensis*
- CC** Ritidoma de color castaño-rojizo, con bandas peridérmicas bicolors, negruzco-amarillentos. (**Lámina III**).
- P. caribaea var. hondurensis*
- AA** Fascículos con 2 y 3 ó 3 y 5 acículas. Ritidoma de diseño fisurado.
- B** Fascículos con 2 y 3 acículas. Ritidoma compuesto por capas peridérmicas blanquecinas.
- C** Corteza externa castaño anaranjado a rojizo, con los domos planos. (**Lámina IV**).
- P. elliotii var. elliotii*
- CC** Corteza externa pardo-grisacea, con los domos trapezoidales. (**Lámina V**).
- P. elliotii var. elliotii x P. caribaea var. hondurensis*
- BB** Fascículos con 3 y 5 acículas. Ritidoma compuesto por capas peridérmicas negruzco-amarillentas con paquetes o depósitos de resina. (**Lámina II**).
- P. caribaea var. caribaea*

Conclusiones

Se encontraron diferencias para las especies, variedades e híbrido en el número de acículas por fascículo; en los conos que registran diferencias en la presencia o ausencia del pedúnculo, en tanto las escamas ovulíferas presentan variaciones en la simetría de la apófisis, características del umbo y el mucrón, coincidiendo con lo descrito por Barrett y Golfari (1962), Dimitri (1987); Harlow et al (1991) y Hurrell y Bazzano (2007).

El estudio de la sección transversal de la corteza, proporciona diferencias en el ritidoma, para las variables color, proporciones de peridermis/floema y la presencia de bolsas de resinas y nódulos de súber. En cuanto al diseño del ritidoma se ha encontrado del tipo fisurado y escamoso.

No se encontraron diferencias entre en los caracteres estudiados entre los distintos orígenes y procedencias de *P. taeda*, ocurriendo lo contrario para las variedades de *P. caribaea*.

La combinación de los caracteres que presentaron variabilidad permitió construir una clave dicotómica de reconocimiento.

Agradecimientos

Los autores agradecen a las siguientes empresas: Cerro Moreno, Dávalos y Hnos.; Sr. Aguilera, Grüber y Hnos; Sr. Reig y APSA, por permitirnos el acceso y brindarnos la información de sus plantaciones y contribuir así con el desarrollo del presente proyecto..

Bibliografía

- Baraja Morales J. y L. A. Pérez Giménez. 1990. Manual de Identificación de árboles de selva baja mediante cortezas. Universidad Autónoma de México. México. 83p.
- Barrett, W. H. 1968-69. Adaptación de especies de *Pinus* al Noreste Argentino. Crecimiento a los cinco años. IDIA Supl. 22 (Suplemento Forestal N° 5):11-26. Bs. As.
- Barrett, W. H. 1973-74. Variación geográfica en *Pinus elliottii* Engelm. y *P. taeda* L. II. Cinco años de crecimiento en el nordeste argentino. IDIA Supl. 27 (Suplemento Forestal N° 8):18-39. Bs. As.
- Barrett, W. H. G. y L. Golfari. 1962. Descripción de dos nuevas variedades de "Pino del Caribe", Caribbean Forester Vol 23(2):12p.
- Barrett, W. H.; Danner S. M. & A. Henning. 1991. Híbridos de *P. elliottii* var. *elliottii* x *P. caribaea* var. *hondurensis* en cultivo en el norte de Corrientes. En: Actas jornadas sobre *Pinus caribaea*. CIEF. Eldorado - Misiones, Argentina. 25-26 pp.
- Beard, J. S. 1944. Key for the identification of the more important trees of Tobago on characters of bark and blaze. Emp. For. Journ. Vol. 23: 34-36.
- Bohren, A. V.; Grance, L. A.; Gartland, H. M.; Miranda, D.; Keller, H. A. y C. Dummel. 2003. Clave de reconocimiento de especies forestales de Misiones, Argentina, por medio de la Corteza. Revista Forestal Yvyrareta N° 12:26-40.
- De Rosayro, R. A. 1953. Field characters in the Identification of Tropical Forest Trees. Emp. For. Rev., Vol 32:124-141.
- Dimitri, M. J. 1987. Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería. Ed. ACME SACI, 2 tomos. Buenos Aires.
- Farjon, A. y B. Styles. 1977. *Pinus* (PINACEAE). Flora Neotropica. Monograph 75. The New York Botanical Garden. N. Y. 291 p.
- Favela Lara, S. 1999. Taxonomía de los pinos del noreste de México. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Biológicas.
- Gartland, H. M. 1985. Apuntes de Dendrología. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. Eldorado. Misiones. 120 p.
- Gauchat, M. E.; Rodríguez, G.; Belaber, E. & D Bischoff. 2005. Híbridos de alta productividad combinando crecimiento y forma. IDIA XXI Año V (N° 8):168 170.
- Gentry, A. 1993. A field guide to the families and genera of woody plants of Northwest South America (Colombia, Ecuador, Perú). Conservation International Washington, DC. 895 p.
- Ghouse, A.; M. Iqbal; F. Siddiqui y A. Jamal. 1979. Taxonomic significance of sclerenchyma distribution in the secondary phloem of some Indian Tropical Trees. Feddes Repertorium. 90: 173-178.
- Golfari, L. & W. H. Barrett. 1967. Comportamiento de las coníferas cultivadas en Puerto Piray, Misiones. IDIA Supl. 20 (Suplemento Forestal N° 4):31-52. Bs. As.
- Harlow, W. M.; Harrar, E. S.; Hardin, J. W. & F. M. White. 1991. Textbook of dendrology. Covering the important forest trees of the United States and Canada. 7th Edition. McGraw-Hill, Inc. New York. 501 p.
- Holdridge, L. 1972. Dendrología práctica de los Trópicos Americanos. Turrialba. Costa Rica. 33 p.
- Hurrel, J. A. y D. H. Bazzano. 2007. Pinos ornamentales y forestales. 1ra ed. LOLA. Buenos Aires. 240 p.
- Iqbal, M. y A. K. M. Ghouse. 1982. Comparative bark feature of some arid zone species of *Acacia* and *Prosopis*. Phytomorphology 32: 373-380.
- Jimenez Saa, J. H. 1967. La identificación de los árboles tropicales utilizando características del tronco y la corteza. I.I.C.A. (Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O. E. A. Centro de Enseñanza e Investigación). Turrialba. Costa Rica.
- Keller, R. 1996 a. Identificación de las tribus de Leguminosas leñosas en América tropical mediante el uso de caracteres vegetativos: propuesta de una clave de campo. Acta Botánica Venezuelica. Vol. 19(2):1-24.
- Keller, R. 1996 b. Identification of tropical woody plants in the absence of flowers and fruits-A field key. Birkhauser Verlag, Basel. 248 p.
- Koch, P. 1972. Utilization of the Southern Pines. Agriculture Handbook No. 420. U.S. Department of Agriculture Forest Service. Washington. Tomo I. 734 p.
- Larguía, A. 1967. Comportamiento de *Pinus caribaea* var *hondurensis* en Misiones. IDIA Supl. 20 (Suplemento Forestal N° 4):53-58. Bs. As.
- Outer, R. W. 1972. Tentative determination key to 600 trees, shrubs and climbers from the Ivory Coast, Africa, mainly based on characters of the living bark, besides the rhytidome and the leaf. I. Large Trees. Landbouwhogesch. Wageningen 72-18:1-73.

- Rejmánek, M. y S. W. Brewer. 2001. Vegetative Identification of Tropical Woody Plants: State of the Art y Annotated Bibliography. *Biotropica* 33(2):214-228.
- 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. 1982. Intérêt de l'étude des écorces dans la détermination des arbres tropicaux sur pied. *Rev. Bois et forêt des tropiques* -195:31-50.
- Roth I. y A. M. Giménez de Bolzón. 1997. Argentine Chaco Forests. Dendrology, tree structure, an economic uso. 1. The semi-arid Chaco. *Encyclopedia of plant anatomy*; Bd. XIV. Teil 5. Gebrüder Borntraeger, Berlín. 180 p.
- Roth, I. 1969. Características estructurales de la corteza de árboles tropicales en zonas húmedas. *Darwiniana* 15(1-2):115-127.
- Roth, I. 1981. Structural patterns of tropical barks. *Handbuch der Pflanzen Anatomie*. Band IX. Teil 3. Gebrüder Borntraeger. Berlín. 609 p.
- Wood, G. H. S. 1952. Bark as mean of tree identification. *J. Oxford Univ. For. Soc.* 6:15-27.
- Yunus, M., D. Yunus y M. Iqbal. 1990. Systematic bark morphology of some tropical trees. *Botanical Journal of the Linnean Society* 103:367-377.



Lámina I: *Pinus caribaea* Morelet var. *bahamensis* (Griseb.) Barrett et Golfari. (Pino de Bahamas). **A:** Vista la corteza fisurada. **B:** Vista de la sección transversal del ritidoma con bandas peridérmicas negruzcas. **C:** Vista tangencial de la corteza con bolsas o paquetes de súber. **D y E:** Vista de los conos pedunculados abiertos. **F y G:** Vista adaxial y abaxial de una escama ovulífera. **H e I:** Detalle de la apófisis vista lateral y frontal, con umbo extendido y con mucrón espinescente. **J y K:** Vista de los rámulos con y sin acículas.



Lámina II: *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barrett et Golfari (Pino del Caribe). **A:** Vista la corteza fisurada. **B:** Vista de la sección transversal del ritidoma con bandas peridérmicas negruzcas y bolsas de resina. **C:** Vista tangencial de la corteza con bolsas de resina. **D y E:** Vista de los conos pedunculados abiertos. **F:** Detalle de la escama ovulíferas en vista lateral, irregularmente rómbica, la quilla carenada, simétrica, umbo y mucrón perpendicularmente orientados a la superficie de la apófisis, mucrón no espinescente. **I y J:** Vista de los ramos con brácteas y vaina de los fascículos.

*15^{as} Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM - EEA Montecarlo, INTA.
7, 8 y 9 de Junio de 2012 -Eldorado, Misiones, Argentina*



Lámina III: *Pinus caribaea* Morelet var. *hondurensis* (Senécl.) Barrett et Golfari. (Pino de Honduras, cola de zorro). **A:** Vista la corteza fisurada. **B:** Vista de la sección transversal del ritidoma con bandas peridérmicas negruzcas. **C:** Vista tangencial del ritidoma. **D y E:** Vista de los conos pedunculados cerrados y abiertos. **F y G:** Vista adaxial y abaxial de una escama ovulífera. **H a K:** Detalle de la apófisis piramidal, vista lateral y frontal, quilla brevemente carenada y lateralmente simétricas, umbo extendido con pequeño mucrón. **L y M:** Vista de los ramos con brácteas y vaina de los fascículos.



Lámina IV: *Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii*. (Pino elliottii). **A:** Vista de la corteza fisurada. **B:** Vista de la sección transversal del ritidoma con numerosas bandas peridérmicas blanquecinas. **C y D:** Vista de los conos pedunculados abiertos. **E y F:** Vista abaxial y adaxial de una escama ovulífera. **G:** Vista lateral de la escama con apófisis casi plana, quilla carenada, simétrica y umbo pequeño e impreso. **I y J:** Vista de los ramos con brácteas y vaina de los fascículos.

*15^{as} Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM - EEA Montecarlo, INTA.
7, 8 y 9 de Junio de 2012 -Eldorado, Misiones, Argentina*



Lámina V: *Pinus elliottii* Engelm var. *elliottii* x *P. caribaea* Morelet var. *hondurensis* (Senécl.) (W. H. G.) Barrett et Golfari. (Pino híbrido).
A: Vista de la corteza fisurada. **B:** Vista de la sección transversal del ritidoma con numerosas bandas peridérmicas negruzcas. **C y D:** Paquetes de súber en vista tangencial y transversal del ritidoma. **E, F y G:** Vista de los conos pedunculados cerrados y abiertos. **H a P:** Detalle de variabilidad de las escamas ovulíferas vistos en cara abaxial, lateral y frontal, con quilla apenas carenada, apófisis simétrica, con umbo variable, desde notablemente extendido, ligeramente piramidal a impreso. **Q y R:** Vista de los ramos con brácteas y vainas de los fascículos.



Lámina VI: *Pinus taeda* L. (Pino taeda). **A:** Vista la corteza con diseño escamoso. **B:** Vista de la sección transversal del ritidoma con numerosas bandas peridérmicas negruzcas. **C y D:** Conos sésiles abiertos. **E a H:** Detalle de la escama ovulífera en vista lateral y frontal, con quilla carenada que determina una apófisis asimétrica, mucrón espinescente. **I:** Vista del rámulo con brácteas y vainas de los fascículos. **J:** Rámulo sin fascículos.

REGENERAÇÃO NATURAL DE ESPÉCIES ARBUSTIVO-ARBÓREAS NO SUB-BOSQUE DE *Eucalyptus* sp. EM DOIS VIZINHOS – PARANÁ – BRASIL

NATURAL REGENERATION OF WOODY SPECIES IN THE UNDERSTOREY OF *Eucalyptus* sp. IN DOIS VIZINHOS COUNTY - PARANA – BRAZIL

Krefta, S. M¹; Cabreira, M. A. F²; Pereira, P. H¹; Topanotti, L. R¹; Estevan, D. A³; Brun, E. J⁴

1- Alunas de graduação em Engenharia Florestal da UTFPR Câmpus Dois Vizinhos. E-mail: sandra_krefta@hotmail.com; paulahp.minas@hotmail.com; laratopanotti@hotmail.com, Bolsistas PET – Engenharia Florestal, UTFPR-DV.

2- Aluna de graduação em Engenharia Florestal da UTFPR Câmpus Dois Vizinhos. E-mail: mahfontana@hotmail.com.

3- Bióloga, Dr. Professora do curso de Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Dois Vizinhos. Estrada p/ Boa Esperança, km 4 – CEP: 85660-000. Dois Vizinhos, PR. E-mail: danielaaestevan@utfpr.edu.br.

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

Resumo

O presente estudo foi conduzido na UTFPR Câmpus Dois Vizinhos. Objetivou-se com este trabalho avaliar a regeneração natural do sub-bosque de *Eucalyptus* sp. no município de Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. Para o estudo, foram alocadas 10 parcelas amostrais de 10 x 10 m, aleatoriamente distribuídas na área, incluindo espécies com CAP acima de 10 cm. Foram amostrados 162 indivíduos arbóreos, pertencentes a 20 famílias botânicas, 28 gêneros e 33 espécies, sendo que dez indivíduos não foram identificados. O índice de Shannon-Wiener foi de 2,9 e a equabilidade de Pielou foi 0,83. As dez espécies com maior valor de importância concentram 67,48% do índice, e as espécies *Luehea divaricata* Mart., *Hovenia dulcis* Thumb., *Allophylus edulis* (A. ST.-Hil., Cambess.& A.Juss.) Radlk, *Nectandra lanceolata* Nees & Mart. Ex Nees, *Casearia sylvestris* Sw. foram as que se sobressaíram. A principal forma de dispersão das espécies desse estudo é a zoocórica.

Palavras-chave: diversidade florística, conservação da biodiversidade, dispersão.

Summary

This study was conducted at the Campus UTFPR Dois Vizinhos. The objective of this study was to evaluate the natural regeneration of the understorey of *Eucalyptus* sp. Dois Vizinhos in the city, Parana, Brazil. For the study, were allocated 10 sample plots of 10 x 10 m, randomly distributed in the area, including species with CAP over 10 cm. We sampled 162 individual trees belonging to 20 botanical families, 28 genera and 33 species, of which ten subjects were not identified. The Shannon-Wiener index was 2.9 and the evenness was 0.83. The ten species with highest importance value concentrated 67.48% of the index, and *Luehea divaricata* Mart., *Hovenia dulcis* Thumb., *Allophylus edulis* (A. ST.-Hil., Cambess.& A.Juss.) Radlk, *Nectandra lanceolata* Nees & Mart. Ex Nees, *Casearia sylvestris* Sw. were the ones that stood out. The main form of dispersal of species in this study is the zoochoric.

Key-words: plant diversity, conservation of biodiversity, dispersion.

Introdução

A ocupação antrópica nos espaços naturais vem se intensificando desde os tempos remotos, resultando na expansão da pecuária, agricultura e aglomerados populacionais, concomitante a isso, a demanda por madeira e recursos das florestas também tem aumentado, o que acelerou a exploração de formações naturais (DULLIS et al., 2011), conseqüentemente aumentando a fragmentação florestal e a extinção de inúmeras espécies.

O processo de regeneração natural desempenha um papel importante na restauração florestal e ambiental, sendo que é através do mesmo que ocorre a manutenção das espécies nativas de determinada região (HÜLLER, 2011). Conforme Sartori (2011), a capacidade de regeneração em sub-bosques de plantios florestais é um fator de extrema relevância, sendo que através desse mecanismo ocorre a manutenção de biodiversidade e a garantia de melhores condições de abrigo e alimentação para fauna local.

Para tanto, a fauna tem grande importância na regeneração natural, pois auxilia na dispersão de propágulos, facilitando a restauração da biodiversidade. Vale ressaltar que as florestas plantadas também contribuem para esse processo, sendo que inúmeras vezes atraem a fauna local, servindo como poleiros naturais (SOUZA, 2000), ou mesmo como fonte de alimentação, dependendo da espécie plantada.

A abordagem do sub-bosque em plantios homogêneos gera conhecimentos sobre quais espécies conseguem se desenvolver em plantios florestais e como essas se relacionam com o meio abiótico (NERI et al., 2005). Sendo assim, a regeneração natural permite a realização do diagnóstico do estado de conservação do fragmento, e também respostas às perturbações naturais ou humanas (SILVA et al., 2007).

Inúmeras críticas cercam o cultivo do eucalipto, principalmente no que diz respeito à dificuldade ou facilidade de regeneração em seu sub-bosque. Contudo, segundo Onofre et al. (2010), recentemente inúmeros estudos revelam que as plantações de eucalipto desempenham importante função na promoção da regeneração em seu sub-bosque, servindo como proteção para espécies que ali se desenvolverão.

O objetivo do presente estudo foi avaliar a regeneração natural do sub-bosque de um plantio de *Eucalyptus* sp. no município de Dois Vizinhos, Paraná, Brasil.

Material e Métodos

O estudo foi desenvolvido no sub-bosque de um plantio de *Eucalyptus* sp. de aproximadamente 18 anos de idade com densidade de cerca de 360 indivíduos/ha, diâmetro a altura do peito (DAP) médio de 44 cm e altura total média de 36,5 m. A área de estudos encontra-se localizada no Câmpus da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Dois Vizinhos, sudoeste do Paraná, Brasil entre as coordenadas geográficas 25°44'03" S e 53°03'10" W, em altitude média de 509 m. Conforme a classificação de Köppen, a região está sob clima Cfa, apresentando precipitação média anual entre 2000 e 2500 mm e temperaturas médias anuais entre 19°C e 20°C (IAPAR, 2012). O solo predominante na região é do tipo Nitossolo Vermelho distroférrico (EMBRAPA, 2006).

Quanto à vegetação, o Câmpus da UTFPR-DV encontra-se em uma área de ecótono entre a Floresta Ombrófila Mista e a Floresta Estacional Semidecidual. Levantamentos realizados por Gorestein et al., (2010), na trilha ecológica da UTFPR-DV mostram que nessa área foram encontradas espécies florestais típicas regionais como, por exemplo: *Parapiptadenia rigida* (Benth.). Brenan, *Nectandra lanceolata* Ness & Mart., *Ocotea puberula* (Rich.) Nees, *Casearia decandra* Jacq. *Campomanesia xanthocarpa*. O. Berg, que

representam tanto a Floresta Ombrófila Mista como a Floresta Estacional Semidecidual (GORESTEIN et al., 2010).

Para o levantamento da estrutura da regeneração da vegetação do sub-bosque foi utilizado o método de parcelas, sendo alocadas aleatoriamente 10 parcelas de 10 x 10 m. Utilizou-se como critério de inclusão apenas os indivíduos com circunferência à altura do peito (CAP) igual ou superior a 10 cm. Após a identificação e medição de todos os indivíduos presentes nas parcelas, os dados foram tabulados em planilhas.

Calcularam-se os índices fitossociológicos: Ni – Número de indivíduos amostrados; G (m²) – Área Basal; DA (n° ind.ha⁻¹) - Densidade absoluta; DR (%) - Densidade relativa; FA - Frequência absoluta; FR (%) - Frequência relativa; DoA (m².ha⁻¹) - Dominância absoluta; DoR (%) - dominância relativa; VI (%) - Valor de Importância (MARTINS, 1993) e classificaram-se também os indivíduos quanto sua dispersão. Para a caracterização da diversidade das espécies foram calculados os índices de diversidade de Shannon e equitabilidade de Pielou. Os dados foram tabulados e calculados utilizando-se o software Microsoft Office Excel®.

Resultados e Discussão

Foram amostrados 162 indivíduos arbustivo-árborescentes pertencentes a 20 famílias botânicas, 28 gêneros e 33 espécies. Dez indivíduos não foram identificados. As famílias com maior número de espécies foram Malvaceae com cinco espécies, Rutaceae e Sapindaceae com 3 espécies, seguidos de Annonaceae, Euphorbiaceae, Myrtaceae e Salicaceae com duas cada (Tabela 1).

Tabela 1. Espécies amostradas na regeneração natural em sub-bosque de *Eucalyptus* sp. e seus respectivos índices fitossociológicos. Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. 2012.
Table 1. Species sampled in the natural regeneration in understory of *Eucalyptus* sp. and their phytosociological indices, Dois Vizinhos, Parana, Brazil. 2012.

Espécie	Ni	G (m ²)	DA (n° ind.ha ⁻¹)	DR (%)	FA	FR (%)	DoA (m ² .ha ⁻¹)	DoR (%)	VI (%)	Disp.
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	39	0,15	390	24,07	0,6	6,82	1,48	16,23	15,71	Ane
<i>Allophylus edulis</i> (A. ST.-Hil., Cambess.& A.Juss.) Radlk	17	0,07	170	10,49	0,7	7,95	0,71	7,72	8,72	Zoo
<i>Hovenia dulcis</i> Thumb.	12	0,16	120	7,41	0,6	6,82	1,62	17,74	10,65	Zoo
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	10	0,06	100	6,17	0,5	5,68	0,61	6,71	6,19	Zoo
Não identificada	10	0,07	100	6,17	0,6	6,82	0,71	7,73	6,91	N. id.
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees & Mart. Ex Nees	8	0,06	80	4,94	0,5	5,68	0,64	6,98	5,87	Zoo
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	8	0,1	80	4,94	0,4	4,55	0,99	10,81	6,76	Zoo
<i>Annona sylvatica</i>	5	0,01	50	3,09	0,3	3,41	0,11	1,21	2,57	Zoo

A.St.-Hil.											
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	5	0,02	50	3,09	0,2	2,27	0,21	2,31	2,56	Ane	
<i>Annona cacans</i> Warm.	4	0,01	40	2,47	0,4	4,55	0,13	1,43	2,81	Zoo	
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	4	0,01	40	2,47	0,3	3,41	0,1	1,09	2,32	Zoo	
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg.	3	0,01	30	1,85	0,3	3,41	0,07	0,75	2	Zoo	
<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk	3	0,01	30	1,85	0,3	3,41	0,07	0,8	2,02	Zoo	
<i>Cupania vernalis</i> Cambess	3	0,01	30	1,85	0,2	2,27	0,11	1,19	1,77	Zoo	
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	3	0,01	30	1,85	0,3	3,41	0,08	0,9	2,05	Zoo	
<i>Piper hispidum</i> Sw	3	0	30	1,85	0,3	3,41	0,04	0,47	1,91	Zoo	
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	3	0,02	30	1,85	0,2	2,27	0,19	2,07	2,06	Zoo	
<i>Casearia cf. decandra</i>	2	0,01	20	1,23	0,2	2,27	0,05	0,58	1,36	Zoo	
<i>Cestrum intermedium</i> Sendtn.	2	0,02	20	1,23	0,1	1,14	0,16	1,78	1,38	Zoo	
<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil	2	0,01	20	1,23	0,2	2,27	0,07	0,78	1,43	Zoo	
Myrtaceae sp. 1	2	0	20	1,23	0,2	2,27	0,02	0,21	1,24	Zoo	
<i>Tabernaemontana catharinensis</i> (A. DC)	2	0,01	20	1,23	0,2	2,27	0,06	0,68	1,4	Zoo	
<i>Alchornea</i> sp.	1	0	10	0,62	0,1	1,14	0,01	0,09	0,61	Zoo	
<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	1	0,01	10	0,62	0,1	1,14	0,09	0,98	0,91	Zoo	
<i>Ficus</i> sp.	1	0,04	10	0,62	0,1	1,14	0,4	4,39	2,05	Zoo	
<i>Jacaranda puberula</i> Cham	1	0	10	0,62	0,1	1,14	0,03	0,35	0,7	Ane	
<i>Lauraceae</i> sp. 1.	1	0	10	0,62	0,1	1,14	0,02	0,17	0,64	Zoo	
<i>Lauraceae</i> sp. 2	1	0	10	0,62	0,1	1,14	0,03	0,28	0,68	Zoo	
<i>Lonchocarpus</i> sp.	1	0	10	0,62	0,1	1,14	0,05	0,54	0,77	Ane	
<i>Pilocarpus pennatifolius</i> Lem.	1	0	10	0,62	0,1	1,14	0,02	0,25	0,67	Auto	

<i>Rapanea umbellata</i> (Mart.) Mez	1	0	10	0,62	0,1	1,14	0,02	0,22	0,66	Zoo
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs	1	0,01	10	0,62	0,1	1,14	0,07	0,73	0,83	Auto
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman.	1	0,02	10	0,62	0,1	1,14	0,15	1,69	1,15	Zoo
<i>Zanthoxylum petiolare</i> A. St.- Hil. & Tul.	1	0	10	0,62	0,1	1,14	0,01	0,13	0,63	Zoo
Total	162	0,914	1620	100	8,8	100	9,14	100	100	

Onde: Ni – Número de indivíduos amostrados; G (m²) – Área Basal; DA (n° ind.ha⁻¹)- Densidade absoluta; DR (%) - Densidade relativa; FA - Frequência absoluta; FR (%) - Frequência relativa; DoA (m².ha-1) - Dominância absoluta ; DoR (%) - dominância relativa; VI (%) - Valor de Importância; Disp – Dispersão; Ane – Anemocoria; Auto – Autocoria; Zoo – zoocoria; N. id. – não identificada.

Segundo os dados fitossociológicos, há dominância da família Rhamanaceae na vegetação do sub-bosque, seguida de Malvaceae, Lauraceae e Sapindaceae. Isso pode ser explicado pelo fato das espécies dessas famílias apresentarem dominância elevada como *Hovenia dulcis* Thumb. (17,74%), *Luehea divaricata* Mart. (16,23%), *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez (10,81%), *Allophylus edulis* (A. ST.-Hil., Cambess.& A.Juss.) Radlk (7,72%) e *Nectandra lanceolata* Nees (6,98%).

Dentre essas espécies, com exceção da *Hovenia dulcis*, nota-se a caracterização de um sub-bosque em estágio sucessional, no qual há espécies de regeneração inicial a estágio médio de regeneração.

As dez espécies com maior valor de importância concentram 67,48% do índice. Comparativamente, a espécie que apresentou maior valor de importância (VI) foi *Luehea divaricata* (15,71%), que é uma espécie pioneira de rápido crescimento, seguida pela *Hovenia dulcis* (10,65%), o que representa 7,41% da densidade relativa da área. Vale ressaltar que essa é uma espécie exótica invasora na região sul do Brasil, que representa uma ameaça a biodiversidade, por ter a capacidade de modificar os espaços naturais. Essas duas espécies foram amostradas em um estudo feito por Gorenstein et al. (2010), no qual também apresentou os maiores valores de importância dentre as outras espécies.

Outras espécies que se sobressaíram em valor de importância (VI) foram *Allophylus edulis* com alta densidade e dominância, *Nectandra megapotamica* com alta dominância e densidade baixa e *Casearia sylvestris* com dominância e densidade intermediária.

O índice de diversidade de Shannon (H') das espécies componentes do sub-bosque da floresta de *Eucalyptus* sp. encontrado nesse trabalho foi de 2,9, valor razoável, representando uma diversidade média de espécies. Todavia, considerando que as plantas de *Eucalyptus* sp. estão com aproximadamente 18 anos e dispostas de maneira pouco densa, tendo já sido realizados desbastes na área e que essas condições permitem maior desenvolvimento de plantas no sub-bosque, esse é um valor muito baixo. Isso fica evidente se comparado ao índice encontrado por Estevan et al. (2011), que foi de 3,71, em levantamento fitossociológico realizado em fragmento florestal nativo em estágio sucessional avançado e ao valor de 3,34, estimado por Dullis et al. (2011), em área de regeneração natural de fragmento florestal em estágios médio e avançado de desenvolvimento. Nappo et al. (2000), em sub-bosque de

povoamentos homogêneos de *Mimosa scabrella*, encontraram um índice de 2,85, que consideraram como um valor muito baixo. Porém, se comparar o índice de diversidade encontrado nesse trabalho com outros índices referentes a sub-bosques em plantios de *Eucalyptus* sp., esse é um valor razoável como citado anteriormente, pois Ferreira et al. (2007) encontraram 2,43, Neri et al. (2005) estimaram 2,49, Onofre, Engel e Cassola (2010) obtiveram 2,83 na classe de DAP maior ou igual a 5 cm, Saporetti Júnior et al. (2003) estimaram 2,636 e Souza et al. (2007) encontraram 2,89.

Quanto à equitabilidade, exposta pelo índice de Pielou, esta apresentou um valor muito bom, 0,83, demonstrando que não há dominância significativa de uma ou mais espécies no conjunto amostrado, haja vista que as espécies que tiveram maior dominância foram *Hovenia dulcis*, com 17,74% e *Luehea divaricata*, com 16,23% de dominância. Esse índice é bem inferior ao obtido por Nappo et al. (2000), em estudo da regeneração em sub-bosque de plantio de *Mimosa scabrella* numa área minerada, que foi de 6,88, valor bem relevante, demonstrando a alta resiliência do local. Em outras áreas de sub-bosque de *Eucalyptus* sp. observa-se que o índice de equitabilidade desse estudo é maior: Onofre, et al. (2010) encontraram um valor de 0,63 para plantas com DAP maior ou igual a 5 cm, Saporetti Júnior et al. (2003) estimaram uma equitabilidade de 0,715, Souza et al. (2007) apresentaram um índice de 0,74 e Callegaro et al. (2010) encontraram um valor de 0,51. Assim, em comparação com esses trabalhos, o estudo em questão apresenta um índice bom no que se refere à equitabilidade das espécies.

Quanto a síndrome de dispersão das espécies encontradas neste estudo, percebe-se que 79,41% das mesmas apresentam dispersão zoocórica, 11,76% têm dispersão anemocórica, 5,88% conta com dispersão autocórica e 2,94% corresponde às espécies não identificadas (Figura 1).

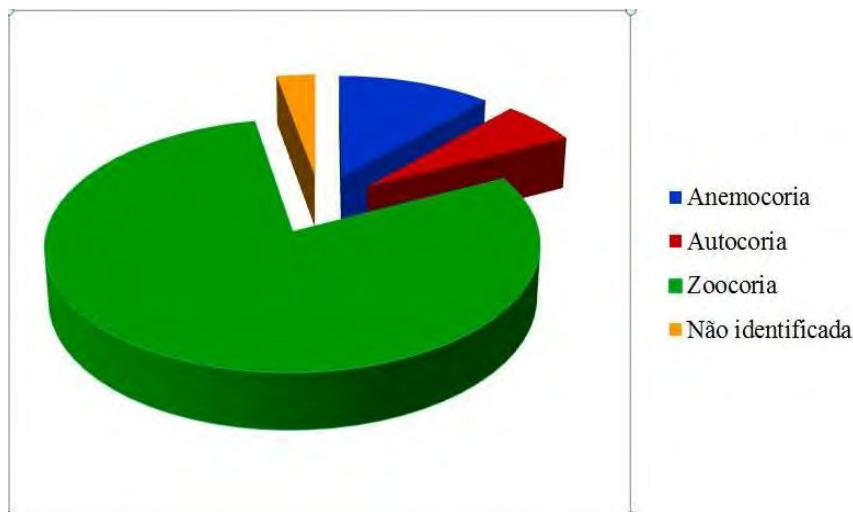


Figura 1: Síndrome de dispersão das espécies encontradas na regeneração em plantio de *Eucalyptus* sp. Dois Vizinhos, Paraná, Brasil.

Figure 1: Dispersion Syndrome in the regeneration of the species found in *Eucalyptus* sp. Dois Vizinhos, Parana, Brazil.

Dentre as sete espécies com maior número de indivíduos amostrados, apenas *Luehea divaricata* Mart. apresenta dispersão anemocórica, que conta com sementes aladas e frutos deiscentes, permitindo a sua dispersão pelo vento (BUDKE et al., 2005).

As outras espécies com maior número de indivíduos, *Hovenia dulcis*, *Allophylus edulis*, *Nectandra megapotamica*, *Casearia sylvestris* e *Nectandra lanceolata*, apresentam dispersão

zoocórica, sobretudo pelas características dos frutos, que são carnosos e em geral, com cores atrativas à avifauna.

Em uma avaliação realizada por Bertolini et al. (2009) sobre a presença da espécie *Hovenia dulcis* em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual no Câmpus Dois Vizinhos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, os autores perceberam que seu alto potencial de invasão e consequente domínio da área no decorrer do tempo está atrelado ao sua alto poder de regeneração, sua forma de dispersão (zoocórica) que é altamente atrativa para aves e mamíferos, que por sua vez são os maiores disseminadores da espécie.

Callegaro et al. (2010), em trabalho com o sub-bosque em plantio de *Eucalyptus* sp., com predominância de dispersão zoocórica, afirmaram que esse tipo de dispersão está associada ao fato do povoamento de *Eucalyptus* sp. servir como abrigo e poleiro para agentes dispersores. Além disso, segundo Armando et al. (2011), dada à importância da zoocoria para dispersão de sementes, a proximidade de fontes destas é um fator primordial para a regeneração florestal no sub-bosque de florestas plantadas. Assim como o plantio de *Eucalyptus* sp., objeto desse estudo, localiza-se ao lado de uma floresta nativa, essa proximidade favoreceu a disseminação de propágulos de espécies localizadas na mata, possibilitando a formação de um sub-bosque.

Conclusões

As espécies com maior número de indivíduos amostrados foram *Luehea divaricata*, *Hovenia dulcis*, *Allophylus edulis*, *Casearia sylvestris*, *Nectandra lanceolata* e *Nectandra megapotamica*.

A maioria das espécies apresenta síndrome de dispersão zoocórica, facilitada pela proximidade de uma floresta nativa ao plantio.

O manejo realizado na floresta de *Eucalyptus* sp., através da realização de desbastes, facilitou a regeneração da vegetação no sub-bosque, pela abertura de maior incidência de luz junto ao solo no interior da floresta.

Bibliografia

- ARMANDO, D. M. de S.; ROSA, T. C.; SOUSA, H. de; SILVA, R. A.; CARVALHO, L. C. da S.; GONZAGA, A. P. D.; MACHADO, E. L. M.; COSTA, M. do P. 2011. Colonização de espécies arbustivo-arbóreas em povoamento de *Eucalyptus* spp., Lavras-MG. Floresta e Ambiente, v.18 n.4, p. 376-389.
- BERTOLINI, I. C.; DA SILVA, M. S.; HOSSEL, C.; NOVACHAELLEY A. J.; MEDEIROS, A.; COUSSEAU, A.; BECHARA, F. C.; BRUN, E. J.; FREDDO, A. R. 2009. Avaliação da invasão biológica por uva-do-japão (*Hovenia dulcis* Thunb.) em um fragmento de floresta estacional semidecidual no município de Dois Vizinhos-PR. In: III SSPA SEMINÁRIO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA, 2009. Dois Vizinhos. Anais... UTFPR, Dois Vizinhos – PR.
- BUDKE, J. C.; ATHAYDE, E. A.; GIEHL, E. L. H.; ZÁCHIA, R. A.; EISINGER, S. M. 2005. Composição florística e estratégias de dispersão de espécies lenhosas em uma floresta ribeirinha, arroio Passo das Tropas, Santa Maria, RS, Brasil. Iheringia, Série Botânica, Porto Alegre-RS, v.60, n. 1, p. 17-24.
- CALLEGARO, R. M.; LONGHI, S. J.; EBLING, A. A.; BIALI, L. J. 2010. Diversidade, estrutura e síndrome de dispersão de espécies lenhosas componentes do sub-bosque de um povoamento de *Eucalyptus* sp. na região central do Rio Grande do Sul. In: IV SEMINÁRIO SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA CIÊNCIAS AGRÁRIAS, ANIMAIS E FLORESTAIS, 2010. Dois Vizinhos. Anais... UTFPR, Dois Vizinhos - PR, v. 1.
- DULLIS, M.; LONGHI, S. J.; GREFF, L. T. B.; WEBER, F. S. 2011. Florística e fitossociologia da regeneração natural em um remanescente de floresta Ombrófila Mista no Rio Grande Do Sul. In: I CONGRESSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA UTFPR- CÂMPUS DOIS VIZINHOS, 2011, Dois Vizinhos. Anais... UTFPR, Dois Vizinhos – PR. p. 263- 267.
- EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. 2006. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2ª ed. Embrapa: Rio de Janeiro, 306 p.
- ESTEVAN, D. A.; KREFTA, S. M.; CABREIRA, M. A. F.; FACCHI, S. P.; BACHI, L. R.; REFFATTI, R. P. 2011. Estrutura e diversidade arbórea em fragmento florestal no salto do Rio Chopim, São Jorge D'Oeste-Paraná, Brasil. In: I CONGRESSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA UTFPR- CÂMPUS DOIS VIZINHOS, 2011, Dois Vizinhos. Anais... UTFPR, Dois Vizinhos – PR, p. 80-84.

- FERREIRA, W. C.; FERREIRA, M. J.; MARTINS, J. C. 2007. Regeneração natural de espécies arbustivo-arbóreas no sub-bosque de *Eucalyptus saligna* em mata ciliar, no município de Lavras, MG. Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre – RS, v. 5, supl. 1, p. 579-581.
- GORENSTEIN, M. R.; BECHARA, F. C.; ESTEVAN, D. A.; SGARBI, A. S.; GALLO, I. C. 2010. Estrutura e diversidade da comunidade arbórea na trilha ecológica da UTFPR, *Campus* Dois Vizinhos através do método de quadrantes. In: IV SSPA SEMINÁRIO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA, 2010, Dois Vizinhos. Anais... UTFPR, Dois Vizinhos – PR. v. 1.
- HÜLLER, A.; RAUBER, A.; WOLSKI, M. S.; ALMEIDA, N. L. de; WOLSKI, S. R. S. 2011. Regeneração natural do componente arbóreo e arbustivo do parque natural Municipal de Santo Ângelo – RS. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, Piracicaba – SP, v.6, n.1, p.25-35.
- IAPAR, INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. 2012. Sistema de monitoramento agroclimático do Paraná. Disponível em: <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=604>. Acesso em: 23 de março de 2012.
- MARTINS, F. R. 1993. Estrutura de uma floresta mesófila. Campinas: UNICAMP, 246p.
- NAPPO, M. E.; OLIVEIRA FILHO, A. T. de; MARTINS, S. V. 2000. A estrutura do sub-bosque de povoamentos homogêneos de *Mimosa scabrella* Bentham, em área minerada, em Poços de Caldas, MG. Ciência Florestal, Santa Maria-RS, v. 10, n.2, p. 17-29.
- NERI, A. V.; CAMPOS, E. P. de; DUARTE, T. G.; NETO, J. A. A. M.; SILVA, A. F. da; VALENTE, G. E. 2005. Regeneração de espécies nativas lenhosas sob plantio de *Eucalyptus* em área de cerrado na Floresta Nacional de Paraopeba, MG, Brasil. Acta Botanica Brasílica. v. 19, n. 2, p. 369-376.
- ONOFRE, F. F.; ENGEL, V. L.; CASSOLA, H. 2010. Regeneração natural de espécies da Mata Atlântica em sub-bosque de *Eucalyptus saligna* Smith, em uma antiga unidade de produção florestal no Parque das Neblinas, Bertioga, SP. Scientia Forestalis. Piracicaba, v.38, n.85, p.39-52.
- SAPORETTI JÚNIOR, A. W.; NETO, J. A. A. M.; ALMADO, R. 2003. Fitossociologia de sub-bosque de Cerrado em talhão de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden no município de Bom Despacho-MG. Revista Árvore, Viçosa-MG, v. 27, n. 6, p. 905-910.
- SILVA, W. C. da; MARANGON, L. C.; FERREIRA, R. L. C.; FELICIANO, A. L. P.; COSTA, R. F. 2007. Estudo da regeneração natural de espécies arbóreas em fragmento de Floresta Ombrófila Densa, Mata das Galinhas, no município de Catende, Zona da Mata Sul de Pernambuco. Ciência Florestal. Santa Maria – RS, v.17, n.4, p.321-331.
- SARTORI, M. S. 2011. Variação da regeneração natural da vegetação arbórea no sub-bosque de *Eucalyptus saligna* Smith, manejado por talhadia, localizado no município de Itatinga, SP. 2011. 95 f.: Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- SOUZA, P. B. de; MARTINS, S. V.; COSTALONGA, S. R.; COSTA, G. de O. 2007. Florística e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea do sub-bosque de um povoamento de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden em Viçosa, MG, Brasil. Revista Árvore, Viçosa-MG, v. 31, n. 3, p. 533-543.
- SOUZA, F.M. 2000. Estrutura e dinâmica do estrato arbóreo e da regeneração natural em áreas restauradas. 2000. 78 f.: Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

DESENVOLVIMENTO DE MUDAS DE PAINEIRA (*Ceiba speciosa* (A. St.-Hil.) Ravenna) COM SUBSTRATOS À BASE DE CAMA DE AVIÁRIO

DEVELOPMENT OF PAINEIRA SEEDLINGS (*Ceiba speciosa* (A. St.-Hil.) Ravenna) WITH SUBSTRATES BASED ON POULTRY LITTER

Krefta, S. M ¹; Facchi, S. P ²; Cabreira, M. A. F³; Brun, E. J ⁴

¹ - Aluna de graduação em Engenharia Florestal da UTFPR Câmpus Dois Vizinhos. E-mail: sandra_krefta@hotmail.com. Bolsista PET – Engenharia Florestal, UTFPR-DV.

² - Aluna de graduação em Engenharia Florestal da UTFPR Câmpus Dois Vizinhos. E-mail: suellyn2009@hotmail.com. Bolsista de Iniciação Tecnológica – CNPQ.

³ - Aluna de graduação em Engenharia Florestal da UTFPR Câmpus Dois Vizinhos.

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

Resumo

O presente estudo foi conduzido no viveiro florestal da UTFPR Câmpus Dois Vizinhos, PR, Brasil entre fevereiro e julho/2011. Objetivou-se com o mesmo avaliar o desenvolvimento de mudas de *Ceiba speciosa* (A. St.-Hil.) Ravenna através de substratos com diferentes proporções de cama de aviário. Para tanto, se utilizou cinco tratamentos: T1- substrato comercial (SC), T2- 33,3% de solo (S), 33,3% de areia (A) e 33,3% de cama de aviário (CA); T3 - 25% S:25% A:50% CA; T4 - 16,6% S:16,6% A:66,6% CA; T5 - 100% CA. Constatou-se que a emergência foi maior no tratamento T1, não diferindo do T4, e que as variáveis medidas (altura da parte aérea, diâmetro do colo, número de folhas, massa seca da raiz, parte aérea e total) não apresentaram diferença estatística entre os tratamentos, concluindo-se que os diferentes substratos não influenciam significativamente no desenvolvimento das mudas de paineira e que todos foram adequados sua produção.

Palavras-chave: compostos orgânicos, espécie arbórea, mudas florestais.

Summary

This study was conducted at the forestry nursery of UTFPR Campus Dois Vizinhos, PR, Brazil, between February and Julho/2011. The objective was to evaluate the development of seedlings of *Ceiba speciosa* (A. St.-Hil.) Ravenna, by substrates with different proportions of poultry litter. For this purpose, were used five treatments: T1-commercial substrate (CS), 33.3% T2-soil (S), 33.3% sand (A) and 33.3% of poultry litter (CA); T3 - 25% S: 25% A: 50% CA, T4 - 16.6% S: 16.6% A: 66.6% SC, T5 - 100% CA. The emergence was higher in T1 and not differ from T4, and that the measured variables (shoot height, stem diameter, leaf number, root dry mass, shoot and total) showed no statistical difference between treatments, concluding that the different substrates did not significantly influence the development of seedlings of *C. speciosa* were adequate and that all its production.

Key-words: organic compounds, tree species, forest seedlings.

Introdução

A produção de mudas florestais vem se expandindo nas últimas décadas, de forma que a avaliação da qualidade dessas mudas é algo que se torna imprescindível, para obtenção de um bom produto final. Inúmeros substratos puros ou de forma combinada são usados para a realização da propagação de espécies florestais via sexuada e assexuada e raramente se

encontra um material isolado com características ótimas para o desenvolvimento das plantas (WENDLING, GUASTALA, DEDECEK; 2007), devendo-se priorizar a busca de misturas que resultem na melhor qualidade possível do substrato, refletindo na muda produzida.

Conforme Kratz (2011), a demanda por substratos está em constante crescimento em função de sua necessidade nas inúmeras áreas agrícolas, sendo assim o surgimento de novos produtos se torna indispensável, e para tanto o uso de materiais renováveis é uma maneira de suprir essa necessidade e atender aos padrões atuais de sustentabilidade ambiental. Sabe-se que muitos compostos orgânicos vêm sendo utilizados atualmente, no entanto, a escolha do material a ser utilizado para formulação do substrato é um aspecto extremamente relevante a ser levado em consideração, sendo que este deve ser abundante e apresentar baixo custo, evidenciando-se assim o benefício da utilização de materiais de origem regional.

Segundo Prado et al., (2002) os resíduos sólidos produzidos tanto na área agrícola, industrial ou agroindustrial, são atualmente um dos maiores passivos ambientais. A cama de aviário é um desses resíduos e é encontrada em grande quantidade no sudoeste paranaense, em função do crescimento da produção de frango nessa região. De acordo com a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS, 2004), a cama de aviário é composta, em média, por: 35 g kg⁻¹ de nitrogênio; 38 g kg⁻¹ de P, 30 g kg⁻¹ de K, 42 g kg⁻¹ de Ca, 9 g kg⁻¹ de Mg, 2 g kg⁻¹ de Cu, 3 g kg⁻¹ de Zn e com pH em volta de 8,0. Vale ressaltar que a cama de aviário possui um considerável potencial poluidor e seu uso na formulação de substrato acarretará na minimização desse potencial.

A Paineira (*Ceiba speciosa* (A. St. Hil.) Ravenna) é uma espécie arbórea decídua que pertence à família Malvaceae, antiga Bombacaceae e tem sinonímia botânica *Chorisia speciosa* St. Hil. (MATOS; QUEIROZ, 2009). Segundo Lorenzi (1998), ocorre naturalmente nos estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais, Goiás, São Paulo, Mato Grosso do Sul e Norte do Paraná (Brasil). Dentre suas inúmeras utilidades destacam-se o uso de sua madeira na confecção de inúmeros materiais. Vale ressaltar que a paineira possui grande potencial ornamental, em função de suas belas flores, podendo assim ser empregada no paisagismo de diversas praças e jardins. Além disso, apresenta-se com funcionalidade excelente em plantios mistos em áreas degradadas de preservação permanente. O objetivo do presente estudo foi avaliar o desenvolvimento de mudas de *Ceiba speciosa* (A. St.-Hil.) Ravenna com o uso de substratos com diferentes proporções de cama de aviário.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no viveiro florestal da UNEPE (Unidade de Ensino e Pesquisa) Silvicultura, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos - Paraná - Brasil (25°44'03" S, 53°03'10" W, altitude 509 m) entre fevereiro e julho de 2011. Segundo a classificação de Köppen, a região está sob clima Cfa, apresentando precipitação média anual entre 2000 e 2500 mm e temperaturas médias anuais entre 19°C e 20°C (IAPAR, 2012).

As sementes de paineira utilizadas nessa pesquisa foram coletadas de matrizes superiores localizadas na região sudoeste do Paraná. O experimento foi instalado em arranjo inteiramente casualizado, com cinco tratamentos, sendo eles: T1- Substrato Comercial Macplant® (SC), T2- 33,3% solo (S), 33,3% areia (A) e 33,3% cama de aviário (CA); T3 - 25% S; 25% A; 50% CA; T4 - 16,6% S, 16,6% A, 66,6% CA; T5 - 100% CA, cada um com cinco repetições, compostas estas por dez plantas cada, devidamente instaladas em tubetes de 125 cm³ de volume, que foram acondicionados em grades plásticas, que serviram como suporte para os mesmos. Os substratos utilizados foram caracterizados quimicamente no laboratório de Análises de Solos e Plantas da UTFPR Câmpus Pato Branco (Tabela 1).

O teor de matéria orgânica dos substratos foi considerado entre médio e alto, menos para o tratamento 2 com baixo teor. Em relação ao pH, apenas o substrato comercial apresentou pH mais ácido, ao contrário dos tratamentos com cama de aviário, que mostraram pH mais elevado, mesmo assim não alcançando os altos índices mostrados pela literatura (SBCS, 2004), acredita-se que isso esteja relacionado ao fato de que a cama de aviário utilizada estava bem curtida, tendo ficado por cerca de 6 meses nesse processo. O teor de P disponível apresentou-se inferior no tratamento 2 seguido do 4, ambos os teores são considerados baixos, apesar da maior proporção de cama de aviário no T4, acredita-se que algumas partículas de solo poderiam estar presentes na amostra, causando um teor menor. Os teores de K foram superiores no substrato comercial e com 100% de cama de aviário. Ca e Mg apresentaram teores elevados em ambos os tratamentos, com teores crescentes de acordo com a proporção de cama de aviário no substrato. A soma de bases apresentou-se elevada em ambos os tratamentos. A toxidez de Al pode ser considerada baixa em todos os tratamentos. Os menores teores de P, K, Ca e Mg (Tabela 1) em relação aos dados médios apresentados por SBCS (2004) se devem ao fato da cama de aviário usada já estar curtida há um bom tempo, podendo ter sido contaminada com partículas de solo no local de depósito a céu aberto, além também da lavagem que pode ter ocorrido pelas chuvas durante esse período em que o material ficou exposto.

Tabela 1. Qualidade dos substratos usados no experimento. Dois Vizinhos. PR. Brasil. 2011.

Table 1. Quality of the substrates used in the experiment. Dois Vizinhos. PR. Brazil. 2011.

Variáveis	T1	T2	T3	T4	T5
Matéria orgânica (g dm ³)	77,73	13,40	26,80	26,80	53,61
pH (CaCl ₂)	4,20	5,90	5,50	5,60	5,50
P (g kg ⁻¹)	0,53	0,22	0,57	0,37	0,74
K (g kg ⁻¹)	1,74	0,95	1,26	1,52	1,94
Ca (g kg ⁻¹)	8,64	1,41	4,51	3,76	7,52
Mg (g kg ⁻¹)	3,69	0,39	0,69	1,17	2,37
SB (cmol _c dm ⁻³)	41,43	7,58	17,36	18,17	33,64
V (%)	70,63	71,98	80,22	82,07	87,04
CTC	58,66	10,53	21,64	22,14	38,65
Al (cmol _c dm ⁻³)	0,94	0,00	0,00	0,00	0,00
H + Al (cmol _c dm ⁻³)	17,23	2,95	4,28	3,97	5,01
Sat. Al (%)	2,22	0,00	0,00	0,00	0,00

Onde: T1- Substrato Comercial Macplant®, T2- 33,3% solo (S), 33,3% de areia (A) e 33,3% cama de aviário (CA); T3 - 25% S :25% A:50% CA; T4 - 16,6% S:16,6% A:66,6% CA; T5 - 100% CA.

Todos os materiais usados para formulação dos substratos foram devidamente peneirados, medidos em volume e receberam adubação de lenta liberação (NPK 15-08-12, 6 meses) correspondente a 10 kg/m³ de substrato, sendo após homogêneos e colocados nos tubetes.

A semeadura ocorreu diretamente nos tubetes, com cinco sementes cada um. Após a semeadura, os tubetes foram levados para casa de vegetação, onde permaneceram por dois meses, seguindo para casa de sombra onde ficaram até o 90º dia, e posteriormente para área de pleno sol onde completaram os 150 dias de desenvolvimento. Na saída para casa de sombra realizou-se o espaçamento das mudas (2 x espaço inicial). As plantas foram irrigadas

diariamente, três vezes por dia, com o fornecimento adequado de água para o desenvolvimento das mudas, até próximo à capacidade de campo do substrato.

A análise de emergência foi realizada diariamente após a semeadura, durante um mês. Após isso, nas embalagens em que se desenvolveu mais de uma plântula, selecionou-se a planta mais vigorosa e desbastaram-se as demais. A partir do primeiro mês as mudas foram mensuradas quinzenalmente até os 90 dias e mensalmente entre os 90 e 150 dias, quanto à altura da parte aérea (H), diâmetro do colo (Dc) e número de folhas (Nf), através do uso de régua e paquímetro digital.

Na avaliação feita aos 150 dias realizaram-se análises destrutivas de massa seca da parte aérea e radicular em cinco plantas por repetição. Para a remoção do substrato aderido ao sistema radicular, utilizou-se jato d'água para lavagem das raízes sobre peneira com malha 1 mm, catando-se todas as raízes, depois de limpas, com uso de pinça. Após isso, parte aérea e radicular, de forma separada, foram secas em estufa de circulação e renovação de ar, a 65°C até atingirem peso constante, determinando-se em seguida a massa seca de ambas as frações com uso de balança de precisão. Os dados obtidos foram tabulados em planilhas excel® e analisados estatisticamente quanto à variância (ANOVA) e teste de comparação de médias através do teste de Tukey ($p < 0,05$) com o auxílio do software Assistat 7.6 beta.

Resultados e Discussão

A emergência é uma fase extremamente importante para o início do desenvolvimento da plântula, e a mesma é influenciada pela retenção de água e porosidade do substrato utilizado, sendo que o substrato deve ser capaz de proporcionar a difusão do oxigênio e também a respiração das raízes (SMIDERLE e MINAMI, 2001). Com base nos dados apresentados na Tabela 2, evidenciou-se que a porcentagem de emergência foi maior no substrato comercial, não se diferenciando deste no tratamento 16,6% S:16,6% A:66,6% CA, este último também não apresentando diferença estatística entre os demais tratamentos.

Charlo et al. (2006), estudando palmeira real australiana (*Archontophoenix alexandrae*) constataram que o tratamento que apresentou maior porcentagem de germinação foi com Plantmax®, em comparação com os demais tratamentos: terra, areia, e terra mais areia e mais esterco, fato esse que coincide com o estudo em questão, e que pode ter ocorrido em função de os substratos comerciais em geral apresentarem umidade e aeração adequada para o desenvolvimento radicular, facilitando o processo de emergência.

Tabela 2: Emergência (%) de plântulas de *Ceiba speciosa* (A. St. Hil.) Ravenna, Dois Vizinhos, PR, Brasil. 2011.

Table 2: Emergence (%) of seedlings of *Ceiba speciosa* (A. St. Hil.) Ravenna, Dois Vizinhos, PR, Brazil. 2011.

Tratamento	Emergência (%)	CV%
T1-Substrato Comercial	36,80 a*	20,9
T2-33,3% S:33,3% A:33,3% CA	19,60 b	16,8
T3- 25% S:25% A:50% CA	18,80 b	38,1
T4-16,6% S:16,6% A:66,6% CA	25,20 ab	28,9
T5- 100% CA	24,80 b	17,7
Média Geral	25,04	-
CV%	24,85	-

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

A altura da parte aérea apresentou incrementos constantes até o 90º dia de idade em todos os tratamentos, atingindo altura considerada apta para plantio a campo em plantios de recuperação de áreas degradadas (acima de 20 cm de altura) em todos os tratamentos (Figura 1). Contudo, do 90º dia até o 150º dia de idade, ocorreu uma considerável queda nessa variável morfológica, uma vez que o período dos 90 dias correspondeu ao mês de maio, quando ocorreu, no sudoeste do Paraná – Brasil a incidência de geada precoce. Vale ressaltar que o tratamento 100% CA foi o que apresentou maior evolução ao longo dos 5 meses, mesmo iniciando com baixa altura, as plantas desse tratamento superaram os demais tratamentos no decorrer do tempo.

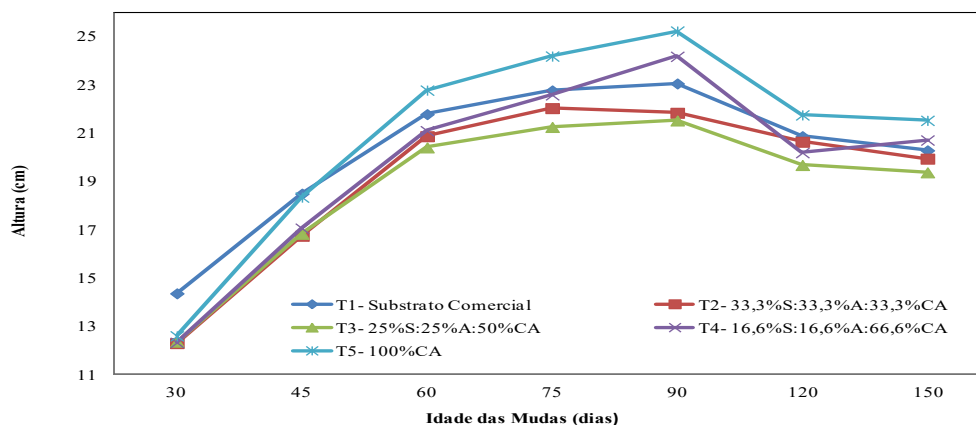


Figura 1: Variação da altura com o avanço da idade das mudas de *Ceiba speciosa* (A. St. Hil.) Ravenna. Dois Vizinhos, PR, Brasil. 2011.

Figure 1: High variation according with the seedlings age of *Ceiba speciosa* (A. St. Hil.) Ravenna. Dois Vizinhos, PR. Brazil. 2011.

O diâmetro do colo é muito relevante para avaliação da qualidade de mudas, pois tem influência direta no índice de crescimento e sobrevivência das plantas após plantio a campo (CARNEIRO, 1995). Através da Figura 2, percebe-se que os dados obtidos no presente estudo apresentaram-se uniformizados ao longo dos 150 dias de idade, crescendo de forma progressiva em todos os tratamentos, o que demonstra que a ocorrência de geada não afetou de forma significativa o desenvolvimento do diâmetro do colo. Embora não seja observada diferença significativa, o maior diâmetro de colo foi observado nas plantas que se desen

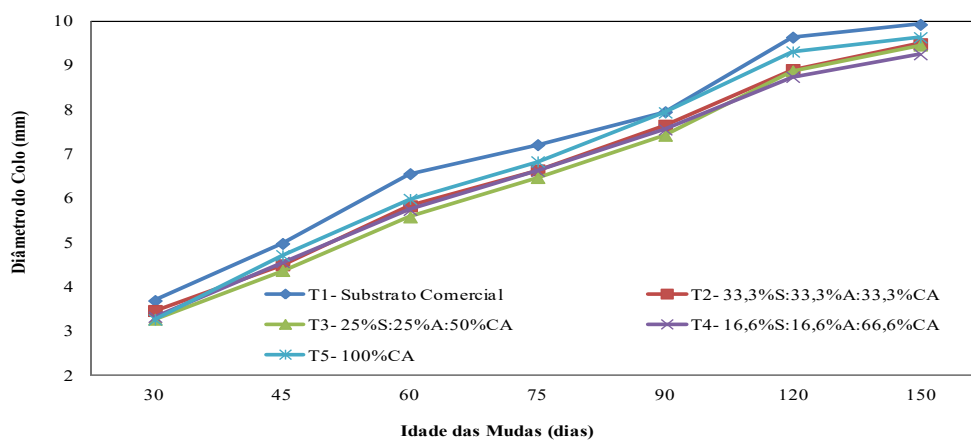


Figura 2: Variação do diâmetro do colo com o avanço da idade das mudas de *Ceiba speciosa* (A. St. Hil.) Ravenna. Dois Vizinhos, PR, Brasil. 2011.

Figure 2: Stem diameter variation according with the seedlings age of *Ceiba speciosa* (A. St. Hil.) Ravenna. Dois Vizinhos, PR, Brazil. 2011.

O número de folhas apresenta suma importância no desenvolvimento das mudas, sendo que é principalmente a partir das folhas que as plantas realizam a fotossíntese, processo esse vital para qualquer vegetal. Na Figura 3, onde se encontra demonstrada a variação do número de folhas com o decorrer do tempo, percebe-se que os tratamentos não se diferenciaram em grande escala de uma avaliação para outra. Contudo, fica evidente através da análise da figura que o número de folhas sofreu uma queda considerável a partir do terceiro mês, fato esse explicado pela paineira ser uma espécie decídua, conciliado com a ocorrência de geadas precoces, que acelerou o processo da perda das folhas, sendo que a paineira é uma espécie que tolera frio, desde que este não seja muito intenso.

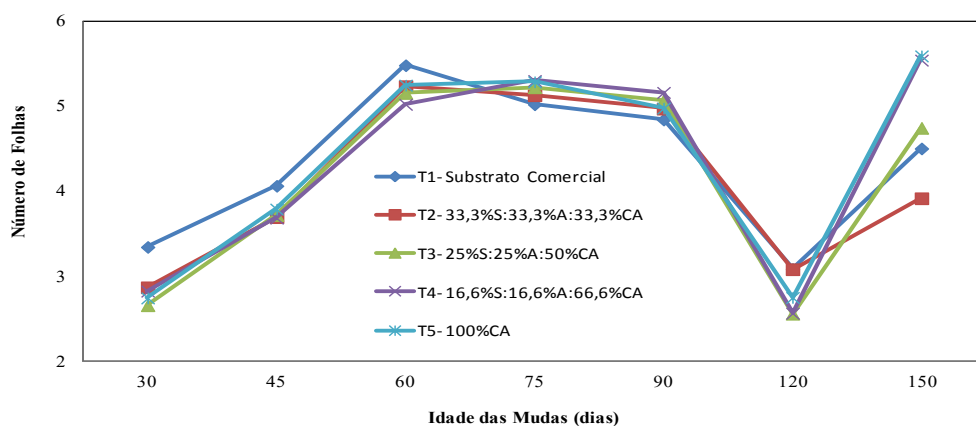


Figura 3: Variação do número de folhas com o avanço da idade das mudas de *Ceiba speciosa* (A. St. Hil.) Ravenna. Dois Vizinhos, PR, Brasil. 2011.

Figure 3: Leaves number variation according with the seedlings age of *Ceiba speciosa* (A. St. Hil.) Ravenna. Dois Vizinhos, PR, Brazil. 2011.

Após 150 dias acondicionadas em tubetes as mudas de paineira não apresentaram diferença significativa nas análises morfológicas: altura (H), diâmetro de colo (Dc) e número de folhas (Nf) como pode ser observado na Tabela 3, fato que pode ser justificado pela paineira ser uma espécie arbórea pouco exigente quanto aos solos, desenvolvendo-se satisfatoriamente até em condições de baixa fertilidade, secas ou em substratos arenosos (CARVALHO, 2003). Em conformidade com esses resultados, Krefta, Facchi e Brun (2011), ao estudar o crescimento de *Bauhinia variegata* L. usando as mesmas proporções de cama de aviário no substrato, não encontraram diferenças estatísticas nas variáveis: número de folhas, altura e diâmetro do colo entre os tratamentos.

A produção de massa seca (Tabela 4) não diferiu estatisticamente entre os diferentes tratamentos. Contudo, quando analisado o valor absoluto da massa seca total percebe-se que o tratamento que se destacou foi o 100% CA. Ao contrário desse resultado Cassoli Neto, Rissi e Galdiano Júnior (2010), ao estudarem também a massa seca da *Ceiba speciosa*, verificaram que o substrato comercial Plantmax[®] apresentou o maior valor em comparação aos demais substratos testados, que eram: Plantmax[®] + Bagaço de cana; Plantmax[®] + Casca de Amendoim e Plantmax[®] + Casca de Café.

Tabela 3: Avaliação das variáveis morfológicas das mudas de *Ceiba speciosa* (A. St. Hil.) Ravenna, aos 150 dias de idade. Dois Vizinhos, PR, Brasil. 2011.

Tabela 3: Morphological variable evaluation of seedlings of *Ceiba speciosa* (A. St. Hil.) Ravenna, in the 150 days of age. Dois Vizinhos, PR, Brazil. 2011.

Tratamento	Diâmetro do colo (Dc) (mm)	Altura (H) (cm)	Número de folhas (Nf)
T1-Substrato Comercial Mac Plant®	9,92 a*	20,36 a	4,50 a
T2-33,3% S:33,3% A:33,3% CA	9,48 a	19,95 a	3,91 a
T3- 25% S:25% A:50% CA	9,45 a	19,39 a	4,74 a
T4-16,6% S:16,6% A:66,6% CA	9,25 a	20,73 a	5,54 a
T5- 100% CA	9,62 a	21,54 a	5,59 a
Média Geral	9,54	20,39	4,85
Cv %	5,21	17,24	27,45

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

Tabela 4: Massa seca (g) das mudas de *Ceiba speciosa* (A. St. Hil.) Ravenna, aos 150 dias de idade. Dois Vizinhos, PR, Brasil. 2011.

Table 4: Dry mass (g) of seedlings of *Ceiba speciosa* (A. St. Hil.) Ravenna, in 150 days of age. Dois Vizinhos, PR, Brazil. 2011.

Tratamento	Massa Seca Parte Aérea (g)	Massa Seca Raiz (g)	Massa Seca Total (g)
T1-Substrato Comercial Mac Plant®	4,45 a*	14,45 a	18,90 a
T2-33,3% S:33,3% A:33,3% CA	4,12 a	16,78 a	20,91 a
T3- 25% S:25% A:50% CA	3,85 a	17,11 a	20,97 a
T4-16,6% S:16,6% A:66,6% CA	4,20 a	14,81 a	19,01 a
T5- 100% CA	3,94 a	17,40 a	21,35 a
Média Geral	4,11	16,11	20,23

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

Observando-se as Tabelas 3 e 4, nota-se a importância da viabilidade do uso da cama de aviário nos diferentes tratamentos que a possuíam na formulação, pois o desenvolvimento das variáveis analisadas através das plantas, com exceção da emergência, foi estatisticamente igual ao encontrado com o uso de substrato comercial, sendo assim, cabe ao viveirista decidir qual substrato será mais viável para sua produção, considerando a disponibilidade do material em sua região.

Conclusões

-A emergência de plântulas foi maior no tratamento com Substrato Comercial Mac Plant®;

- O crescimento das mudas, nos cinco meses de estudo, foi muito semelhante entre os diferentes tratamentos, com variações não significativas entre os mesmos;
- As dimensões finais das mudas e a produção de massa seca não diferiram estatisticamente entre os tratamentos;
- Todos os substratos analisados foram adequados para a produção de mudas de *Ceiba speciosa* (A. St. Hil.) Ravenna;
- Com base em aspectos ambientais e econômicos, principalmente na disponibilidade de material, o viveirista pode usar maior ou menor proporção de cama de aviário no substrato.

Bibliografia

- CARNEIRO, J. G. de A. 1995. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR.- FUPEF. 451 p.
- CARVALHO, P.E.R.; 2003. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo - PR:Embrapa Floresta, 1039p.
- CASSOLI NETO, P; RISSI, R.N ; GALDIANO JÚNIOR, R. F. 2010. Morfologia da germinação inicial e utilização de resíduos da agroindústria para o crescimento da paineira (*Ceiba speciosa* - Malvaceae). In: 61º Congresso Nacional de Botânica, 2010, Manaus - AM. **Anais do 61º Congresso Nacional de Botânica**.
- CHARLO, H. C. O; MÔRO, F. V; SILVA, V. L; SILVA, B. M. S; BIANCO, S; MÔRO, J. R. 2006. Aspectos morfológicos, germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de *Archontophoenix alexandrae* (F.Muller) H.Wendl. e Drude (Arecaceae) em diferentes substratos. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.6, p.933-940.
- IAPAR, INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. 2012. **Sistema de monitoramento agroclimático do Paraná**. Disponível em: <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=604>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2012.
- KIEHL, Edmar José. 1985. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, xv, 492 p.
- KRATZ, D. 2011. **Substratos renováveis na produção de mudas de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cabbage e *Mimosa scabrella* Benth.** 2011. 121 f.: il. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal do Paraná - PR..
- KREFTA, S. M; FACCHI, S. P; BRUN, E. J. 2011. Crescimentos de mudas de *Bauhinia variegata* L. em diferentes substratos orgânicos. In: I CONGRESSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA UTFPR- CÂMPUS DOIS VIZINHOS, 2011, Dois Vizinhos. **Anais...Dois Vizinhos – PR.** p. 207- 211.
- LORENZI, H. 1998. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa, SP – Editora Plantarum, 2ªed., 352p.
- MATOS, E; QUEIROZ, L, P. 2009. **Árvores para cidades**. Ministério Público da Bahia: Solisluna, 340 p.
- PRADO, R. M.; COUTINHO, E. L. M.; ROQUE, C.G.; VILLAR, M. L. P. 2002. Avaliação da escória de siderurgia e de calcários como corretivos da acidez do solo no cultivo da alfaca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.4, p.539-546.
- SMIDERLE, O.S.; MINAMI, K. 2001. Emergência e vigor de plântulas de goiabeira em diferentes substratos. **Revista Científica Rural**, Bagé, v. 6, n.1, p. 38-45.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: SBCS. 2004. 400 p.
- WENDLING, I.; GUASTALA, D.; DEDECEK, R.; 2007. Características físicas e químicas de substratos para produção de mudas de *Ilex paraguariensis* St. Hil. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 31, n.2, p. 209-220.

MERGULHIA DE CEPA DE *Maytenusmuelleri* (Schwacke)

STOOL LAYERING OF *Maytenusmuelleri* (Schwacke)

Lima, D. M. de^{1*}; Biasi, L. A.²; Zanette, F.²; Zuffellato-Ribas, K. C.³

¹Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Dois Vizinhos, Caixa Postal 157, CEP: 85660-000, Dois Vizinhos – Brasil, danielamlima@utfpr.edu.br.

²Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Caixa Postal 19061, CEP: 80035-050, Curitiba - Brasil.

³Departamento de Botânica, Setor de Ciências Biológicas, Centro Politécnico, UFPR, Caixa Postal 19031, CEP: 81531-980, Curitiba - Brasil.

Resumo

Este trabalho objetivou verificar a resposta de enraizamento de brotações de *Maytenusmuelleri* por meio de mergulhia de cepa. O experimento foi realizado em 50 plantas matrizes de três anos de idade, do viveiro do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR. As plantas matrizes sofreram poda drástica a 5cm do solo em dezembro/2005 e a amontoa com terra foi realizada em fevereiro/2006. Aos 365 dias avaliaram-se as variáveis: número de brotações e de brotações enraizadas, número médio de raízes por brotação e número de brotações vivas por planta. As mudas foram transplantadas para vasos e 165 dias depois avaliou-se a sobrevivência. O número médio de brotações formadas por planta foi de 2,21, com enraizamento de 67,31% das brotações e número médio de raízes/brotação de 6,37. A sobrevivência das mudas após o transplante foi de 45,71%. A propagação de *M. muelleri* pela técnica de mergulhia de cepa é viável.

Palavras-chave: Enraizamento. Espinheira-santa. Espécie medicinal. Propagação vegetativa.

Summary

This work aimed to evaluate the rooting of *Maytenusmuelleri* shoots by stool layering propagation. The experiment was realized in 50 mother plants of 3 years old, located at the nursery of Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR. The mother plants were submitted to drastic pruning at 5cm from soil level on December/2005. The soil heap was realized on February/2006. At 365 days were evaluated the variables: number of shoots, number of shoots rooted, mean number of roots per shoot and number of alive shoots per plant. The seedlings were transplanted to pots and 165 days after it was evaluated the survival. Mean number of formed shoots per plant was about 2.21, with rooting of 67.31% of the emitted shoots, and the mean number of roots per shoot was 6.37. The survival seedling was about 45.71%. Propagation of *M. Muelleri* by stool layering has been feasible.

Key words: Rooting. Espinheira-santa. Medicinal species. Vegetative propagation.

Introdução

Maytenusmuelleri Schwacke, Celastraceae, conhecida popularmente como espinheira-santa, é uma espécie subtropical medicinal nativa da América do Sul, sobretudo da região Sul

do Brasil (Carvalho-Okano e Leitão-Filho, 2004; Silva Júnior e Osaida, 2006). A eficácia terapêutica da espécie foi comprovada quando demonstrou-se que a infusão das folhas de espinheira-santa tinha ação antiulcerogênica tão eficiente quanto as principais drogas antiúlcera existentes no mercado (Carlini, 1988; Lorenzi e Matos, 2002; Radomski e Scheffer, 2004).

Os plantios comerciais de espinheira-santa são constituídos de mudas oriundas de sementes, as quais têm comportamento ortodoxo, perdendo rapidamente a viabilidade quando armazenadas fora da câmara fria (Scheffer et al., 1994). Além disso, plantas oriundas de sementes possuem grande variabilidade quanto à morfologia e ao teor de metabólitos secundários (Pereira, 1998).

A propagação vegetativa é eficiente na obtenção de material homogêneo, com características genéticas desejáveis, produzidas a partir de plantas matrizes selecionadas (SILVA, 1999). Dentre as técnicas utilizadas para a produção de mudas em larga escala, a estaquia apresenta vantagens como a facilidade de propagação e o baixo custo devido à alta produtividade em curto período de tempo (Zuffellato-Ribas e Rodrigues, 2001). Contudo, a propagação de espinheira-santa por estaquia não tem se mostrado um método eficiente, pois *Maytenus aquifolia* (Silva, 1999) e *Maytenus silicifolia* são consideradas de difícil enraizamento (Lima, 2008).

Segundo Silva Júnior (2003), a espinheira-santa também pode ser propagada por micropropagação e mergulhia. A mergulhia de espinheira-santa consiste em enterrar ramos flexíveis e basais da planta matriz, para que, ao longo de 30 a 40 dias ocorra a formação de raízes. A parte do ramo que ficará sob o solo deverá ser anelada parcialmente numa extensão de 1 a 2 cm. É muito utilizada para propagar clones de difícil enraizamento, desde que o interesse na propagação justifique o uso da técnica, os custos e a mão-de-obra necessária para a realização da mergulhia (Hartmann et al., 2002).

Na mergulhia, a separação da brotação da planta mãe ocorrerá após o enraizamento. Este método é caracterizado pela sua simplicidade e alta porcentagem de enraizamento e a principal razão do seu sucesso é o estiolamento proporcionado pela ausência de luz nas partes onde se deseja enraizar, além da continuidade no suprimento de água e nutrientes para o ramo (Fachinello et al., 2005).

Na propagação comercial de plantas frutíferas, a mergulhia de cepa é um processo bastante utilizado na obtenção de porta-enxertos de macieira das séries M e MM (Epagri, 2002), pereira e marmeleiro (Fachinello et al., 2005), na produção de mudas de groselha (Relf e Ball, 2001) e cerejeira (Westwood, 1982), magnólia e loureiro (Evans e Blazich, 1999). Na produção de mudas de avelã, a mergulhia simples é tradicionalmente utilizada, mas devido à alta porcentagem de perda, vem sendo substituída pela mergulhia de cepa, cuja eficiência na produção de brotações é aproximadamente 60% maior que no primeiro método (Pierce, 1991; Erdogan e Smith, 2005).

Este método é utilizado nos casos em que as plantas apresentam dificuldade de enraizamento por estaquia ou não podem ser propagadas por outros métodos (Fachinello et al., 2005). Entretanto, para espinheira-santa e outros representantes da família, não foram encontrados trabalhos que recomendassem a mergulhia de cepa como um método viável para a produção de mudas. Todavia, devido à sua importância medicinal, econômica e ecológica, a mergulhia de cepa poderia ser um método alternativo de propagação vegetativa dessa espécie.

Desse modo, o presente trabalho teve por objetivo verificar a resposta de enraizamento de brotações de espinheira-santa por meio da mergulhia de cepa, bem como avaliar a sobrevivência das mudas obtidas.

Materiales Métodos

O experimento de mergulhia foi realizado em 50 plantas matrizes de três anos de idade, oriundas de sementes, localizadas no viveiro do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR. O Departamento está localizado no perímetro urbano de Curitiba, Rua dos Funcionários, 1540, bairro Juvevê. As coordenadas geográficas centrais aproximadas são: latitude 25°24'45" S e longitude 49°14'54" W, com altitude de 930 m. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é classificado como Cfb, mesotérmico úmido sem estação seca definida, com temperatura mínima média de 12,5°C e temperatura máxima média de 22,5°C, estando sujeito a geadas severas (mais de cinco por ano). A precipitação média anual da região é de 1400 a 1500 mm, sendo os meses de abril e maio os mais secos com média de 75 a 100 mm (IAPAR, 1994).

As mudas permaneceram em vasos de 15 L por dois anos e foram transplantadas para o viveiro em março de 2005, para uma área de 8mx5m, com espaçamento de 0,5 m na linha e 1,5 m na entrelinha. As plantas matrizes sofreram poda drástica a 5cm do solo no mês de dezembro de 2005. Após a poda foi feita a aplicação de 20g de NPK 4-30-10 por planta.

A amontoa com terra foi realizada dois meses após o corte, em fevereiro de 2006 (Figuras 1A, B e C), quando as brotações possuíam comprimento bastante variado, de 5 a 30cm. As capinas para limpeza da área foram realizadas mensalmente (Figura 1D). O volume de solo foi aumentado mensal e gradualmente até o sexto mês, conforme o crescimento das plantas. Sobre o solo foram depositados restos de material vegetal (grama, folhas e ramos de caquizeiro, pereira, etc.), para melhorar a retenção de umidade e reduzir o surgimento de plantas invasoras (Figura 1E).

Aos 365 dias após o plantio foram avaliadas as variáveis: número de brotações por planta, número de brotações enraizadas por planta, número de raízes por brotação e número de brotações vivas não enraizadas. A retirada do solo da amontoa foi realizada manualmente e, para a realização da avaliação as brotações enraizadas (mudas) foram separadas das plantas matrizes com o uso de tesoura de poda.

Após a avaliação e retirada das brotações enraizadas (mudas) das plantas matrizes, as mesmas foram transplantadas para vasos de polipropileno com capacidade de 15L contendo solo e Plantmax HT® na proporção 1:1 e mantidas em casa-de-vegetação. A irrigação das mudas foi feita manualmente com regador, três vezes por semana ou sempre que houvesse necessidade. A sobrevivência das mudas foi avaliada aos 165 dias após o transplantio.

Resultados e Discussão

Aos 365 dias após o início do experimento verificou-se que o número médio de brotações formadas por planta de espinheira-santa foi de 2,21. Resultados semelhantes foram obtidos em experimento de mergulhia de cepa realizado em goiabeira (*Psidium guajava*) com diferentes alturas de corte das plantas matrizes, no qual foi verificada a formação de 2,85 brotações por planta com corte a 5cm do solo (Callovy Filho; Nachtigal; Kersten, 1995). Entretanto, na propagação de goiabeira serrana (*Feijoa sellowiana*) por mergulhia de cepa, foi obtida uma média de 18,42 brotações formadas por planta (Fachinello e Nachtigal, 1992).



Figura1- Mergulhia de cepa de *M. muelleri*. A. Planta com novas brotações, dois meses após a poda drástica. B. Realização de amontoa. C. Amontoa finalizada. D. Local de plantio. E. Colocação de cobertura morta sobre a amontoa. UFPR, Curitiba – PR, 2007.

Figure 1 - Stool layering of *M. muelleri*. A. Plants with new shoots two months after the drastic pruning. B. Accomplished hilling. C. Finished hilling. D. Plantingplace. E. Placingofmulchingonthehilling. UFPR, Curitiba – PR, 2007.

A baixa emissão de brotações (2,21 brotações/planta) pelas plantas matrizes de espinheira-santa pode estar relacionada a diversos fatores, como a capacidade de regeneração celular da espécie, idade da planta matriz, estado nutricional e época de realização do corte, conforme citado por Callovy Filho et al., 1995) para a mergulhia de cepa de goiabeira (*Psidium guajava* L.). Comercialmente, a mergulhia de cepa é o principal método de propagação de porta-enxertos de macieira e, segundo Grellmann (1988), é possível a obtenção de 7 a 15 brotações enraizadas desta espécie por planta matriz. Contudo, de acordo com Epagri (2002), após o terceiro ano, obtém-se cerca de cinco brotações em condições de enxertia por planta matriz de macieira.

Com relação ao número de brotações enraizadas por planta de espinheira-santa, observou-se que em média 1,94 brotações por planta enraizaram após 12 meses, ou seja, 67,31% das brotações emitidas (Figuras 2A a 2D). A resposta de enraizamento da espécie com uso desta técnica pode ser considerada promissora, uma vez que a maior porcentagem de

enraizamento conhecida de espinheira-santa sem a aplicação de auxinas (23,95%)foi obtida em estacas herbáceas (Silva, 1999).

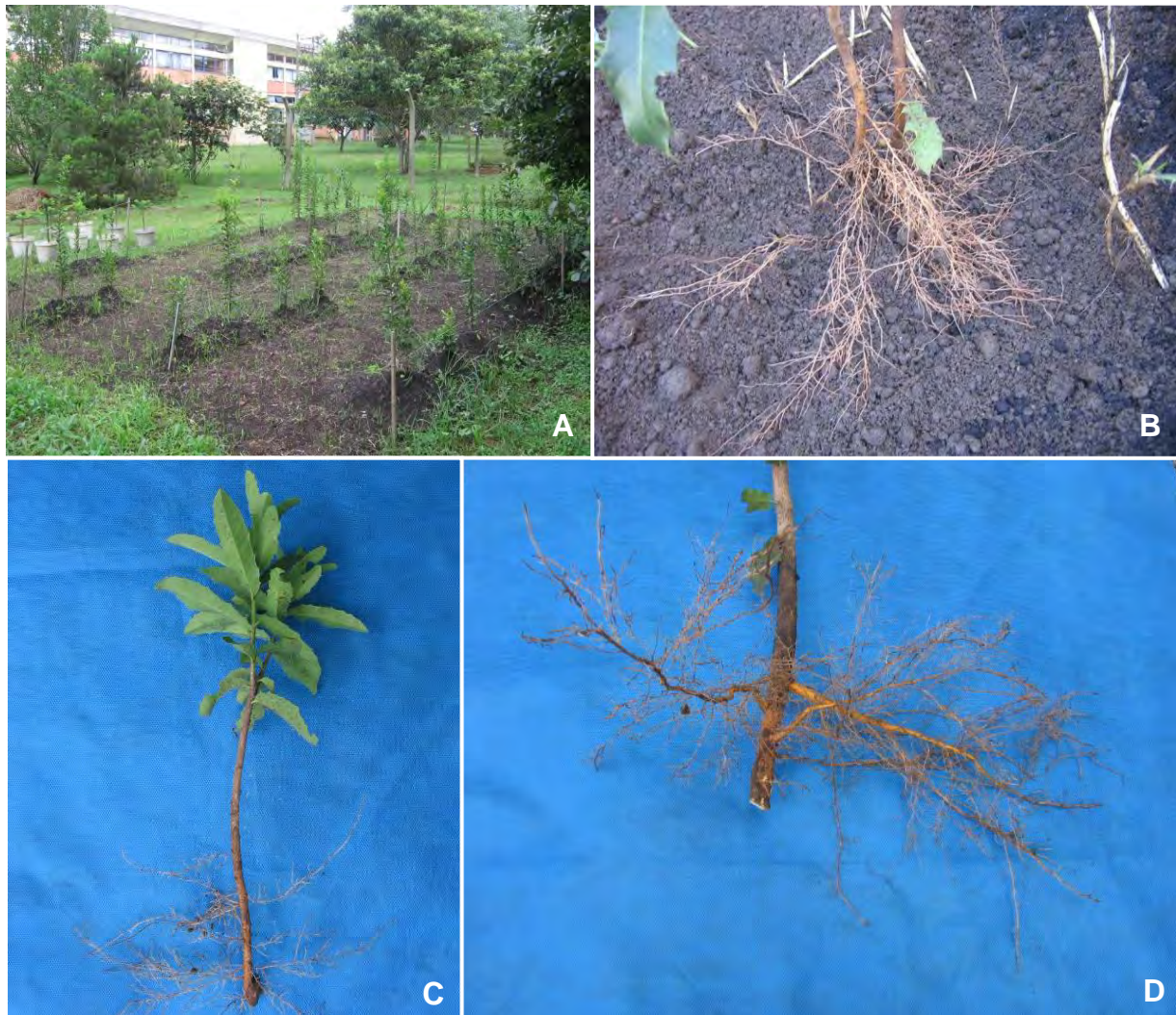


Figura2- Mergulhia de cepa de *M. muelleri*. A. Plantio de espinheira-santa aos 365 dias após a amontoa. B. Brotações enraizadas. C. Muda formada após a separação da planta matriz. D. Detalhedosistemaradicial. UFPR, Curitiba – PR, 2007.

Figure 2 – Stool layering of *M. muelleri*. A. Planting of *M. muelleri* 365 days after the hilling. B. Rooted shoots. C. Seedling formed after the separation of mother plant. D. Detail of therootsystem. UFPR, Curitiba – PR, 2007.

Os resultados de enraizamento (67,31%) verificados no presente trabalho foram promissores quando comparados àqueles obtidos com outras espécies, como a goiabeira serrana, no qual foi verificado enraizamento de 36,16%, ou seja, das 18,42 brotações emitidas por planta, somente 6,66 brotações por planta enraizaram após 11 meses de amontoa (Fachinello e Nachtigal, 1992). Em trabalho realizado com plantas de *Eucalyptusurophyllade* quatro anos de idade e altura de corte a 10 cm do solo, 42,85% das plantas testadas emitiram brotações enraizadas após três meses de mergulhia (Valleet al.,1977).No entanto, para outras espécies como a goiabeira (15 meses de idade), com altura

de corte a 5cm do solo observou-se que 100% das brotações formadas enraizaram (2,85) após seis meses de mergulhia (Callovy Filho et al., 1995).

Com relação ao número médio de raízes formadas por brotação constatou-se que este foi de 6,37 (CV = 81,57%). Este resultado permite considerar que o material utilizado apresentou características anatômicas e fisiológicas favoráveis à formação de raízes, quando comparado aos resultados obtidos por Silva (1999), em estacas herbáceas de espinheira-santa, com número médio de 2,62 raízes formadas por estaca no verão. Em condições semelhantes às do presente trabalho, plantas de goiabeira serrana emitiram 2,86 raízes por brotação (Fachinello; Nachtigal, 1992), enquanto que as de goiabeira chegaram a formar 8,7 raízes por brotação (Callovy Filho; Nachtigal; Kersten, 1995).

As raízes formadas nas brotações de cepa de espinheira-santa submetidas a mergulhia foram emitidas ao longo do caule. Em muitos casos foi possível observar a disposição alternada das raízes, seguindo a filotaxia e comprovando a origem dessas nas proximidades das gemas.

No presente trabalho, o experimento de mergulhia de cepa foi instalado na época do verão, fato este que interferiu no enraizamento das brotações de espinheira-santa, uma vez que a época do ano é extremamente importante para o processo de iniciação das raízes e desenvolvimento dos caules durante o processo de mergulhia. A realização do experimento nesta época pode ter influenciado positivamente o enraizamento das brotações de espinheira-santa.

O enraizamento está associado ao acúmulo de carboidratos e de diversas outras substâncias, entretanto, os resultados obtidos para espinheira-santa, não suportam as afirmações de Hartmann et al. (2002) e Fachinello et al. (2005), de que a época mais adequada para a realização da amontoa seria a primavera, uma vez que as gemas que estavam dormentes durante o inverno, poderiam iniciar seu desenvolvimento. Fachinello e Nachtigal (1992) realizaram experimento de mergulhia de cepa com goiabeira serrana em agosto e, das 18,42 brotações formadas/planta, obtiveram 6,66 brotos enraizados/planta.

A época de florescimento da espinheira-santa inviabilizaria a realização da mergulhia de cepa na primavera, pois as plantas encontram-se em plena floração e no início do processo de frutificação, uma vez que, o florescimento da espécie ocorre entre os meses de agosto a novembro, e a frutificação de outubro a março, podendo ocorrer frutificações mais precoces nos estados sulinos (Silva Júnior, 2003).

Como o experimento de mergulhia de cepa de espinheira-santa foi avaliado um ano após a sua instalação, algumas das brotações apresentavam excessivo alongamento, diâmetro bastante variável e consistência lenhosa. Em muitas espécies, as mudanças ocorridas entre as fases juvenil e adulta apresentam modificações anatômicas, fisiológicas e bioquímicas (Salisbury e Ross, 1992), estando a capacidade de formar raízes relacionada à fase juvenil de crescimento, à época do ano e ao tipo de estaca. Vários estudos indicam que a dificuldade de enraizamento em algumas espécies está associada à presença de tecidos de sustentação na região cortical do caule, que bloqueiam mecanicamente o primórdio radicial formado, atuando como barreiras mecânicas (Hartmann et al., 2002).

Em escala comercial a produção de mudas por meio de mergulhia de cepa ainda não é economicamente viável. Contudo, pode-se considerar a viabilidade da técnica para a propagação de espinheira-santa em condições especiais, como por exemplo, no resgate de genótipos selecionados de plantas matrizes adultas. Alguns experimentos estão sendo realizados nesse sentido com a técnica de mergulhia aérea (alporquia), a qual tem sido considerada como uma ferramenta eficiente para a conservação de germoplasma de café e preservação da diversidade genética da espécie (Bordignon e Medina Filho, 2003).

Os resultados revelaram grande variabilidade no enraizamento das plantas de espinheira-santa, o que pode ser atribuído à origem genética do material, uma vez que as plantas matrizes são originárias de sementes. Contudo, os resultados obtidos no presente

trabalho também evidenciaram o potencial da mergulhia de cepa como método viável de propagação da espinheira-santa, embora sejam necessários novos estudos. Resultados satisfatórios têm sido obtidos em algumas espécies com o uso de anelamento das brotações e aplicação de auxinas (Wood, 1989; Erdogan e Smith, 2005), diferentes alturas de corte da parte aérea (Callovy Filho et al., 1995) e uso de diferentes substratos para o enraizamento das brotações (Menezes et al., 2003).

A sobrevivência das mudas de espinheira-santa obtidas por mergulhia de cepa foi avaliada aos 165 dias após o transplante para os vasos. Verificou-se que a porcentagem de sobrevivência das mudas foi de 45,71%, apresentando alongamento caulinar e desenvolvimento de brotações. Entretanto, a taxa de mortalidade observada nestas mudas foi elevada (54,29%), o que foi verificado pela variabilidade observada no sistema radicular das mesmas, tendo possivelmente ocorrido em mudas com formação de raízes menos desenvolvidas e em menor número. Sendo assim, são necessários outros estudos a respeito dessa técnica e de sua utilização para tornar viável a produção comercial de mudas da espécie.

A mergulhia de cepa é uma técnica trabalhosa, considerada de baixo custo, por não necessitar de infra-estrutura, mas com a exigência de mão de obra para sua realização. Devido aos resultados de enraizamento obtidos por meio desta técnica, novos estudos devem ser realizados para confirmação dos mesmos, melhor conhecimento e aprimoramento da mesma, uma vez que esta pode ser considerada uma ferramenta para os produtores na propagação da espécie. Por tratar-se de uma planta medicinal, a técnica é apresentada como uma opção viável para o resgate de genótipos selecionados de plantas adultas com os teores adequados de metabólitos secundários.

Conclusões

O enraizamento de espinheira-santa por meio da mergulhia de cepa é viável. Entretanto, a sobrevivência das mudas obtidas por meio desta técnica ainda é considerada baixa para a produção em escala comercial, sendo o uso da técnica justificado para o resgate de genótipos selecionados de plantas adultas.

Agradecimentos

À CAPES pela concessão de bolsa de Doutorado à primeira autora.

Bibliografia

- BORDIGNON, R.; MEDINA FILHO, H. P. 2003. Alporquia em café: técnica simples para clonar e preservar nossos estratégicos recursos genéticos. **O Agrônomo**, v. 55, n. 2, p. 10-11.
- CALLOVY FILHO, C.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E. 1995. Propagação da goiabeira (*Psidium guajava* L.) pelo método de mergulhia de cepa. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 1, n. 2, p. 112-114.
- CARLINI, E. A. (Coord.). 1988. Estudo da ação antiúlcera gástrica de plantas brasileiras: *Maytenus ilicifolia* (espinheira-santa) e outras. Brasília: CEME/AFIP. 87 p.
- CARVALHO-OKANO, R. M.; LEITÃO-FILHO, H. de F. 2004. O gênero *Maytenus* Mol. emend. Mol. (Celastraceae) no Brasil extra-amazônico. In: REIS, M. S. dos; SILVA, S. R. (Org.) **Conservação e uso sustentável de plantas medicinais e aromáticas: *Maytenus* spp., espinheira-santa**. Brasília: Ibama. v.1, p.11-52. (Coleção plantas medicinais e aromáticas: espinheira-santa).
- EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA (EPAGRI). 2002. **A cultura da macieira**. Florianópolis: Pallotti. 743p.
- ERDOGAN, V.; SMITH, D. C. 2005. Effect of tissue removal and hormone application on rooting of hazelnut layers. **Hortscience**, v. 40, n. 5, p.1457-1460.
- EVANS, E.; BLAZICH, F. A. 1999. Plant propagation by layering: instructions for the home gardener. **Horticulture Information Leaflet**, Carolinado Norte, n. 8701, p. 1-3. Disponível em: <<http://www.ces.ncsu.edu/depts/hort/hil/pdf/hil-8701.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2007.
- FACHINELLO, J. C.; NACHTIGAL, J. C. 1992. Propagação da goiabeira serrana *Feijoa sellowiana* Berg. através da mergulhia de cepa. **Scientia Agricola**, v. 49, n. 1, p. 37-39.

- FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. 2005. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 221p.
- GRELLMANN, E. 1988. Propagação de porta-enxertos de macieira. **Ipagro Informa**, n. 31, p. 11-14.
- HARTMANN, H.T; KESTER, D.E.; DAVIES JUNIOR, F.T.; GENEVE, R.L. 2002. **Plant propagation: principles e practices**. 7. ed. New Jersey: Prentice Hall. 880 p.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ (IAPAR). 1994. **Cartas climáticas do estado do Paraná**. Londrina: IAPAR. 49p. (Documento 18)
- LIMA, D. M. de. **Propagação vegetativa de espinheira-santa (*Maytenusilicifolia* Mart. ex Reissek)**. 2008. 182 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná.
- LORENZI, H.; MATOS, F. J. de A. 2002. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 512 p.
- MENEZES, G. G. de. et al. 2003. Efeito de diferentes substratos no enraizamento de porta-enxertos de marmeleiro “C”, propagado por mergulhia. In: XII CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 12., 2003, Pelotas. **Anais... Pelotas**: UFPel. Disponível em: <http://www.ufpel.edu.br/cic/2003/relatorios/conteudo_CA.html#01021>. Acesso em: 05 jul. 2007.
- PEREIRA, A. M. S. 1998. Micropropagação de *Maytenusaquifolium* Mart. e *Maytenus ilicifolia* Mart. (espinheira-santa). In: MING et al. (Coord.). **Plantas medicinais, aromáticas e condimentares: avanços na pesquisa agrônoma**. Botucatu: UNESP. v. 2, p.19-32.
- PIERCE, D. 1991. Commercial propagation methods for hazelnuts. **Annual Report Northern Nut Growers Association**, v. 82, p. 96-98.
- RADOMSKI, M. I.; SCHEFFER, M. C. 2004. Características fenotípicas de 44 progênies de *Maytenus ilicifolia* Mart. cultivadas no município de Ponta Grossa, PR. **Circular Técnica**, n. 86, p. 1-6.
- RELF, D.; BALL, E. 2001. Propagation by cuttings, layering and division. **Environmental Horticulture**, Petersburg, v. 426, n. 2. Disponível em: <<http://www.ext.vt.edu/pubs/envirohort/426-002/426-002.pdf>>. Acesso em: 08 jun. 2006.
- SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. 1992. **Plantphysiology**. 4. ed. Belmont: Wadsworth. 682p.
- SCHEFFER, M. C.; DONI, L. F.; KOEHLER, H. S. 1994. Influência do tipo de coleta, das condições e do tempo de armazenagem na viabilidade de sementes de *Maytenusilicifolia*. In: SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL, 12., 1994, Fortaleza. **Anais... Fortaleza**. p.196.
- SILVA, C. DE P. 1999. **Efeitos do ANA, ácido bórico, paclobutrazol e da época de coleta, no enraizamento de estacas caulinares de espinheira-santa (*Maytenus aquifolia* Mart.)**. 1999. 99f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas, Botânica) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- SILVA JÚNIOR, A. A. 2003. **Essentiaherba: plantas bioativas**. Forianópolis: Epagri. v. 1, 441 p.
- SILVA JÚNIOR, A. A.; OSAIDA, C. C. 2006. Espinheira-santa (*Maytenusilicifolia*) da flora ao medicamento. **Agropecuária Catarinense**, v. 19, n. 3, p. 36-40.
- VALLE, C. F.; FERREIRA, M.; CALDEIRA, C. J. 1977. **Estudo da propagação vegetativa, através de mergulhia de amontoa de *Eucalyptusurophylla***. Circular Técnica IPEF, n. 31. Disponível em: <<http://www.ipef.br/publicacoes/ctecnica/nr031.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2007.
- WESTWOOD, M. N. 1982. **Fruticultura de zonastempladas**. Madrid: Mundi-Prensa. 461 p.
- WOOD, B. W. 1989. Clonal propagation of pecan by mound layering. **Hortscience**, v. 24, p. 260-262.
- ZUFFELLATO-RIBAS; K. C.; RODRIGUES, J. D. 2001. **Estaquia: uma abordagem dos principais aspectos fisiológicos**. Curitiba. 39 p.

CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES NAS FOLHAS DE EUCALIPTO EM CONVIVÊNCIA E CONTROLE COM PLANTAS DANINHAS

NUTRIENT CONCENTRATION IN EUCALYPTUS LEAVES IN COEXISTENCE AND CONTROL WITH WEED PLANTS

Londero, E. K.¹; Schumacher, M. V.²; Szymczak, D. A.³

¹ Engenheiro Florestal, Mestre em Engenharia Florestal, Rua Vicente do Prado Lima, 554/203 – Camobi – Santa Maria, RS - 97105-390. eklondero@gmail.com

² Engenheiro Florestal, Dr., nat. techn., Professor Adjunto do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, 1000, CEP 97105-900, Santa Maria (RS). Bolsista CNPq. mvschumacher@gmail.com

³ Engenheira Florestal, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima, 1000, CEP 97105-900, Santa Maria (RS). Bolsista CAPES. deniseszymczak@gmail.com

Resumo

Este trabalho teve por objetivo avaliar o status nutricional de plantas de eucaliptos em convivência e controle com plantas daninhas. O estudo foi implantado em dezembro de 2005, em Candiota, RS, sendo utilizadas mudas de clones de um híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, com espaçamento de 3,0 m x 2,0 m. Os tratamentos experimentais constam de períodos crescentes de convivência e controle das plantas daninhas com a espécie florestal, aos 28, 56, 84, 112, 140, 168, 210, 252, 294, 336 e 378 dias. A diferença estatística entre os elementos nas folhas ocorreu somente a partir dos 140 dias, com exceção do P aos 28 dias. Os teores de N, P, K, Ca e Mn na maioria dos períodos estão adequados, porém os de Mg, S, B, Cu, Fe e Zn na grande parte dos períodos estão abaixo das faixas estabelecidas, demonstrando assim deficiência dos mesmos.

Palavras-chave: status nutricional; competição; *Eucalyptus grandis* x *urophylla*; plantas daninhas.

Summary

This work aimed to evaluate the nutritional level of eucalyptus in coexistence and control with weed plants. This study was introduced on December, 2005, in Candiota, RS, and used seedlings clones of one hybrid *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, spacing 3,0 m x 2,0 m. The experimental treatment consisted increasing periods of coexistence and control weed plants with the forest species, the 28, 56, 84, 112, 140, 168, 210, 252, 294, 336 e 378 days. The statistical difference between elements in leaves was perceived when 140 days, exception P when 28 days. The levels of N, P, K, Ca and Mn in most periods were suitable, but Mg, S, B, Cu, Fe and Zn largely of periods were below the strip recommended, so was deficiency of the same.

Key words: nutritional level; competition; *Eucalyptus grandis* x *urophylla*; weeds plant.

Introdução

O Brasil possui cerca de 6,6 milhões de hectares de plantações, principalmente com espécies dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*, que representam 93% do total. Além dos fatores

ambientais favoráveis para a silvicultura, novas tecnologias são utilizadas para aumentar a produtividade, tais como melhoramento genético de sementes e clonagem de espécies florestais. Esse aprimoramento leva o Brasil a se destacar na produtividade florestal tanto de coníferas como de folhosas (SFB 2009).

Devido à presença de ervas daninhas, há um aumento da diversidade biológica, refletindo na população de predadores e parasitas das espécies florestais. Aumentam a proteção do solo contra o processo erosivo e imobilizam grandes quantidades de nutrientes que seriam carregados pela erosão ou pela lixiviação. Por outro lado a matocompetição condiciona fatores negativos ao crescimento, produtividade das árvores e à operacionalização do sistema produtivo. Dentre os efeitos da interferência destacam-se a competição por água, luz, nutrientes e espaço. Além disso, aumentam os riscos de incêndio (MARCHI et al. 1995).

Nas últimas décadas, vários pesquisadores vêm estudando os efeitos da interferência das plantas daninhas no crescimento e na produtividade do eucalipto. Dentre os efeitos desta interferência, pode-se destacar a competição por água, luz e nutrientes, alelopatia e aumento do risco de incêndios. Além desses fatores, há, também, o aumento progressivo nos custos de mão de obra necessária para as operações de limpeza e manutenção da floresta (TOLEDO et al. 1996). Segundo Pitelli & Marchi (1991), a interferência imposta pelas plantas daninhas é mais severa na fase inicial de crescimento, ou seja, do plantio até cerca de um ano de idade das plantas de eucalipto.

As árvores que crescem sob a interferência de plantas daninhas podem apresentar deficiência de alguns nutrientes. Esta deficiência na maioria das vezes é resultado da competição pelos nutrientes imposta pela comunidade infestante (MARCHI et al. 1995).

Os teores de nutrientes na planta refletem o estado nutricional da mesma, assim como, a fertilidade do solo. Assim sendo são estabelecidos intervalos de teores de cada nutriente no tecido que indicam deficiência, suficiência e toxicidade. Geralmente, as deficiências nutricionais identificadas pela análise do tecido dificilmente podem ser corrigidas a tempo, sem que o crescimento das árvores seja prejudicado (GONÇALVES 1995).

Este trabalho tem por objetivo avaliar o status nutricional de plantas de eucaliptos em convivência e controle com plantas daninhas, para identificar ações no manejo das adubações ou no controle das ervas daninhas.

Material e métodos

O presente trabalho foi realizado na Fazenda Aroeira, pertencente à empresa Fibria, na cidade de Candiota, RS, nas coordenadas geográficas a 31° 44' 39,96"S e 53° 50' 48"W do meridiano de Greenwich.

Na região, segundo MALUF (2000) a classificação do clima é Temperado Subúmido, com a temperatura média anual variando de 12,1°C a 18°C e do mês mais inferior a 15°C tendo no seu balanço hídrico um excedente de 0 a 200 mm e uma deficiência de 0 a 150 mm.

O solo da área de estudo, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, como Neossolo Litólico Distro-úmico Fragmentário (SILVEIRA & SEVERO 2008).

O estudo foi implantado em dezembro de 2005, sendo utilizadas mudas de clones de um híbrido de eucalipto, em espaçamento de 3,0 m x 2,0 m. O experimento obedeceu ao delineamento de Blocos ao Acaso, com três repetições. As dimensões das parcelas experimentais foram de 22 m x 18 m. O material genético utilizado foi um clone do híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*.

Foi realizada a adubação de: 100 kg ha⁻¹ de superfosfato triplo + 0,5% de cobre + 0,3% de boro (aplicação mecanizada) e 200 kg ha⁻¹ de NPK 06-30-06 (aplicação manual) na ocasião do plantio. Aos 90 dias foi efetuada uma adução de cobertura de 133 kg ha⁻¹ de NPK 20-0-10 + 0,3% de boro (80g/planta). A segunda adubação de cobertura foi realizada aos 180

dias com 100 kg de sulfato de amônio + 0,5% de boro e com um ano foi realizada a terceira adubação de cobertura com 100 kg de sulfato de amônio + 0,5% de boro.

As principais plantas daninhas presentes na área de estudo foram: azevém (*Lolium multiflorum* Lam.), buva (*Conyza bonariensis* (L.) Cronq.), milhã (*Digitaria ciliaris* (Retz.) Koel.), capim-comprido (*Paspalum dilatatum* Poir.), capim-forquilha (*Paspalum notatum* Flügge), capim-guaçú (*Erianthus angustifolius* Nees), capim-moirão (*Sporobus indicus* (L.) R.Brown), capim-orvalho (*Eragrostis pilosa* (L.) P. Beauv.), capim-paulista (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.), guanxuma (*Sida rhombifolia* L.), maria-mole (*Senecio* spp.) e vassourinha (*Baccharis coridifolia* DC.). A sazonalidade do crescimento das plantas daninhas no período do experimento está no **Gráfico 1**.

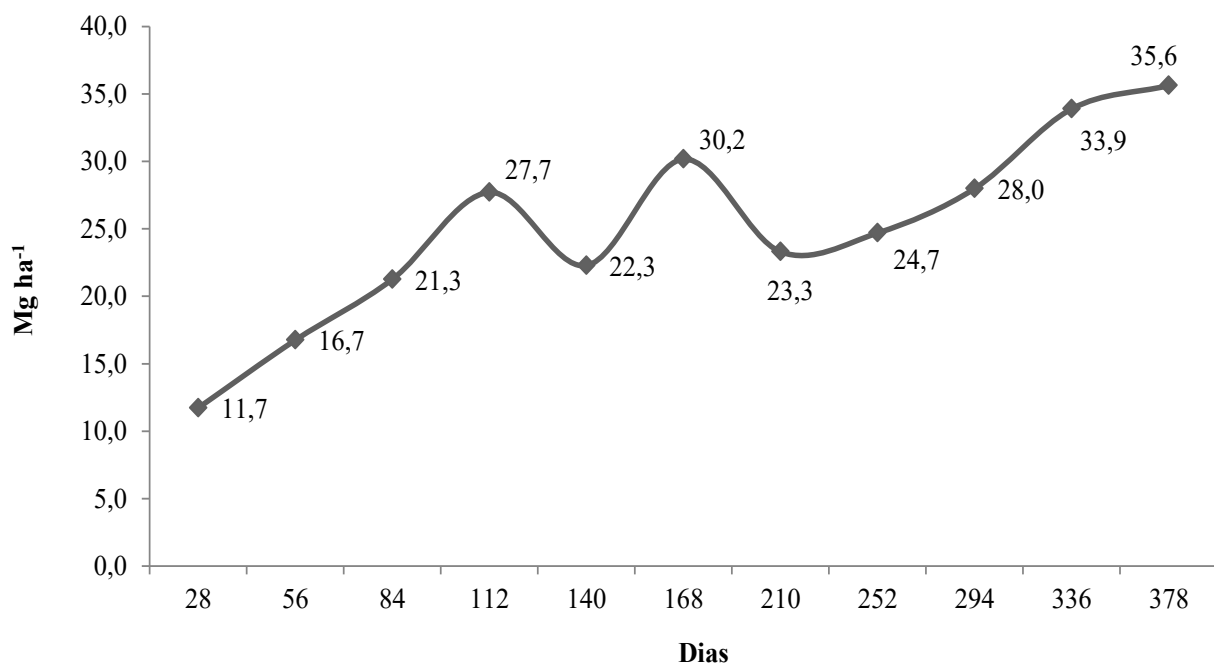


Gráfico 1: Biomassa (kg ha⁻¹) das plantas daninhas presentes na área de pesquisa.
Graphic 1: Weed plants biomass (kg ha⁻¹) in the sample plot.

Os tratamentos experimentais constam de períodos crescentes de convivência ou de controle das plantas daninhas no ciclo da espécie florestal e será dividido em dois grupos, como demonstra a **Tabela 1**. No grupo 1 (G1), a cultura permaneceu em convivência por períodos crescentes com as plantas daninhas após os quais a cultura será mantida no limpo até o final do período de avaliação. No grupo 2 (G2) a cultura permaneceu livre de plantas daninhas por períodos crescentes, após os quais, toda e qualquer planta que emergir espontaneamente será deixada crescer livremente. Os períodos testados foram: 28, 56, 84, 112, 140, 168, 210, 252, 294, 336 e 378 dias. Nas parcelas que deviam ficar em controle, realizava-se a aplicação de herbicida glifosato com uma dosagem de 3 l ha⁻¹. A aplicação do herbicida foi realizada com pulverizador costal e nestes os bicos foram protegidos com chapéu-de-napoleão, para evitar dano a cultura do eucalipto devido a deriva.

Tabela 1: Períodos de controle e convivência de plantas daninhas com o eucalipto, Candiota, RS.

Table 1: Periods of control and coexistence of weed plants with eucalyptus, Candiota, RS.

Tratamento	Grupo	Período (dias)	Tratamento	Grupo	Período (dias)
1	G1 ⁽¹⁾	28 – 378	12	G2	28 – 378
2	G1	56 – 378	13	G2	56 – 378
3	G1	84 – 378	14	G2	84 – 378
4	G1	112 – 378	15	G2	112 – 378
5	G1	140 – 378	16	G2	140 – 378
6	G1	168 – 378	17	G2	168 – 378
7	G1	210 – 378	18	G2	210 – 378
8	G1	252 – 378	19	G2	252 – 378
9	G1	294 – 378	20	G2	294 – 378
10	G1	336 – 378	21	G2	336 – 378
11	G1	378 – 378	22	G2	378 – 378

⁽¹⁾G1: Em convivência e após em controle e G2: Em controle e após em convivência.

Na coleta de folhas, a amostragem realizou-se seguindo o procedimento descrito por BELLOTE & SILVA (2000), onde se coletaram apenas as folhas recém maduras estas localizadas na metade da altura da copa e no 2° e 3° pares de folhas. Após coletadas foram secas em estufa de circulação e renovação de ar a 70°C e na seqüência moídas em moinho do tipo Wiley com peneira de 30 mesh.

Nas amostras foram determinado os teores de nitrogênio (N) pelo método Kjeldahl, fósforo (P) e boro (B) por espectrometria visível, potássio (K) através da fotometria de chama, enxofre (S) por turbidimetria e o cálcio (Ca), magnésio (Mg), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) com espectrofotometro de absorção atômica, seguindo a metodologia descrita por TEDESCO et al. (1995).

A avaliação estatística realizada foi análise de comparação de médias pelo teste t com 5% de probabilidade de erro, através do software SAS 9.0 for Windows.

Resultados e discussão

A diferença estatística ($t > 0,05$) somente é observada a partir dos 140 dias, com exceção do fósforo aos 28 dias (**Tabela 2**). Aos 28 dias todos os teores de macronutrientes são maiores no tratamento livre de competição de plantas daninhas. Entretanto aos 56 dias os teores são maiores no tratamento que estava em competição com as ervas daninhas, com exceção do cálcio.

Tabela 2: Teores de macronutrientes (g kg^{-1}) nas folhas de eucalipto, nos períodos de controle e convivência com plantas daninhas, Candiota, RS.

Table 2: Macronutrients levels (g kg^{-1}) in eucalyptus leaves, in control and coexistence periods with weed plants, Candiota, RS.

Dias	Trat	Tipo	N	P	K	Ca	Mg	S
			g kg^{-1}					
28	1	Conv.	26,79 a ⁽¹⁾ (9,7) ⁽²⁾	1,17 b (0,9)	8,73 a (11,8)	10,30 a (3,6)	2,90 a (10,0)	1,42 a (23,0)
	12	Cont.	26,83 a (4,3)	1,46 a (5,5)	9,96 a (3,1)	11,38 a (16,1)	3,26 a (1,6)	1,51 a (17,4)
56	2	Conv.	33,67 a (3,8)	1,86 a (9,4)	13,11 a (13,1)	11,49 a (17,1)	1,95 a (12,3)	1,92 a (14,5)
	13	Cont.	28,88 a (11,1)	1,45 a (15,4)	12,13 a (3,1)	11,75 a (17,5)	1,94 a (12,9)	1,87 a (9,0)

84	3	Conv.	28,72 a (12,6)	1,59 a (16,9)	12,05 a (13,1)	10,66 a (19,5)	2,49 a (47,2)	1,67 a (17,2)
	14	Cont.	30,04 a (1,8)	1,56 a (7,6)	11,94 a (5,9)	11,90 a (18,0)	2,08 a (7,5)	1,85 a (2,0)
112	4	Conv.	25,94 a (21,8)	2,55 a (14,6)	11,82 a (14,4)	7,20 a (7,0)	1,56 a (14,3)	1,25 a (19,8)
	15	Cont.	31,88 a (5,3)	2,21 a (18,8)	13,35 a (9,0)	7,62 a (3,0)	1,50 a (3,3)	1,44 a (5,3)
140	5	Conv.	22,38 b (12,9)	1,40 a (21,6)	10,81 a (10,0)	5,96 a (12,9)	1,51 a (1,7)	1,12 b (14,6)
	16	Cont.	30,01 a (3,7)	1,61 a (14,3)	12,06 a (9,4)	7,64 a (16,2)	1,43 a (3,3)	1,51 a (4,6)
168	6	Conv.	21,93 b (2,9)	1,41 b (3,9)	7,70 a (18,2)	11,30 a (1,1)	1,54 a (2,7)	1,30 a (4,4)
	17	Cont.	25,96 a (3,1)	1,66 a (1,8)	10,63 a (2,4)	9,15 a (20,7)	1,34 b (2,0)	1,37 a (3,7)
210	7	Conv.	28,34 a (6,6)	2,25 a (27,0)	11,35 a (28,4)	6,07 a (18,7)	1,37 a (8,0)	1,19 a (14,7)
	18	Cont.	23,82 a (44,0)	2,01 a (19,4)	11,86 a (10,5)	6,72 a (19,5)	1,27 a (15,9)	1,46 a (1,7)
252	8	Conv.	25,47 a (1,5)	1,98 a (9,9)	12,91 a (11,7)	7,70 a (9,5)	1,42 a (26,4)	0,40 a (29,6)
	19	Cont.	27,13 a (5,4)	1,98 a (4,5)	12,89 a (8,1)	5,78 b (5,78)	1,45 a (10,2)	0,47 a (5,6)
294	9	Conv.	18,07 b (14,2)	1,42 a (9,9)	12,25 a (7,6)	10,34 a (25,3)	1,23 a (11,2)	0,49 b (5,8)
	20	Cont.	24,55 a (6,8)	1,37 a (9,9)	10,10 a (14,5)	8,61 a (2,6)	1,18 a (22,5)	0,63 a (7,9)
336	10	Conv.	17,48 a (11,1)	1,07 a (9,2)	14,24 a (14,6)	8,95 a (16,5)	1,22 a (8,6)	1,06 a (14,5)
	21	Cont.	21,20 a (3,4)	1,05 a (7,7)	8,19 b (5,3)	10,58 a (4,4)	0,86 b (19,4)	1,10 a (14,1)
378	11	Conv.	18,20 b (18,4)	1,76 a (8,9)	14,04 a (20,9)	8,47 a (5,2)	2,92 a (8,1)	1,27 b (5,7)
	22	Cont.	27,74 a (13,7)	2,00 a (25,8)	14,11 a (4,9)	7,82 a (6,8)	2,57 a (3,3)	1,49 a (4,0)

⁽¹⁾Os valores seguidos pela mesma letra, na vertical, não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade de erro. ⁽²⁾Entre parênteses estão os valores dos coeficientes da variação em porcentagem. Trat. = tratamento, Conv. = Convivência, Cont. = Controle.

Geralmente o maior coeficiente de variação dos nutrientes foliares é maior nos tratamentos em competição com as plantas daninhas, pois estas estão em concorrência com o povoamento por nutrientes, água e luz, resultando em um plantio heterogêneo e com baixa produtividade.

Aos 140 e 168 dias, o nitrogênio, fósforo, magnésio e enxofre tiveram diferenças estatísticas entre os períodos de controle e convivência, entretanto aos 210 dias em nenhum elemento houve diferença, fato este atribuído a realização da segunda adubação de cobertura, ocorrida aos 180 dias. A coleta de folhas realizada em curtos períodos após as adubações de cobertura mascararam o status nutricional do povoamento.

Segundo Souza et al. (2010) quanto maior o período de convivência do eucalipto com a comunidade infestante menor serão os teores dos nutrientes nas folhas, em plantios de 9 meses em segunda condução de *Eucalyptus grandis*.

Conforme Gonçalves et al. (2000) as taxas de absorção de são pequenas nos três primeiros meses de crescimento das mudas de eucalipto no campo. Neste período, as mudas de eucalipto alocam grande parte dos fotoassimilados e nutrientes para o crescimento de raízes para assegurar o suprimento de água e nutrientes, sendo assim podem mostrar sintomas de deficiências nutricionais.

De acordo com as faixas de teores foliares estabelecidas por Gonçalves (1995), todos os teores de nitrogênio (13,5 a 18,0 g kg⁻¹) e fósforo (0,9 a 1,3 g kg⁻¹) estão com seus teores adequados tanto nos períodos de controle e convivência. Entretanto para potássio (9,0 a 13,0 g kg⁻¹) e cálcio (6,0 a 10,0 g kg⁻¹) ocorrem algumas deficiências isoladas em alguns períodos da avaliação. Já para o magnésio (3,5 a 5,0 g kg⁻¹) e enxofre (1,5 a 2,0 g kg⁻¹) as deficiências dos macronutrientes estão na maioria dos períodos da avaliação, ocorrendo desde o início da avaliação.

Nas faixas adequadas de teores foliares estabelecidas por Malavolta et al. (1997), somente o cálcio (5 a 6 g kg⁻¹) está na faixa estabelecida pelo autor. Entretanto no nitrogênio (21 a 23 g kg⁻¹), fósforo (1,3 a 1,4 g kg⁻¹) e potássio (9 a 10 g kg⁻¹) ocorrem teores abaixo da

faixa adequada em períodos isolados. Já o enxofre (1,5 a 2,5 g kg⁻¹) e o magnésio (2,5 a 3,0 g kg⁻¹) na maioria dos períodos estão abaixo da faixa adequada.

Para Ismael et al (1998) os teores críticos para P nas folhas de *Eucalyptus grandis* em latossolo é de 1,43 e 1,35 g kg⁻¹ para o crescimento em altura e diâmetro, respectivamente, aos 6 meses de idade, sendo os teores do presente estudo na maioria dos tratamentos superiores ao recomendado pelo autor citado anteriormente.

Haag et al. (1976) estudando teores (g kg⁻¹) foliares de *Eucalyptus grandis*, em Mogi Guaçu, SP, encontrou 22,60 para N; 1,20 para P; 5,80 para K; 3,80 para Ca; 1,50 para Mg e 2,40 para S. Schumacher e Poggiani (1993) encontraram teores (g kg⁻¹) de 13,98; 0,86; 9,76; 7,46 e 2,30 para N, P, K, Ca e Mg respectivamente nas folhas de *Eucalyptus grandis*.

Para os micronutrientes a diferença estatística está somente aos 140 dias no cobre, aos 210 dias para o manganês, boro aos 252 dias e zinco aos 336 dias (**Tabela 3**). Nos micronutrientes as quantidades de tratamentos que são estatisticamente diferentes, entre os períodos de controle e convivência, são menores quando comparada aos macronutrientes e estas diferenças são verificadas a partir do final da avaliação.

Tabela 3: Teores de micronutrientes (mg kg⁻¹) nas folhas de eucalipto nos períodos de controle e convivência com plantas daninhas em eucalipto, Candiota, RS.

Table 3: Micronutrients levels (mg kg⁻¹) in eucalyptus leaves, in control and coexistence periods with weed plants, Candiota, RS.

Dias	Trat.	Tipo	B	Cu	Fe	Mn	Zn
			mg kg ⁻¹				
28	1	Conv.	24,36 a ⁽¹⁾ (16,6) ⁽²⁾	2,75 a (4,4)	101,19 a (15,1)	556,75 a (35,0)	17,85 a (15,5)
	12	Cont.	28,08 a (20,1)	2,53 a (8,3)	139,70 a (24,7)	419,42 a (12,7)	18,94 a (14,8)
56	2	Conv.	19,68 a (5,9)	6,15 a (13,8)	94,21 a (11,7)	474,31 a (14,4)	32,35 a (6,1)
	13	Cont.	18,48 a (26,2)	6,10 a (12,3)	89,94 a (29,0)	509,03 a (8,5)	30,63 a (12,3)
84	3	Conv.	15,60 a (8,7)	4,96 a (37,3)	77,88 a (7,7)	452,64 a (17,5)	28,40 a (16,3)
	14	Cont.	16,68 a (19,3)	6,75 a (9,9)	125,11 a (68,5)	747,34 a (54,9)	31,50 a (6,0)
112	4	Conv.	15,24 a (9,3)	5,25 a (40,9)	108,91 a (27,5)	615,42 a (32,0)	32,35 a (23,3)
	15	Cont.	16,80 a (8,1)	6,15 a (23,3)	95,40 a (10,6)	683,24 a (47,1)	27,10 (7,2)
140	5	Conv.	13,68 a (27,5)	2,86 b (32,8)	72,54 a (33,8)	480,77 a (12,5)	26,48 a (16,8)
	16	Cont.	18,24 a (10,1)	4,95 a (14,1)	76,90 a (18,3)	714,76 a (25,3)	30,72 a (3,7)
168	6	Conv.	8,74 a (15,1)	3,45 a (20,7)	127,48 a (55,9)	1.564,83 a (37,6)	23,62 a (17,5)
	17	Cont.	12,41 a (17,7)	5,73 a (29,1)	90,51 a (7,4)	1.197,78 a (34,5)	26,63 a (7,8)
210	7	Conv.	19,70 a (35,2)	6,16 a (13,8)	99,29 a (16,6)	806,55 b (8,2)	46,42 a (48,8)
	18	Cont.	28,81 a (31,4)	7,50 a (9,2)	81,60 a (9,4)	970,04 a (4,3)	65,71 a (2,7)
252	8	Conv.	32,29 a (17,0)	5,64 a (28,1)	92,33 a (10,2)	1.201,63 a (33,3)	23,83 a (3,8)
	19	Cont.	18,31 b (0,0)	5,35 a (12,9)	78,30 a (18,1)	475,00 a (1,5)	23,19 a (2,0)
294	9	Conv.	23,58 a (2,9)	5,45 a (18,6)	75,54 a (6,3)	1.263,17 a (29,4)	20,68 a (14,2)
	20	Cont.	29,08 a (21,5)	6,84 a (21,9)	82,43 a (1,7)	1.478,10 a (11,8)	27,25 a (12,0)
336	10	Conv.	29,89 a (2,7)	4,07 a (23,9)	111,36 a (48,8)	970,42 a (35,9)	17,11 b (4,0)
	21	Cont.	32,22 a (4,5)	4,29 a (4,8)	89,27 a (13,4)	1.402,91 a (16,0)	20,46 a (5,3)
378	11	Conv.	21,92 a (10,3)	5,53 a (18,4)	56,09 a (26,7)	499,48 a (6,1)	18,74 a (17,6)
	22	Cont.	21,12 a (15,9)	6,60 a (37,5)	60,53 a (24,9)	494,75 a (8,6)	23,15 a (23,5)

⁽¹⁾Os valores seguidos pela mesma letra, na vertical, não diferem entre si pelo teste t a 5% de probabilidade de erro. ⁽²⁾Entre parênteses estão os valores dos coeficientes da variação em porcentagem. Trat. = tratamento, Conv. = Convivência, Cont. = Controle.

O boro (30,0 a 50,0 mg kg⁻¹), cobre (7,0 a 10,0 mg kg⁻¹), ferro (150,0 a 200,0 mg kg⁻¹) e zinco (35,0 a 50,0 mg kg⁻¹), em todos os períodos e tratamentos, estão abaixo das faixas estabelecidas por Gonçalves (1995), somente o manganês (400,0 a 600,0 mg kg⁻¹), em todos os tratamentos e períodos está acima da faixa estabelecida.

Nas faixas adequadas estabelecidas por Malavolta et al. (1997) somente o manganês (300 a 400 mg kg⁻¹) e o zinco (12 a 17 mg kg⁻¹) estão dentro da faixa proposta pelo autor. No entanto para boro (25 a 30 mg kg⁻¹), cobre (7 a 10 mg kg⁻¹) e ferro (100 a 140 mg kg⁻¹) na maioria dos períodos os teores ficaram abaixo das faixas estabelecidas pelo autor.

Hagg et al. (1976) avaliando *Eucalyptus grandis*, em Mogi Guaçu, SP, encontrou teores (mg kg⁻¹) foliares de 18,0 para B, 6,0 para Cu, 98,0 para Fe, 452,0 para Mn e 39,0 para Zn.

Com os suprimentos de água e nutrientes assegurados, a atividade fotossintética é intensificada, havendo grande expansão da área foliar e maior crescimento epígeo das mudas de eucalipto. A seguir ocorre uma fase de intenso crescimento e acúmulo de nutrientes, com elevadas taxas de absorção que se relacionam diretamente com a idade da cultura. Nesse período, as plantas de eucalipto estão mais sensíveis à competição das plantas daninhas, pois todos os fotoassimilados são sintetizados para a formação das copas e sistema radicular, principalmente as raízes finas. O sistema radicular explora parcialmente o volume do solo e as árvores não competem entre si por fatores de crescimento (luz, nutrientes, espaço e água), sendo seu crescimento limitado pelas próprias condições fisiológicas e pelos inimigos naturais, incluindo as plantas daninhas (GONÇALVES et al. 2000)

Conclusões

A diferença estatística entre os elementos nas folhas somente está presente a partir dos 140 dias, com exceção do fósforo aos 28 dias.

Os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e manganês presentes nas folhas do eucalipto na maioria dos períodos estão adequados, porém os teores de magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro e zinco na grande parte dos períodos estão abaixo das faixas estabelecidas, demonstrando assim deficiência, sendo estas muitas vezes responsáveis pela diminuição na produtividade dos plantios.

As deficiências constatadas no trabalho podem ser corrigidas através do uso de adubos que contenham os elementos em deficiência, ou até mesmo no combate adequado das plantas daninhas.

Referências bibliográficas

- BELLOTE, A. F. J.; SILVA H. D. da. 2000. Técnicas de amostragem e avaliações nutricionais em plantios de *Eucalyptus* spp. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Ed). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, Cap. 5, p. 113-139.
- GONÇALVES, J. L. M. 1995. Recomendações de adubação para *Eucalyptus*, *Pinus* e espécies típicas da Mata Atlântica. **Documentos Florestais**, Piracicaba, n. 15, p. 1-23.
- GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L.; BENEDETTI, V.; FESSEL, V. A. G.; GAVA, J. L. 2000. Reflexos do cultivo mínimo e intensivo do solo em sua fertilidade e na nutrição das árvores. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. (Ed). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, Cap. 2. p.13-64.
- HAAG, H. P.; SARRUGE, J. R.; OLIVEIRA, G. D.; POGGIANI, F.; FERREIRA, C. A. 1976. Análise foliar em cinco espécies de eucaliptos. **IPEF**, Piracicaba, n. 13, p. 99-116.
- ISMAEL, J. J. I; VALERI, S. V.; CORRADINI, L.; ALVARENGA, S. F.; VALLE, C. V. do; FERREIRA, M. E.; BANZATTO, D. A. 1998. Níveis críticos de fósforo no solo e nas folhas para a implantação de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, em quatro tipos de solos. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 54, p. 29-40.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. 1997. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 319p.

- MALUF, J. R. T. 2000. Nova classificação climática do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 8, n. 1, p.141-150.
- MARCHI, S. R.; PITELLI, R. A.; BEZUTTE, A. J.; CORRADINE, L.; ALVARENGA, S. F. Efeito de períodos de convivência e de controle das plantas daninhas na cultura de *Eucalyptus grandis*. In: 1º SEMINÁRIO SOBRE CULTIVO MÍNIMO DO SOLO EM FLORESTAS, 1995, Curitiba. **Anais...** Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF): Piracicaba, 1995. p. 122-133.
- 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, 3, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 1991. p.1-11.
- SCHUMACHER, M. V.; POGGIANI, F. 1993. Produção de biomassa e remoção de nutrientes em povoamentos de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus torelliana* F. Muell, plantado em Anhembi, SP. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 3, n. 1, p. 21-34.
- SFB – Sistema Florestal Brasileiro. 2009. **Florestal do Brasil em resumo 2009**. Ministério do Meio Ambiente. 124p.
- SILVEIRA, R. J. C.; SEVERO, C. R. S. 2008. Comunicação pessoal
- SOUZA, M. C. de; ALVES, P. L. da C.; SALGADO, T. P. 2010. Interferência da comunidade infestante sobre plantas de *Eucalyptus grandis* de segundo corte. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 85, p. 63-71.
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. 1995. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre, Departamento de Solos, UFRGS. (Boletim Técnico). 118p.
- TOLEDO, R. E. B.; ALVES, P. L. C. A.; VALLE, C.; ALVARENGA, S. F. 1996. Comparação dos custos de quatro métodos de manejo de *Bachiaria decumbens* Stapf em área de implantação de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 20, p. 319-330.

BIOMASA Y CANTIDAD DE CARBONO ALMACENADO EN *Handroanthus heptaphyllus* (VELL.) MATTOS, EN UN SISTEMA AGROFORESTAL CON *Ilex paraguariensis* ST.HIL.

BIOMASS AND CARBON STORAGE IN *Handroanthus heptaphyllus* (VELL.) MATTOS, IN AN AGROFORESTRY SYSTEM WITH *Ilex paraguariensis* ST.HIL.

López, L.N.¹

¹Ingeniero Forestal, consultor independiente. Av. San Martín 3260. lucas_eldorado@yahoo.com.ar

Resumen

Se realizó una estimación de biomasa y carbono almacenado en *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Toledo, actualmente identificada como *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos, (Bignoniaceae) mediante fórmula convencional y un modelo alométrico. Los ejemplares estudiados, se encuentran en un sistema agroforestal con especies maderables nativas asociadas con la Yerba mate, *Ilex paraguariensis* St.Hil. (Aquifoliaceae), especie reconocida mundialmente por la infusión que se prepara con ella y de alto valor cultural; el Guatambú blanco, *Balfourodendron riedelianum* Engl. (Rutaceae); y el Timbó colorado, *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. (Mimosaceae) en un área degradada. Se consideraron dos coeficientes de forma: 0,5 y 0,775. Para la edad de 16 años coeficiente de forma igual de 0,5 se estimó una biomasa 108,61 kilogramos en fuste y cantidad de carbono almacenado 54,25 kilogramos por fuste. Y considerando coeficiente de forma de 0,775 se estimó una biomasa de 168,18 kilogramos por fuste y 84,09 kilogramos de carbono por fuste.

Palabras clave: Misiones, modelo alométrico, coeficiente forma.

Summary

In this paper is presented an estimation of biomass and carbon storage in *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Toledo, actually known as *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos, (Bignoniaceae) by an allometric model. The study was conducted in an agroforestry system with native species associated with Yerba mate, *Ilex paraguariensis* St.Hil. (Aquifoliaceae). The last one is worldwide recognized as an infusion with a high cultural value; Guatambú blanco, *Balfourodendron riedelianum* Engl. (Rutaceae) and Timbo Colorado, *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. (Mimosaceae) in a degraded area. Were considered two coefficients form to calculate over ground biomass and Carbon storage, 0.5 and 0.775. By the age of 16 years with the first coefficient was estimated 108.61 kilograms biomass in stem and 54.25 kilograms of carbon storage per stem. With the second coefficient was estimated a biomass of 168, 18 kg per stem and 84, 09 kilograms of carbon storage per stem.

Key words: allometric model, form coefficient, Province.

Introducción

Actualmente se afirma que los bosques y el cambio climático están íntimamente ligados, es por ello que desde el primer momento en que se debate sobre el cambio climático, se hace referencia al rol de los bosques frente a este (GIRO, 2007), citado por ALVAREZ, 2008.

Considerando que una opción para reducir el contenido de CO₂ en la atmósfera y almacenar el C en la biomasa de la vegetación y en el suelo donde se encuentran las masas arbóreas, los programas de forestación y reforestación en las chacras o estados pueden funcionar muy bien como secuestradores de CO₂. (CALDWELL *et al.* 2006).

Según un estudio realizado por THOMAS *et al.* 2007, de secuestro de carbono a través de especies nativas en el noreste de China obtuvieron como resultado que ciertas especies nativas de madera dura, presentaron alto potencial para secuestro de carbono. También concluyeron que el incremento del uso de especies nativas con este fin, tendría beneficios adicionales en términos de diversificación económica y prestación de "servicios ecosistémicos", incluyendo la protección de la biodiversidad.

DIXON (1997) citado por (PEARCE *et al.* 2001) analizando diferentes prácticas silviculturales en 40 países, determinó que el secuestro de carbón varía desde 5 Mg C/ha/año en promedio, en altas latitudes y hasta 40 Mg C/ha/año a bajas latitudes. De todas formas, concordando con MONTAGNINI y NAIR (2004) existen grandes variaciones en el potencial secuestro de carbón entre las diferentes regiones, variación en las condiciones ambientales y manejo silvícola.

En esta contribución se hace una estimación de la biomasa y la cantidad de carbono almacenado en Lapacho negro, *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Toledo, (Bignoniaceae) plantada en un sistema agroforestal con especies maderables nativas asociadas con la Yerba mate, *Ilex paraguariensis* St. Hil. (Aquifoliaceae); el Guatambú blanco, *Balfourodendron riedelianum* Engl. (Rutaceae); y el Timbó colorado, *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. (Mimosaceae) en un área degradada, esta última referenciada como fijadora de nitrógeno (MONTAGNINI *et al.* 2006), utilizando un modelo alométrico propuesto por REDONDO BRENES y MONTAGNINI (2006). Para la selección de las especies a ser utilizadas en el sistema agroforestal se tuvo en cuenta el valor de su madera y características de buen crecimiento en la provincia de Misiones.

Materiales y métodos

Especie bajo estudio

Tabebuia heptaphylla conocido vulgarmente como lapacho negro es considerada por la calidad de su madera para Misiones como del grupo de las "Maderas de Ley". Su uso es múltiple, en el rubro de la Carpintería en general, se utiliza para marcos de puertas y ventanas, construcción civil, parquet, puentes, vigas y tirantes, machimbres, en construcciones navales para fondo de embarcaciones.

Se trata de un árbol que alcanza los 35 m de altura y hasta 1,5 m de DAP. Presenta fuste recto a tortuoso, follaje caedizo. La especie es natural de las zonas tropicales y subtropicales de Sudamérica. Crece en el bosque alto de la cuenca del río Paraná. Tiene una distribución limitada. Habita casi exclusivamente los sitios bajos con suelos húmedos y profundos, formando parte del estrato superior. Es muy raro en otros microambientes (LÓPEZ *et al.* 1987).

Es una planta muy resistente a la intemperie. El lapacho negro es considerado junto al lapacho amarillo, urunday, urundel, itin, quebracho como muy pesadas, ya que posee una densidad promedio mayor a 1.000 gr/cm³ (SUIREZ, 2007).

Inventario

Para el presente trabajo se realizaron siete mediciones sucesivas, desde el año 1994 hasta el año 2009 a la especie bajo estudio *Tabebuia heptaphylla*. Las mediciones se realizaron en siete diferentes años, 1994, 1995, 2000, 2003, 2004, 2008 y 2009. En cada año mencionado se realizó la toma de datos de altura total (Ht) y diámetro a la altura del pecho

(DAP) a 1,3 m sobre el nivel del suelo. Los datos fueron tomados para todos los individuos presentes en el año de medición. Para la medición de diámetro se utilizó una cinta diamétrica o calibre, el segundo en las primeras mediciones, y una vara telescópica para la medición de altura. La anotación de los datos de los individuos medidos, se realizó en una planilla convencional.

Análisis de datos

Fueron calculados para cada individuo el área basal, el volumen y estimado la biomasa del fuste y cantidad de carbono almacenado en el fuste. Para los análisis que implican DAP fueron utilizados los datos a partir de la edad de 5 años mientras que los análisis que involucran la altura total fueron utilizados los datos desde los 2 años. El incremento medio anual (IMA) fue calculado a partir de la edad de 5 años, y resultó de dividir el valor de crecimiento por la edad correspondiente de plantación. El volumen individual de los árboles fueron calculados mediante:

1. fórmula propuesta por NEWBOULD (1967) citada por (REDONDO BRENES y MONTAGNINI, 2006) utilizando un coeficiente de forma (cf) de 0,5:

$$\text{volumen} = \text{area basal} \times \text{altura total} \times 0,5$$

$$\text{Donde } \text{area basal} = \frac{\pi}{4} \times \text{DAP}^2$$

DAP = diámetro a la altura del pecho en metros (m).

2. fórmula propuesta por NEWBOULD (1967) citada por (REDONDO BRENES y MONTAGNINI, 2006) utilizando coeficiente de forma de 0,775, propuesta por HUTCHINSON (1974) citado por el Consorcio ForCerPa (2009). Coeficiente de forma general para especies nativas, entre ellas *Tabebuia heptaphylla*, del Paraguay (con tipo de clima similar a Misiones).

$$\text{volumen}' = \text{area basal} \times \text{altura total} \times 0,775$$

Para la estimación de biomasa presente en lapacho y cuantificación de carbono almacenado, se procedió teniendo en cuenta los distintos resultados de volumen debido a los coeficientes de forma utilizados. Se realizaron las estimaciones y cálculos para fuste, considerando que en términos porcentuales, el fuste del árbol concentra la mayor cantidad de biomasa aérea, representando entre 55 y 77 % del total (GOMEZ, 1976; MADGWICK, 1977; OVEREND, 1978; PARDE, 1980; SCHONENBERGER, 1984; PEDRASA, 1989; SAEZ, 1991; GAYOSO *et al.* 2002) citado por ALVAREZ (2008).

Para la estimación de biomasa se procedió de tres formas:

1. A través de la ecuación convencional de cálculo de biomasa, donde el volumen fue calculado mediante la fórmula propuesta por NEWBOULD (1967):

$$\text{Biomasa} = \text{volumen} \times \text{densidad} \quad (1)$$

2. A través de la ecuación convencional de cálculo de biomasa, donde para el cálculo de volumen el coeficiente de forma es el propuesto por HUTCHINSON (1974) citado por el Consorcio ForCerPa:

$$\text{Biomasa}' = \text{volumen}' \times \text{densidad} \quad (2)$$

3. Mediante modelo alométrico desarrollada por MONTERO y MONTAGNINI (2005):

$$\ln(y) = a + b * \ln(DAP)$$

- considerando coeficiente de forma (cf)=0,5:

$$\Rightarrow y = e^{[a+b \times \ln(DAP)]} \quad (3)$$

- considerando coeficiente de forma (cf)=0,775:

$$\Rightarrow y' = e^{[a+b \times \ln(DAP)]} \quad (4)$$

Donde y e y' = biomasa en kilogramos (kg) respectivamente, DAP = diámetro a la altura del pecho en centímetros (cm), a y b coeficientes hallados a través de gráfico de regresión entre DAP – Biomasa y DAP – Biomasa' (Anexo I).

Para fórmulas de estimación de biomasa (1) y (2), la densidad utilizada fue 990,286 kg/m³, que es el resultado el promedio de las densidades (peso seco) propuestas por INTI – CITEMA (2009); MADERASNOA (2009) y SUIREZS (2009).

A partir de la biomasa de fuste se calculó la concentración de carbono presente en el mismo. La cuantificación de carbono se realizó en kilogramos en fuste y en Megagramos por hectárea. Se consideró que el 50 % de la biomasa está formada por carbono (ALVAREZ, 2008; MONTERO y MONTAGNINI, 2005). Para la estimación de carbono de fuste almacenado se consideró la biomasa estimada a partir del volumen calculado con cf=0,5, biomasa' estimada a partir del volumen' calculado con cf=0,775 y biomasa estimada a través del modelo alométrico.

$$\text{Cantidad de carbono almacenado} = \text{biomasa} \times 50\%$$

Donde biomasa se estimó de (1)

$$\text{Cantidad de carbono almacenado}' = \text{biomasa}' \times 50\%$$

Donde biomasa se estimó de (2)

$$\text{Cantidad de carbono almacenado}_y = y \times 50\%$$

Donde biomasa se estimó de (3)

$$\text{Cantidad de carbono almacenado}_{y'} = y' \times 50\%$$

Donde biomasa se estimó de (4)

La estimación de la cantidad de carbono almacenado en fuste por hectárea, resultó de multiplicar el número de individuos en la parcela (2500m²) por 4.

Para una investigación estricta, se observa la necesidad de determinar parámetros dasométricos específicos para la población en estudio.

Resultados

Crecimiento en diámetro de Tabebuia heptaphylla en un sistema agroforestal.

La especie bajo estudio no presenta un comportamiento normal en cuanto a su distribución diamétrica. En el sitio bajo estudio la especie mostró un incremento medio anual (IMA) diamétrica de 1,04 cm. Los valores de IMA fueron decreciendo a través de los años (Tabla 1).. En el año 5 el valor medio de diámetro es de 8,13 cm y para el año 16 el valor

medio es de 16,71 cm. Los datos de diámetro observados pueden ser explicados mediante una ecuación exponencial con el 41,34 % de representatividad de los mismos.

Crecimiento y productividad.

El mayor valor de incremento medio anual para diámetro se registró al año 11 mientras que el IMA en altura total el mayor valor a la edad de 5 años (Tabla 7). El DAP medio para la edad de 16 años es de 16,71 cm y la altura total media para la misma edad es de 9,99 m. El volumen calculado con (cf) igual a 0,5 a la edad de 16 años es de 16,22 m³ por hectárea, mientras utilizando el cf igual a 0,775 el volumen es de 25,14 m³/ha. El IMA DAP decrece a través de los años como así también el IMA Ht. En cuanto al IMA de volumen y volumen' ambos tienden a aumentar a mayores edades, excepto a la edad de 15 años en ambos IMA donde hay una pequeña disminución.

Tabla 1. Datos generales de crecimiento y productividad de *Tabebuia heptaphylla* en sistema agroforestal.

Table 1. General data of growth and productivity of *Tabebuia heptaphylla* in an agroforestry system

Edad	Individuos	DAP - (cm) medio	Altura Total - Ht - (m) medio	Área Basal (m ² /ha)	Volumen Total (m ³ /ha) cf=0.5	Volumen' Total (m ³ /ha) cf=0.775	IMA DAP (cm/año)	IMA Ht (m/año)	IMA volumen (m ³ /ha/año)	IMA volumen' (m ³ /ha/año)
5	39	8,13	5,48	0,81	2,22	3,44	1,63	1,10	0,44	0,69
7	39	11,27	6,18	1,56	4,81	7,45	1,61	0,88	0,69	1,06
10	39	13,25	7,30	2,15	7,85	12,17	1,32	0,73	0,79	1,22
11	37	14,82	7,97	2,55	10,18	15,77	1,35	0,72	0,93	1,43
15	37	16,30	8,80	3,09	13,58	21,05	1,09	0,59	0,91	1,40
16	37	16,71	9,99	3,25	16,22	25,14	1,04	0,62	1,01	1,57

Estimación de biomasa y carbono almacenado en *Tabebuia heptaphylla*.

El valor de estimación de biomasa, para la edad de 16 años, utilizando cf igual a 0,5 es de 108,51 kg/árbol y de 16058,77 kg/ha. Para la estimación con cf igual a 0,775, para la misma edad es de 168,18 kg/árbol y 24891,10 kg/ha. Mediante modelo alométrico de estimación de biomasa se estimó 1094,06 kg/arb y 16140,91 kg/ha para cf de 0,5 (Tabla 2) y 169,05 kg/árbol y 25018,71 kg/ha para cf de 0,775 (Tabla 9). El valor de biomasa calculado mediante (1) para la edad de 16 años es 108,51 kilogramos por fuste por árbol mientras que el calculado mediante (3) es de 109,06 kilogramos por árbol. La diferencia entre estos valores mencionados es del 0,51 por ciento (Tabla 8). Los valores que presentaron menor diferencia porcentual son a la edad de 15 años para ambas estimaciones. Para todas las estimaciones de biomasa y carbono almacenado se tuvieron en cuenta el fuste con corteza.

Tabla 2. Biomasa de fuste estimado utilizando coeficiente de forma (cf)=0,5 y respectiva estimación mediante modelo alométrico propuesto por MONTERO y MONTAGNINI, 2005.

Table 2. Estimated stem biomass considering form coefficient of 0.5 and respective estimation using allometric model proposed by MONTERO y MONTAGNINI, 2005.

Modelo Alométrico					
EDAD	(cf) de 0,5 <i>Biomasa=volumen densidad</i>		(cf) de 0,5 <i>ln(Biomasa)= a + b*ln(DAP)</i>		Diferencia porcentual
	biomasa (kg/arb)	biomasa (kg/ha)	y (kg/arb)	y (kg/ha)	
5	14,10	2199,70	14,35	2237,89	1,71%
7	30,52	4761,06	30,47	4753,25	0,16%
10	49,86	7778,40	51,41	8020,73	3,02%
11	68,09	10077,61	68,88	10194,56	1,15%
15	90,89	13451,78	90,94	13459,10	0,05%
16	108,51	16058,77	109,06	16140,91	0,51%

Los coeficientes del modelo alométrico para las distintas edades se detallan en Anexo I.

El valor de biomasa calculado mediante (2) para la edad de 16 años es 168,18 kilogramos por fuste por árbol mientras que el calculado mediante (4) es de 169,05 kilogramos por árbol. La diferencia entre estos valores mencionados es del 0,51 por ciento (Tabla 3). Los valores que presentaron menor diferencia porcentual son a la edad de 15 años para ambas estimaciones.

Tabla 3. Biomasa de fuste estimado utilizando coeficiente de forma (cf)=0,775 y respectiva estimación mediante modelo alométrico propuesto por MONTERO y MONTAGNINI, 2005.

Table 3. Estimated stem biomass considering form coefficient of 0.775 and respective estimation using allometric model proposed by MONTERO y MONTAGNINI, 2005.

Modelo Alométrico					
EDAD	(cf) de 0,775 <i>Biomasa=volumen x densidad</i>		cf=0,775 <i>ln(Biomasa)= a + b*ln(DAP)</i>		Diferencia porcentual
	biomasa (kg/arb)	biomasa (kg/ha)	y (kg/arb)	y (kg/ha)	
5	21,86	3409,53	22,24	3468,73	1,71%
7	47,31	7379,64	47,23	7367,53	0,16%
10	77,29	12056,51	79,69	12432,13	3,02%
11	105,54	15620,30	106,77	15801,56	1,15%
15	140,88	20850,27	140,96	20861,60	0,05%
16	168,18	24891,10	169,05	25018,71	0,51%

Los coeficientes del modelo alométrico para las distintas edades se detallan en Anexo IB.

Calculando el volumen utilizando (cf)=0,5 el carbono almacenado estimado en el fuste para la edad de 16 años es de 54,25 kg por árbol y de 8,03 Mg de carbono almacenado en fuste por hectárea (Tabla 4). Mientras que utilizando el (cf)=0,775 para la misma edad es de 84,09 kg/fuste/árbol y llevado a hectáreas es de 12,45 Mg por fuste de árbol (Tabla 5). La diferencia porcentual tanto los valores estimados con coeficiente de forma de 0,5 como para los valores estimados con coeficiente de forma de 0,775 para la edad de 16 años es de 0,51

por ciento. Siendo la menor diferencia para ambos casos a la edad de 15 años donde es igual al 0,05 por ciento (Tabla 4 y 5).

Tabla 4. Distintas estimaciones de carbono almacenado en fuste, en *Tabebuia heptaphylla* plantado en sistema agroforestal.

Table 4. Different stem carbon storage estimation in *Tabebuia heptaphylla* in an agroforestry system.

Coeficiente de forma (cf) de 0,5					
EDAD	carbono almacenado (kg/arb)	carbono almacenado (Mg/ha)	carbono almacenado _y (kg/arb)	carbono almacenado _y (Mg/ha)	Diferencia porcentual
5	7,05	1,10	7,17	1,12	1,71%
7	15,26	2,38	15,23	2,38	0,16%
10	24,93	3,89	25,71	4,01	3,02%
11	34,05	5,04	34,44	5,10	1,15%
15	45,45	6,73	45,47	0,05	0,05%
16	54,25	8,03	54,53	8,07	0,51%

Carbono almacenado estimado a partir de (1) y Carbono almacenado y estimado a partir de (3)

Tabla 5 Estimación de carbono almacenado en fuste, en *Tabebuia heptaphylla* plantado en sistema agroforestal.

Table 5 Stem carbon storage estimation in *Tabebuia heptaphylla* in an agroforestry system.

Coeficiente de forma (cf) de 0,775					
EDAD	carbono almacenado' (kg/arb)	carbono almacenado' (Mg/ha)	carbono almacenado _y ' (kg/arb)	carbono almacenado _y ' (Mg/ha)	Diferencia porcentual
5	10,93	1,70	11,12	1,73	1,71%
7	23,65	3,69	23,61	3,68	0,16%
10	38,64	6,03	39,85	6,22	3,02%
11	52,77	7,81	53,38	7,90	1,15%
15	70,44	10,43	70,48	10,43	0,05%
16	84,09	12,45	84,52	12,51	0,51%

Carbono almacenado' estimado a partir de (2) y Carbono almacenado y' estimado a partir de (4)

Conclusión

Los valores de DAP para los 16 años de edad presentan un valor mínimo de 8 cm, un valor máximo de 27,5cm y un valor medio de 16,71cm. En cuanto a la altura total el valor medio a los 16 años es de 9,99 m mientras que la mínima es 7m y la máxima es 13,10 m.

La estimación de biomasa y almacenamiento de carbono, considerando un coeficiente de forma de 0,5, para la edad de 16 años es de 108,61 kilogramos en fuste y 54,25 kilogramos de carbono por fuste. Realizando la estimación, considerando un coeficiente de forma de 0,775, para la edad de 16 años se estimó una biomasa de 168,18 kilogramos por fuste y 84,09 kilogramos de carbono por fuste.

Es necesario generar información sobre el comportamiento *Tabebuia heptaphylla* en otras áreas y determinar mediante el trozado los valores reales de densidad, porcentaje de carbono y biomasa en todo el volumen arbóreo.

Bibliografía

ALVAREZ, G., 2008. CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA ESCUELA DE POSGRADO Modelos alométricos para la estimación de biomasa aérea de dos especies nativas en plantaciones forestales del trópico de Cochabamba, Bolivia. Turrialba, Costa Rica,

CALDWELLA, V.W.; MACLARENA, J.M.; CHENA, W.M.; JUA, S.; ZHOUB, Y.; YINC, A.; BOLANDA. 2006. An integrated assessment model of carbon sequestration benefits: A case study of Liping county, China Journal of Environmental Management 85 (2007) 757–773 Received 5 March 2006; received in revised form 24 April 2006; accepted 9 August 2006 Available online 18 December 2006

LÓPEZ, J.A; LITTLE, E; RITZ, G.; ROMBOLD, J.; HAHN, W. 1987. Wikipedia. Árboles comunes del Paraguay: Ñande yvyra mata kuera. Paraguay, Cuerpo de Paz, 425 pp.

MONTAGNINI, F.; NAIR, P. K. R. 2004. Carbon sequestration: An underexploited environmental benefit of agroforestry system. Agroforestry Systems 61:281-295.

MONTAGNINI, F. 2005. Environmental Services of Agroforestry Systems. Perface.

MONTERO, M.; MONTAGNINI, F. 2005. Modelos alométricos para la estimación de biomasa de diez especies nativas en plantaciones en la región Atlántica de Costa Rica. Recursos Naturales y Ambiente/no. 45:112-119

PEARCE, D.; PUTZ, F.E.; VANCLAY, J.K. 2001. Sustainable forestry in the tropics: panacea or folly?

REDONDO-BRENES, A.; MONTAGNINI, F. 2006. Forest Growth, productivity, aboveground biomass, and carbon sequestration of pure and mixed native tree plantations in the Caribbean lowlands of Costa Rica, Ecology and Management 232 (2006) 168–178

REDONDO-BRENES, A. 2005. A review of the Agroforestry Systems of Costa Rica. Environmental Services of Agroforestry Systems. Editor: Montagnini, F. p, 98

SUIREZS, T. M. 2007. Apunte de cátedra, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones. Descripción de las propiedades físicas y mecánicas de la madera.

SUIREZ, T. 2009. Apunte de cátedra. Descripciones de las propiedades físicas y mecánicas de la madera. Facultad de Ciencias Forestales Universidad Nacional de Misiones.

THOMAS, S.C.; MALCZEWSKI, G.; SARPRUNOFF, M. 2007. Assessing the potential of native tree species for carbon sequestration forestry in Northeast China. Journal of Environmental Management 85 (2007) 663–671

EFFECTO DE LA COMBINACIÓN DE TÉCNICAS DE ESTABLECIMIENTO SOBRE EL CRECIMIENTO INICIAL DE *Grevillea robusta* A. Cunn.

EFFECT OF THE ESTABLISHMENT TECHNIQUES COMBINATION ON THE INITIAL GROWTH OF *Grevillea robusta* A. Cunn.

Martiarena R.¹; Von Wallis A.¹; Fernández R.¹⁻²; Knebel O.¹

¹: INTA, EEA Montecarlo. Av. El Libertador 2472, 3384. Montecarlo, Misiones, Argentina. TE 54 3751 480457
ramartiarena@montecarlo.inta.gov.ar

²: Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. Eldorado, Misiones, Argentina

Resumen

Se evaluó el efecto de la combinación de técnicas de establecimiento sobre el crecimiento inicial de *Grevillea robusta*, en el NO de la provincia de Corrientes, Argentina (27°36'18'' S y 55°57'15'' O). Los tratamientos fueron realizados en dos etapas, la primera de ellas previo a la plantación de la *G. robusta* y consistió en el manejo de residuos, con dos factores de análisis, a) Conservación de residuos y, b) Quema de residuos. La segunda etapa se efectuó luego de un mes de establecida la plantación y consistió en aplicación de fertilizante, cuyos factores de análisis fueron tres, a) sin aplicación de fertilizante, b) aplicación de fertilizante luego del establecimiento de la plantación y, c) aplicación de fertilizante luego de un año de establecida la plantación. La combinación de técnicas de establecimiento de la plantación respondió con la hipótesis planteada, ya que mejoró el crecimiento inicial de *G. robusta*. La mejor combinación fue quema de residuos con fertilización durante el establecimiento, con la cual la plantación logró mantener un incremento del 43,7% del crecimiento diamétrico hasta los 36 meses de edad respecto del tratamiento de conservación de residuos sin aplicación de fertilizante.

Palabras clave: Silvicultura, fertilización, residuos forestales.

Summary

The effect of application of the combination of establishment techniques about the initial growth of *Grevillea robusta* was evaluated, in the NW of Corrientes province, Argentina (27°36'18'' S y 55°57'15'' W). The treatments were conducted in two phases, the first of these before the plantation of *G. robusta* which consisted on slash management, with two analysis factors, a) slash conservation and, b) slash burn. The second phase was conducted one month after established the plantation, which consisted on the application of fertilizer, whose analysis factors were three, a) unfertilized, b) fertilized after established the plantation and, c) fertilized one year after the established the plantation. The combination of establishment techniques of the plantation answered with the hypothesis proposed, since it improved the initial growth of *G. robusta*. The best combination was slash burn with fertilization during the establishment of the plantation, with which the plantation could keep of 43.7% at the diameter growth until 36 months old in respect to the slash conservation and unfertilized treatment.

Key words: Silviculture, fertilization, forest slash.

Introducción

La provincia de Misiones cuenta aproximadamente con 365000 ha forestadas con bosques de cultivo, de las cuales 344000 corresponden a especies de rápido crecimiento de los géneros *Pinus* y *Eucaliptus* (SIFIP, 2010), siendo muy escasa la superficie cultivada con otras especies, entre las que se incluye la *Grevillea robusta*. No obstante, *G. robusta* es una especie muy promisoriosa para la región Mesopotámica Argentina, principalmente por las características de su madera. Fácilmente trabajable y presenta una apariencia atrayente por la presencia de los radios característicos, presentando un color pardo rosáceo y cambia a amarillo parduzco con la exposición (Zárate Morales *et al.* 2001), pudiendo ser utilizada en la confección de muebles, laminados y pisos (Pereira *et al.* 2000). Harwood y Booth (1992) citan que con buenos suelos la *G. robusta* podría crecer 2 cm de DAP por año durante los primeros 5 años de edad, no obstante en Misiones esos valores son superados en rodales de 152 pl.ha⁻¹, alcanzando incrementos de 2,6 cm por año (Lacorte *et al.*, 2003; Fassola *et al.*, 2004).

El adecuado balance entre macro y micronutrientes, desde el comienzo de la plantación, es uno de los factores esenciales para el óptimo crecimiento de la misma (Yamada, 2003), siendo la fertilización una de las prácticas de manejo más efectivas para obtener respuestas en el incremento de la productividad (Newton y Amponsah, 2006). En Misiones la respuesta del crecimiento de las especies forestales es positiva al agregado de fósforo y potasio (Martiarena *et al.*, 2008; Fernández *et al.* 2000; Lupi *et al.*, 2000), probablemente este comportamiento se deba a la baja disponibilidad natural de estos elementos en el suelo (Pérez *et al.*, 2006; Vásquez y Morales, 2000). Respuesta negativa y aún sin haberse determinado las causas, produce la fertilización con compuestos nitrogenados, retrasando el crecimiento de las especies forestales cultivadas en suelos del orden Kandudult (Martiarena *et al.*, 2004; Fernández *et al.*, 2000).

Durante el período de rotación del cultivo forestal las prácticas de mayor impacto para el sitio, desde el punto de vista nutricional, son la cosecha y la preparación de terreno para el establecimiento de la nueva plantación (Martiarena *et al.*, 2009). La preparación de terreno incluye el laboreo y el manejo de residuos de cosecha, los cuáles pueden superar los 45 Mg.ha⁻¹ (Martiarena *et al.*, 2007) y, la eliminación de estos residuos por acción del fuego puede afectar negativamente la calidad del suelo (Fox, 2000). No obstante, la quema incrementa temporalmente la disponibilidad de nutrientes y se puede lograr un efecto positivo sobre el crecimiento inicial de la plantación (Raison 1979; Fernández *et al.*, 1998).

Las prácticas de establecimiento afectan el crecimiento de la plantación, ya sea positiva o negativamente, pudiendo este efecto alcanzar un tiempo prolongado, por lo que Snowdon (2002) definió dos tipos de respuesta. Respuesta del tipo 1, resulta de la aplicación de tratamientos que modifican el crecimiento del rodal, pero no los cambios inherentes a la calidad de sitio, es decir, la respuesta solo es observada en el período inicial y luego se diluye con el tiempo. Respuesta del tipo 2, ocurre para tratamientos que modifican las propiedades del sitio y la respuesta del crecimiento se mantiene a lo largo del tiempo.

Bajo la hipótesis de que la combinación de prácticas de establecimiento mejora las condiciones de crecimiento inicial de la plantación, nos planteamos como objetivo del presente trabajo, evaluar el crecimiento hasta los 36 meses de edad de *Grevillea robusta* establecida con combinación de manejo de residuos y fertilización.

Materiales y Métodos

La experiencia se desarrolló en un campo de la empresa Danzer Forestaciones, situado en el NO de la provincia de Corrientes, Argentina (27°36'18'' S y 55°57'15'' O).

El experimento se encuentra ubicado en un ambiente donde el relieve es suave a ondulado, cuyo suelo se clasifica como Kandiuult (Soil Survey Staff, 2006) y el clima subtropical húmedo con precipitaciones que oscilan desde 1900 – 2100 mm sin mostrar diferencias en su distribución a lo largo del año, con temperatura media anual de 20° C y amplitud térmica media anual de 11° C.

El sitio proviene de la tala rasa de una primera rotación de *Pinus spp.* de 20 años, realizada en el año 2005. Luego de la cosecha el sitio permaneció por 2 años con los residuos forestales en superficie, período durante el cual se instaló la regeneración natural de *Pinus spp.*, con semillas del rodal precedente y proveniente de rodales vecinos. Al comienzo del período invernal del año 2007 y previo a la aplicación de los tratamientos de preparación de terreno, se realizó el muestreo de suelo para la determinación de las propiedades químicas y densidad aparente en el sitio, cuyos resultados se muestran en la tabla 1. Posteriormente, se realizó el apeo de los árboles de la regeneración natural, dejándolos esparcidos en el terreno durante 2 meses. Pasado este período, se efectuó el muestreo de residuos, separando aquellos provenientes de los árboles de la regeneración de los que provenían de la tala rasa de la plantación adulta (tabla 2). Tanto para las muestras de suelo como para las de material vegetal se analizaron las propiedades químicas y se cuantificó el contenido de nutrientes en el sitio previo a la instalación del ensayo (tabla 2).

En el mes de Septiembre de 2007, bajo un diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial (2 x 3) y tres repeticiones, se realizó la aplicación de los tratamientos de preparación de terreno. Los tratamientos fueron realizados en dos etapas, la primera de ellas previo a la plantación de la *G. robusta* y consistió en el manejo de residuos, con dos factores de análisis, a) Conservación de residuos, b) Quema de residuos. La quema de residuos se efectuó en “escolleras” donde se acumuló el material en lo que luego sería la entrelínea de plantación, afectando aproximadamente 50% de la superficie. Posterior a la aplicación de los tratamientos se volvió a cuantificar la necromasa de residuos en el sitio para determinar el contenido de nutrientes existente. Posteriormente, se reordenaron los residuos sobre la superficie y se aplicó subsolado en la línea de plantación de todo el ensayo, cuyo objetivo fue facilitar el establecimiento de la plantación y no obstaculizar el efecto de los tratamientos.

Se realizó la plantación con *G. robusta*, cuyas plantas fueron producidas en contenedores en el vivero de la empresa. El distanciamiento entre plantas fue de 2,5 m en la línea y 5 m en la entre línea. Luego de un mes de establecida la plantación se comenzó con la aplicación de la segunda etapa de tratamientos, donde los mismos consistieron de aplicación de fertilizante a las plantas, cuyos factores de análisis fueron tres, a) sin aplicación de fertilizante, b) aplicación de fertilizante luego del establecimiento de la plantación y, c) aplicación de fertilizante luego de un año de establecida la plantación. La dosis de fertilizante aplicada fue la dosis de mejor respuesta al crecimiento para esta especie en la región (Martiarena *et al.*, 2008) que está compuesta por 200 g.pl⁻¹ de superfosfato triple (SFT) y 100 g.pl⁻¹ de cloruro de potasio (KCl). El fertilizante aplicado luego del establecimiento de la plantación se realizó a 30 cm del cuello de la planta, mientras que el aplicado al año de establecidas la distancia fue de 50 cm. En ambos casos se colocó en forma de corona y se incorporó al suelo mediante azada.

Cada parcela quedó conformada por 35 plantas de medición, presentando una bordura perimetral simple entre parcelas, mientras que la división entre bloques posee bordura perimetral doble.

La combinación de factores en los tratamientos fue la siguiente: 1) Conservación de residuos sin aplicación de fertilizante [CS], 2) Conservación de residuos con aplicación de fertilizante en el establecimiento [CAE], 3) Conservación de residuos con aplicación de fertilizante al año de establecida la plantación [CAA], 4) Quema de residuos sin aplicación de fertilizante [QS], 5) Quema de residuos con aplicación de fertilizante en el establecimiento

[QAE] y, 6) Quema de residuos con aplicación de fertilizante al año de establecida la plantación [QAA].

El control de malezas de la plantación se realizó manualmente en la línea de plantación y el control de hormiga mediante cebos químicos.

Tabla 1: Densidad aparente y propiedades químicas del suelo previo a la aplicación de los tratamientos.

Table 1: Bulk density and soil chemical properties before the treatment application

Horizonte	DAP kg.m ⁻³	pH	M.O. (%)	N (%)	P (ppm)	Ca	Mg (cmol _c .kg ⁻¹)	K	CICE
A (0-10 cm)	1,24	4,93	7,32	0,18	1,93	4,84	1,97	0,89	8,99
AB (10-30 cm)	1,36	4,87	4,29	0,13	1,27	3,19	1,74	0,83	8,34
B (30-60 cm)	1,36	4,47	2,83	0,09	0,66	2,60	1,16	0,94	7,87

pH en agua : relación Suelo:Agua = 1:2.5; Materia orgánica: Método Walkey - Black [M.O.]; Nitrógeno: Método semi-micro Kjeldahl [N]; Fósforo: Método Bray II [P]; Calcio, Magnesio y Potasio: Método Cloruro de Sodio (Ca, Mg y K)

Tabla 2: Necromasa y contenido de nutrientes en los residuos forestales, previo y posterior a la aplicación de los tratamientos de quema de residuos.

Table 2: Necromass and nutrient content in slash forest, before and after to the application of the slash burn treatment.

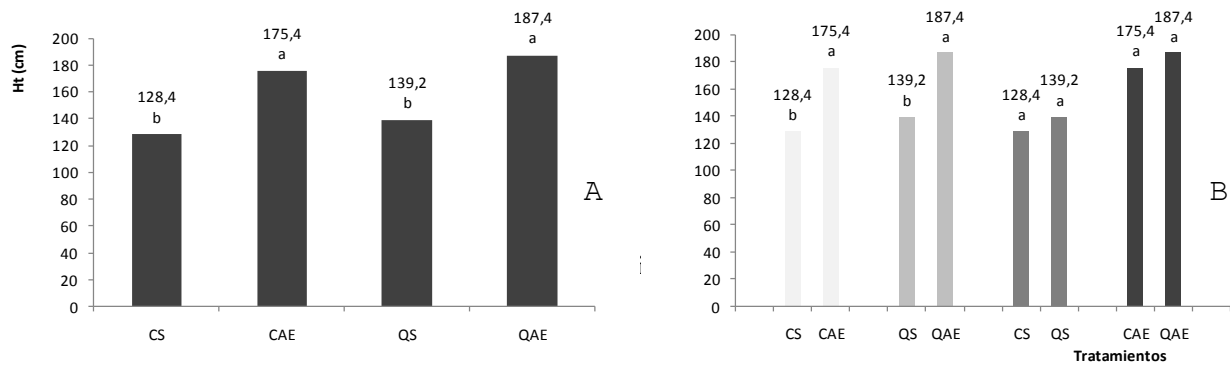
	Necromasa (Mg.ha ⁻¹)	Contenido de nutrientes (kg.ha ⁻¹)				
		N	P	Ca	Mg	K
Previo a la quema	50,66	331,3	17,7	233,7	36,5	74,7
Posterior a la quema	15,39	99,8	4,3	73,6	12,0	25,3

Las variables de crecimiento se registraron a los 12, 24 y 36 meses de haberse aplicado los tratamientos. A los 12 y 24 meses, se registró sólo la altura total de todos los individuos, mientras que a los 36 meses se midió el DAP de todos los individuos. También a los 24 meses de instalado el ensayo se efectuó el muestreo de suelo para determinar densidad aparente y concentración de nutrientes.

Los datos se analizaron estadísticamente con el paquete INFOSTAT 2.0. Los datos de crecimiento fueron tratados con ANOVA para el diseño de bloques completos al azar con arreglo factorial. La comparación de medias se efectuó por medio del test de Tukey (P: 0,05) para el crecimiento y para los incrementos del crecimiento en altura en el período de 2 a 3 años de edad de la plantación.

Resultados y Discusión

La altura total de la plantación a los 12 meses fue significativamente superior (P<0,0001) en los tratamientos fertilizados respecto de los no fertilizados, con mayor registro absoluto (187,4 cm) de la combinación de técnicas del tratamiento de quema de residuos con la aplicación de fertilizante (Figura 1A). La Figura 1B muestra que la fertilización incrementó el crecimiento independientemente de la técnica de manejo de residuos, cuyos incrementos fueron de 36,7% de diferencia (P=0,0013) con conservación de residuos (CS-CAE), mientras que la diferencia fue de 34,6% (P=0,0014) con quema de los mismos (QS-QAE). También puede observarse que la quema de residuos no manifestó diferencias significativas, siendo solo de 8,5% superior (P=0,1317) sin aplicación de fertilizantes (CS-QS) y 6,4% (P=0,1283) cuando se quemó y se combinó con aplicación de fertilizante (CAE-QAE).



Referencias: CS: Conservación de residuos sin aplicación de fertilizante; CAE: Conservación de residuos con aplicación de fertilizante en el establecimiento; CAA: Conservación de residuos con aplicación de fertilizante al año de establecida la plantación; QS: Quema de residuos sin aplicación de fertilizante; QAE: Quema de residuos con aplicación de fertilizante en el establecimiento y, QAA: Quema de residuos con aplicación de fertilizante al año de establecida la plantación [QAA].

Figura 1: Crecimiento en altura total (Ht) de Grevillea robusta a los 12 meses de edad en relación a diferentes técnicas de manejo de residuos y fertilización durante el establecimiento. A) Comparación del conjunto de tratamientos B) Comparación por pares de tratamientos.

Figure 1: Total height growth (Ht) of Grevillea robusta to the 12 months in relation to different techniques of slash management and fertilization during the establishment. A) comparison of all treatment B) pairwise comparison of treatment

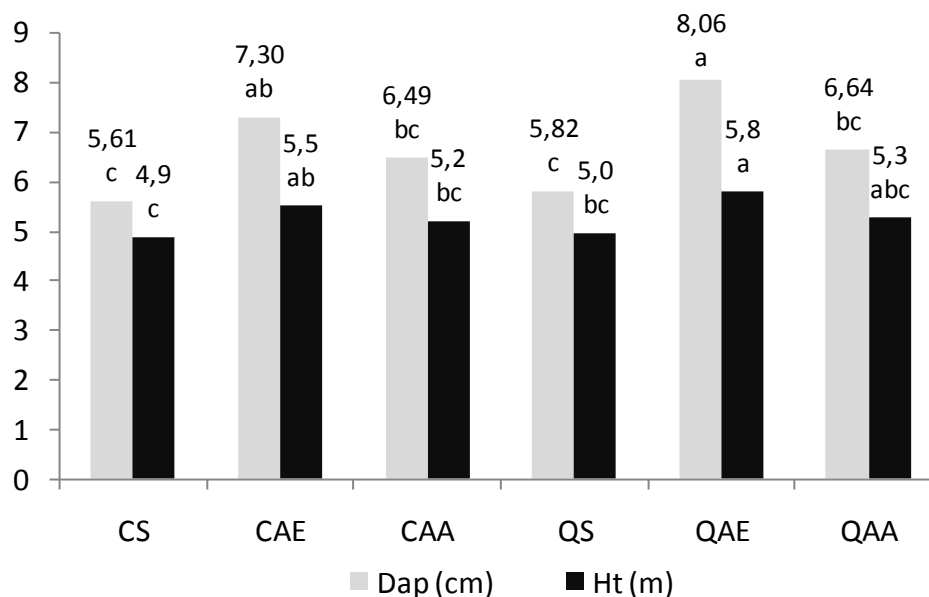
La aplicación de fertilizante en el establecimiento de la plantación de *G. robusta* respondió de acuerdo a lo previsto (Martíarena *et al.*, 2008), supliendo parte de lo requerido para aumentar su crecimiento. La falta de respuesta de la plantación respecto de la quema de residuos, probablemente podría deberse a la modalidad e intensidad de la quema, ya que los residuos se encontraban en la entrelínea y es probable que las raíces poco desarrolladas de la plantación no hayan tenido acceso a los nutrientes liberados por la quema, coincidiendo esta tendencia con otras investigaciones similares en la región (Martíarena *et al.*, 2004).

A los 24 meses de aplicado el fertilizante en el establecimiento de la plantación, la tendencia se mostró similar manteniendo la respuesta significativa ($p < 0,0001$) del crecimiento en altura total, respecto de los tratamientos sin fertilizante, cuyos crecimientos promedio fueron de 2,75 m y 3,43 m respectivamente. A esta edad también se efectuó la evaluación del fertilizante colocado a los 12 meses de establecida la plantación, cuyo tratamiento también se manifestó en forma significativa respecto de la no aplicación, cuyo registro de altura total fue de 3,05 m. Respecto al manejo de residuos, si bien la quema de éstos fue significativamente superior ($P = 0,0257$), el incremento por la quema fue solo de 5% superior, similar a lo encontrado a los 12 meses de instalada la plantación.

A los 36 meses de edad, la mayor diferencia absoluta de crecimiento en altura total de la plantación de *G. robusta*, entre los tratamientos en evaluación, se manifestó entre QAE y CS con 18,4% (Figura 2), mientras que en diámetro también la máxima diferencia se observó entre los mencionados tratamientos y su diferencia fue 43,7% (Figura 2). Esta diferencia es atribuible prácticamente en su totalidad a la interacción de los tratamientos de quema y fertilización, ya que la sumatoria de respuesta obtenida en crecimiento diamétrico en forma individual alcanza al 14,1%, siendo atribuible 3,7% al efecto de la quema (QS-CS) y 10,4% a la aplicación de fertilizante (QAE-CAE), resultados que confirman que la interacción de tratamientos y por ende, entre nutrientes potencia el crecimiento de la plantación (Yamada, 2003; Mead, 2005). No obstante, se observa en la figura 2 que la interacción quema de residuos y aplicación de fertilizante al año (QAA) no potenció el crecimiento, siendo de

magnitud similar con los tratamientos individuales (QS y CAE). Varias especies de la familia Proteácea tienen la capacidad de formar clústeres en su sistema radicular, familia a la cual pertenece la *G. robusta*. Estos clústeres le facilitan la absorción de nutrientes y se forman principalmente ante la carencia de P en el suelo (Skene and James, 2000), coincidente con los suelos de la región de estudio (Vásquez y Morales, 2000). Esto podría explicar la menor magnitud de respuesta a la fertilización luego de un año de establecida la plantación, ya que la carencia de P en el sitio de cultivo podría haber conducido a la plantación a formar mayor cantidad de clústeres y así haberse adaptado a las condiciones locales.

Generalmente las especies forestales responden durante los primeros 3 años de crecimiento al agregado de fertilizante durante el establecimiento (Mead, 2005), siendo *G. robusta* una especie que ya había mostrado respuesta al agregado de fertilizante durante el establecimiento en nuestra región (Martirena *et al.*, 2008) y en otras latitudes (Karanja *et al.*, 1999; Karanja *et al.*, 2004), pero no se poseía antecedentes para el manejo de residuos y la combinación de tratamientos. Harwood y Booth (1992) citan que con buenos suelos la *G. robusta* podría incrementar en promedio 2 cm.año⁻¹ de DAP durante los primeros 5 años de edad, aquí puede observarse que en los primeros 3 años de edad de la plantación y bajo el mejor tratamiento desde el punto de vista del crecimiento de la plantación, se alcanzó incremento diamétrico de 2,7 cm.año⁻¹. En Misiones, Fassola *et al.*, (2004) reportan para densidad del rodal similar y 3 años de edad, valores diamétricos de 5,7 cm y altura media de 3,9 m, cuyos valores fueron superados con la aplicación de las técnicas de establecimiento aquí presentadas, ya que los tratamientos con mejores registros mostraron valores de crecimiento diamétrico de 8,06 cm y altura media de 5,8 m (Figura 2).



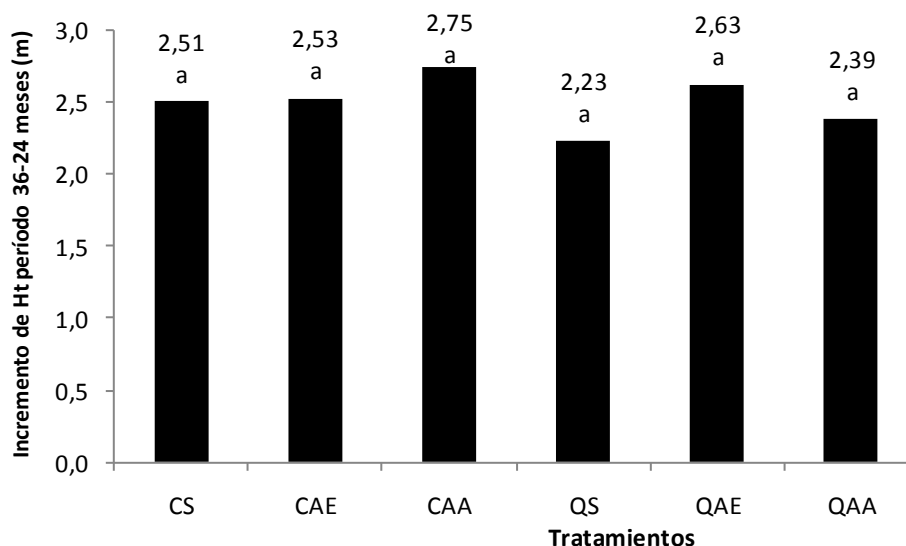
Letras diferentes indican diferencias significativas al 95% entre tratamientos

Referencias: CS: Conservación de residuos sin aplicación de fertilizante; CAE: Conservación de residuos con aplicación de fertilizante en el establecimiento; CAA: Conservación de residuos con aplicación de fertilizante al año de establecida la plantación; QS: Quema de residuos sin aplicación de fertilizante; QAE: Quema de residuos con aplicación de fertilizante en el establecimiento y, QAA: Quema de residuos con aplicación de fertilizante al año de establecida la plantación [QAA].

Figura 2: Crecimiento en diámetro (DAP) y Altura total (Ht) de *Grevillea robusta* a los 3 años de edad en relación a diferentes técnicas de establecimiento de la plantación

Figure 2: Diameter (DAP) and total height growth (Ht) of *Grevillea robusta* to the 3 years in relation to different establishment techniques plantation.

Luego de 3 años de aplicados los tratamientos puede observarse que existen diferencia de crecimiento en la plantación de *G. robusta* entre los diferentes tratamientos, los cuál coincide con respuesta del tipo 2 (Snowdon *et al.*, 2002), no obstante se debe completar el turno de rotación para determinar si el tratamiento silvicultural es capaz de mantener las diferencias de crecimiento, ya que la conservación de los residuos de cosecha es promovido como un medio para incrementar el contenido de nutrientes en el suelo (Sánchez *et al.*, 2009). Además, la figura 3 muestra el análisis de los incrementos en altura total de la plantación en el período 24-36 meses, donde se observa que en dicho período la plantación registró el mismo crecimiento en altura total ($p=0,4903$) e inclusive, el promedio de crecimiento de los tratamientos donde se aplicó quema de residuos tuvieron menor incremento (no significativo) en Ht, respecto de los tratamientos de conservación de residuos. Probablemente este resultado podría estar asociado a la mayor cantidad de nutrientes contenidos en la necromasa que quedó en el sitio, respecto de los tratamientos de quema de residuos (Tabla 2), al momento de la instalación del ensayo. No pudiendo ser atribuido a diferencias en concentración de nutrientes en el suelo, ya que a los 24 meses y hasta los 30 cm de profundidad, los resultados no manifestaron diferencias significativas entre tratamientos.



Letras diferentes indican diferencias significativas al 95% entre tratamientos

Figura 3: Incremento de crecimiento en Altura total (Ht) de *Grevillea robusta* en el período 24-36 meses de edad en relación con diferentes técnicas de establecimiento de la plantación

Figure 3: Growth increase in total height of *Grevillea robusta* in the term 24-36 months in relation with different establishment techniques plantation.

Conclusiones

La combinación de técnicas de establecimiento de la plantación se condijo con la hipótesis planteada, mejorando el crecimiento inicial de *G. robusta*. La combinación más efectiva para el crecimiento fue quema de residuos con fertilización durante el establecimiento, bajo la cual la plantación logró mantener un incremento del 43,7% del crecimiento diamétrico hasta los 36 meses de edad respecto de la conservación de residuos sin aplicación de fertilizante. No obstante, se debe seguir evaluando el crecimiento y monitorear el efecto de los tratamientos sobre las propiedades químicas del suelo en el largo plazo.

Bibliografía

- Fassola H.; F. Moscovich; C. Domecq; P. Ferrere; S. Lacorte; H. Hampel; C. Maletti; D. Alegranza. 2004. Regulación de la densidad en rodales de *Grevillea robusta* a. Cunn. para la producción de madera de calidad y forraje en el sur de la provincia de Misiones. RIA, 33 (1): 15-38.
- Fernández R.; A. Lupi; H. Reis; J. Elizaul. 1998. Silvicultura sostenible. Efectos de técnicas de establecimiento post-tala rasa sobre el crecimiento inicial del *Eucalyptus grandis* hill. ex Maiden en el noreste Argentino. Congreso Latinoamericano IUFRO. Valdivia, Chile.
- Fernandez R.; F. Rodríguez Aspíllaga ; A. Lupi ; E. López ; R. Pezzutti ; E. Crechi ; N. Pahr ; M. Natiuck ; P. Cortez. 2000. Respuesta del *Pinus taeda* y la *Araucaria angustifolia* a la adición de N, P y K en la implantación. En: Actas Silvoargentina I. Disco Compacto. Asociación Forestal Argentina. Septiembre. Virasoro, Corrientes. 16 p.
- Fox T. 2000. Sustained productivity en intensively managed forest plantation. For. Ecol. And Manag. 138:187-202.
- Harwood C. and T. Booth. 1992. Status of *Grevillea robusta* in forestry and agroforestry. In Harwood C. *Grevillea* in Agroforestry and Forestry. *Proceedings of an international workshop*, p. 9–19. Nairobi, Kenya: ICRAF.
- Karanja N.; K. Mwendwa; F. Zapata. 1999. Growth response of *Grevillea robusta* A. Cunn. Seedlings to phosphorus fertilization in acid soils from Kenya. Biotechnol. Agron. Soc. Environ. 1999 3 (1), 57–64
- Karanja N.; K. Mwendwa; J. Okalevo; J. kahindi. 2004. Effect of phosphate rock fertilization and arbuscular micorrizae () inoculation on grown and nodulation of agroforestry tree seedlings. West African Journal of applied Ecology, Vol. 6: 55-64.
- Lacorte S.; Fassola H.; Domecq C.; M. San José; M. Hennig. M. Correa; P. Ferrere; F. Moscovich. 2003. Efecto del pastoreo en el crecimiento de *Grevillea robusta* A. Cunn. Y la dinámica del pastizal en Misiones, Argentina. RIA, 32 (2): 79-96.
- Lupi A.; M. Fernández; H. Reis; J. Bernio; J. Elizaul; H. Reboratti. 2000. Evaluación inicial de técnicas de establecimiento post-tala rasa sobre el crecimiento inicial del *Eucalyptus grandis* hill. ex maiden en el noreste Argentino. En: Actas Resúmenes Congreso Mundial IUFRO. Malaysia.
- Martiarena R.; A. Von Wallis; O. Knebel. 2009. Pérdida de nutrientes durante la cosecha y el establecimiento forestal, en un rodal de *Pinus taeda* en Wanda, Iguazú, provincia de Misiones, Argentina. Revista Forestal Venezolana, Año XLIII, Vol. 53(2) 165-173.
- Martiarena R.; A. Von Wallis; C. Domecq; R. Fernández y O. Knebel. 2008. Respuesta de la *Grevillea robusta* A. Cunn. a la fertilización inicial con N, P y K. Resultados a los 6 años. XXI Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Semiárido: Un desafío para la ciencia del suelo. Potrero de los Funes, San Luis.
- Martiarena R.; A. Von Wallis; R. Fernández; M. Aguilar. 2007. Efecto de las prácticas de preparación de terreno en el crecimiento del *Pinus taeda* y sobre la condición química del suelo. VIII Congreso Mexicano de Recursos Forestales, 28 al 31 de Octubre de 2007. Morelia, Michoacán.
- Martiarena R.; A. Von Wallis; R. Fernández; O. Knebel. 2007. Efecto de prácticas de preparación de terreno sobre el contenido de nutrientes y el crecimiento en plantaciones forestales. Avances en Ingeniería Agrícola 2005-2007. ISBN 978-987-1253-29-6. Pg. 303-310.
- Martiarena R.; R. Fernández; A. Lupi; D. Alegranza; N. Pahr; D. Bischoff; 2004. Influencia del momento de aplicación de N y P sobre el crecimiento de *Araucaria angustifolia*. XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. II Simposio Nacional sobre suelos Vertisólicos. Paraná, Entre Ríos.
- Mead D. 2005. Opportunities for improving plantation productivity. How much? How quickly? How realistic? Biomass and Bioenergy 28: 249–266
- Newton P. and I. Amponsah. Systematic review of short-term growth responses of semi-mature black spruce and jack pine stands to nitrogen-based fertilization treatments. Forest Ecology and Management 237: 1–14
- Pereira J.; E. Schaitza; A. Baggio. 2000. Propriedades físicas e químicas e rendimentos da destilação seca da madeira de *Grevillea robusta*. Embrapa Florestas - Circular Técnica, 40 ISSN 1517-5278.
- Perez 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.
- Raison R. 1979. Modification of the soil environment by vegetation fires, with particular references to nitrogen transformations. Plant and soil 51:73-108.
- Sanchez F.; E. Carter; Z. Leggett. 2009. Loblolly pine growth and soil nutrient stocks eight years after forest slash incorporation. Forest Ecology and Management 257: 1413–1419
- Skene K. and W. James. 2000. A comparison of the effects of auxin on cluster root initiation and development in *Grevillea robusta* Cunn. ex R. Br. (Proteaceae) and in the genus *Lupinus* (Leguminosae) Plant and Soil 219: 221–229.
- Snowdon P. 2002. Modeling Type 1 and Type 2 growth responses in plantations after application of fertilizer or other silvicultural treatments. Forest Ecology and Management 163: 229-244.
- Vázquez S. y Morales L. 2000. Adsorción de P por suelos ácidos de Misiones (Argentina). Ciencia del suelo 18(2)89-94
- Yamada T. 2003. Como mejorar La eficacia de La fertilización aprovechando la interacción entre nutrientes. Informaciones Agronómicas 50: 1-6.

RECURSOS APIBOTÁNICOS EN ZONA DE APIARIOS MISIONES, ARGENTINA

RESORCES BOTANIC BEEEEPING THE ZONE MISIONES ARGENTINA

Miranda D.E.¹; Keller H.A.²; Amarilla W.B.³; Ritter L.⁴; Insaurrealde C.F.⁵

1. Profesor Titular Morfología Vegetal.FCF Bertoni N° 124. Km 3. Eldorado-Misiones Email: doramiranda@arnet.com.ar
2. J.T.P Morfología Vegetal FCF Bertoni N° 124. Km 3. Eldorado-Misiones. Email: hkeller@facfor.unam.edu.ar
3. Becaria Investigación FCF: amarillawilma_b@hotmail.com.
4. Adscripto Investigación FCF. Bertoni N° 124. Km 3. Eldorado-Misiones Email: ritterforestal@hotmail.com
5. Becario investigación FCF . Bertoni N° 124. Km 3. Eldorado-Misiones Email:incafe2010@hotmail.com

Resumen

Esta contribución tiene como objetivo realizar un aporte al conocimiento de la flora apícola de la provincia de Misiones que permita conocer la diversidad de especies vegetales utilizadas por *Apis mellifera* L. en la producción de miel. El inventario florístico se realizó mediante observaciones a campo en los alrededores de un apiario emplazados en el Departamento Montecarlo, Misiones. Las plantas se clasificaron según la cantidad estimada de abejas que pecoreaban las flores y las veces que fueron visitadas. Se registro la floración de 114 especies agrupadas en 39 familias pertenecientes a las Angiospermas. El habito mejor representado es el arbóreo que exhiben 50 especies, hierbas 34 especies, arbusto 12 especies y enredaderas 18 especies. Las familias mejor representadas en la apetencia dietaria por parte de *Apis mellifera* son las Fabaceae y Asteraceae. La flora leñosa exhibe floración predominante en primavera-verano y representa más del 50% como recurso alimentario para este apiario.

Palabras clave: Fenología de floración, Apibotánica. *Apis mellifera* L, Montecarlo Misiones.

Summary

This contribution aims to make a contribution to knowledge of bee flora of the province of Misiones as to show the diversity of plants used by *Apis mellifera* L. in the production of honey. The floristic inventory was performed by field observations around an apiary placed in the Department Montecarlo, Misiones. The plants were classified according to the estimated amount of bees foraging flowers and times they were visited. Flowering was recorded 114 species grouped in 39 families belonging to angiosperms, the habit best represented is arboreal, exhibiting 50 species, 34 species herbs, 12 shrubs species and 18 climbers species. The best represented families in dietary palatability by *Apis mellifera* are the Fabaceae and Asteraceae. The predominant flowering of woody flora displays in spring-summer and represents more than 50% as a food source for this apiary.

Key words: Flowering phenology, Apibotánica. *Apis mellifera* L, Montecarlo. Misiones.

Introducción

La biodiversidad vegetal de la provincia de Misiones es una de la más rica de la República Argentina con la presencia de 3000 especies de plantas vasculares (Zuloaga et al. 1999). La flora constituye mediante el polen y néctar que las abejas pecorean, la alimentación básica que luego la transforman almacenándolas en panales donde maduran, generando un

producto dulce denominado miel, el cual es requerido en distintas etapas del desarrollo de la colonia.

Cuando la abeja melífera visita las flores en busca de néctar, acarrea granos de polen que son posteriormente incorporados a la miel y dado que el polen posee características específicas, es posible identificar la planta que lo produce y de esta manera conocer el origen floral de dicha miel (Andrada, 2008).

La diversidad de especies vegetales que proliferan en los alrededores del apiario confieren características fisicoquímicas, organolépticas y botánicas particulares a la miel. Por esto adquiere relevancia el conocimiento de las plantas que proveen estas recompensas así como su fenología. Las variaciones fenológicas de la floración conllevan cambios en la disponibilidad de recursos alimentarios para las abejas.

El remanente de selva subtropical, es una fuente potencial de miel, propóleos, polen, entre otros.

En el marco de la apicultura nacional la provincia de Misiones exhibe una realidad apícola incipiente ya que su nivel de producción no llega al 1% de la producción nacional de miel (SAGPYA). La apicultura no es una explotación tradicional en esta provincia y la misma no es representativa dentro del esquema económico provincial. (Ministerio del Agro y la Producción- Programa Apícola Provincial –Propóleo y Miel Misioneras Promiel). No obstante esta situación se ha evidenciado en los últimos años un crecimiento significativo en la producción de miel y la apicultura se ha convertido en una alternativa para diversificar y/o implementar pequeñas y medianas empresas familiares. La Provincia cuenta con un Programa Apícola Provincial (PROMIEL) desde el año 2003 y exhibe realidades diversas, por un lado la zona sur que posee mayor cantidad de colmenas y un sector más desarrollado, mientras que en el norte la mayoría de los productores aún trabaja con colmenas rústicas y en forma muy precaria, principalmente aquellos que tienen pocas unidades (Martíarena, 2005).

El sistema productivo de tipo familiar sumado a la riqueza florística, la benignidad climática, la ausencia de monocultivos agrícolas intensivos en la provincia que garantizan la ausencia de biocidas (insecticidas, fungicidas), el importante aporte de néctar y polen que ofrece nuestro bosque y el favorable impacto de esta actividad sobre la flora, constituyen una oportunidad productivo-comercial de valor regional/zonal.

La actividad apícola genera en la provincia básicamente miel, cuya venta constituye en la cadena de comercialización informal, otro ingreso para la familia agrícola. La observación de la creciente presencia y comercialización de miel en las Ferias Francas desperdigadas en la zona norte de la provincia, atestigua el creciente incremento de este producto apícola en las mesas de comercialización de estas ferias de pequeños productores. Asimismo en el marco de APIMONDIA 2011 la miel de loro blanco (*Bastardiosis densiflora* Hook.&Arn.)Hassl. nativa de esta provincia fue galardonada por técnicos apícolas nacionales entre las 10 mejores del país (Nea rural, 2011). Estos logros nos hablan de la potencialidad de la región para producir mieles diferenciales por origen botánico-geográfico y además que podrían ser catalogadas como “**orgánicas**” y/o “**ecológicas**”.

En la región se cuenta con antecedentes referidos a la flora apícola regional en la provincia de Corrientes, (Maidana, 1976), en el Delta del Paraná, (Gurini *et al*, 1995), en la provincia de Chaco (Salgado, 2006) y en la provincia de Santa Fe (Zorzín *et al*, 2006), en la provincia de Formosa (Cabrera. *et al*, 2006). Los datos apícolas para la provincia son escasos, salvo los aportes de Paredes *et al*. (2007), Miranda *et al* (2006, 2007, 2010).

Este trabajo se enmarca en un proyecto cuyo objetivo es identificar la diversidad de especies con potencial apícola, registrar su fenología de floración así como también conocer el nivel de predilección por parte de las abejas para complementar a futuro con el análisis palinológico de mieles y de esta manera conocer las especies más utilizadas por esta entomofauna.

Material y método

El objetivo del presente trabajo fue identificar las especies vegetales utilizadas por *Apis mellifera* L. como recurso alimentario, en los alrededores de un apiario ubicado en, el Puerto Montecarlo, Departamento Montecarlo, Provincia de Misiones a los 26° 33'S y 54° 34'W a 732 msnm (**Figura 1**). Fitogeográficamente éste área de estudio se encuentra comprendido en el distrito de las Selvas Mixtas (Cabrera, 1976). El clima de la región es subtropical sin estación seca con una temperatura media anual de 21°C, con precipitaciones de 1800-2000 mm anuales. El período máximo de heladas es de 123 días (Olinuck, 1995). La Provincia se halla dividida en 7 zonas apícolas. La zona bajo estudio se halla en la Zona III Alto Paraná que incluye a los departamentos de Eldorado, Montecarlo y Puerto Esperanza que se hallan ubicados a la vera del Río Paraná. (Ministerio del Agro y la Producción- Programa Apícola Provincial –Propóleo y Miel Misioneras Promiel) (figura 2).

En los alrededores de este apiario se reconocen diversos ambientes: bosque nativo secundario donde se reconocen árboles, arbustos, hierbas y trepadoras varias con especies características de esta formación, bosque implantado con especies industriales maderables de *Eucalyptus grandis*, y *Araucaria angustifolia* (Pino paraná) y *Melia azedarach* (paraíso), plantación de yerba, campo de pastoreo, chacra con cultivos anuales (maíz, mandioca, zapallo, pepino, hortalizas); un pequeño humedal y borde de camino terrado.

Se delimitó una superficie de aproximadamente 2 km de radio, desde el lugar donde está emplazado el apiario constituido por una veintena de colmenas. Se establecieron 4 circuitos de recorridos que incluyeran los distintos sitios representativos de la vegetación que caracteriza a este lugar. Así el **Sector I** que está conformado por una plantación de *Eucalyptus grandis* de alrededor de 15 años, **Sector II**: en el cual se localizan plantación de Pino Paraná de alrededor de 10 años intercalado con plantación de yerba mate en cuyo piso proliferan diversas hierbas leguminosas. **Sector III**: Bosque nativo secundario en vías de restauración conformado por árboles, arbustos, hierbas y trepadoras, en este sector se ubica un humedal. **Sector IV**: conformado por una plantación de paraíso. **Sector V**: Campo de pastoreo lindante con la vivienda y huerta familiar. Quincenalmente durante el periodo apícola 2009-2011 se realizó la observación y registro del nivel visita a las flores por las abejas mediante observaciones a campo de la actividad en las especies en floración, así como el periodo de floración de las especies. Las observaciones se realizaron por la mañana desde las 09.00 am hasta las 11.00 am a ojos desnudo o bien con binoculares 10x50 DPS Olympus cuando la actividad de las abejas se registro en los arboles y trepadoras. En forma simultánea se procedía a la recolección y posterior identificación de las especies, que constituyen la flora del lugar y cuyos ejemplares se hallan depositados en el herbario de la cátedra (Zuloaga et al 1999 a y b). Dada las características climáticas las observaciones se realizaron durante el año completo, la actividad decrece en los meses invernales (junio-julio) pero no se interrumpe.

La cuantificación estimada de las abejas trabajando en las flores relevadas a partir de la impresión visual que causan en el observador, permitió categorizar a las especies como: **a) intensamente visitadas** (las veces que fueron observadas tenían un gran número de abejas que pecoreaban sobre sus flores), **b) visitadas con frecuencia** (en más de la mitad de las observaciones se registró gran número de abejas sobre sus flores), **c) ocasionalmente visitadas** (en menos de la mitad de las observaciones se registró visita), y **d) no visitadas**. Esta clasificación se basa en la metodología modificada propuesta para el estudio de flora apícola en Chubut (Forcone, 2003).

Asimismo en los casos que fue posible distinguir la conducta de las abejas cuando se posan sobre las flores a los efectos de procurarse alguna recompensa se registro como buscando néctar cuando la abeja introduce la cabeza en la flor y se señaló como N

(nectarífera), mientras que si había movimientos de barrido o zapateo sobre cada flor se registro como **P (Polinífera)**. Se marco el hábito, el periodo de floración registrado para las distintas especies. La frecuencia de visita entomófila esta discriminada en a, b, c y d respectivamente. En los casos que fue observado la conducta esta fue especificada como poliníferas (P) o nectarífera (N) o ambas.

Se diseño una tarjeta de colección a los efectos de relevar la mayor cantidad de datos de las especies así como también del área objeto del presente relevamiento (**Figura 3**)



FIGURA 1: Localización geográfica del área de estudio (en punto negro)
FIGURE 1: Geographical location of study area (black point)



FIGURA 2: Mapa de la provincia de Misiones con las distintas zonas apícolas
FIGURE 2: Map of the province of Missions with the different apicultural zones

UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES ELDORADO – MISIONES - ARGENTINA			
Proyecto: Potencial florístico a los fines apícolas en zona de apiario.			
Familia:		Especie:	
Hábitat:		Hábito: a) herbácea b) leñosa: árbol <input type="checkbox"/> arbusto <input type="checkbox"/> tre <input type="checkbox"/>	
Fenofase de floración: a) inicio <input type="checkbox"/> b) plenitud <input type="checkbox"/> c) declinación <input type="checkbox"/>			
Coleccionista:			
Nº de especie:	Fecha:	Apiario: a) sector I <input type="checkbox"/> b) sector II <input type="checkbox"/> c) sector III <input type="checkbox"/> d) sector IV <input type="checkbox"/>	
Vista de Apis: a b c d		Hora:	Distancia apiario:
Tipo de recompensa: n <input type="checkbox"/> p <input type="checkbox"/> n-p <input type="checkbox"/>			

FIGURA 3: Modelo de tarjeta de colección usada en el relevamiento
FIGURE 3: Model collection card used in the survey

Resultado

Durante el lapso de observación a campo se registro la floración de 114 especies agrupadas en 39 familias pertenecientes a Angiospermas. En la **Tabla 1** se detallan las familias con sus respectivas especies, hábitos discriminados como hierbas, árboles, arbustos y enredaderas. El hábito mejor representado es el arbóreo que exhiben 50 especies, hierbas 34 especies, arbusto 12 especies y enredaderas 19 especies. Las familias mejor representadas son las Fabaceae y Asteraceae. La floración predominante se da en primavera-verano y son los árboles los que ofertan polen o néctar o ambos.

Sobre el total de especies relevadas un 43% corresponde a árboles, 30% a hierbas, 17% a enredaderas y 10% a arbustos, **Gráfico 1**. El hábito más visitado por *Apis mellifera* son especies de árboles y hierbas con una representación del 62% y 33% respectivamente, **Gráfico 2**.

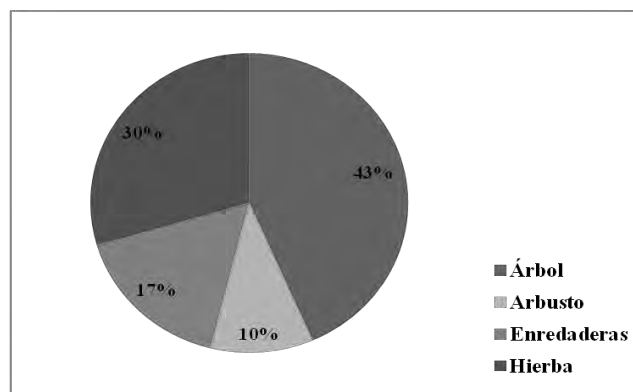


Gráfico 1: Representación de hábitos de las especies presentes en la zona de relevamiento del apiario

Graphic 1: Representation of habits of the species present in the area of survey of apiary

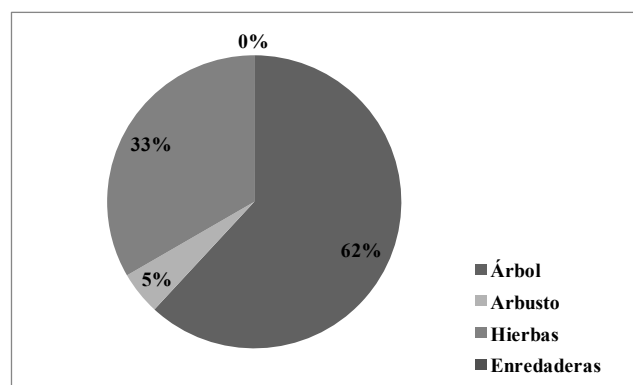


Gráfico 2: Porcentaje de hábitos visitados

Graphic 2: Percentage of visited habits

Bibliografía

- ANDRADA, A. 2008. La palinología y la miel Parte I, II, y III. *Agrouns*. Departamento de Agronomía Universidad Nacional del Sur. Año V- N°10. ISSN 1668-5946
- BALDI CORONEL, B. 2010. La miel una mirada científica. Universidad Nacional de Entre Ríos. 432p. 1ª ed.
- BEDASCARRASBURE, E. 1998. La apicultura como herramienta para el desarrollo. Módulo NEA. PROAPI.
- CABRERA, A. 1976. Territorios fitogeográfico de la República Argentina. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería: 2-85 Acme. Buenos Aires. Segunda Edición.
- CABRERA, M.; SALGADO, C. 2006. Contribución al estudio de la flora melífera de la provincia de Formosa. (www.unne.edu.ar/cyt/2006-biología)
- CABRERA, M. Gallez, L. y ANDRADA, A. 2011. Aporte de especies leñosas nativas y color de las mieles del este de la provincia de Formosa, (Argentina). *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica* 46 (Suplemento):250. XXXIII. Jornadas Argentinas de Botánica
- FORCONE, A. 2003. Floración y utilización de la flora apícola en el Valle Inferior del Rio Chubut (Patagonia, Argentina). *Boletín Sociedad Argentina de Botánica* 38(3-4)301-310.
- FIT, M.; VILLALBA, C.; 2009. Producción Apícola en Misiones 1: Suplemento nutritivo otoñal. Circular N° 37. INTA. Estación Experimental Agropecuaria Cerro Azul. Misiones.
- GURINI, L. & Basilio A. 1995. Flora apícola en el Delta del Paraná. *Darwiniana* 33:337-346.
- MAIDANA, J. 1976. Determinación de la flora melífera del departamento Capital de la Provincia de Corrientes. Trabajo de Graduación. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Nordeste. Inédito.
- LACLAU, P. 1994. La conservación de los recursos naturales y el hombre en la Selva Paranaense. Fundación Vida Silvestre, *Boletín Técnico* N° 20. 139 pp.
- MARTIARENA, A. 2005. Inédito. Apicultura una actividad que requiere el apoyo técnico en Misiones. INTA-EEAM Montecarlo. Misiones. Argentina.
- MIRANDA, D., KELLER, H., INSAURRALDE, C., 2006. Potencial Florístico apícola en una zona de apiario, Colonia Laharrague, Misiones, Argentina. Resúmenes. XIII Simposio Argentino de Paleobotánica y Palinología. Bahía Blanca. Argentina.
- MIRANDA, D., INSAURRALDE, C., SILVA, F., KELLER, H., ARES, J. 2007. Importancia apícola de las especies leñosas de la provincia de Misiones. Resúmenes. XXXI Jornadas Argentinas de Botánica. 1er. Simposio Argentino de Melisopalínología. Corrientes. Argentina.
- MIRANDA, D., INSAURRALDE, C., SILVA, F., KELLER, H., INSAURRALDE, C. 2010. Flora apícola en Colonia Laharrague, Misiones, Argentina. *Yvyreata* 17:43-50-Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones.
- NEA RURAL. 2011. La miel misionera fue seleccionada entre las mejores en APOIMONDIA 2011. (www.nearural.com)
- OLINUCK, J.A. 1995. El clima de la Localidad de Montecarlo. Periodo 1964-1993. Estación Experimental Agropecuaria Cerro Azul. Misiones. Informe Técnico N° 62.
- PAREDES, A.M. SOSA, R., VALDEZ, E. SURKAN, S. 2007. Evaluación diagnóstica de mieles de distintas zonas apícolas de Misiones VI. Jornadas Científico Tecnológicas. Facultad de Ciencias Exactas Químicas y Naturales. UNaM: 317-320. Editorial Universitaria. Posadas.
- SALGADO, C. 2006. Flora Melífera en la provincia del Chaco. Ministerio de la Producción del Chaco.
- ZULOAGA, F. & RODRIGUEZ, D. 1999. Análisis de la biodiversidad en plantas vasculares de la Argentina. *Kurtziana* 27(1): 17-167.
- ZULOAGA, F & O.E. MORRONE (eds). 1999. a. Catálogo de las Plantas Vasculares de La República Argentina II. Fabaceae- Zygophyllaceae (Dicotiledonae). *Monographs of Systematics Botany Missouri Botanical Garden* 74: 623-1269.
- ZULOAGA, F & O.E. MORRONE (eds). 1999. b. Catálogo de las Plantas Vasculares de La República Argentina II. Acanthaceae- Euphorbiaceae (Dicotiledonae). *Monographs of Systematics Botany Missouri Botanical Garden* 74: 623-1269.
- ZORZIN, H. & O. CRESPI 2006. Flora apícola del Distrito Melincué, Departamento Gral López (Provincia de Santa Fé) *Miscelanea* N° 40. INTA. Estación Experimental Agropecuaria Oliveros. Centro Regional Santa Fe.

CRESCIMENTO DE FLAMBOYANT (*Delonix regia*) E PAINEIRA (*Ceiba speciosa* ST. HIL) EM DIFERENTES FORMULAÇÕES DE SUBSTRATO DURANTE O PERÍODO DE INVERNO.

GROWTH OF FLAMBOYANT (*Delonix regia*) AND PAINEIRA (*Ceiba speciosa* ST. HIL) AT DIFFERENT SUBSTRATE TYPES DURING THE WINTER.

Nieri, E. M.¹; Ludvichak, A. A.¹; Jung, P. H.¹; Bertolini, I. C.¹; Brun, E. J.².

¹ Acadêmicos do curso de Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Dois Vizinhos. Bolsista PET – Engenharia Florestal. Email: ericknieri@yahoo.com.br; aline_lud@yahoo.com.br; paulinhohenriquej@hotmail.com; iris_cristinabertoline@hotmail.com;

² Professor Doutor em Silvicultura da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Dois Vizinhos, tutor do grupo PET Engenharia Florestal. Email: cleandrobrun.utfpr@gmail.com.

Resumo

A nutrição das plantas pode influenciar na resistência a geadas e temperaturas desfavoráveis, permitindo um melhor desenvolvimento para as espécies florestais no inverno. Assim, o objetivo desse trabalho foi verificar se as diferentes formulações de substrato a base de cama de aviário interferiram no crescimento de Flamboyant e Paineira durante a estação do inverno, no município de Dois Vizinhos – PR. Para isso, foi avaliado o incremento das mudas em altura total e diâmetro do colo, durante os meses de maio a agosto de 2011, estando essas a pleno sol no viveiro florestal da UTFPR. Pode-se verificar que os diferentes substratos não causaram influencia sobre o desenvolvimento das mudas durante esse período, sendo que a parte aérea do Flamboyant foi bastante danificada pelas geadas, não ocorrendo um aumento na altura total dessas plantas durante o tempo de avaliação. Já em relação à paineira foi verificado um crescimento superior nas duas variáveis avaliadas.

Palavras-Chave: Inverno, nutrição, substrato, mudas florestais.

Summary

The nutrition of plants can influence the resistance to frost and unfavorable temperatures, allowing a better development for forest species in winter. The objective of this study was to verify that the different formulations of substrate based on poultry litter interfered with growth Paineira and Flamboyant species during the winter season, in the city of Dois Vizinhos - PR. For this, were evaluated the increase in seedling height and stem diameter during the months from May to August 2011, in area with full sun at the nursery of UTFPR. The different substrates caused no influence on the development of the seedlings during this period, and the above ground part of Flamboyant seedlings was badly damaged by frost and there was no increase in height of these plants during the time of assessment. In the Paineira seedlings was verified a higher growth in both variables.

Keywords: Winter, nutrition, substrate, forest seedlings.

Introdução

Desde muito tempo, o homem vem trocando o meio rural pelo meio urbano. As cidades foram crescendo, na maioria das vezes de forma muito rápida e desordenada, sem um planejamento adequado de ocupação, provocando vários problemas que interferem na

qualidade de vida do homem que vive no meio urbano (Pivetta y Silva Filho, 2002). Partindo desta análise, as gestões públicas vêm procurando projetar áreas verdes para melhorar a qualidade de vida da população nos centros urbanos.

Duas espécies que vêm se destacando no paisagismo de parques, nacionalmente, são o Flamboyant e a Paineira, devido à beleza incomum desses indivíduos. A espécie *Delonix regia* (Bojer ex Hook) Raf. conhecida popularmente por Flamboyant, é uma árvore originária de Madagascar na África, pertencente a família Fabaceae, destaca-se por ser uma árvore de grande porte e por apresentar floração com tonalidade avermelhada vistosa e atrativa (Silva, 2009). A *Chorisia speciosa* St. Hil, popularmente chamada de paineira é uma espécie arbórea nativa do estado do Paraná, pertence à família Malvaceae, sendo sua característica marcante o tronco retilíneo com engrossamento de sua base e a presença de acúleos (Reyes, 2003), com floração vistosa, o que a destaca no uso em arborização e paisagismo de grandes espaços.

Ferreira, (2002) *apud* Nascimento, (2011) afirma que a época de maior atividade cambial das espécies vegetais se dá no verão ou no período chuvoso, sendo assim, o período de inverno ou épocas desfavoráveis resultam em baixas taxas de crescimento. Além disto, em algumas regiões pode haver a ocorrência de geadas o que prejudica o desenvolvimento das espécies não tolerantes.

Pensando em uma forma de amenizar estes problemas, Silveira e Malavolta, (2000) destacaram a importância que se tem de manter a planta bem nutrida, pois assim estas ficam mais resistentes a secas e geadas, principalmente se tratando do macronutriente Potássio (K) por possibilitar a maior retenção de água nos tecidos das plantas.

Tendo em vista que diferentes formulações de substrato podem influenciar no estado nutricional das plantas, esse trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento de Flamboyant e da Paineira em diferentes substratos orgânicos durante o período de inverno, buscando verificar se algum substrato amenizou os efeitos negativos da geada e temperaturas desfavoráveis.

Material e métodos

O experimento foi desenvolvido na área de rustificação (pleno sol) do viveiro florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Dois Vizinhos. O município está situado no terceiro planalto paranaense, região sudoeste do Paraná, possuindo uma latitude de 25°45'00" Sul e longitude 53°03'25" Oeste e altitude média de 520 metros. Com um clima típico subtropical úmido mesotérmico, estação seca e temperatura com media de 18°C, Dois Vizinhos apresenta tanto características de clima de zona tropical quanto de zona subtropical, onde atuam tanto os sistemas polares quanto tropicais. Trata-se, portanto, de uma região de acentuada variabilidade climática, principalmente durante o outono e inverno, devido à maior intensificação de massa polar atlântica que cria situações frontais, com instabilidade do tempo e quedas bruscas de temperatura que muitas vezes provocam geadas (Inmet, 2011).

Para esse estudo, as mudas foram inicialmente produzidas e então repicadas de tubetes (280 cm³) com substrato comercial, para sacos plásticos (18 x 30 cm (diâmetro x altura)) com diferentes porcentagens de cama de aviário, sendo transportadas da casa de sombra para pleno sol, onde foram mantidas durante a avaliação desse experimento. As mudas, quando transplantadas, possuíam cerca de seis meses de idade pós emergência, realizadas dois meses antes do início da avaliação do experimento.

A avaliação foi realizada mensalmente (0, 30, 60 e 90 dias após o transplante) no período de maio a agosto de 2011, onde foram coletados dados da altura total (Ht) e diâmetro de colo (Dc) das mudas, com auxílio de um paquímetro digital e régua graduada, respectivamente.

O experimento consistiu em quatro tratamentos para cada espécie, sendo eles os seguintes: 75% cama de aviário + 25% terra e areia (T1), 50% cama de aviário + 50% terra e areia (T2), 25% cama de aviário + 74% de terra e areia, e 100% substrato comercial (T3). Cada tratamento possuiu três repetições e cada repetição possui 10 plantas, sendo que cada tratamento foi composto por 30 plantas, o que totalizou 240 mudas.

Os dados foram analisados através de análise de variância e teste de comparação de médias (teste de Tukey), com 5% de probabilidade de erro, utilizando o programa ASSISTAT v. 7.5.

Resultados e discussão

Pode-se observar que as diferentes concentrações de substrato a base de cama de aviário não apresentaram grande influência no desenvolvimento de Flamboyant até o mês de agosto, levando em consideração as variáveis de diâmetro de colo e altura total. A partir da análise de variância, observou-se que nenhuma formulação causou efeito sobre o desenvolvimento do diâmetro do colo das mesmas (Tabela 1). Já em relação à altura, apenas no mês de junho houve efeito nos diferentes tratamentos (Tabela 2), sendo que no próximo mês essa diferença não foi mais significativa.

Tabela 1: Diâmetro de colo (+ Erro Padrão) de mudas de Flamboyant submetidas a diferentes formulações de substrato no período de maio a agosto de 2011.

Table 1: Diameter of neck (+standard error) Flamboyant seedlings subjected to different substrate types in the period from May to August 2011.

Tratamento	Maio	Junho	Julho	Agosto
Substrato comercial	5,00 ($\pm 0,00$) a	5,33 ($\pm 0,33$) a	5,50 ($\pm 0,00$) a	5,67 ($\pm 0,33$) a
25% cama de aviário	5,00 ($\pm 0,33$) a	5,33 ($\pm 0,33$) a	5,40 ($\pm 0,33$) a	5,66 ($\pm 0,33$) a
50% cama de aviário	5,66 ($\pm 0,33$) a	5,75 ($\pm 0,33$) a	5,80 ($\pm 0,53$) a	6,00 ($\pm 0,33$) a
75% cama de aviário	6,00 ($\pm 0,00$) a	6,19 ($\pm 0,33$) a	6,33 ($\pm 1,00$) a	6,45 ($\pm 0,00$) a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Devido à ocorrência de geadas e temperaturas amenas foi possível verificar que as mudas perderam parte de suas folhas, diminuindo assim a sua altura total nos meses de julho e/ou agosto. Logo, a nutrição das mudas por esses substratos não interferiram para amenizar os impactos das temperaturas amenas sobre a sua produção, tendo em vista que em julho e agosto os tratamentos não se diferiram estatisticamente.

Tabela 2: Altura (+ Erro Padrão) de mudas de Flamboyant submetidas a diferentes formulações de substrato no período de maio a agosto de 2011.

Table 2: Height (+ Standard Error) Flamboyant seedlings subjected to different substrate types in the period from May to August 2011.

Tratamento	Maio	Junho	Julho	Agosto
Substrato comercial	10,00 (0,57) a	12,00 (1,00) b	10,33 (0,33) a	10,33 (0,33) a
25% cama de aviário	9,66 (0,33) a	12,66 (0,67) b	10,00 (0,00) a	10,00 (0,00) a
50% cama de aviário	11,00 (0,57) a	14,00 (1,00) ab	11,00 (0,57) a	11,33 (0,88) a
75% cama de aviário	11,66 (0,33) a	16,60 (0,67) a	11,66 (0,33) a	11,00 (0,57) a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Leite *et al.*, (1973) estudando o efeito da geada sobre diversas espécies e procedência de Eucalyptus, verificou que os danos sobre a parte aérea chegaram até a 89,6%, sendo que

em alguns casos ocorreu diminuição na altura total das árvores, devido à geada comprometer a existência de folhas no topo da árvore.

Em relação à Paineira, o substrato também não interferiu no desenvolvimento em diâmetro de colo das mudas, sendo que em nenhum mês ocorreu diferença significativa para essa variável, como expresso na Tabela 3.

Tabela 3: Diâmetro do colo (+ EP) de mudas de Paineira submetidas a diferentes formulações de substrato no período de maio a agosto de 2011.

Table 3: Diameter of neck (EP) Paineira seedlings subjected to different substrate types in the period from May to August 2011.

Tratamento	Maio	Junho	Julho	Agosto
Substrato comercial	8,0 ($\pm 0,0$) a	8,12 ($\pm 0,33$) a	8,24 ($\pm 0,0$) a	8,66 ($\pm 0,33$) a
25% cama de aviário	6,66 ($\pm 0,33$) a	8,0 ($\pm 1,0$) a	8,33 ($\pm 0,33$) a	9,0 ($\pm 0,0$) a
50% cama de aviário	7,66 ($\pm 0,33$) a	8,33 ($\pm 0,33$) a	8,66 ($\pm 0,53$) a	9,33 ($\pm 0,33$) a
75% cama de aviário	7,33 ($\pm 0,33$) a	8,66 ($\pm 0,33$) a	9,0 ($\pm 1,0$) a	9,33 ($\pm 0,33$) a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

A parte aérea das mudas também foi afetada pela geada, porém em menor intensidade que no Flamboyant, a qual pode ser verificada pela não diminuição da altura das mesmas. No mês de agosto pode-se verificar que o composto formado por 25% de cama de aviário deferiu-se estatisticamente do substrato com 50% de cama de aviário na composição, o qual obteve o melhor desempenho por possuir concentrações de nutrientes que supriram suas necessidades.

Tabela 4: Altura (+ EP) de mudas de Paineira submetidas a diferentes formulações de substrato no período de maio a agosto de 2011.

Table 4: Height (EP) Paineira seedlings subjected to different substrate types in the period May-August 2011.

Tratamento	Maio	Junho	Julho	Agosto
Substrato comercial	10,00 ($\pm 0,00$)a	11,33 ($\pm 0,33$)a	12,33 ($\pm 0,33$)a	13,00 ($\pm 0,00$) ab
25% cama de aviário	9,60 ($\pm 1,52$)a	11,66 ($\pm 0,88$)a	12,33 ($\pm 0,66$)a	12,66 ($\pm 0,88$) b
50% cama de aviário	11,66 ($\pm 1,15$)a	13,33 ($\pm 0,88$)a	14,00 ($\pm 1,00$)a	15,66 ($\pm 0,88$) a
75% cama de aviário	10,33 ($\pm 0,57$)a	12,33 ($\pm 0,33$)a	13,66 ($\pm 0,33$)a	14,33 ($\pm 0,33$) ab

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Krefta *et al.* (2011), estudando o crescimento de pata-de-vaca (*Bauhinia variegata* L.) em diferentes formulações de substratos a base de cama de aviário verificaram que estes não exerceram influência no crescimento das mudas em diâmetro, altura e número de folhas pelo fato da espécie ser rústica e ter facilidade a se adaptar a diversos ambientes.

Com as condições desfavoráveis foi possível observar um desenvolvimento superior da Paineira em relação ao Flamboyant, devido à parte aérea do Flamboyant ter sido mais afetada pela geada, resultando num crescimento praticamente nulo na variável altura total.

Analisando a relação de altura por diâmetro da espécie de Flamboyant, observa-se que não houve diferença estatística entre nenhum dos tratamentos (tabela 5), porém a maior razão encontrada foi de 2,68 no tratamento de 75% cama de aviário durante o mês junho, no qual foi também constatado a menor relação, sendo esta de 1,71 durante o mês de agosto. Logo, este declínio pode-se explicar devido há ocorrência de geadas.

Tabela 5: Relação altura/diâmetro das mudas de Flamboyant submetidas a diferentes formulações de substrato no período de maio a agosto de 2011.

Table 5: Ratio height / diameter Flamboyant seedlings subjected to different substrate types in the period from May to August 2011.

Tratamento	Maio	Junho	Julho	Agosto
Substrato comercial	2,00 a	2,25 a	1,88 a	1,82 a
25% cama de aviário	1,94 a	2,43 a	1,90 a	1,89 a
50% cama de aviário	1,94 a	2,68 a	1,84 a	1,71 a
75% cama de aviário	1,93 a	2,38 a	1,85 a	1,77 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Quando observada a relação de altura por diâmetro da espécie de Paineira, constata-se que também não houve diferença estatística entre nenhum dos tratamentos (Tabela 6), sendo a maior razão encontrada (1,73) no tratamento de 50% cama de aviário durante o mês julho, já a menor relação (1,25) foi encontrada no tratamento de substrato comercial durante o mês de maio.

Tabela 6: Relação altura/diâmetro das mudas de Paineira submetidas a diferentes formulações de substrato no período de maio a agosto de 2011.

Table 6: Ratio height / diameter Paineira seedlings subjected to different substrate types in the period from May to August 2011.

Tratamento	Maio	Junho	Julho	Agosto
Substrato comercial	1,25 a	1,40 a	1,50 a	1,50 a
25% cama de aviário	1,52 a	1,60 a	1,73 a	1,68 a
50% cama de aviário	1,41 a	1,42 a	1,52 a	1,54 a
75% cama de aviário	1,44 a	1,56 a	1,48 a	1,41 a

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si na coluna pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Hossel *et al.* (2011), estudando o crescimento inicial da pata-de-vaca (*Bauhinia forficata* Link.) em diferentes substratos a base de cama de aviário, verificaram que a relação altura/diâmetro não se deferiu estatisticamente em nenhum tratamento, sendo que a média encontrada para essa variável foi de 4.75, valor relativamente superior as duas espécies estudadas em relação da altura e diâmetro.

Com base em dados obtidos através da estação meteorológica localizada na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, câmpus Dois Vizinhos observou-se as temperaturas dos meses de maio, abril, junho, julho e agosto, onde pode-se constatar que nos últimos três meses a temperatura mínima foram inferiores a -0° C, logo podendo indicar a presença de geadas nesses períodos, assim afetando no crescimento principalmente nas mudas de flamboyant, sendo que as mudas de paineira demonstraram-se mais tolerantes a esse período.

Conclusões

Pode-se concluir que o substrato não apresentou grande influencia no desenvolvimento das mudas durante o período de maio a agosto, sendo verificada apenas diferença significativa no último mês de avaliação para a Paineira para a variável altura;

O substrato com 50% de cama de aviário obteve o melhor desempenho. Já as mudas de Flamboyant foram seriamente danificadas pelas geadas e temperaturas baixas, não apresentando crescimento considerável na variável altura, durante esse período.

Revisão Bibliográfica

- HOSSEL, C., BRUN, E. J., BRUN, F. G. K.; NIERI, E. M.; PASTORIO, A. P.; JUNG, P. H.; SILVEIRA, A. C., 2011. Uso de Parâmetros de qualidade na avaliação de mudas de pata-de-vaca (*Bauhinia forficata* Link.) em diferentes substratos. CONGRESSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA UTFPR, Dois Vizinhos, v.1, p. 221 a 224.
- INMET, 2011. Monitoramento das Estações Automáticas. Disponível em: < http://www.inmet.gov.br/s_onabr_a/maps/pg_automaticas.php>. Acesso em: 15 de junho de 2011.
- INMET, 2011. Monitoramento das Estações Automáticas. Disponível em: < http://www.inmet.gov.br/s_onabr_a/maps/pg_automaticas.php>. Acesso em: 15 de setembro de 2011.
- LEITE, N. B.; FERREIRA, M.; RAMOS, P. G.; NETO, F. G. Efeito de geadas sobre as diversas espécies/procedências de *Eucalyptus* spp. introduzidas na região de Lages Santa Catarina (Resultados preliminares). IPEF n.7, p.101-114, 1973.
- KREFTA, S. M.; FACCHI, S. P.; BRUN, E. J., 2011. Crescimento de mudas de *Bauhinia variegata* L. em diferentes substratos orgânicos. CONGRESSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA UTFPR, Dois Vizinhos, v.1, p. 207 a 211.
- NASCIMENTO, M. B. F. Periodicidade de crescimento e análise dos anéis de crescimento de espécies arbóreas da Mata Atlântica. UEL. Londrina – PR. 2011. Disponível em: <http://www.uc.pr.gov.br/arquivos/File/-Pesquisa%20em%20UCs/Projetos%20de%20Pesquisa%20Autorizados%20em%202011/345_Projeto.pdf>. Acesso em: 15 de março 2012.
- PIVETTA, K. F. L. & SILVA FILHO, D. F.. Arborização Urbana. UNESP/ FCAV/ FUNEP, Jaboticabal, 2002. Disponível em: < http://www.uesb.br/flower/alunos/pdfs/arborizacao_urbana%20Khati.a.pdf> . Acesso em: 15 de março 2012.
- REYES, E. L. A. 2003. Trilhas da ESALQ. Disponível em: < <http://www.esalq.usp.br/trilhas/uteis/ut07.php>>. Acesso em: 20 de março de 2012.
- SILVA, Gilvan C. da. Distribuição espacial do flamboyant, espécie exótica da Mata Atlântica, no *Campus* I da Universidade Federal da Paraíba. Universidade Federal da Paraíba - Centro de Ciências Exatas e da Natureza Curso de Graduação em Geografia, 2009.
- SILVEIRA, R.L.V.de A. & MALAVOLTA, E. Nutrição e adubação potássica em *Eucalyptus*. Encarte técnico: Informações agronômicas N° 91, 2000. Disponível em: < [http://www.ipni.org.br/ppiweb/brazil.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/d5fbc829a2f54298832569f8004695c5/\\$file/encarte%2091.pdf](http://www.ipni.org.br/ppiweb/brazil.nsf/87cb8a98bf72572b8525693e0053ea70/d5fbc829a2f54298832569f8004695c5/$file/encarte%2091.pdf)>. Acesso em: 15 de março 2012.

APLICAÇÃO DA FERRAMENTA SIG - GEOSERVER NA ÁREA DE TESTE DE USO MÚLTIPLO DE *Eucaliptos*.

APPLICATION OF THE GIS - GEOSERVER TOOL IN THE AREA OF MULTIPLE USE TEST *Eucalyptus*.

Nieri, E.M.¹; Brito, Nicolas.¹; Ribeiro, R.R.¹; Botelho, M.F.².

¹ Estudantes de Graduação em Engenharia Florestal – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, *Campus Dois Vizinhos* (UTFPR-DV). erickenieri@yahoo.com.br,

² Orientador Dr. Mosar Faria Botelho, professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná Dois Vizinhos – PR mosar@utfpr.edu.br: Estrada para Boa Esperança, Km 04, Comunidade São Cristóvão, CEP 85660-000, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil.

Resumo

Hoje em dia, muitos profissionais necessitam ou já utilizam ferramentas para elaboração ou complementação de um projeto, logo, não seria diferente para os métodos silviculturais. Utilizando-se do Geoserver editou-se dados geoespaciais, no intuito de promover a disseminação dos dados do estudo realizado na área de Teste Múltiplo de *Eucalyptus* da UTFPR/DV via acesso remoto. Com o processamento dos dados, foi obtido um mapa demonstrando os diâmetros das árvores através da primitiva cartográfica ponto e posteriormente associou-se uma tabela com as informações do crescimento dessas diferentes espécies durante dois anos, onde esses foram divididos em 9, 15 e 26 meses, possibilitando assim fazer uma comparação entre as espécies e obter a com o melhor crescimento. Com isso, possibilitou-se a aplicação da ferramenta Geoserver para a disseminação da informação e também para as futuras decisões a serem tomadas nesta área florestal.

Palavras chaves: Ferramenta, georreferenciados, profissionais, remoto e Geoserver.

Summary

Today, Many professionals need or already use tools for making or completing a project, using the processing by computer, using geo-referenced data, thus obtaining the best accuracy and resolution to your problem in a silvicultural methods would be equal. Using Server and Geoserver maps where we can edit geospatial data, there was a study in the area of Multiple Test of *Eucalyptus* UTFPR / DV for the academic community can access the data and understand the best species for the Southwest region of Parana . With the processing of data, we obtained a map with spreadsheets on the different species present in the study area, enabling a comparison between them. The Geoserver was the tool that enabled this analysis, collaborating on future decisions to be taken in this forest area.

Key words: Tool, georeferenced, professionals remote and Geoserver.

Introdução

As ferramentas para o planejamento de ações na execução de projetos na área florestal, juntamente com a interação humano-computador são demandas reivindicadas pelos profissionais nos últimos tempos (RAMOS, 2009). Os dados georreferenciados são informações que possibilitaram nas últimas décadas, juntamente com o advento da ferramenta proposta pelo servidor de mapa web, auxiliar a população a tomar decisões e a gerenciar áreas

de florestas plantadas, de desastres naturais, locais com risco de inundações, prévias para implantação de projetos, controle de produção florestal entre outras aplicações estipuladas pela carência de ações (ARAUJO et al., 2009).

A produção florestal de *Eucalyptus* iniciou-se em 1909 pela ação de Edmundo Navarro de Andrade, cujo introduziu a espécie *Eucalyptus* no Brasil para a produção de lenha nas ferrovias. Em decorrência desse fato e com incentivos para o reflorestamento nas décadas de 60 e 80 a mesma ocupava cerca de 470.000 hectares em todo o país. Com isso, nas últimas décadas ocorreram um grande crescimento na implantação e estudos dessa espécie, o que proporcionou melhores enfoques nos métodos silviculturais, biotecnológicos e ferramentas para otimização da produção (PEREIRA, et al 2001).

Em virtude da crescente demanda de madeira há necessidade de ferramentas para o planejamento de ações na execução de projetos, para os quais pode-se utilizar um servidor de mapa web, onde armazena-se dados georreferenciados para que esses possam ser facilmente acessados remotamente pela população científica. O *Geoserver* é um servidor de mapa web livre com código aberto que proporciona aos usuários a elaboração de diferentes produtos assim como a criação de novas ferramentas interativas. Projetado para ser uma fonte importante de dados geoespaciais o software que é gratuito, utiliza uma linguagem de programação em Java, a qual permite aos usuários compartilhar e editar dados geoespaciais (GEOSERVER, 2009).

Segundo RAMOS (2009), O software livre “GeoServer” permite a divulgação de informações pública, essas tanto em formato editável como em interfaces Web, podendo permitir em algumas vezes a resolução de problemas de administração com custos reduzidos a nulos. Logo, essa ferramenta pode auxiliar para a execução do planejamento de plantios florestais, onde a mesma pode ser comparada com a empregada no caso estudado através de disponibilização das informações do crescimento das distintas espécies de *Eucalyptus* na região Sudoeste do Paraná.

Com o uso de um Servidor Web Mapas é possível promover a visualização de todas as árvores existentes de uma propriedade, onde as mesmas são representadas pela primitiva cartográfica ponto. A comunicação com os dados contidos nesse servidor dá-se de modo remoto, promovendo assim ao usuário um fácil acesso ao mesmo de forma gratuita.

Segundo NIERI et al. (2011) o Servidor Web Mapas, Geoserver, possibilita ao público uma grande interação, pois tal servidor pode ser acessado de modo remoto e disponibilizar informações como controle de praga, organização, produção florestal e para o planejamento, devido as mesmas estarem armazenadas na plataforma.

Logo, esse trabalho tem por objetivo aplicar à ferramenta *Geoserver* no estudo da área de Teste de Uso Múltiplo de *Eucalipytus* da Universidade Tecnológica Federal do Paraná Câmpus Dois Vizinhos, proporcionando assim aos pesquisadores e servidores, o acesso às informações obtidas no estudo da melhor espécie de eucalipto para a região Sudoeste do Paraná, gerando informações que podem ser adquiridas por acesso remoto.

Materiais e métodos

O presente trabalho foi realizado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná Câmpus – Dois vizinhos, localizado na latitude 25° 42’ sul e longitude 53° 05’ oeste com 530 m de altitude em relação ao nível do mar, sendo que segundo a classificação de Köppen é considerado um clima tropical úmido mesotérmico (Cfa e Cfb).

O clima possui estação seca e temperatura média de 18° C, essa região apresenta tanto características de clima de zona tropical quanto de zona subtropical, onde atuam tanto os sistemas polares quanto tropicais. Trata-se, portanto, de uma região de acentuada

variabilidade climática, observado por bruscas mudanças de tempo, principalmente durante o outono e inverno, devido a maior intensificação de massa polar atlântica que cria situações frontais, com instabilidade do tempo e quedas bruscas de temperatura que muitas vezes provocam geadas. Portanto o inverno é ameno e o verão quente e chuvoso devido à atuação de sistemas tropicais e equatoriais atuantes na região (IAPAR, 1978).

As principais classes de solos encontrados na região são os Latossolos Vermelhos, Nitossolo vermelho, Cambissolo, Neossolo litólico que distribuem-se por todo o estado do Paraná e ocupam cerca de 30% da sua área total, o que corresponde a mais de 60.000 km², geralmente são solos que apresentam textura argilosa (BHERING; SANTOS, 2008), na área do estudo, o solo encontrado é o Latossolo.

Para execução do trabalho foi realizada primeiramente a preparação e o planejamento do Servidor Web Mapa, posteriormente foi realizado o estudo do software *Geoserver*, objetivando a verificação do comportamento das primitivas cartográficas (ponto, linha e polígono) no ambiente web, diante dessa plataforma interativa. Após, utilizou-se o GPS topográfico sendo que este recebe o código C/A e o da portadora L1, aumentando a precisão da medição. Então todas as árvores do borda foram marcadas com este GPS e posteriormente, ligando os pontos (árvores) para obter o perímetro da da área de Teste de Uso Múltiplo de *Eucalyptus*, TUME, onde esse localiza-se na Universidade Tecnológica Federal do Paraná campus – Dois vizinhos . Em seguida, os dados levantados foram processados e vetorizados em sistema CAD. Posteriormente transformados em shapefiles, utilizando para isso o Auto CAD e o Arc Map. Após essa etapa houve a implementação da primitiva cartográfica: ponto. Ao fim, foram integrados textos e tabelas com a primitiva cartográfica, onde ocorreu a adição dos dados de crescimento do TUME, os quais foram obtidos através de três medições a campo, sendo essas respectivamente ao nono mês, decimo quinto mês e ao vigésimo sexto mês.

Essas informações foram analisadas de forma qualitativa, verificando a compatibilidade dos dados apresentados pelo servidor e a realidade existente no campo, de forma há representar as espécies de *Eucalyptus* por cores e a representar os diâmetros por pontos.

Resultados e discussões

O resultado do trabalho pode ser observado nas figuras 1 e 2, as quais demonstram a área de Teste de Uso Múltiplo de *Eucalyptus* da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) câmpus - DV com seus respectivos volumes de ocupação. Os pontos das imagens representam as árvores e clicando nas árvores, gera uma tabela com seus volumes.

A figura 1 demonstra a partir da primitiva cartográfica ponto, a parcela da espécie de *Eucalyptus pellita*, onde ao relacionar os pontos com a tabela pode-se notar os volumes das três medições feitas ao longo de dois anos de pesquisa. Logo, tais dados estão disponíveis na plataforma para acesso remoto da população científica do câmpus, proporcionando assim uma disseminação de informações importantes para os produtores da região, e também possibilitar a escolha das melhores espécies adaptada às condições da região Sudoeste do estado do Paraná.

A figura 2 promove a visualização da parcela contendo a espécie *Eucalyptus propingua*, onde ao relacionar os pontos com a tabela, pode-se notar os volumes obtidos após três medições feitas ao longo de dois anos de pesquisa. Ao clicar na primitiva cartográfica ponto que representa tal espécie gera-se uma tabela, figura 3, onde essa contém informações com a função de auxiliar a tomada de decisão do produtor ou mesmo do pesquisador para implantação de *Eucalyptus* na região Sudoeste, logo percebe-se que essa ação proporciona um planejamento prévio para a escolha da melhor espécie adaptada a região e também funciona

como fonte de gestão para o empreendedor acompanhar o volume de madeira existente na sua área, através do acesso remoto.

Ao analisar a figura 1 e 2, constata-se a aplicação dessa ferramenta na área florestal, devido a mesma estar auxiliando para o armazenamento e divulgação dos dados da Área de Teste de Uso Múltiplo de *Eucalyptus* tanto para os próprios acadêmicos da instituição e também para os produtores interessados em escolher a melhor espécie para posterior plantio.

Conclusão

Portanto, o Geoserver pode ser utilizado como uma ferramenta para a área florestal, a fim de servir como fonte de armazenamento de informações e divulgação das mesmas tanto para a população acadêmica quanto para os produtores da região. Porém para se obter um melhor *Layout*, pode-se representar as primitivas cartográficas ponto em formato tridimensional, grades e apontar o norte, sul, leste e oeste, sendo que para isso há a necessidade do estudo da linguagem de programação que o Servidor Web Mapas utiliza.

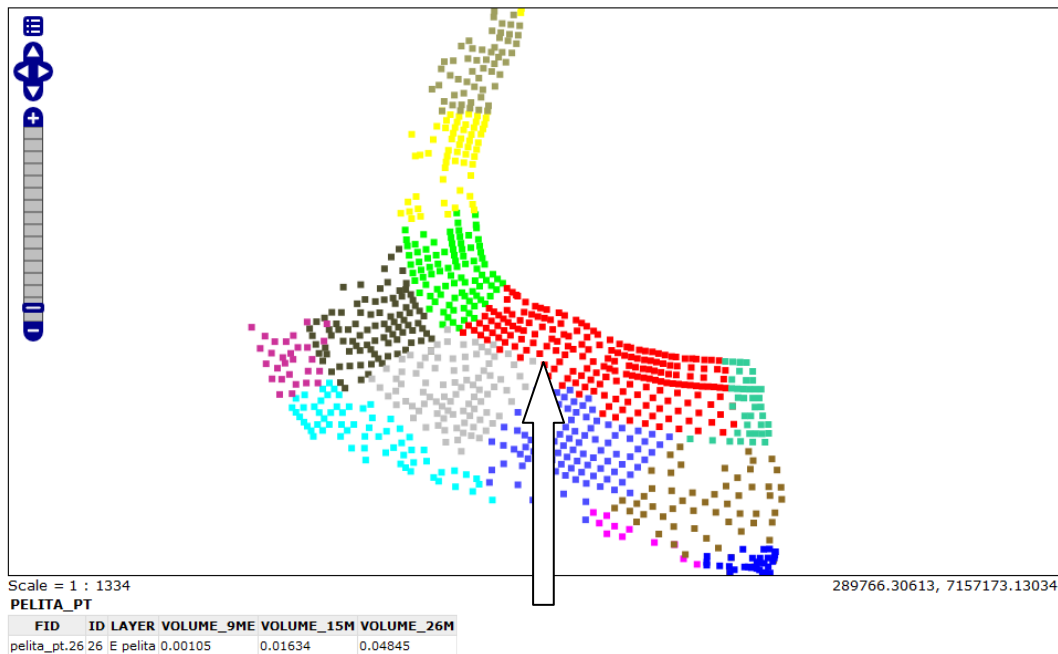


Figura 1: Mapa do TUME associado com a tabela da especie *Eucalyptus pellita*.

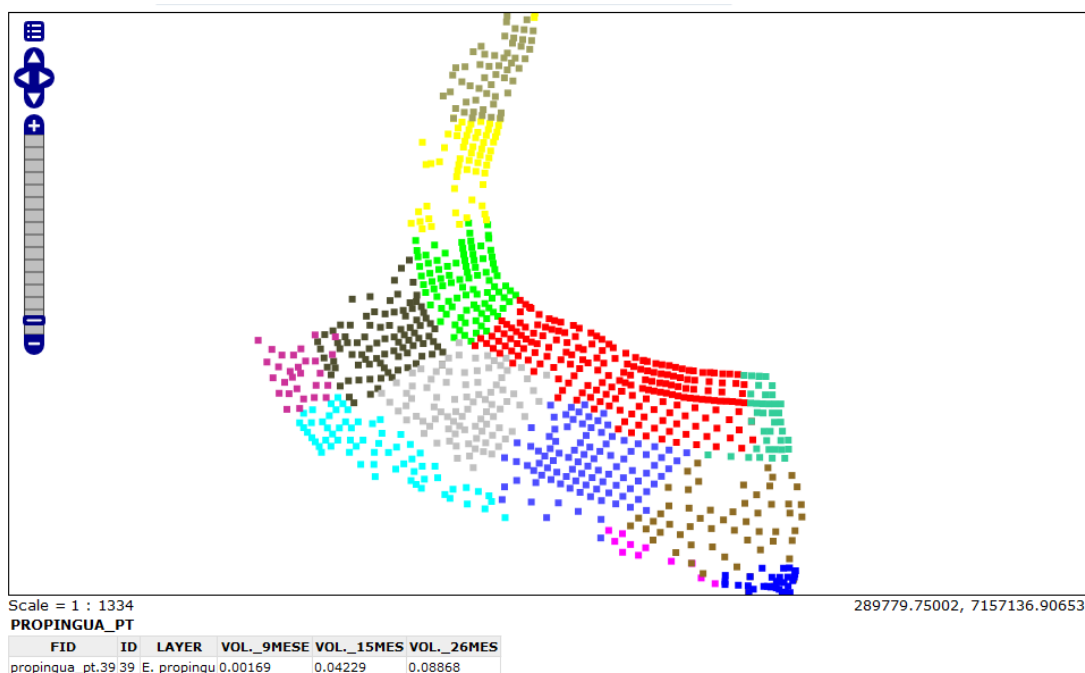


Figura 2: Mapa do TUME associado com a tabela da espécie *Eucalyptus propingua*.

PROPINGUA_PT					
FID	ID	LAYER	VOL._9MESE	VOL._15MES	VOL._26MES
propingua_pt.62	62	E. propingu	0.00169	0.04229	0.08868

Figura 3: Tabela gerada ao clicar na espécie *Eucalyptus propingua*.

Bibliografia

- ARAUJO et al., 2009. Aplicação de Serviços Web OGC em Infraestruturas de Dados Espaciais. Disponível em: <<http://www.fgr.org.br/admin/artigos/2010515190932188197369594TCC.pdf>>. Acesso em: 11/03/2011.
- PEREIRA, Jose, Duarte, Carlos; STURION, Jose, Alfredo; HIGA, Antonio, Royei; HIGA, Rosana, Clara, Victoria; SHIMIZU, Jarbas, Yukio. Características da madeira de algumas espécies de eucalipto plantadas no Brasil. Embrapa, 2001. Disponível em: <<http://www.cnpf.embrapa.br/publica/seriedoc/edicoes/doc38.pdf>>. Acesso em: 16 de março de 2012.
- IAPAR: (Instituto Agrônomo do Paraná) Cartas Climáticas básicas do Estado do Paraná. Londrina/IAPAR 1978.
- NIERI, Erick, Martins; BOTELHO, Mosar, Faria; DEBASTIANI, Aline, Bernarda; SILVA, Ricardo, Dal'agnol; SOUZA, Mauricio; PEREIRA, Flamarion, Dresch. Cartografia interativa remota: uma possibilidade para gerenciamento das infra-estruturas da Universidade Tecnológica Federal do Paraná do campus - Dois vizinhos. Disponível em: <https://web.dv.utfpr.edu.br:448/seer/index.php/CCT_DV/article/view/590/358>. Acesso em: 26 de março de 2012.
- BHERING, Silvio, Borges. Mapa de Solos do Estado do Paraná - RJ Embrapa florestas, EMBRAPA Solos: Instituto agrônomo do Paraná, 2008.
- RAMOS, Andre, M., M., S., D. Disponibilização de Informação Geográfica na Administração da Região Hidrográfica do Alentejo usando WEBSERVICES: WFS sobre GeoServer. Disponível em: <<http://run.unl.pt/bitstream/10362/2333/1/TSIG0054.pdf>>. Acesso em: 30 de março de 2012.

ALELOPATIA DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE EXTRATO MACERADO DE FOLHAS VERDES DE *Hovenia dulcis* THUNB. NA GERMINAÇÃO DE PLÂNTULAS DE ALFACE HANSON (*Lechuga hanson* L.)

ALLELOPATHIC ASSESSMENT OF UVA-JAPAN (*Hovenia dulcis*) ON GERMINATION OF LETTUCE (*Lechuga Hanson*)

Raia, R.Z.², Freddo, A.¹, Polasso, M.B.², Nava, G.R., Puretz, B. de O.², Araldi, C.B.², Nieri, E. M.².

¹ Ex-Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Estrada para Boa Esperança, km 04, 85660-000, Dois Vizinhos-PR, Brasil, alvaro.freddo@hotmail.com

² Graduandos do curso de Engenharia Florestal – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos-PR, Brasil.

Resumo

A alelopatia consiste na liberação de substâncias tóxicas de um organismo para outro, sendo que em plantas este fenômeno é comum, o que faz com que este aspecto seja estudado, tanto para verificar o efeito da palhada ou serrapilheira de uma cultura para outra, como na obtenção de herbicidas naturais. Este trabalho foi realizado para testar a alelopatia das folhas de uva-do-Japão (*Hovenia dulcis*) sobre a germinação de sementes de alface Hanson (*Lechuga hanson*). As sementes de alface foram adicionadas às caixas *gerbox*, que posteriormente foram encharcadas com extrato macerado de Uva-do-Japão com diferentes concentrações, sendo o tratamento controle realizado apenas com água destilada. A germinação das sementes de alface Hanson, foi alterada nas diferentes concentrações do extrato, tendo uma grande variação tanto no tempo de germinação, quanto na quantidade de sementes germinadas, principalmente no tratamento onde houve maior concentração do extrato macerado (20%).

Palavras-chave: alelopatia, uva-do-japão, velocidade de germinação, porcentagem de germinação

Summary

This study was conducted to test allelopathy leaves Japan's-Grape (*Hovenia dulcis*) on the germination of lettuce seeds Hanson (*Hanson lechuga*). Lettuce seeds were added to gerboxes, which were then soaked with extract of Japan's-Grape with different concentrations and also with distilled water only, which was used as control. Germination of lettuce seeds Hanson, was amended with different concentrations of the extract, both having a large variation in germination time, as the number of germinated seeds. The radicle of lettuce Hanson, a parameter that was influenced by the reactions caused by allelopathic extract (20%).

Key words: allelopathy, japanese-grape, germination rate, germination percentage

Introdução

Os vegetais durante sua adaptação evolutiva desenvolveram a capacidade de liberar no ambiente uma variedade enorme de metabólitos primários e secundários a partir de suas folhas, raízes e serapilheira em decomposição, no intuito de reduzir o crescimento das plantas vizinhas, para aumentar seu acesso à luz, água e nutrientes, sendo que o estudo do efeito destes compostos nas plantas próximas, constituem o campo da alelopatia (Taiz & Zeiger, 2009).

A respeito dos metabólitos secundários, Ferreira & Áquila (2000) citam em sua obra que todas as plantas os produzem e que a variação na sua quantidade e qualidade varia de acordo com a espécie e com o local de cultivo, pois muitos deles têm sua síntese desencadeada por eventuais vicissitudes a que as plantas estão expostas.

Por serem perenes, a maioria das plantas lenhosas estão expostas às vicissitudes do ambiente em que se encontram por longos períodos, como o ataque de patógenos e predadores, o que favoreceu o desenvolvimento de metabólitos secundários que as protegessem destes (Ferreira & Áquila, 2000).

A respeito da alelopatia, Sartor et al. (2009) afirmam que este potencial pode ser explorado para a melhoria e o aumento da produção, no controle ambiental de plantas daninhas, pragas e doenças, e na síntese de agrotóxicos naturais.

Outro aspecto que deve ser considerado é que quando esta característica é encontrada em uma espécie exótica invasora, ela torna-se negativa, pois os metabólitos produzidos irão diminuir o potencial de regeneração das espécies nativas do ambiente em questão.

O potencial alelopático da *Hovenia dulcis* já foi demonstrado em pesquisa, como o realizado por Rigoni & Zanin (2010), no qual os autores observaram que esta planta pode ocasionar a homogeneidade no ambiente da Floresta Ombrófila Mista, por facilitar a germinação da própria espécie e interferindo no processo de germinação de espécies nativas. Entretanto, a ampliação desses estudos faz-se necessária para evidenciar o verdadeiro potencial alelopático da espécie e se este pode ser considerado como um problema ambiental e também a possibilidade de tornar-se útil em aplicações na atividade agropecuária.

A resistência ou tolerância aos aleloquímicos é mais ou menos específica, sendo que existem espécies mais sensíveis, como por exemplo a alface (*Lactuca sativa*) e o tomate (*Lycopersium esculentum*), as quais são muito usadas em bioensaios no laboratório (Ferreira & Áquila, 2000).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito alelopático de diferentes concentrações do extrato obtido a partir da maceração de folhas verdes de uva-do-japão na germinação e no desenvolvimento de plântulas de alface Hanson.

Material e métodos

O presente experimento foi conduzido no Laboratório de Fitossanidade da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos, PR.

As sementes de alface hanson (*Lechuga hanson*), foram dispostas nas unidades experimentais, caracterizadas por caixas de plástico polietileno transparente do tipo *Gerbox*, com dimensões de 15 X 15 cm, forradas com papel filtro no seu interior e umedecidas com água destilada (testemunha) e com diferentes concentrações de extratos macerados de folhas verdes de uva-do-Japão. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos e cinco repetições.

Para o preparo dos extratos, foi coletado 100 g de folhas verdes de árvores adultas de Uva-do-Japão do Câmpus Dois Vizinhos, as quais foram trituradas com 500 ml de água

destilada, por meio de um liquidificador, durante cinco minutos. A solução foi coada com um coador fino e posteriormente deixou-se o extrato em repouso para retirar os resíduos que ainda passaram pelo coador. Deste extrato com concentração conhecida de 20%, diluiu-se com mais água destilada até alcançar-se as concentrações de 10% e 5%. Para o tratamento de 0%, o qual considerou-se como testemunha, utilizou-se apenas água destilada.

Foram depositadas nas caixas *Gerbox* vinte sementes de alface hanson (*Lechuga hanson*), adicionando-se 10 ml de água destilada na testemunha e 10 ml do extrato com a concentração proposta nos demais tratamentos por meio de uma pipeta graduada.

As variáveis utilizadas para avaliar o experimento foram a germinação das sementes de alface e o índice de velocidade de germinação (IVG). As avaliações foram realizadas nos períodos de 24, 48 e 72 horas após a semeadura. Foram consideradas como germinadas, qualquer semente que apresentou qualquer resquício de radícula ou caulículo que saísse das sementes.

Os resultados obtidos em porcentagem foram transformados previamente em *arco seno* $\sqrt{x/100}$ e analisados pelo programa estatístico Assistat 7.5 Beta.

Resultados e discussão

Os resultados obtidos para a germinação das sementes de alface Hanson 24; 48 e 72 horas após a aplicação dos tratamentos encontram-se no Figura 1, onde observa-se que os extratos macerados de *H. dulcis* influenciaram estatisticamente na germinação das sementes de alface.

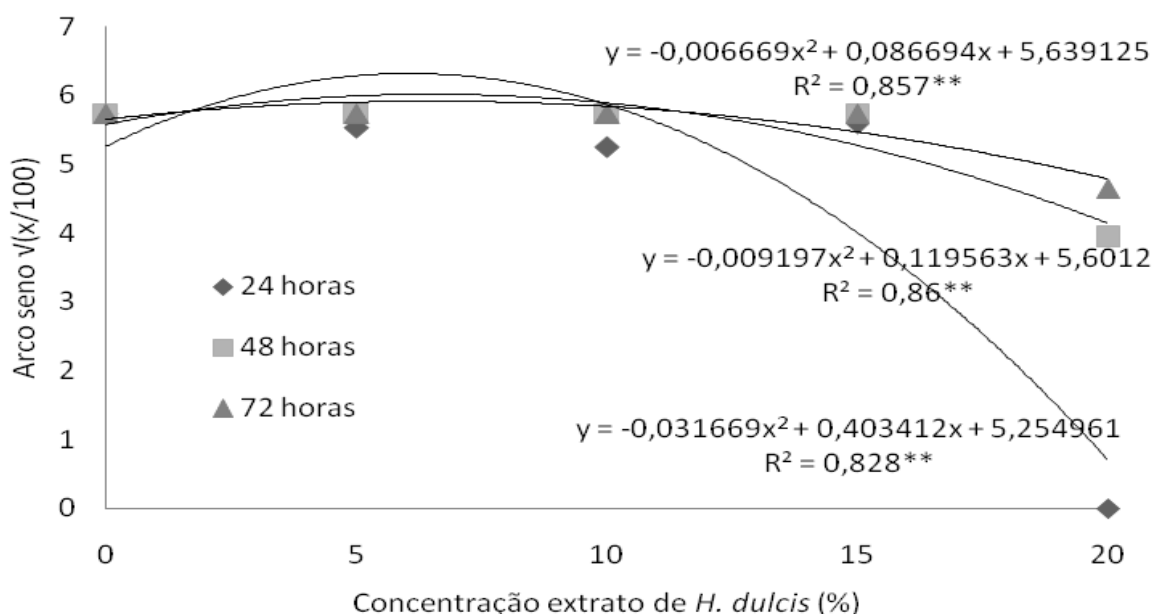


FIGURA 01 – Porcentagem de germinação de sementes de alface Hanson, 24; 48 e 72 horas após serem submetidas a diferentes concentrações de extratos macerados de folhas verde de *Hovenia dulcis*. Dados transformados em arco seno $\sqrt{x/100}$. **significativo a 1% de probabilidade.

As equações que melhor se ajustaram para explicar a influência alelopática dos extratos macerados de *H. dulcis*, foram quadráticas, sendo que o maior valor 100%, equivale a 5,739 na transformação em *arco seno* $\sqrt{x/100}$.

A *H. dulcis* mostrou-se alelopática diminuindo a germinação principalmente na concentração de 20%. Resultados semelhantes foram encontrados por Ramirez et al. (2009), onde os autores observaram uma diminuição da germinação de sementes de alface com o aumento da concentração do extrato de folhas maceradas de uva-do-japão. O pseudofruto desta espécie também tem efeito alelopático sobre sementes de alface, Gomes et al. (2009) encontraram em extratos com concentração a partir de 40%, diminuição da germinação de sementes da hortaliça.

O extrato aquoso desta espécie também tem efeito alelopático em plantas nativas do Brasil, Hutt et al. (2009) encontraram redução no comprimento médio de raiz de canafístula (*Peltophorum dubium*) e amendoim-do-campo (*Pterogine nitens*) em extratos com concentração a partir de 40%. Rigoni e Zanin (2010) testaram extratos aquosos de folhas e pseudofrutos de uva-do-japão, onde observaram inibição na germinação de sementes de pitanga (*Eugenia uniflora*) e cedro (*Cedrela fissilis*) e favorecimento para a própria espécie (*Hovenia dulcis*).

O índice de velocidade de germinação das sementes de alface de acordo com as concentrações dos extratos macerados de *H. dulcis*, encontram-se na Figura 2, onde observa-se que a influência foi significativa na concentração de 20%, diminuindo consideravelmente esta variável, sendo melhor ajustada por uma equação quadrática.

A velocidade com a qual a plântula germina e emerge do substrato é de suma importância para o seu desenvolvimento. De acordo com Bedendo (2011), o rápido desenvolvimento da plântula, permite a maturação dos tecidos jovens, tornando-os mais resistentes a pragas e doenças.

Rigoni e Zanin (2010) realizaram a análise cromatográfica da uva-do-japão, encontrando 11 compostos na folha seca, 10 compostos na folha verde e 8 compostos nos pseudofrutos. De acordo com os autores, os compostos encontrados nas folhas verdes e secas foram os seguintes: 2-Butanol, tetratetracontano, ácido octadecanóico e 1-eicosanol; e nos pseudofrutos encontrou-se o composto 9,12-ácido octadecanóico.

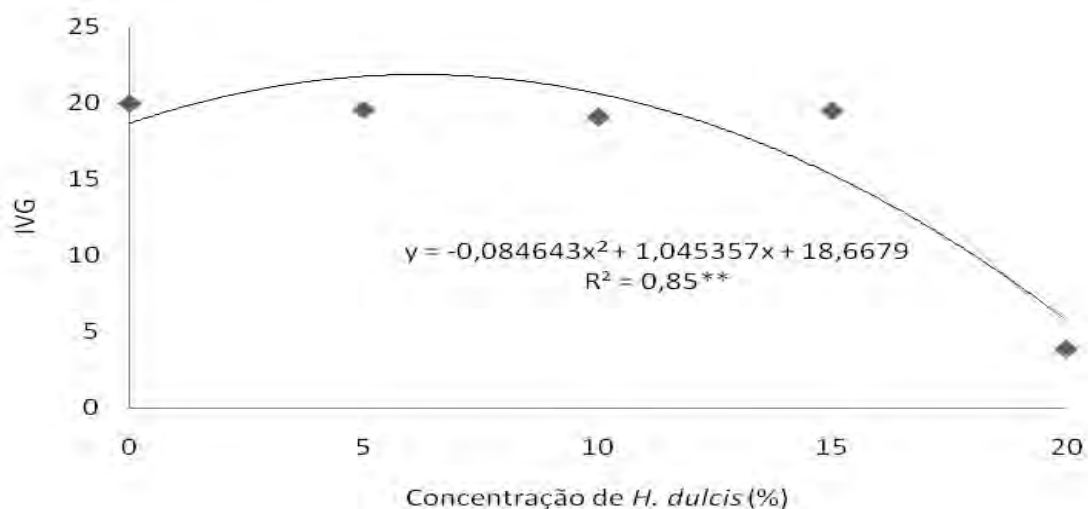


FIGURA 2: Índice de Velocidade de Germinação de sementes de alface Hanson, 72 horas após serem submetidas a diferentes concentrações de extratos macerados de folhas verdes de *H. dulcis*.

Conclusão

De acordo com os resultados obtidos conclui-se que extratos aquosos de uva-do-japão com concentrações a partir de 20% interferem negativamente na germinação de sementes de alface Hanson.

Recomenda-se novos estudos, avaliando o efeito alelopático de folhas secas e verdes, pseudofrutos e raízes da espécie na germinação e desenvolvimento de espécies nativas. Outro estudo que faz-se necessário é evidenciar qual composto presente na *Hovenia dulcis* tem potencial alelopático sobre as demais plantas.

Agradecimentos

Agradecemos a Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR campus Dois Vizinhos, pela disponibilidade do laboratório de fitossanidade.

Referências bibliográficas

- BEDENDO, Ivan P., *Damping-off*. In: AMORIM, Lilian; REZENDE, Jorge Alberto Marques; BERGAMIN FILHO, Armando. **Manual de Fitopatologia I: Princípios e Conceitos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 2011, 4 ed., 704p.
- FERREIRA, Alfredo Gui; AQUILA, Maria Estefania Alves, Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, Edição Especial, v. 12, p. 175 – 204, 2000.
- GOMES, Fernanda Melo et al. Potencial alelopático do extrato aquoso de pseudofruto de *Hovenia dulcis* Thunb. **Anais... XII Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal**, Fortaleza, Brasil, 2009.
- HUTT, Daniele Regina et al. Alelopatia de extrato de folha *Hovenia dulcis* Thunberg sobre duas espécies nativas do Brasil. **Anais... XII Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal**. Fortaleza, Brasil, 2009.
- RAMIREZ, Francisco Gauto et al. Potencial alelopático de folhas de *Hovenia dulcis* Thunb em germinação de alface e desenvolvimento de milho. **Anais... XII Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal**. Fortaleza, Brasil, 2009.
- RIGONI, Ana Letícia; ZANIN, Elizabete Maria, Efeito Alelopático de *Hovenia dulcis* Thunb. em unidades de conservação. **Anais... I Congresso Latinoamericano de Conservación de La Biodiversidad**. São Miguel de Tucumán, Argentina, 2010.
- SARTOR, Laércio Ricardo; ADAMI, Paulo Fernando; CHINI, Nelso; MARTIN, Thomas Newton; MARCHESE, José Abramo; SOARES, André Brugnara, Alelopatia de acículas de *Pinus taeda* na germinação e no desenvolvimento de plântulas de *Avena strigosa*. **Ciência Rural**, v. 39, n. 6, p. 1653 – 1659, 2009.
- TAIZ, Lincoln; ZEIGER, Eduardo, **Fisiologia Vegetal**. Tradução: SANTARÉM, Eliane Romanatto et al., Porto Alegre: Artmed, 4 ed., 2009, 848p.

EFEECTO DE PLANTACIONES DE *Eucalyptus grandis* (HILL EX MAIDEN) SOBRE EL CONTENIDO DE CARBONO EN SUELOS EN EL NE DE LA PROVINCIA DE ENTRE RÍOS.

EFFECT OF PLANTATIONS OF *Eucalyptus grandis* (HILL EX MAIDEN) ON THE CARBÓN CONTENT IN SOILS AT NE OF THE PROVINCE OF ENTRE RIOS.

Sandoval, DM¹; Goya, J¹, Arturi, M¹; Burns, S¹ y Pérez, C¹.

¹Laboratorio de Investigación de Sistemas Ecológicos y Ambientales (LISEA), Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (UNLP). Diagonal 113 N° 469, 1900 La Plata, Argentina. lisea@agro.unlp.edu.ar

Resumen

La materia orgánica del suelo representa un componente clave relacionado con la productividad de los sistemas y puede ser alterado por las prácticas silvícolas. Para estudiar el carbono en los suelos de plantaciones forestales se seleccionaron rodales que representaran diferentes situaciones, edades (0 a 14 años), número de rotaciones y métodos de repoblación (plantación, replantación o rebrote). El objetivo fue determinar si existen variaciones en el contenido de carbono orgánico en suelos de plantaciones de *E. grandis* a lo largo del ciclo de cultivo asociadas a los tratamientos silvícolas de repoblación. No se observó una disminución significativa de los rendimientos a lo largo de las diferentes situaciones de manejo. En estas plantaciones la producción de biomasa no declinante, podría atribuirse a la disponibilidad de otros nutrientes tales como P y estar menos relacionada con el contenido de C. En relación a los suelos de pastizales y plantaciones, se observó que se produjo una caída neta de C del orden del 60% ($42,8\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ a $16,3\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$) a lo largo de más de 40 años de cultivo. Esta disminución se determinó considerando los valores medios de C para cada situación, no obstante se puede observar una gran variabilidad en los contenidos de C en los pastizales. Con estos resultados se podría considerar que existe una tendencia de disminución de C en los suelos a lo largo de las sucesivas rotaciones de plantaciones de *Eucalyptus grandis*.

Palabras clave: Manejo sustentable, Materia orgánica, Suelo, Silvicultura

Summary

The SOM is a key component related to the productivity of the systems and can be altered by forest practices. To study the carbon in soils of forest plantations stands were selected to represent different situations, ages (0 to 14 year) number of rotations and methods of reforestation (planting, replanting and coppice) objective was to determine whether there are variations in organic carbon content in soils of *E. grandis* plantations along the crop cycle associated with silviculture. There was no significant decrease in yields over different management situations. In these plantations the non declining production of biomass could be attributed to the availability of other nutrients such as P and less related to the content of C. In relation to grassland soils and plantations, it was observed that there was a net decline of C of order 60% ($42,8\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ a $16,3\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$) over more than 40 years of cultivation. This decrease was determined considering the mean values of C for every situation; however exist a great variability in the content of C in the pasture. With these results we may consider that there is a trend of decreasing soil C in the course of successive rotations of plantations of *Eucalyptus grandis*.

Keywords: Sustainable management, Organic matter, Soil, Silviculture

Introducción

La conversión de pastizales a plantaciones forestales puede tener efectos perjudiciales sobre la fertilidad del suelo y su capacidad productiva, aunque este tema aún es materia de discusión (Fisher & Binkley, 2000, Bauhus *et al.*, 2002). La materia orgánica del suelo (MOS) y su constituyente principal el C orgánico (CO), que pueden ser alterados directamente por las prácticas silvícolas, representa un componente clave relacionado con la productividad de los sistemas aunque generalmente se le ha dado más importancia al C de la biomasa aérea en plantaciones forestales (Turner & Lambert, 2000). La dinámica de este componente depende en gran medida de su naturaleza (según sea fracción de C estable o lábil), condición del sitio (clima), propiedades del suelo (textura, nutrientes, entre otros) cualquiera de estos factores puede ser alterado con la implantación de cultivos forestales (Jandl *et al.*, 2007), la dinámica y evaluación de los cambios en contenidos y naturaleza de la MOS puede constituir un indicador de la sustentabilidad de las prácticas forestales (Bauhus *et al.*, 2002). Delgado *et al.* (2006) mostraron una tendencia a la disminución del carbono orgánico en la parte superior del horizonte A en diferentes suelos con plantaciones de *Eucalyptus spp.* de Uruguay. Asimismo, Carrasco-Letelier *et al.* (2004), detectaron una disminución de las reservas de carbono orgánico del suelo en plantaciones de *Eucalyptus spp.* ubicadas en Argiudoles del mismo país, al compararlas con praderas naturales, por lo que pudieron calcular una pérdida neta de 16,6 Mg de carbono por hectárea. En el mismo sentido, Turner & Lambert (2000) determinaron un rápido descenso del carbono orgánico en la superficie del suelo (0-10 cm), en suelos del este de Australia, después de 12 años del establecimiento de las plantaciones, para luego estabilizarse a los 20 años, de todas formas afirman que hay una severa depreciación en los primeros 50 cm y continúa disminuyendo en dicho compartimento a lo largo del ciclo.

La provincia de Entre Ríos presenta condiciones climáticas y edáficas, particularmente sobre la margen occidental del Río Uruguay, favorables para la implantación de especies forestales de elevada productividad. Estas plantaciones se extienden en una franja de 20 km paralela a la costa, en suelos arenosos, que resultan los mejores para la especie en la zona del Río Uruguay, bien drenados aunque con bajos contenidos de materia orgánica y nutrientes (Dalla Tea & Marcó, 1996; Golfari, 1985). La especie más frecuentemente utilizada en las forestaciones comerciales es *Eucalyptus grandis* y, en menor medida, *E. dunnii*, *Pinus elliottii*, *P. taeda* y *E. globulus* (Brizuela *et al.*, 2003). La evolución de la superficie forestada manifiesta fluctuaciones en relación con las condiciones del mercado registrándose un aumento de casi el 30% entre los años 2002 y 2006 (Aguer & Mestres, 2007), en particular en el Dpto. de Colón pasó de aproximadamente 10.000 ha en 1985 a 23.000 en 2008 (Presutti *et al.*, 2008).

El objetivo del presente trabajo fue determinar si existen variaciones en el contenido de carbono orgánico en suelos de plantaciones de *Eucalyptus grandis* a lo largo del ciclo de cultivo y de sucesivas rotaciones, asociada a los tratamientos silvícolas de repoblación (plantación, replantación y manejo del rebrote).

Materiales y métodos

Área de estudio

El trabajo se desarrolló en establecimientos cuyos cascos están situados a 31° 48' S y 58° 11' O, en el extremo NE del departamento de Colón a 50 km de la ciudad de Concordia, la zona presenta una temperatura media anual de 18,9°C, mínima absoluta: -4,8°C, máxima

absoluta: 40,5°C y una precipitación anual: 1307,8 mm. Los suelos característicos de la región donde se encuentran instaladas las plantaciones, son los denominados localmente como “arenosos” (Cuarzicamente Oxico, orden Entisol), “mestizos” (Haplumbrepte Fluvéntico, orden Entisol) y “arcillosos” (Peluderte Argiacuólico, orden Vertisol) (Marcó, 1988; Dalla Tea & Marcó, 1996). La estructura de edades de los rodales estudiados abarca desde los recientemente implantados hasta aquellos en edad del turno de corta, (12-14 años). Estos rodales se han establecido sobre antiguas plantaciones que luego de ser aprovechadas han sufrido quema de los residuos postcosecha en algunos casos, o sobre suelo ocupado anteriormente por pastizales. Los métodos de repoblación implican (1) la instalación de nuevas plantaciones sobre suelos ocupados previamente por pastizales, (2) la replantación entre filas y (3) el manejo del rebrote. Estos rodales han tenido hasta 4 ciclos de cosecha previos (mas de 40 años). La densidad de plantación es variable, con un promedio de 1100 plantas·ha⁻¹. En estas diferentes situaciones seleccionadas a modo de tratamientos se instalaron 30 parcelas en las cuales se caracterizó la estructura del rodal y se determinaron los principales parámetros edáficos. Adicionalmente se muestrearon pastizales naturales y los cultivos agrícolas considerados antecedentes de las actuales plantaciones. Ambos ambientes fueron analizados hasta una profundidad de 20 cm.

Estructura del estrato arbóreo

Se determinaron los diámetros a la altura del pecho (DAP) de todos los árboles con DAP mayor a 5cm con cinta diamétrica y las alturas árbol por medio con Vertex láser. Con estos parámetros estructurales se generaron regresiones locales DAP-altura para estimar la altura de los no medidos. De cada parcela se calculó el peso seco total (kg) y la biomasa seca total (Mg·ha⁻¹) con las ecuaciones para árboles individuales de *E. grandis* propuestas por Goya *et al.* (1997).

Muestreo de suelos

Para el estudio del suelo mineral se aplicó un muestreo compuesto (Cochran, 1977) de dos etapas, en cada parcela en la que se midió el estrato arbóreo se conformó una muestra compuesta formada por 10 submuestras de suelo obtenidas con barreno edafológico considerando dos profundidades de 0-20 y 20-30cm. Para las comparaciones solo se consideró la profundidad de 20 cm. Las muestras de suelo mineral se analizaron químicamente para obtener concentración de Materia Orgánica y C orgánico. También se realizaron determinaciones de densidad aparente en tres muestras para cada rodal. Paralelamente, se realizó un muestreo de características similares en pastizales adyacentes, al efecto de disponer de una suerte de control y de parcelas apareadas para hacer un análisis comparativo de tendencias en las características del suelo. La concentración de MO y C se analizó mediante el método de combustión seca (LECO, 1993), usando un LECO CNS-2000, según recomendaciones de Tabatabai & Bremner (1991).

Resultados y discusión

No se observó una disminución significativa de los rendimientos a lo largo de las diferentes situaciones de manejo en la biomasa aérea de estas plantaciones (**Gráfico 1**). Lo cual podría atribuirse a que el suelo ha mantenido durante varios años su capacidad productiva en términos de producción de biomasa. El efecto de las prácticas de manejo sobre la fertilidad del suelo es altamente dependiente de la especie que se considere (Fisher & Binkley, 2000). En estas plantaciones la producción de biomasa no declinante podría atribuirse a la disponibilidad de otros nutrientes tales como P y estar menos relacionada

directamente con el contenido de MOS (Bauhus *et al.*, 2002). En términos de C en el sistema, la conversión del pastizal a producido un aumento significativo en el componente aéreo (biomasa aérea) coincidiendo con el patrón característico de las forestaciones en tanto sumideros de carbono (Jandl *et al.*, 2007), almacenaje que podría resultar de carácter temporario debido a la exportación por cosecha y posible reemplazo por otro cultivo no forestal.

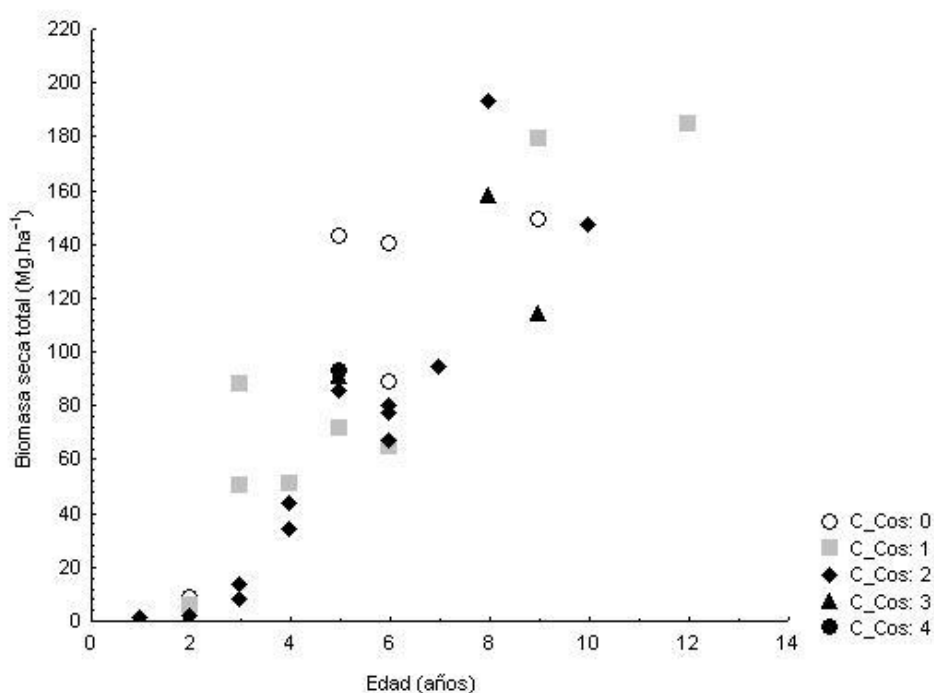


Gráfico 1. Biomasa seca total en $\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de los rodales de *E. grandis* para cada edad, categorizados por ciclos de cosecha previos (C_Cos).

Figure 1. Total dry biomass $\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ of the stands of *E. grandis* for each age, categorized by previous harvest cycles (C_Cos).

La determinación de C se realizó sobre la fracción mineral del suelo, lo cual constituye la fracción más estable de C, asimismo en suelos arenosos esta fracción puede constituir más del 60% del C, el resto lo constituirían la fracción lábil y otras asociadas a microorganismos (Bauhus *et al.*, 2002). Al analizar los contenidos de C en el suelo de los pastizales y plantaciones con diferentes número de rotaciones (**Gráfico 2**) se observó que se produjo una caída neta del orden del 60% ($42,8 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ a $16,3 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$) a lo largo de más de 40 años (**Tabla 1** y **Tabla 2**). Esta disminución tan significativa se determinó considerando los valores medios de C para cada situación, no obstante se puede observar una gran variabilidad en los contenidos de C en los pastizales, considerados situaciones de referencia previos a la forestación (**Gráfico 2** y **Tabla 2**). Este hecho podría aclararse considerando las texturas de cada sitio dado que existiría un gradiente desde suelos arenosos con menor contenido de C a suelos mestizos con mayor contenido de C.

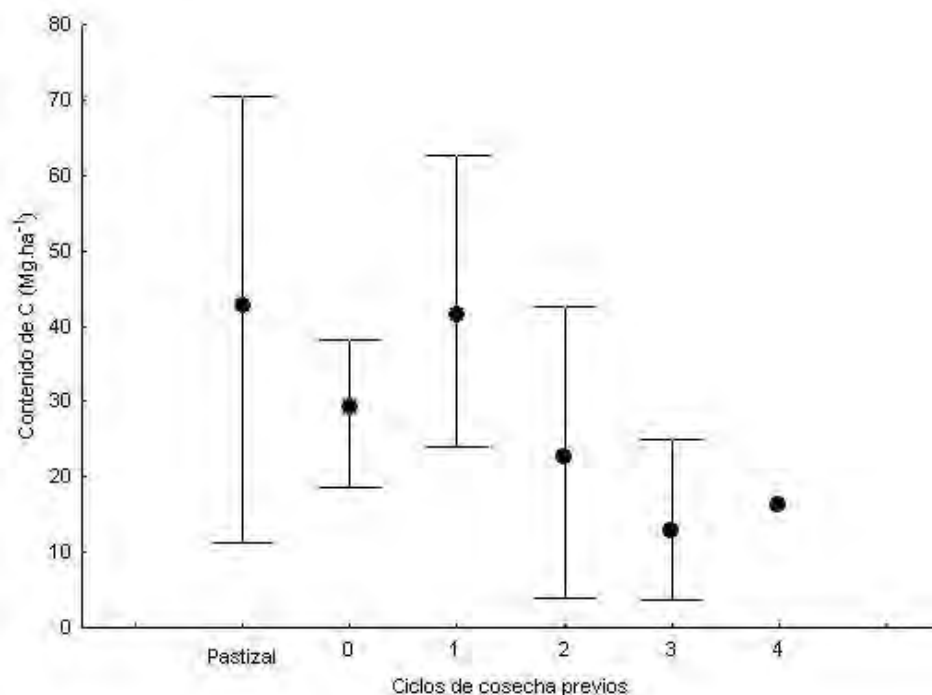


Gráfico 2. Contenido de C en los primeros 20 cm de suelo de rodales de *E. grandis* en función de los ciclos de cosecha previos. Los puntos indican la media y las líneas el rango de error definido como un 95% del valor máximo y mínimo.

Figure 2. C content in the first 20 cm of soil of stands of *E. grandis* according to the previous harvest cycles. The dots indicate the mean and error range defined as 95% of maximum and minimum.

Tabla 1. Parámetros estadísticos del contenido de C (Mg/ha) de las parcelas de *E. grandis* en los primeros 20cm de suelo. DE: desvío estándar; CV: coeficiente de variación; C_Cos: ciclos de cosecha previos.

Table 1. Statistical parameters C content (Mg / ha) from plots of *E. grandis* in the first 20 cm of soil. SD: standard deviation, CV: coefficient of variation; C_Cos: previous harvest cycles.

C_cos	n	Media	DE	CV	Mínimo	Máximo	Rango
0	5	29,23	7,37	25,2%	19,55	40,06	20,51
1	7	41,39	12,88	31,1%	25,24	65,86	40,62
2	13	22,65	11,35	50,1%	4,11	44,87	40,76
3	4	12,91	9,64	74,7%	3,88	26,3	22,42
4	1	16,29			16,29	16,29	0,0
Total	30	26,61	13,97	52,5%	3,88	65,86	61,98

Tabla 2. Parámetros estadísticos del contenido de C (Mg/ha) de las parcelas de pastizales a diferentes profundidades de suelo. DE: desvío estándar; CV: coeficiente de variación; PF: profundidad de suelo

Table 2. Statistical parameters C content (Mg / ha) of grassland plots at different soil depths. SD: standard deviation, CV: coefficient of variation; PF: soil depth

PF	n	Media	DE	CV	Mínimo	Máximo	Rango
0-20cm	8	42,80	24,40	57,02%	11,93	74,08	62,15
20-30cm	8	12,45	6,59	52,96%	3,8	19,71	15,91

Conclusiones

Con estos resultados, si bien necesitan de una mayor profundización de la investigación, se podría considerar que existe una tendencia de disminución de C a los largo de las rotaciones. El carbono del suelo decrece luego de la conversión del pastizal debido a la inmediata eliminación de la vegetación que aporta materia seca con la caída de hojarasca y aumenta la descomposición, luego se produce una nueva incorporación de detritos aéreos que aumentan gradualmente el almacenaje y reestablecen cierto equilibrio entre las entradas por caída a la hojarasca y la salida por descomposición entre otros procesos (Turner & Lambert, 2000, Jandl *et al.*, 2007). El mayor impacto en el contenido de C se produjo en el momento de la conversión de pastizal a plantación, las prácticas de labranza generalmente producen un rápida oxidación del C (Nouvellon *et al.*, 2008).

Bibliografía

- Aguer, E. & Mestres, L. (2007). Estadísticas forestales de las provincias de Entre Ríos y Corrientes. XXII Jornadas Forestales de Entre Ríos. VIII.1-VIII10
- Bauhus, J; Khanna, PK; Hopmans P & Weston, Ch. (2002). Is soil carbon a useful indicator of sustainable forest soil management?—a case study from native eucalypt forests of south-eastern Australia. *Forest Ecology and Management* 171 (2002) 59–74
- Brizuela, A.B.; Milera S. & Mestres J. (2003). Plantaciones de eucaliptos y pinos en los Departamentos del Este de Entre Ríos. XVIII Jornadas Forestales de Entre Ríos, Concordia, Entre Ríos, pp. 1-7.
- 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* 127 (2004) 49–55.
- Cochran, W.G. (1977). *Sampling Techniques* (3rd ed.). John Wiley, NY, US.
- Dalla Tea, F. & Marcó, M.A. (1996). Fertilizers and Eucalypt plantations in Argentina. In: *Nutrition of Eucalyptus*. P.M. Attiwill and M.A. Adams (eds.). CSIRO, Australia, pp.327-333.
- Delgado, S.; Alliaume, F.; García Préchac, F. & Hernández, J. (2006). Efecto de las plantaciones de *Eucalyptus* sp. sobre el recurso suelo en Uruguay. *Agrociencia*. Vol. X N° 2 pp.95-107.
- Fisher, R. & Binkley, D. (2000). *Ecology and Management of forest soils*. John Wiley and Sons Inc. 489 p
- Golfari L. (1985). Distribución regional y condiciones ecológicas de los eucaliptos cultivados en la Argentina. *Problemas inherentes*. CIEF Publ. Técnicas N° 1. Bs. As.
- Goya, J.F.; Frangi J.L. & Dalla Tea, F. (1997). Relación entre la biomasa aérea, área foliar y tipos de suelos en plantaciones de *Eucalyptus grandis* del NE de Entre Ríos, Argentina. *Revista de la Facultad de Agronomía de La Plata* 102: 11-21
- Jandl, R., Lindner, M., Vesterdal, L., Bauwens, B., Baritz, R., Hagedorn, F., Johnson, D. W., et al. (2007). How strongly can forest management influence soil carbon sequestration? *Geoderma*, 137(3-4), 253-268.
- Nouvellon Y, Epron D, Kinana A, Hamel O, Mabiála A, D'Annunzio R, Deleporte P, Saint-Andre L, Marsden C, Roupsard O, Bouillet JP & Laclau JP.(2008). Soil CO₂ effluxes, soil carbon balance, and early tree growth following savannah afforestation in Congo: Comparison of two site preparation treatments. *Forest Ecology and Management* 255 (2008) 1926–1936
- 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 Colón, provincia de Entre Ríos. *Yvyreata*, 15: 17-23.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca (SAGyP) & Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) (1995). *Manual para productores de eucaliptos de la Mesopotamia argentina*. Editores: Carpineti, L.A.; Dalla Tea, F.; Glade, J.E. & Marco, M.A. Estación Experimental Agropecuaria INTA Concordia. 171 pp.

Tabatabai MA & Bremner JM.(1991). Automated instruments for determination of total carbon, nitrogen and sulfur in soils by combustion techniques. En: Soil analysis, modern instrumental techniques. Second edition. Marcel Dekker Inc, NY, EEUU: 261-286

Turner, J., & Lambert, M. (2000). Change in organic carbon in forest plantation soils in eastern Australia. Forest Ecology and Management, 133(3), 231-247.

ANÁLISE QUANTITATIVA DA ARBORIZAÇÃO DE VIAS PÚBLICAS DO BAIRRO CAMOBI, SANTA MARIA, RS.

ARBORIZATION INVENTORY ON PUBLIC ROADS OF CAMOBI DISTRICT, SANTA MARIA, RS

Szymczak, D. A.¹; Brun, F. G. K.²; Brun, E. J.³; Navroski, M. C.⁴; Londero, E. K.⁵

¹ Engenheira Florestal, Mestranda do Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Ciências Florestais, Santa Maria, Rio Grande do Sul, E-mail: deniseszymczak@gmail.com.

² Engenheira Florestal, Mestre, Professora da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos, departamento de Ciências Florestais, Dois Vizinhos, Paraná, E-mail: falviagizele@gmail.com.

³ Engenheiro Florestal, Doutor, Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos, de Ciências Florestais, Dois Vizinhos, Paraná, E-mail: eleandrojbrun@yahoo.com.br.

⁴ Engenheiro Florestal, Doutorando do Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Ciências Florestais, Santa Maria, Rio Grande do Sul, E-mail: marcionavroski@gmail.com.

⁵ Engenheiro Florestal, Mestre em Engenharia Florestal. E-mail: eklondero@gmail.com.

Resumo

O objetivo deste estudo foi inventariar as espécies arbóreas utilizadas na arborização de cinco vilas do bairro Camobi, Santa Maria – RS para contribuir com informações para o planejamento e manejo do plantio. Realizou-se um inventário do tipo censo, onde todas as árvores presentes nas calçadas ou próximas a elas foram analisadas. Foram contabilizadas 1348 árvores, distribuídas em 61 espécies (28 nativas e 33 exóticas). A maior frequência de indivíduos observou-se para: *Lagerstroemia indica* L., *Caesalpinia peltophoroides*, *Melia azedarach* L., *Ligustro lucidum* W. T. Aiton, *Inga marginata* Willd., *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC) Mattos e *Eugenia uniflora* L. que corresponderam a 61,0% do total de árvores das vilas. Houve redução no número de indivíduos das espécies mais frequentes, devido ao aumento de áreas construídas, que também influencia sobre a idade da arborização do bairro.

Palavras – chave: censo florestal, vegetação urbana, qualidade de vida, cidades.

Summary

This study aimed was inventoried the forestry species utilized in the arborization of five villages in Camobi district, Santa Maria – RS and analyze their conditions in relation of morphometrics standard. Was realized an inventory type census, where all tree present in the sidewalk. There are 1348 trees, distribuied in 61 species (28 natives and 33 exotics). The most frequency was observed to: *Lagerstroemia indica* L., *Caesalpinia peltophoroides*, *Melia azedarach* L., *Ligustro lucidum* W. T. Aiton, *Inga marginata* Willd., *Handroanthus chrysotrichus* (Mart. ex DC) Mattos and *Eugenia uniflora* L totalizing 61,0%% of total trees. There was a reduction in the number of individuals of the species most frequently due to increased area constructed, which also influences over of the trees neighborhood.

Keywords: forest census, urban vegetation, quality of life, cities.

Introdução

As árvores exercem função ecológica, conservando a flora nativa da região, melhorando o ambiente urbano e a estética, embelezando assim as vias públicas (GUZZO, 1993). Proporcionam benefícios a regularidade de clima, redução da velocidade dos ventos, melhoria do ciclo hidrológico do solo, opções de recreação, valorização de imóveis, diminuição dos níveis de ruídos e aumento da diversidade, funcionando como um refúgio à fauna remanescente das cidades (LANGOWSKI & KLECHOWICZ, 2001).

De acordo com Gonçalves e Paiva (2004), o ambiente urbano é muito variável e a escolha do vegetal que será plantado dependerá do espaço tridimensional disponível a ele, verificando quanto e de que forma a planta cresce para a ocupação desses espaços. Os mesmos autores ressaltam que além de ocupar espaços, muitas vezes levando em conta a estética, as árvores têm funções ecológicas importantes para melhorar a qualidade de vida das pessoas. Entre as funções, cita-se a estruturação de espaços, controle de poluição, controle do ciclo hidrológico, controle de temperaturas, auxílio na ventilação, entre outros.

Para a manutenção da arborização viária das cidades são necessárias algumas ações como: investimento em legislação que defina critérios de manejo para a arborização, apoio ao estudo científico para levantamento do patrimônio arbóreo da cidade, elaboração de planos de arborização e manejo de áreas verdes e utilização de equipamentos urbanos que se ajustem às necessidades do homem e da cidade. Para tanto, o inventário da arborização tem como objetivo geral conhecer o patrimônio arbustivo e arbóreo de uma localidade (ROCHA *et al.*, 2004).

O presente estudo teve como objetivo inventariar as espécies arbóreas utilizadas na arborização de 5 vilas do bairro Camobi, Santa Maria –RS e analisar as condições em que as espécies mais frequentes se encontram em relação aos padrões morfométricos.

Materiais e métodos

O estudo será realizado no Bairro Camobi, município de Santa Maria, RS. Devido à extensão deste bairro e pela grande carência das Vilas em infra-estrutura e arborização urbana, tomou-se como área de estudo 5 Vilas, respectivamente: Vila Santos Dumont, Vila Santa Tereza, Vila Assunção, Vila Estação Colônia, Vila Santa Helena, que por sua vez equivalem a 216.710 m² e uma população média de 8.409 habitantes.

O clima da região é do tipo subtropical temperado, do tipo “Cfa 2”, segundo a classificação de Köppen (Moreno, 1961), caracterizada por temperatura média anual entre 17,9 e 19,2°C sendo que a temperatura média do mês mais quente é superior a 22°C. As chuvas são bem distribuídas ao longo do ano sendo que a precipitação média anual fica em torno de 1400 a 1760 mm.

Foi realizado um inventário do tipo censo, onde todas as árvores presentes nas calçadas ou próximas foram contabilizadas. O mesmo foi realizado entre os meses de agosto de 2007 e abril de 2008.

Resultados e discussão

Nas vilas analisadas dentro do Bairro Camobi (**Tabela 1**) foram contabilizadas 1348 árvores. Em ordem decrescente, a distribuição foi caracterizada como segue: Santa Tereza, Santos Dumont, Assunção, Santa Helena e Estação Colônia com, 461, 404, 250, 122 e 111 árvores respectivamente.

Estas diferenças em relação ao número de exemplares nas vilas reflete principalmente a identidade da população que a habita e também histórico de ocupação. Brun (2009) relata

em seu estudo sobre percepção da população destas vilas em relação à arborização que, a vila Santos Dumont apesar de possuir o maior número de indivíduos possuía muitos problemas em relação a vandalismo o que desestimulava a população a plantar novas árvores.

Há uma diversidade de 61 espécies arbóreas, onde as mais representativas foram: extremosa com 247 indivíduos, 18,3% do total; sibipiruna com 149 indivíduos, 11,0%; cinamomo com 134 indivíduos, 9,9%, ligustro com 96 indivíduos, 7,1%; ingá-feijão com 83, 6,2%; ipê-amarelo com 61 indivíduos, 4,5%; e pitangueira com 54 indivíduos, 4,0%, estas sete espécies juntas correspondem a 61,0 % das árvores das vilas e as outras 54 espécies distribuídas nos 39,0 % restantes.

De acordo com Teixeira (1999) recomenda-se que a frequência de uma única espécie não ultrapasse a 15%. Por razões estéticas e fitossanitárias, deve-se estabelecer o número de espécies a utilizar e a proporcionalidade de uso de cada espécie, em relação ao total de árvores a serem plantadas. Considerando o valor citado pelos autores a extremosa pode vir a apresentar problemas de longevidade por meio de ataque de doenças (principalmente oídio). Como a mesma é dominante na arborização das vilas isso representaria um problema estético nas vias públicas.

Em estudo realizado por Prass (2004) na cidade de Quinze de Novembro-RS pode-se observar que a espécie de maior ocorrência foi extremosa, com 302 exemplares totalizando 18,9% dos indivíduos amostrados na cidade. Este valor é assemelha-se muito ao do presente estudo, indicando que tal espécie é largamente utilizada na arborização urbana brasileira.

Segundo Brun (2006) deve-se tomar certos cuidados com O Ligustro (*Ligustrum lucidum*), espécie comumente utilizada na arborização de vias públicas, pois apresenta propriedades alergênicas que causam Polinose, doença que é preferencial à latitudes maiores que 25° S.

Em relação ao inventário da arborização do Bairro Camobi realizado por Longhi et al (2005), nas vilas estudadas foi verificado um decréscimo de 44,0% nos indivíduos de cinamomo; 39,0% de ipê-amarelo; 28,6% de ligustro; 25,2% de extremosas; 20,6% em pitangueiras; 12,9% de sibipiruna e acréscimo de 11% de ingá-feijão. Essas reduções no número de indivíduos implantados nas vias públicas devem-se principalmente em função do aumento das áreas construídas no Bairro. O aumento de indivíduos de ingá-feijão nas vias públicas está relacionado ao crescimento rápido e ao fornecimento de sombra para as casas.

O Brasil possui 80% de sua população vivendo nas grandes cidades (IBGE, 2000). Em muitas dessas cidades, a elevada concentração populacional com conseqüente construção de moradias contribuem para a redução da cobertura vegetal.

Dentre as espécies identificadas no inventário 28 (46%) correspondem a nativas e 33 (54,0%) a exóticas. Apesar do município de Santa Maria pertencer ao ecossistema da Floresta Estacional Decidual, bioma Mata Atlântica, há predominância de espécies exóticas na composição da arborização. Neste caso a extremosa, cinamomo e ligustro caracterizam essa predominância. A primeira pela beleza de sua flor e a facilidade das podas, as demais pela rusticidade e fácil adaptação ao solo pobre em nutrientes.

Dados semelhantes foram obtidos em outras localidades do país onde as espécies exóticas corresponderam à maioria da população, como: Americana/SP – 58,6% das espécies (Silva, 2005), e Mariápolis/PR – 63,2% das espécies (Silva et al. 2008).

Klein (1985) afirma que o sucesso obtido, por meio da introdução das espécies exóticas, se deve a fatores como a adequada seleção das espécies, metodologia silvicultural desenvolvida e grande facilidade de coleta de sementes, porém, sendo as nativas o resultado de seleção durante muitos séculos, elas representam as mais adequadas para manter a dinâmica do solo e clima regional.

A alta frequência de espécies exóticas, demonstrada no presente estudo revela ausência de preocupação com a conservação da flora nativa. Santos e Teixeira (2001) e

Lorenzi et al. (2003) afirmam que em praticamente todas as cidades brasileiras há uma predominância na utilização de espécies exóticas na arborização urbana, deixando-se de explorar a riqueza da flora local.

Além do mais a remoção de indivíduos arbóreos de grande porte no momento da construção de casas, prédios, asfaltamento, etc. faz com que haja plantios de árvores em substituição, e assim a arborização urbana se torna mais jovem.

Conclusões

Há um predomínio de espécies exóticas na arborização das cinco vilas estudadas, deixando-se de valorizar a flora nativa local que possui espécies de grande valor paisagístico pertencentes ao bioma Mata Atlântica.

Paralelo a isso, a extremosa pode vir a apresentar problemas de ataque de pragas e doenças devido ao grande número de indivíduos presente nas vilas. Já o ligustro com suas propriedades alergênicas, representa uma preocupação à saúde dos moradores. Estas poderiam ser substituídas em longo prazo por camboatá, guajuvira, canela, espécies nativas da região.

Houve redução no número de indivíduos das principais espécies componentes da arborização urbana do bairro Camobi devido ao aumento de áreas construídas, fato preocupante que deve ser fiscalizado pelos órgãos responsáveis, já que está representando qualidade de vida a população e por isso devem ser mantida e ampliada.

A arborização do bairro Camobi pode ser considerada recente (jovem) considerando as espécies de maior frequência nas vilas estudadas.

Tabela 1: Inventário da arborização viária de cinco vilas do Bairro Camobi, Santa Maria - RS.
Table 1: Inventory of city arborization in the five villages in Camobi district, Santa Maria - RS.

Nome Comum	Nome Científico	Origem	Santa Helena		Assunção		Estação Colônia		Santa Tereza		Santos Dumont		Total	
			N.I	%	N.I	%	N.I	%	N.I	%	N.I	%	N.I	%
Extremosa	<i>Lagerstroemia indica</i>	*E	23	18,9	32	12,8	11	9,9	116	25,2	65	16,1	247	18,3
Sibipiruna	<i>Caesalpinia peltophoroides</i>	N	5	4,1	36	14,4	11	9,9	58	12,6	39	9,7	149	11,1
Cinamomo	<i>Melia azedarach</i>	E	13	10,7	26	10,4	16	14,4	31	6,5	48	11,8	134	9,9
Ligustro	<i>Ligustro lucidum</i>	E	31	25,4	3	1,2	4	3,6	46	10,0	12	3,0	96	7,1
Ingá-feijão	<i>Inga marginata</i>	N	1	0,8	27	10,8	12	10,8	13	2,8	30	7,4	83	6,2
Ipê-amarelo	<i>Handroanthus chrysotrichus</i>	E	5	4,1	16	6,4	7	6,3	15	3,3	18	4,5	61	4,5
Pitangueira	<i>Eugenia uniflora</i>	N	4	3,3	4	1,6	4	3,6	28	6,1	14	3,5	54	4,0
Tipuana	<i>Tipuana tipu</i>	E	7	5,7	11	4,4	3	2,7	10	2,2	17	4,2	48	3,6
Goiabeira	<i>Psidium guajava</i>	E	1	0,8	8	3,2	7	6,3	10	2,2	11	2,7	37	2,7
Jambolão	<i>Syzygium cumini</i>	E	6	4,9	5	2,0	4	3,6	6	1,3	15	3,7	36	2,7
Uva-do-Japão	<i>Hovenia dulcis</i>	E	5	4,1	3	1,2	1	0,9	12	2,6	15	3,7	36	2,7
Ameixeira	<i>Eriobotrya japonica</i>	E	1	0,8	11	4,4	1	0,9	10	2,2	7	1,7	30	2,2
Ipê-roxo	<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	E	2	1,6	9	3,6	1	0,9	7	1,5	9	2,2	28	2,1
Amoreira	<i>Morus nigra</i>	E	4	3,3	4	1,6	6	5,4	6	1,3	4	1,0	24	1,8
Chuva-de-ouro	<i>Senna multijuga</i>	N			13	5,2	10	9,0	1	0,2			24	1,8
Canafistula	<i>Peltophorum dubium</i>	N	1	0,8					1	0,2	14	3,5	16	1,2
Grevilea-robusta	<i>Grevillea robusta</i>	E	1	0,8	3	1,2	2	1,8	9	2,0	1	0,2	16	1,2
Figueira-comum	<i>Phytolacca dioica</i>	N									14	3,5	14	1,0
Jacarandá-mimoso	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	N	1	0,8	9	3,6			3	0,7	1	0,2	14	1,0
Limoeiro	<i>Citrus limon</i>	E							9	2,0	5	1,2	14	1,0
Araçá-vermelho	<i>Psidium cattleianum</i>	N	2	1,6	3	1,2	3	2,7	5	1,1			13	1,0
Salso-chorão	<i>Salix babilônica</i>	E			1	0,4			6	1,3	6	1,5	13	1,0
Manduirana	<i>Senna macranthera</i>	N	2	1,6	2	0,8			6	1,3	1	0,2	11	0,8
Palmeira	<i>Areca sp.</i>	N									10	2,5	10	0,7
Aroeira-vermelha	<i>Schinus terebinthifolius</i>	N			1	0,4			3	0,7	5	1,2	9	0,7
Cedro	<i>Cedrela fissilis</i>	N	4	3,3	1	0,4					4	1,0	9	0,7
Guabirova	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	N			5	2,0	3	2,7	1	0,2			9	0,7
Guapuruvu	<i>Schizolobium parahyba</i>	E							9	2,0			9	0,7
Canela-verdadeira	<i>Cinamomum zeylanicum</i>	E			2	0,8			1	0,2	4	1,0	7	0,5
Cerejeira	<i>Eugenia involucrata</i>	N			4	1,6	1	0,9			2	0,5	7	0,5
Laranjeira	<i>Citrus x sinensis</i>	E							1	0,2	6	1,5	7	0,5
Pata-de-vaca	<i>Bauhinia forficata</i>	N			4	1,6	2	1,8	1	0,2			7	0,5

Continuação Tabela1

Guabiju	<i>Myrcianthes pungens</i>	N	2	1,6	3	1,2		1	0,2			6	0,4	
Mangueira	<i>Mangifera indica</i>	E						2	0,4	4	1,0	6	0,4	
Ariticum	<i>Rolinia salicifolia</i>	N						1	0,2	4	1,0	5	0,4	
Ficus-benjamina	<i>Ficus benjamina.</i>	E						4	0,9	1	0,2	5	0,4	
Nogueira	<i>Carya illinoensis</i>	E			1	0,4		2	0,4	2	0,5	5	0,4	
Acer	<i>Acer palmatum</i>	E								4	1,0	4	0,3	
Corticeira-do-banhado	<i>Erythrina crista-galli</i>	N						4	0,9			4	0,3	
Flamboyant	<i>Delonix regia</i>	E						3	0,7	1	0,2	4	0,3	
Timbaúva	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	N	1	0,8			1	0,9		2	0,5	4	0,3	
Espirradeira	<i>Nerium oleander</i>	E						1	0,2	2	0,5	3	0,2	
Jasmim-manga	<i>Plumeria rubra</i>	E						3	0,7			3	0,2	
Jerivá	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	N								3	0,7	3	0,2	
Abacateiro	<i>Persea americana</i>	E			2	0,8						2	0,1	
Acácia-imperial	<i>Cassia fistula</i>	E						2	0,4			2	0,1	
Bergamoteira	<i>Citrus bergamia</i>	E						1	0,2	1	0,2	2	0,1	
Ingá-banana	<i>Inga vera</i>	N						1	0,2	1	0,2	2	0,1	
Ipê-ouro	<i>Handroanthus Alba</i>	N						2	0,4			2	0,1	
Nespereira	<i>Eryobotria japônica</i>	E						2	0,4			2	0,1	
Platanos	<i>Platanus x acerifolia</i>	E								2	0,5	2	0,1	
Acácia-mimosa	<i>Acacia podalyraefolia</i>	E						1	0,2			1	0,1	
Açoita-cavalo	<i>Luehea divaricata</i>	N						1	0,2			1	0,1	
Chá-de-bugre	<i>Casearia sylvestris</i>	N						1	0,2			1	0,1	
Eucalipto	<i>Eucalyptus sp.</i>	E						1	0,2			1	0,1	
Falsa-canela	<i>Cinnamomum zeylanicum</i>	N						1	0,2			1	0,1	
Grevilha-anã	<i>Grevillea banksii</i>	E						1	0,2			1	0,1	
Guajuvira	<i>Cordia americana</i>	N			1	0,4						1	0,1	
Magnólia	<i>Magnolia grandiflora</i>	E						1	0,2			1	0,1	
Pau-ferro	<i>Caesalpinia férrea</i>	E					1	0,9				1	0,1	
Pessegueiro-do-mato	<i>Myrcianthes edulis</i>	N						1	0,2			1	0,1	
	Total		122	100	250	100	111	100	461	100	404	100	1348	100

*E = Exótica, N = Nativa

Referências bibliográficas

- BRUN, F. G. K. ; LONGHI, S. J. ; BRUN, E. J. Espécies com Princípios Tóxicos, empregadas na Arborização Urbana do Bairro Camobi – Santa Maria, RS. In: IV SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS. Piracicaba, SP. 2006.
- BRUN, F. G. K. ; LONGHI, S. J. ; BRUN, E. J. 2009. Estudo da percepção da população de vilas do Bairro Camobi, Santa Maria – RS sobre a arborização urbana. **Revista de Estudos Ambientais**, v. 11, n. 1, p. 6-21.
- GONÇALVES, W; PAIVA, H. N. 2004. **Árvores para o ambiente urbano**. Viçosa: Aprenda Fácil. 242 p.(Coleção Jardinagem e Paisagismo, 3).
- GUZZO, P. Alterações ambientais em áreas urbanas, planejamento e legislação ambiental. In: SEMINÁRIO LATINO AMERICANO DE PLANEJAMENTO URBANO, 1. Campo Grande, MS. 1993.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 20 de Janeiro de 2000.
- KLEIN, R. M. Síntese ecológica da floresta estacional da Bacia do Jacuí: importância do reflorestamento com essências nativas (RS). In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 1985, Nova Prata, RS. **Anais...** Nova Prata: PMNP, 1985. p. 265-278.
- LANGOWSKI, E.; KLECHOWICZ, N. A. 2001. **Manual Prático de Poda e Arborização Urbana**. Cianorte: APROMAC.
- LONGHI, S. J; MONTEIRO, J. S; BRUN, F. G. K. 2005. Aspectos da arborização do bairro Camobi, Santa Maria – RS. 45 p. **Relatório final de pesquisa**.
- LORENZI, H., SOUZA, H. M. TORRES, M. A.V BACHER, L. B. 2003. **Árvores exóticas no Brasil: madeiras, ornamentais e aromáticas**. São Paulo: Nova Odessa, 368 p.
- MORENO, J. A. 1961. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura. 73 p.
- PRASS, C. H. Avaliação da arborização urbana na cidade de Quinze de Novembro - RS. Santa Maria. 2004. p. 64. **(Relatório de Estágio Curricular)** - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA MARIA. **Mapa da cidade de Santa Maria**, 22ª edição, 2002.
- ROCHA, R. T.; TELES, P. S. S.; NETO, S. N. O. 2004. Arborização de vias públicas em Nova Iguaçu, RJ: O caso dos Bairros Rancho Novo e Centro. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 599-607.
- SANTA MARIA DADOS. Dados e estatísticas de Santa Maria. Disponível em: < <http://www.santamariadados.com.br>>. Acesso em 23 de maio de 2005.
- SANTOS, N. R. Z.; TEIXEIRA, I. F. 2001. **Arborização de vias públicas: ambiente x vegetação**. Instituto Souza Cruz. Porto Alegre: Pallotti. 136p.
- SILVA, L. F. **Situação da arborização viária e proposta de espécies para os bairros Antônio Zanaga I e II, da cidade de Americana/SP**. 2005. 80 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.
- SILVA, L. M, et al. 2008. Inventário da arborização em duas vias de Mariápolis/PR. **REVSBAU**, v. 3, n. 1, p. 36 – 53.
- TEIXEIRA, I. F. 1999. Análise qualitativa da arborização de ruas do Conjunto habitacional Tancredo Neves, Santa Maria, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.9, n.2, p.9-21.

AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE DE PROCESSAMENTO DE MADEIRA DE *Pinus taeda* L.

ACTIVITY EVALUATION OF WOOD PROCESSING OF *Pinus taeda* L.

Szymczak, D. A.¹; Alonço, A. dos S.² Londero, E. K.³;

¹ Engenheira Florestal, mestrandanda do Programa de pós-graduação em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Santa Maria, UFSM. E-mail: deniseszymczak@gmail.com

² Engenheiro Agrícola, Prof. Dr. da Universidade Federal de Santa Maria, UFSM. E-mail: alonco@ccr.ufsm.br

³ Engenheiro Florestal, Mestre em Engenharia Florestal. E-mail: eklondero@gmail.com.

Resumo

O objetivo deste trabalho foi caracterizar e avaliar a operação de processamento da madeira de celulose com o uso de um cabeçote multiprocessador modelo GF 1295 em área de colheita de *Pinus* sp. O estudo foi realizado na empresa Rigesa, papel e soluções em embalagens Ltda, localizado no município de Três Barras, SC. O procedimento adotado para a coleta dos dados foi à observação da máquina em operação, em três turnos e com três operadores. A produtividade esperada para o multiprocessador não foi alcançada nos primeiros 30 dias de utilização. A Eficiência Operacional variou nos turnos de trabalho, sendo a média 47%.

Palavras-chave: Engenharia Florestal, Cabeçote multiprocessador, Colheita Florestal.

Summary

This study aimed to characterize and to avalue the processing pulp wood operation with the use of a multiprocessor head model GF 1295 in harvest of *Pinus* sp. This study was realized at Rigesa, paper and packaging solutions Ltda, in Três Barras, SC. The methodology adopted for data collection was o observes the machine in operation, in three shift and three operators. The expected productivity for the multiprocessor was not reached within the first 30 days of use. The Operational Efficiency in varied work shifts, the average being 47%.

Key-words: Forest Engineer; Multiprocessor head, Harvesting.

Introdução

No setor florestal, a colheita e o transporte de madeira são as etapas mais importantes, economicamente, dada a sua alta participação no custo final do produto e os riscos de perdas envolvidos nessas atividades. Segundo Andrade (1998), em torno de 40 a 50% dos custos de produção de celulose são devidos ao produto florestal e, destes, cerca de 50% referem-se aos custos de colheita e transporte.

Como a redução dos custos da colheita é vital para qualquer empresa, uma análise detalhada e por partes dos custos nos diferentes métodos de colheita, em cada atividade, tem um papel importante no entendimento dos mesmos, além de facilitar os estudos com o objetivo de reduzi-los (REZENDE *et al.*, 1997).

No Brasil, os sistemas manuais e semimecanizados de colheita foram amplamente utilizados por falta de alternativas, empregando-se grande número de mão-de-obra, tornando a

15^{as} Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM - EEA Montecarlo, INTA.

7, 8 y 9 de Junio de 2012 -Eldorado, Misiones, Argentina

operação onerosa e muito perigosa (EQUIPE TÉCNICA DA DURATEX, 1997). Com o aumento da demanda por produtos florestais, necessidade de maior rendimento das operações, escassez da mão-de-obra, aumento dos custos sociais e a abertura do mercado às importações de máquinas de alta tecnologia, houve uma intensificação da mecanização do setor florestal.

A modernização das operações de colheita teve início na década de 70, quando a indústria nacional começou a produzir maquinário de portes leves e médio. Além do mais, nesse período o país passou também a importar maquinários mais específicos e mais robustos dos Estados Unidos e do Canadá, onde a atividade da colheita estava mais fortificada.

A seleção de máquinas e o desenvolvimento de sistemas operacionais constituem o grande desafio para a redução dos custos e da dependência de mão-de-obra nas operações de colheita e transporte florestal (EQUIPE TÉCNICA DA DURATEX, 1997). A escolha da máquina, ou sistema a ser empregado, varia em função de vários fatores, como topografia do terreno, declividade, solo, clima, comprimento da madeira, incremento da floresta, uso da madeira e, por último, o nível de tecnologia que se deseja (MACHADO, 2002).

Diante disso o objetivo deste estudo foi caracterizar e avaliar a operação de processamento da madeira de *Pinus* sp. com o uso de um cabeçote multiprocessador modelo GF 1295. Estimar o tempo médio de processamento de madeira de *Pinus* sp; Obter a Eficiência Operacional do multiprocessador.

Material e Métodos

O trabalho foi desenvolvido nas dependências da Divisão Florestal da RIGESA MWV que se localiza no município de Três Barras, SC., latitude 26° 06' 23" Sul e longitude 50° 19' 20" Oeste. O clima da região é caracterizado por Mesotérmico úmido, com verão quente e temperatura média de 17,1°C cfb (koppen), com precipitação média anual de 1429,29 mm, e temperatura média anual em torno de 19,3 °C.

A aquisição de um Cabeçote Multiprocessador de árvores visou o aumento da produtividade na atividade de processamento de madeira, porém não eliminou o uso do cabeçote *harvester*. A árvore foi dividida em duas partes: a de maior diâmetro (tora) e a mais afilada de menor diâmetro (celulose). O objetivo foi que o cabeçote *Harvester* processasse as toras e o multiprocessador as madeiras de celulose.

O multiprocessador avaliado é constituído por uma máquina-base e um cabeçote para o processamento da madeira cujas principais características técnicas são: A máquina-base de escavadeira hidráulica marca CATERPILLAR®; modelo ATAAC engine 3066; massa de operação 21760 kg. O cabeçote é da marca MSU modelo GF 1295, com 2 facas que envolvem o feixe e se deslocam em um comprimento de 3 metros; 1 garra de sustentação com capacidade de 0,36 m² de área útil; peso aproximado de 3500 kg; 1 motor de giro; 1 motor para o conjunto de Corte; 1 motor para o deslocamento do Carro desgalhador; velocidade de desgalhamento de 2,5 m s⁻¹.

Os ciclos de trabalho do multiprocessador consistiram no tempo gasto para processar cada árvore, o qual foi dividido em atividades parciais. Identificaram-se quatro elementos do ciclo operacional: pegar a madeira, processar (desgalhar e cortar no sortimento da celulose) e arrumar o estaleiro. Também foi computado o número de árvores processadas em cada ciclo.

A medição dos tempos foi realizada pelo método dos tempos individuais, em que o tempo de cada atividade do ciclo operacional é obtido diretamente, já que o cronômetro é zerado a cada leitura. Para a medição dos tempos, utilizaram três cronômetros de minuto decimal, de duplo ponteiro e três botões, dispostos na prancheta seguindo a metodologia de BARNES (1977). Estas observações foram tomadas nos três turnos de trabalho e com os três operadores da máquina, de maneira aleatória.

A Eficiência Operacional (E.O.) do cabeçote multiprocessador foi obtida pelo

15^{as} Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM - EEA Montecarlo, INTA.

7, 8 y 9 de Junio de 2012 -Eldorado, Misiones, Argentina

preenchimento de uma folha ponto pelos 3 operadores do mesmo. A E.O foi calculada pela razão entre as horas de Efetivo Trabalho e as Horas Totais Operadas. Além dos dados levantados por este estudo a empresa dispõe de um relatório diário de produção preenchido pelos funcionários (ponto).

Resultados e discussões

A empresa estipulou uma produtividade média de 44 ton/hora para o multiprocessador nas madeiras de celulose (**Figura 1**).

A produtividade do multiprocessador obtida via tomada de tempo (observação/cronômetro), foi maior em todo o período avaliado. Isso se deve principalmente pela desconsideração das paradas por motivos fisiológicos, deslocamento dentro da fazenda, paradas por problemas mecânicos, etc, ou seja, foram considerados 100% de eficiência na operação.

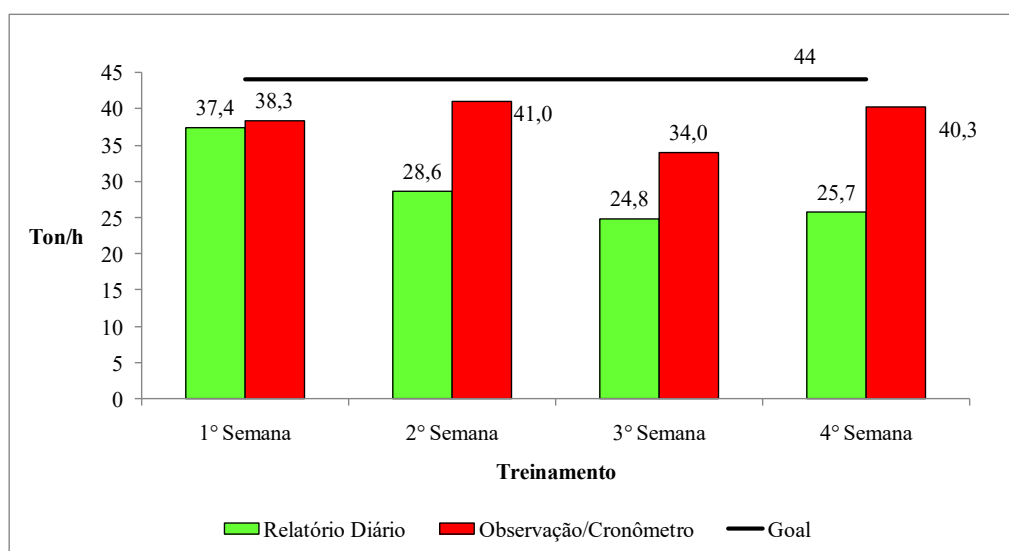


Figura 1 - Produtividade média do multiprocessador de árvores de celulose.

Figure 1 - Average productivity of multiprocessor tree cellulose.

Já no relatório diário foram constatados problemas no preenchimento do ponto, especialmente no que se trata tipo de madeira processada (Celulose, Madeira de cortina, etc.), pois o fator de conversão árvore/hora em tonelada/hora pode ter sido usado de maneira equivocada. Além disso, a contagem das árvores processadas é realizada visualmente pelos operadores, e é uma grande dificuldade e fonte de erros no momento do cálculo da produtividade.

Houve um pico de produtividade na 2ª semana (41 ton/h). Isso se deve principalmente as madeiras estarem mais secas e conseqüentemente têm um rendimento maior no que se refere ao desgalhamento. Na última semana de avaliação a meta de 44 ton/hora não foi alcançada, porém, acredita-se que a máquina e os seus operadores ainda não demonstraram o potencial que possuem.

Não podendo ser diferente, observou-se um pico de processamento (**Tabela 1**) de árvores na segunda semana, pois como já comentado as árvores estavam à tempo paradas esperando para serem processadas e vendidas, com isso perderam umidade, o que facilitou o trabalho na hora do processamento. Também fica evidente a dificuldade dos operadores em contar o número de árvores que estão processando.

Tabela 1: Comparativo do número de árvores processadas pelo multiprocessador no decorrer do tempo de estudo.

Table 2: Comparison of the number of trees multiprocessor processed by time during the study.

Fonte	1° Semana	2° Semana	3° Semana	4° Semana
	Árvore/hora			
Observação/Cronômetro	134,0	161,7	135,9	161,1
Relatório Diário	119,5	115,0	100,3	103,8

Na **Tabela 2** tem-se o tempo médio dos elementos do ciclo operacional. Foram realizadas três observações em cada semana. Em cada uma destas observações foram cronometrados 40 ciclos operacionais. Entende-se um ciclo por: pegar a madeira, processar e arrumar o estaleiro. Juntamente com isso eram contadas as árvores que o cabeçote multiprocessador “apanhava”. A média de número de árvores processadas por observação variou de 4 – 5, sendo que a média mensal, média de todo período avaliado, ficou em 5 árvores processadas.

O tempo em segundos de cada elemento do ciclo variou entre as semanas observadas. A 2° semana teve os tempos mais baixos comparada as outras. Nesta semana o processamento foi realizado em árvores secas, facilitando o mesmo e reduzindo o tempo de cada elemento do ciclo.

Tabela 3: Tempo, em segundos, dos componentes de um ciclo operacional do multiprocessador, média de 40 ciclos em 3 observações.

Table 4: Time, in seconds, components of an operating cycle of the multiprocessor average of 40 cycles of 3 observations.

Semana	Componente do Ciclo			Número de árvores
	Pegar a Madeira	Processar	Arrumar o estaleiro	
1	20,7	111,5	27,7	5
2	9,6	109,1	19,3	5
3	14	105,4	26	5
4	11,1	64,7	21,4	4

O elemento “processar” é o mais demorado, visto que envolve movimentos de desgalhe e de corte no sortimento de celulose. Este elemento do ciclo operacional foi muito observado e medidas de correção e melhorias foram implantadas. Árvores curtas no meio do feixe que o cabeçote abraça, atrapalham durante movimento do carrinho para desgalhar, o feixe se desarruma e o operador tem dificuldades de soltar esta árvore e continuar seu trabalho. Além disso, outro problema operacional se refere ao número de árvores que o operador tenta processar. A máquina tem um limite para abraçar as árvores e quando excede este limite acaba perdendo tempo para tentar largar a excedente na pilha e também para rearranjar o feixe.

No período estudado, uma das preocupações da empresa foi com a qualidade do estaleiro. Esse parâmetro é muito importante, pois o cliente dessa madeira é a Fábrica de Papel de Três Barras e a mesma é muito exigente em relação a qualidade do produto recebido. A altura do estaleiro não pode ultrapassar 1,5m, pois dificulta o carregamento dos caminhões e torna a operação perigosa por causa dos movimentos da máquina que carregam. Além disso, o estaleiro precisa ser orientado, para evitar o “chuveirinho”, operação onde a máquina bate o feixe no chão para arrumar as madeiras e assim empilhar no caminhão sem ocorrer perda de espaço e conseqüentemente carga transportada.

A quantidade de galhos também foi alvo de críticas nas primeiras semanas de atividade da máquina, sendo amenizadas nas seguintes. Alta incidência de galhos na madeira atrapalha o processo de fabricação de papel. O descascamento das madeiras se torna difícil e assim a polpa de celulose perde qualidade pela presença de cascas. Galhos grossos podem danificar o picador de madeira da fábrica de papel e/ou obstruí-lo. No final dos primeiros 30 dias de operação, esse parâmetro já ficou em conformidade com aquilo que o cliente da madeira de celulose precisa.

Em relação ao aproveitamento máximo da madeira, nas primeiras semanas de observações por causa da pouca habilidade dos operadores, muita madeira foi desperdiçada e deixada no talhão. Com o passar das semanas, e com um maior confiança e treinamento destes, houve uma redução dos resíduos deixados pelo processamento.

Em relação a Eficiência Operacional, foram coletados os dados de um ponto (anexo A) elaborado especificamente para o acompanhamento da produção do novo cabeçote processador. Na **Tabela 3**, foi realizado um teste t para comparar as médias das eficiências operacionais nos 3 turnos de trabalho realizados na empresa. Houve diferença estatística significativa ($p < 0,05$) entre os turnos de trabalho. Isso se deve especialmente a jornada de trabalho realizado pelo primeiro ser maior do que a do segundo turno.

Tabela 3: Comparação da Eficiência Operacional (%) do multiprocessador entre os três turnos de trabalho.

Table 3: Comparison of Efficiency (%) of multiprocessor among three shifts.

Turnos	E.O. (%)
1	48,31 ab*
2	37,90 b
3	54,97 a
Média	47,06

*Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste t a 5% de probabilidade de erro.

Além disso, o segundo turno tem mais paradas no decorrer do dia. Nesse período a máquina é abastecida, lavada, engraxada e geralmente quando tem demonstração de seu funcionamento ocorre à tarde que corresponde a este turno.

Conclusões

A qualidade visual do estaleiro teve uma evolução muito acentuada estando dentro dos padrões exigidos pelo cliente (fábrica de papel). A produtividade esperada de 44 ton/hora para o multiprocessador não foi alcançada nos primeiros 30 dias de utilização.

Referências Bibliográficas

- AGROPAUTA. *PINUS: Qual o potencial dessa madeira para o Brasil*. Disponível em: <http://www.agropauta.com.br/miudos.asp?todo=id&id=67>. Consultado em 19/12/2005.
- ANDRADE, S. da C. 1998, *Avaliação técnica, social, econômica e ambiental de dois sistemas de colheita florestal no litoral Norte da Bahia*. 125 p. Tese (Doutorado em Silvicultura) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.
- BARNES, R. M. 1997. *Estudo de Movimentos e de Tempos: projeto e medida do trabalho*. Tradução da 6 ed. Americana. São Paulo: Edgard Blucher. 635 p.
- CARGNIN, O. *Alternativas das florestas de pinus*. Disponível em: <http://www.valeverde.org.br/html/clipp2.php?id=3752&categoria=Biodiversidade%20>. Consultado em 28/09/05.
- EQUIPE TÉCNICA DA DURATEX. *Sistemas de colheita e transporte na Duratex*. In: SIMPÓSIO BRASIELIRO SOBRE COLHEITA E TRANSPORTE FLORESTAL, 3., 1997, Vitória. *Anais...* Vitória: UFV/SIF, 1997.

- KRONKA, F. J. N.; BERTOLANI, F.; PONCE, R. H. 2005. **A cultura do *Pinus* no Brasil**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura.
- REZENDE, J. L.; FIEDLER, N. C.; MELLO, J. M.; SOUZA, A. P. 1997. **Análise técnica e de custos de métodos de colheita e transporte florestal**. Lavras: UFLA. 50 p. (Boletim Agropecuário, 22)
- SHIMIZU, J. Y.; MEDRADO, M. J. S. **Cultivo do *Pinus***: Disponível em : <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/>. Consultado em 07/01/2006.
- SIMÕES, D. **Avaliação econômica de dois sistemas de colheita florestal mecanizada de eucalipto**. 2008. 59 f. Dissertação (Dissertação de mestrado) - Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP – Campus de Botucatu, Botucatu, 2008.

ECUACIONES PARA ESTIMAR PROPORCIÓN DE VOLUMEN DE DURAMEN Y DE ALBURA DE *Eucalyptus grandis* H*

EQUATIONS TO ESTIMATE VOLUME RATIO HEARTWOOD AND SAPWOOD OF *Eucalyptus grandis* H*

Winck, R. A.¹; Fassola, H. E.¹; Barth, S. R.^{1,2}; Crechi, E. H.¹; Keller, A. E.¹

(1) Técnicos Investigadores EEA Montecarlo. Av. El Libertador 2472 (3384), Misiones. Tel: 03751-480057/480512. awinck@montecarlo.inta.gov.ar

(2) Docente Facultad de Ciencias Forestales UNaM. Bertoni 124. (3380), Eldorado. Misiones.

* Trabajo financiado por INTA, PNFOR 042111 y PNFOR 042151

Resumen

Se realizó el ajuste de ecuaciones para estimar la proporción de duramen y de albura respecto del volumen del fuste de árboles de *Eucalyptus grandis* provenientes de dos zonas agroecológicas. Se muestrearon un total de 41 árboles comprendidos entre 4 y 32 años de edad. De estos ejemplares se extrajeron discos a diferentes alturas del fuste. En laboratorio se realizaron mediciones del diámetro sin corteza, diámetro del duramen; se determinó la proporción en volumen de duramen y de albura. Se emplearon como variables predictoras el diámetro a la altura de pecho (dap), altura total (h), $dap^2 \cdot h$, diámetro del duramen a la altura del pecho (dapdur), edad del árbol (E), índice de sitio del rodal (IS), factor de espaciamiento (FE) y la altura dominante (Hdom). Se recurrió también a variables geográficas, latitud (Lat), longitud (Long) y altitud (Alt); zona se empleó como variable categórica. Esta no fue significativa al 95% de probabilidad, mientras las variables geográficas, el producto $dap^2 \cdot h$ y la edad del árbol resultaron significativas. Fueron seleccionados en base al coeficiente de determinación y al error cuadrático medio, dos modelos para predecir proporción de duramen y uno para albura, con valores de $R^2=0,84$, $R^2=0,90$ y $R^2=0,92$ respectivamente.

Palabras clave: funciones; proporción de volumen de duramen y de albura; Misiones; Corrientes; madera de calidad.

Summary

Adjustment was made of equations to estimate the proportion heartwood and sapwood on stem volume of trees of *Eucalyptus grandis* from two agro-ecological zones. We sampled a total of 41 trees between 4 and 32 years of age. Of these trees extracted disks stem at different heights. In the laboratory were measured diameter without bark, heartwood diameter, we determined heartwood and sapwood proportion volume. Were used as predictor variables diameter at breast height (dbh), total height (h), $dap^2 \cdot h$, heartwood diameter at breast height (dapdur), age of the tree (E), the stand site index (IS), spacing factor (EF) and the dominant height (Hdom). It also appealed to geographic variables, latitude (Lat), longitude (Long) and altitude (Alt), zone was used as a categorical variable. This was not significant at 95% probability, while geographic variables, the product $dap^2 \cdot h$ and tree age were significant. Based on the coefficient of determination and mean square error, were selected two models to predict heartwood proportion and one for sapwood proportion, with values of $R^2=0,84$, $R^2=0,90$ and $R^2=0,92$ respectively.

Key words: functions; ratio volume of heartwood and sapwood; Misiones; Corrientes; quality wood.

Introducción

El género *Eucalyptus* es uno de los predominantes en las plantaciones forestales, es ampliamente comercializado, y empleado en la industria de la remanufactura para una amplia variedad de productos, como así también en la industria celulósica. A menudo cuando se habla de calidad de madera se hace referencia a su apariencia, para usos a la vista. Para esta especie una de las características de calidad más importante, es la presencia de duramen, para algunos usos por su color y para otros por su mayor densidad y resistencia. La albura es indeseable para la mayoría de los usos debido a que sus características químicas la hacen menos durable. El duramen y la albura presentan diferencias anatómicas, estructurales y químicas. El fenómeno principal que caracteriza la transición de albura a duramen es la pérdida de la conductividad de los elementos vasculares y la muerte de las células vivas. Estas diferencias afectan los procesos industriales (Pelen, et al., 1998).

El duramen es leño biológicamente inactivo, con funciones de sostén, que ocupa la porción del tronco entre la médula y la albura, generalmente es de estructura más compacta y de coloración más oscura que la albura (Giménez et al., 2000). La IAWA (1964), define al duramen como las capas internas de la madera, sin células vivas y en las cuales el material de reserva (almidón) ha sido removido ó transformado en sustancias del duramen. Se caracteriza por una mayor densidad, menor pH y menor permeabilidad en comparación con la albura (Hillis, 1987).

Para algunos usos de la madera, tal como tableros, la acidez y el contenido de extraíbles de la madera de albura y duramen son importantes factores a considerar, pues tienen un efecto directo en el proceso de fabricación y en las propiedades de los tableros. El grado de acidez posee gran relevancia al trabajar con adhesivos de fraguado ácido (ureaformaldehído), al aumentar la acidez se mejora el fraguado del adhesivo y se obtienen propiedades físico-mecánicas más altas (Pelen, et al. 1998).

Características de la madera, como proporción de albura y duramen, entre otras, suelen estar influenciadas por el espaciamiento entre árboles u otras prácticas silviculturales. Desde el punto de vista de una mayor producción de proporción de duramen, los espaciamientos que permiten un rápido crecimiento individual de los árboles son los más deseables, tanto por las características del rollizo como por el volumen total producido (Wilkins, 1991). Este autor encontró que, para *E. grandis*, los tratamientos silvícolas que favorecen la tasa de crecimiento producen un mayor porcentaje de duramen. También otros autores han determinado para *Eucalyptus globulus* una relación positiva entre la tasa de crecimiento y porcentaje de duramen. Para cualquier edad, los tratamientos silvícolas que favorecen el rápido crecimiento se traducen en una mayor cantidad de albura y duramen, pero con una mayor proporción de duramen (DeBell et al. 2009).

La proporción de duramen y albura en el fuste depende además de la edad del árbol y de la altura donde se tome la muestra a analizar. Es importante conocer la proporción de albura y duramen de la madera, dado que sus variaciones influyen en sus propiedades físico-químicas (Mariani, et al. 2004). Estos autores afirman que las propiedades de resistencia mecánica de tensión y explosión de la pulpa obtenida de madera de duramen resultan superiores a la de pulpa obtenida de madera de albura, mientras que el rasgado y volumen específico es menor.

Una mayor proporción de albura es más indicada, cuando se pretende realizar el tratamiento preservativo en madera rolliza. Por otro lado, en industrias de madera sólida para mueblería, por ejemplo, es conveniente madera con mayor proporción de duramen (Caniza, 2011).

Dadas las diferentes características que tienen la madera de duramen y albura, resulta relevante predecir sus proporciones respecto al volumen total del fuste.

Materiales y Métodos

La zona de donde se obtuvieron las muestras corresponde a la región fitogeografía de la Provincia Paranaense, Dominio Amazónico (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 división se corresponde con la de 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 presentando color rojo, 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 y 1947 mm en Posadas, ciudades localizadas al norte y al centro-sur de las regiones consideradas. Las temperaturas medias anuales fueron en el mismo período de 20,7°C y 21,5 °C respectivamente (Servicio Meteorológico Nacional, 2008).

El estudio fue realizado con un total 41 árboles de *Eucalyptus grandis* provenientes de rodales de diferentes edades, entre 4 y 32 años, de los cuales, 23 correspondían a la zona 1 y 18 a la zona 2 (**tabla 1**).

En la **tabla 1** se presenta 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 *Eucalyptus grandis* por zona

Table 1: Value of state variables principals of *Eucalyptus grandis* stands by zone

Zona		E	N	DAP	h	AB	Hdom	Vc.c.	N
		años	arb/ha	cm	m	m ² /ha	m	m ³ /ha	apeados
1	Mínimo	4	200	20,9	21,9	14,0	23,0	138,9	23
	Máximo	32	461	38,1	41,0	61,1	51,0	1.125,5	
	Promedio	15	329	32,4	33,9	30,4	37,3	495,0	
2	Mínimo	4	133	16,5	16,9	7,1	18,4	56,6	18
	Máximo	12	325	36,5	37,6	19,6	38,1	314,9	
	Promedio	9	216	29,7	29,4	13,6	30,1	191,0	
Total									41

Donde E=edad, N=número de árboles, DAP=diámetro promedio a 1,3 m, h=altura promedio, AB=área basal; Hdom=altura dominante; Vc.c.=volumen con corteza.

En cada rodal se tomaron parcelas de muestreo dentro de las cuales se midieron los diámetros a la altura del pecho (dap a 1,30 m) de todos los individuos. Los mismos fueron clasificados en estratos según su posición fitosociológica en dominados, codominantes y dominantes (Köhl *et al.*, 2006). De cada estrato se aparearon 2 árboles, de cuyos fustes se extrajeron discos a diferentes alturas, respetando los largos comerciales, estos fueron correctamente identificados. En laboratorio se realizaron mediciones del diámetro con y sin corteza, diámetro del duramen, tomando para ambos casos el diámetro mayor y menor, con estos datos se determinaron los diámetros promedios con y sin corteza y diámetro promedio del duramen de la siguiente manera:

$$D \text{ Prom}_{c.c.} = \frac{(DMay_{c.c.} + DMen_{c.c.})}{2}$$

$$D \text{ Prom}_{S.C.} = \frac{(DMay_{S.C.} + DMen_{S.C.})}{2}$$

$$D \text{ Prom}_{dur} = \frac{(DMay_{dur} + DMen_{dur})}{2}$$

Con los diámetros promedios y la longitud de la troza se determino el volumen de duramen y volumen total con y sin corteza.

$$V_{C.C.} = \frac{(\pi * D \text{ Prom}_{C.C.}^2)}{4} * l$$

$$V_{S.C.} = \frac{(\pi * D \text{ Prom}_{S.C.}^2)}{4} * l$$

$$V_{dur} = \frac{(\pi * D \text{ Prom}_{dur}^2)}{4} * l$$

Luego se determino el volumen de albura mediante la siguiente fórmula:

$$V_{alb} = (V_{S.C.prom} - V_{dur.prom})$$

Con estos valores se determinaron las proporciones de duramen y albura (en volumen):

$$\% V_{dur} = \left(\frac{V_{dur}}{V_{S.C.}} \right) * 100$$

$$\% V_{alb} = \left(\frac{V_{alb}}{V_{S.C.}} \right) * 100$$

Donde D Prom=diámetro promedio, DMay=diámetro mayor, DMen=diámetro menor, C.C.=con corteza, S.C.=sin corteza, dur=duramen, V=volumen, l=longitud de la troza, alb=albura.

Para ajustar ecuaciones, que permitan estimar la proporción de volumen de duramen y de albura respecto del volumen del fuste de los árboles, se emplearon como variables dependientes la proporción de duramen y también la proporción de albura, para estimar esta en forma indirecta. Predecir solo la albura tal vez podría ser interés para algunos investigadores dada las características funcionales que posee la misma. Como variables predictoras se utilizaron el diámetro a la altura de pecho (dap), altura total (h), $dap^2 * h$, diámetro del duramen a la altura del pecho (dapdur), edad del árbol (E), índice de sitio del rodal (IS), factor de espaciamiento (FE) y la altura dominante (Hdom). Se recurrió también a las variables geográficas, latitud (Lat), longitud (Long) y altitud (Alt); zona se empleó como variable categórica. En todos los casos se trabajó con las variables transformadas.

Los datos fueron analizados a través del análisis de la variancia con Modelos Lineales Generalizados (MLG). 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 ser dividida. Para ello se contrastó los valores de % de volumen de duramen y albura 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 test, si el modelo es bueno, la regresión coincide con la bisectriz del primer cuadrante, contrastándose mediante la prueba de F, al 5 % de probabilidades, la hipótesis nula de que el intercepto es=0 y la pendiente=1 en forma simultánea (Huang *et al.*, 2003).

Luego de los análisis realizados, se eligieron 2 modelos para estimar proporción de volumen de duramen y 1 modelo para estimar la proporción de volumen de albura (en forma directa).

Resultados y Discusión

La variable categórica zona no fue significativa (p -valor $> 0,05$) en la predicción de las proporciones de volumen de duramen y albura, por lo que se realizó el ajuste de una función única para la totalidad de los datos. Las variables IS, FE y Hdom tampoco resultaron significativas. Los modelos fueron seleccionados en base al coeficiente de determinación y al error cuadrático medio.

Para corregir los errores sistemáticos ocasionados por el empleo de las transformaciones logarítmicas, a cada uno de los modelos seleccionados se le aplicó el factor de corrección (Fc) (Meyer, 1941). Este factor se aplica al antilogaritmo de la proporción de duramen y de albura estimada, cuyos valores fueron 1,01; 1,02 y 1,01 para el modelo de albura y modelo I y II de duramen respectivamente.

Se seleccionaron dos modelos para predecir duramen, el modelo I, con menor calidad de ajuste, emplea variables de mayor facilidad de obtención, por el contrario el modelo II, presenta una mejor capacidad predictiva pero emplea diámetro del duramen a la altura del pecho como una de las variables independientes, su medición se realiza en laboratorio, no es de registro directo y por lo tanto más costosa. Si bien la albura puede ser obtenida por diferencia entre el volumen total sin corteza y el volumen de duramen, para quien quisiera obtenerla en forma directa, se ajustó una función predictiva. Los coeficientes de determinación para los modelos I y II seleccionados para predicción de duramen fueron 83,63% y 90,5% respectivamente.

Los modelos seleccionados para proporción de volumen de duramen fueron:

$$\text{Ec.1(I)} \ln \%V_{\text{dur}} = -257,809 + 0,357323 * \ln(\text{dap}^2 * h) - 0,292048 * \ln(E) - 18,4966 * \ln(\text{Lat}) \\ + 79,2975 * \ln(\text{Long}) + 0,963739 * \ln(\text{Alt}) \quad R^2 \text{Aj.} = 83,64\% \quad \text{CME} = 0,0301$$

Donde el producto del $(\text{dap}^2 * h)$ está expresado en metros; E en años, Lat y Long en decimal y Alt en metros sobre el nivel del mar.

$$\text{Ec.2(II)} \ln \%V_{\text{dur}} = -179,434 + 0,760088 * \ln(\text{dapdur}) - 0,247167 * \ln(E) - 14,8676 * \ln(\text{Lat}) \\ + 56,5795 * \ln(\text{Long}) + 0,708388 * \ln(\text{Alt}) \quad R^2 \text{Aj.} = 90,50\% \quad \text{CME} = 0,0178$$

Donde dapdur está expresado en centímetros; E en años, Lat y Long en decimal y Alt en metros sobre el nivel del mar.

Las unidades de las variables latitud y longitud fueron transformadas del sistema sexagesimal (grados) al sistema decimal mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Sistema Decimal} = \text{grados} + \left(\frac{\text{minutos}}{60} \right) + \left(\frac{\text{segundos}}{3600} \right)$$

La proporción de duramen en el fuste del árbol es un importante factor para definir la calidad de la madera. Durante el proceso de formación del duramen, ocurren ciertos procesos químicos que le proporcionan mayor durabilidad a la madera así como cambios en la coloración. Para la mayoría de los usos es deseable una mayor proporción de duramen, por lo que la implementación de prácticas silviculturales que inducen a la formación de duramen sería interesante de adoptar como estrategia de manejo de las plantaciones, sobre todo aquellas que favorecen el crecimiento en diámetro. Espaciamientos que favorecen altas tasas de crecimiento individual han demostrado que desarrollan mayor área de albura y duramen tanto en maderas duras como blandas (Wilkins, 1991).

La proporción de duramen en el fuste del árbol, no depende solamente de la edad, sino también de las características geográficas donde fue establecida la plantación, en este estudio las variables geográficas, latitud, longitud y altitud tuvieron influencia significativa en la formación de duramen y de albura.

En las **figuras 1 y 2** se presentan los valores observado vs. estimado para el Modelo I y II de %Volumen Duramen.

Para la estimación de la proporción de albura la variable zona no fue significativa al 95% de probabilidad, mientras las variables geográficas, el producto $dap^2 \cdot h$ y la edad del árbol resultaron significativas. El coeficiente de determinación para el modelo seleccionado para predicción de albura fue de 92,25%.

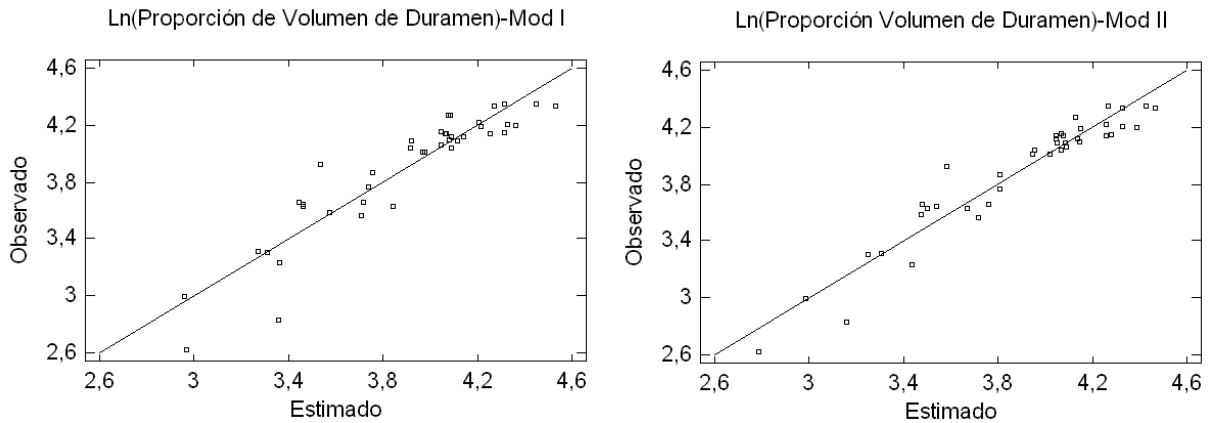


Figura 1 y 2: Observado vs. Estimado para el Modelo I y II de %Volumen Duramen
Figures 1 and 2: Observed vs. Estimate for Model I and II Heartwood Volume

Para proporción de volumen de albura el modelo seleccionado fue:

$$\ln \% V_{alb} = 203,855 - 0,140605 \cdot \ln(dap^2 \cdot h) + 10,0289 \cdot \ln(Lat) - 56,6997 \cdot \ln(Long) - 1,06875 \cdot \ln(Alt)$$
 $R^2_{Aj.} = 92,25\% \quad CME = 0,0109$

Donde el producto del $(dap^2 \cdot h)$ está expresado en metros; Lat y Long en decimal y Alt en metros sobre el nivel del mar.

En la **figura 3** se presentan los valores observados vs. estimados para el Modelo de %Volumen Albura.

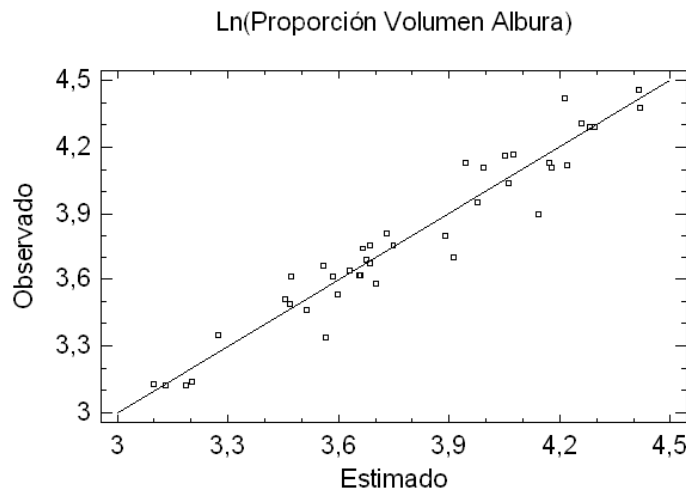


Figura 3: Observado vs. Estimado para el Modelo de %Volumen Albura

15^{as} Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM - EEA Montecarlo, INTA. 7, 8 y 9 de Junio de 2012 -Eldorado, Misiones, Argentina

Figure 3: Observed vs. Estimated for sapwood % volume Model

La combinación de $dap^2 \cdot h$, $dapdur$, edad y las variables geográficas fueron significativas al nivel de 95% de confianza para la estimación de la proporción de volumen de duramen, mientras que en la estimación de la proporción del volumen albura, las variables geográficas y la combinación $dap^2 \cdot h$ fueron significativas a igual nivel de confianza. En la **tabla 2** se presentan los p-valores para las funciones ajustadas.

Tabla 2: p-valores para las funciones ajustadas

Table 2: p-values for the functions selected

% Volumen de Duramen-Mod I	P-Valor	% Volumen de Duramen-Mod II	P-Valor	% Volumen de Albura	P-Valor
Ln($dap^2 \cdot h$)	0,0000	Ln($dapdur$)	0,0000	Ln($dap^2 \cdot h$)	0,0000
Ln(E)	0,0518	Ln(E)	0,0165	Ln(Lat)	0,0470
Ln(Lat)	0,0291	Ln(Lat)	0,0227	Ln(Long)	0,0007
Ln(Long)	0,0049	Ln(Long)	0,0091	Ln(Alt)	0,0000
Ln(Alt)	0,0033	Ln(Alt)	0,0040		

La edad influye en la formación de duramen, este comienza a formarse a una edad relativamente joven y aumenta la proporción a medida que el árbol va creciendo, lo contrario ocurre con la albura, que va disminuyendo con la edad del árbol (**figura 4**).

Una explicación a lo anterior podría basarse en los antecedentes mencionados por Barahona (2005), donde determina que existe una relación cuantitativa entre la fotosíntesis y la productividad de las plantas, o sea que la productividad neta depende de cuatro factores: cantidad de luz incidente, proporción de la luz incidente que es interceptada por los órganos verdes de la planta, eficiencia de la conversión fotosintética de la luz interceptada en la biomasa y pérdidas respiratorias de la biomasa. Este último factor se relaciona de manera inversamente proporcional con la productividad neta. Si se asocia este estudio con la formación de duramen, podría indicarse que en árboles adultos se elimina órganos verdes de la planta, disminuyendo así la productividad neta del individuo, determinando esto la muerte de algunas células y comenzando la duraminización.

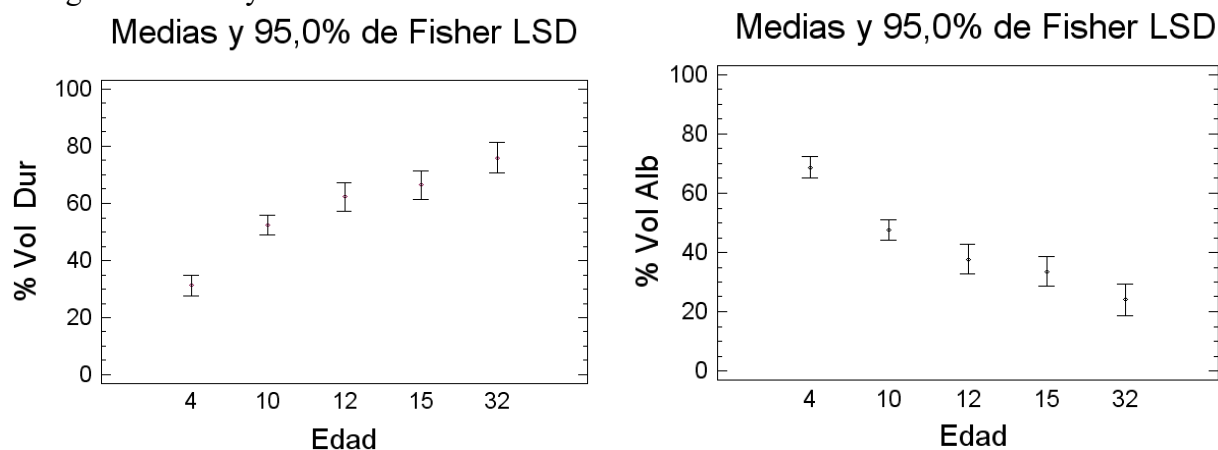


Figura 4: Grafico de Medias para Proporción de Duramen y Albura
Figure 4: Graphic of Means for Heartwood and sapwood ratio

La proporción de duramen aumenta con un aumento en el diámetro, esto además se nota con la edad del árbol. A los 32 años de edad el *Eucalyptus grandis* presentó un 76% de duramen (**tabla 3**) y 24% de albura.

Estudios revelan que la madera de eucaliptos presenta altas variaciones en sus propiedades físico-químicas debido a las proporciones de duramen y albura como consecuencia de la edad y altura del árbol. Para el presente la edad no influyó estadísticamente en la formación de la albura, pero sí marca una tendencia clara, el porcentaje de albura disminuye con la edad del árbol.

Tabla 3: Valores medios para % volumen de duramen por edad con intervalos de confianza del 95,0%.

Table 3: Means value for % heartwood volume by age with 95% intervals

Edad	Casos	Media	Error Est	Límite Inferior	Límite Superior
4	12	31,23	2,45	27,72	34,74
10	12	52,34	2,45	48,83	55,85
12	6	62,34	3,46	57,37	67,30
15	6	66,40	3,46	61,43	71,36
32	5	76,02	3,79	70,58	81,46
Total	41	52,57			

Conclusiones

La variable zona no influye en la proporción de volumen de duramen y albura. La variable edad no resultó ser significativa para la predicción de la proporción de volumen de albura, en cambio sí, lo fue para proporción de volumen de duramen.

Las variables geográficas influyen en la formación de albura y duramen, entre ellas la altitud fue la más significativa (p-valor=0,0000).

La información sobre las proporciones de duramen y albura, puede ser de utilidad para definir usos de la madera de eucaliptos.

Dado los antecedentes de que, los tratamientos silviculturales influyen en la formación de duramen y la importancia de esta característica en la madera de eucaliptos, se hace necesario realizar estudios más acabados en este tema, que permitan tener mayor claridad y certeza respecto a la formación de duramen y de las variables de las cuales depende.

Si bien en el presente trabajo se realizó el ajuste de ecuaciones que permiten predecir proporciones de duramen y albura (en volumen), al no ser aditivo el modelo, no se recomienda el uso de ambas en forma simultánea. Se presenta la ecuación para predecir albura ya que puede haber interés en conocerla debido a sus funciones fisiológicas.

Agradecimientos

Se agradece a las Empresas Taeda S.A., Trump Hermanos y a Garruchos S.A. (Pomera) por facilitarnos sus plantaciones para la extracción de las muestras empleadas en este estudio. También nuestro agradecimiento a la Dra. María Cristina Area por su valiosa colaboración en el análisis de los datos y por facilitarnos el gabinete de la FCEQYN, donde se procesaron los datos.

Bibliografía

- Barahona, G. L.O. 2005. Tesis: variación de la composición química en albura, duramen y altura de madera pulvable de *Eucalyptus globulus* proveniente de monte alto y monte bajo. FCF. Santiago – Chile.
- DeBell, J. D.; Lachenbruch, B. Año 2009. Heartwood/sapwood variation of western redcedar as influenced by cultural treatments and position in tree. *Forest Ecology and Management* 258 2026–2032.
- Cabrera, A. L. 1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Tomo II. ACME. Buenos Aires. 85 p.
- Caniza, F. J. 2011. Tesis: Efecto de los estados de competencia post-ralear en los caracteres de importancia de la madera del *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden para uso sólido. F.C.F. U.N.a.M.

- Giménez, A. M.; Ríos, N. y Moglia, G. 2000. Relación albura-duramen en tres especies arbóreas de la Región Chaqueña Seca. *Quebracho* 8: 56-63.
- Hillis, W. 1987. Heartwood and tree exudates. *Springer Series in Wood Science*. 267 p.
- 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. p. 271-293.
- IAWA. 1964. Multilingual glossary of terms used in wood anatomy. Committee on Nomenclature International Association of Wood Anatomists. 186 p.
- Köhl, M.; Magnussen, S.; Marchetti, M. 2006. Sampling Methods. Remote Sensing and GIS. *Multiresource Forest Inventory*. Ed. Springer. Berlin. Heidelberg. Serie Tropical Forestry. p. 17-69.
- Mariani, S.A.; Torres, M.U.; Fernández, A.R.; Morales, E. M. 2004. Variabilidad en sentido radial en *Eucalyptus nitens* y su efecto sobre pulpa kraft. Laboratorio de Pulpa y Papel, Instituto de Tecnología de Productos Forestales Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.
- Meyer, H. A. 1941 Correction for a systematic error occurring in the application of the logarithmic volume equation. *Pennsylvania. Forest School Research. Paper 7*. 3 p.
- Papadakis, J. 1974 *Ecología. Posibilidades Agropecuarias de las Provincias Argentinas. Fascículo 3. Enciclopedia Arg. de Agric. y Jardinería*. Ed. ACME. 86p.
- Pelen, P.; Poblete, H.; Inzunza, L. 1998. Duramen y albura de *Acacia melanoxylon* como materia prima para tableros de partículas. *Bosque* 19(2): 29-36.
- 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. 3-33.
- Servicio Meteorológico Nacional. Datos Estadísticos. Período 1981-1990. Ciudades de Iguazú y Posadas. 2008. 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>> Acceso en: 09 de abril de 2012.
- Viquez, E. and Pérez, D. 2005. Effect of pruning on tree growth, yield, and wood properties of *Tectona grandis* plantations in Costa Rica. *Silva Fennica* 39(3): 381-390.
- Wang, C. H. 2006. Biomass allometric equations for 10 co-occurring tree species in Chinese temperate forest. *Forest Ecol. and Management*, n. 222. p. 9-16.
- Wilkins, A.P., 1991. Sapwood, heartwood and bark thickness of silviculturally treated *Eucalyptus grandis*. *Wood Sci. Technol.* 25 (6), 415-423. Resumen Disponible en: <http://agris.fao.org/agris-search/search/display.do?f=1992%2FUS%2FUS92184.xml%3BUS9179664> (consultado el 09-04-12).

**POTENCIAL GERMINATIVO DE SEMILLAS DE *Cabralea Canjerana*(VELLOZO)
MARTIUS
GERMINABILITY FOR SEEDS OF *Cabralea Canjerana*(VELLOZO) MARTIUS**

Barth, S. R.¹; Gonzalez, P. A.¹; Crechi, E.¹; Alarcón, P. C.¹;

¹Técnicos INTA EEA Montecarlo. Av. El Libertador n° 2472. C. P.3384. Montecarlo Misiones. E-mail:
sbarth@montecarlo.inta.gov.ar

Resumen

Cabraleacanjerana (cancharana) es una especie maderable de semilla recalcitrante, lo que dificulta el manejo tanto para viveristas como para pequeños productores. Ante una demanda creciente por adquirir conocimientos respecto al manejo de semillas de especies nativas a fin de facilitar su cultivo en sistemas agro-silvo-pastoriles nos propusimos como objetivos del presente trabajo estudiar tratamientos pregerminativos y potencialidad de almacenamiento en función a la humedad de semillas de *Cabraleacanjerana*. Se evaluaron 4 tratamientos pregerminativos, analizando porcentaje (%) de germinación, energía germinativa, índice de velocidad de germinación y velocidad de germinación. El poder germinativo en función al almacenamiento fue evaluado en semillas mantenidas en heladera a 5°C y 75 % de humedad relativa siguiendo dos tratamientos. En ambos casos se realizaron conteos diarios del avance de la emergencia de plántulas. Los resultados denotan que el mayor % de germinación corresponde al T2 (lavado sin frío), no obstante, no se evidencia diferencia significativa respecto al T4 (lavado + frío). El índice de velocidad de germinación máximo (IVG max) y el valor germinativo máximo (VG max) se presentaron en T4 (lavado + frío), seguido por T2 (lavado sin frío). Se comprobó que las semillas pierden su potencial de germinación en forma estadísticamente significativa una vez perdido el 50 % de su humedad inicial.

Palabras clave: *Cabralea canjerana*, tratamiento pregerminativo, poder germinativo, almacenamiento, humedad

Summary

Cabraleacanjerana (cancharana) is a timber yielding species from recalcitrant seeds, which difficult the management of them for tree nurseries as for small farmers. Facing an increasing demand in acquiring knowledge referred to the management of seeds from native species with the aim to promote its culture in silvo - pasture systems we proposed us to focus this work on the study of pre-germination treatments and potentialities for storage, as a function of the moisture for *Cabraleacanjerana* seeds. Four pre-germination treatments were evaluated analyzing germination percentage (%), germination energy, germination velocity index and germination velocity. Germinability as a function of storage was evaluated in seeds maintained in refrigerator at 5°C and 75 % relative humidity following two treatments. In both cases daily account of the emerge progress of seedlings was done. Obtained results indicate that higher germination % corresponds to T2 (washed without cold), nevertheless there are no significant evidence compared to T4 (washed with cold).The index of germination velocity (IGV max) and the germination value (GVmax) were obtained in T4 (washed + cold) followed by T2 (washed without cold). It was verified that seeds lose their germinability in a statistically significant way once 50% of initial humidity was lost.

Key words: *Cabralea canjerana*, pre-germination treatment, germinability, storage, moisture.

Introducción

La provincia de Misiones constituye uno de los principales polos forestales de la República Argentina. A pesar de ello, en lo que respecta a madera nativa, la región se destaca por la producción primaria, abasteciendo de materia prima a industrias de bajovalor agregado.

La cadena productiva local necesita diversificar la producción generando actividades de mayor importancia económica, y por ende, mayores rentas y empleo. En este contexto, instituciones como el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria y la Facultad de Ciencias Forestales dependiente de la Universidad Nacional de Misiones, decidieron en base a opinión obtenida de parte de los productores involucrados, encarar como línea de acción el viabilizar en la región nuevas alternativas productivas. Realizando un taller participativo con la comunidad vinculada a la actividad forestal, surgió como preocupación la necesidad de generar conocimiento sobre las especies forestales originarias de la zona, dando prioridad en esta primera etapa, a las de características maderables. Fueron escogidas como especies de mayor interés: *Cedrela fissilis* (Cedro colorado), *Cordia trichotoma* (Peteribí o Loro negro), *Tabebuia heptaphylla* (Lapacho negro), *Peltophorum dubium* (Cañafistola), *Cabralea canjerana* (cancharana) y *Bastardiopsis densiflora* (loro blanco), entre otras.

Para desarrollar plantaciones sustentables con éstas especies, son necesarios estudios silviculturales y ecofisiológicos, a fin de minimizar las deficiencias existentes en cuanto a disponibilidad de información sobre producción de semillas, viverización y manejo silvicultural más adecuado para las mismas. El principal inconveniente detectado radica en la dificultad de almacenamiento y el bajo poder germinativo de muchas semillas, acompañado de gran desuniformidad de emergencia y vigor. En este sentido, los estudios de germinación buscan lograr la producción de propágulos de buena calidad en el menor tiempo posible, viabilizando la obtención de plantas a escala productiva, atendiendo de esta manera a los mercados formales e informales a través de la provisión de plantines y/o semillas. En el presente trabajo se buscó generar conocimientos sobre los procesos de germinación de *Cabralea canjerana*.

Cabralea canjerana (Vellozo) Martius subsp. *Canjerana*, es conocida en Argentina con el nombre vulgar de “cancharana”. Es una especie perteneciente a la familia Meliaceae. Se distribuye naturalmente desde los 10° N en Costa Rica hasta los 31° 30' en Brasil, nordeste de Argentina, este de Paraguay, Bolivia y en Perú. Precipitaciones medias anuales de 850 a 2500 mm y temperaturas de 14 a 27 °C. Presenta una alta longevidad, pudiendo alcanzar los 300 años. Se encuentra en suelos desde fértiles y profundos hasta suelos de baja fertilidad natural, prefiere suelos húmedos, profundos y de textura arcillosa (López *et al.*, 1987).

Es un árbol caudicifolio, con alturas de 10 a 30 m y diámetros de 40 a 150 cm, fuste recto a torcido de 4 a 12 m de altura. La corteza externa es de color gris, semi-áspera. Hojas compuestas, inflorescencias en panícula, los frutos son cápsulas globosas. La madera es semi dura y semi pesada (peso específico de 0,45 a 0,65 g/cm³). Albur color rosado amarillento y duramen castaño rojizo.

Es fácil de trabajar, moderadamente difícil de preservar y de una durabilidad natural media a alta. Es utilizada en la fabricación de muebles finos, carpintería, tornería, decoración de interiores, construcción civil, cajas y embalajes. De la corteza se extrae un colorante rojizo

y el extracto de las flores es usado en perfumería. Es una planta melífera y se ha plantado como ornamental, y en programas de recuperación ambiental (Ramos *et al.* 1991; Durigan & Nogueira, 1990).

Los problemas con los que nos enfrentamos para la producción a escala comercial de esta especie, están relacionados con el período más apto para la recolección de frutos y el manejo adecuado de frutos y semillas, dada su escasa factibilidad de almacenamiento. Los frutos deben ser recolectados directamente del árbol cuando pasan de una coloración verdosa a morado o rojizo; los frutos abiertos naturalmente presentan mayor germinación inicial (Frassetto & Menezes, 1997). Su almacenamiento debe realizarse en bolsas plásticas, herméticamente cerradas. El procesamiento de las mismas es engorroso, dado a que las semillas deben ser extraídas del fruto, lavadas para separar la pulpa, y secarlas en un ambiente ventilado. Por otra parte, su semilla es catalogada como recalcitrante, son altamente sensibles a la deshidratación, con una rápida pérdida de viabilidad posterior a la diseminación, lo que implica limitaciones graves para el almacenamiento de la semilla con fines de propagación (Eibl *et al.* 1994). Su germinación es caracterizada como irregular, pudiendo iniciarse, en vivero, desde los 13 días hasta los 73 días luego de la siembra (Ramalho Carvalho, 2003). Si bien los antecedentes consideran que *Cabralea canjerana* no presenta dormancia (Eibl *et al.*, 2004), su germinación en condiciones de vivero es sumamente lenta y desuniforme.

La dormancia es el fenómeno por el cual las semillas no germinan a pesar de ser viables y tener las condiciones medioambientales adecuadas (Carvalho & Nakagawa, 2000). En tales casos es factible modificar esa situación con determinados tratamientos pregerminativos para aumentar el porcentaje y la velocidad de emergencia de plántulas. En distintas especies, esta dormancia puede deberse a distintos factores, tegumento impermeable, embriones inmaduros o rudimentarios, requerimientos especiales de temperatura y/o luz, presencia de sustancias promotoras o inhibidoras del crecimiento. Nuestra hipótesis fue que éste último factor es responsable de la desuniformidad y atraso de germinación en *Cabralea canjerana*.

Por practicidad, en la producción en vivero para plantaciones comerciales se busca uniformizar la germinación de las semillas, ante lo cual la dormancia o la lentitud en germinar pueden ser un obstáculo, no obstante, en la naturaleza este mecanismo garantiza la supervivencia de muchas especies.

Dicha dormancia es muy variable dentro y entre las especies, pudiendo durar desde días hasta meses o años. Para una misma especie este período puede ser menor o mayor según el genotipo y el ambiente en el que se desarrolla, dicha variación puede también presentarse en semillas de una misma planta. De esta manera, el individuo se asegura la germinación escalonada en el tiempo aumentando su posibilidad de sobrevivencia escapando a condiciones adversas momentáneas (Cunha, 2005).

Otra de las dificultades enfrentadas es la rapidez de la pérdida de viabilidad de la semilla una vez separada del fruto. Pequeños productores o viveristas no siempre realizan la siembra el mismo día de la limpieza del fruto. Por este manejo y la característica de recalcitrancia de la semilla, fue necesario estudiar la viabilidad de las semillas una vez separadas del fruto. Es frecuente que la semilla sea almacenada en heladera en diferentes condiciones y/o envases hasta el momento de la siembra con la consecuente pérdida acelerada de poder germinativo.

Materiales y métodos

Los frutos de *Cabralea canjerana* fueron cosechados en el Campo Anexo Manuel Belgrano, del INTA, situado en la localidad de San Antonio, Misiones. El ensayo de germinación fue desarrollado en la cámara de germinación del laboratorio de micropropagación del INTA Estación Experimental Montecarlo. Tras la cosecha, los frutos fueron despulpados en forma manual con ayuda de bisturí para apertura de los mismos. Una vez extraídas las semillas se procedió a la obtención de submuestras al azar para la implementación de los distintos tratamientos.

Se consideraron 4 tratamientos: T1 (testigo), semillas separadas de la pulpa del fruto y su arilo, sin lavado posterior; T2, lavado de semillas con agua; T3, semillas sin lavado acompañado de frío (siete días en heladera a 5°C); T4, lavado de semillas con agua acompañado de frío.

En el ensayo se empleó un diseño completamente aleatorizado, según normas ISTA (2004), cada tratamiento constó de cuatro repeticiones de 100 semillas cada una. La siembra se realizó en bandejas plásticas empleando como sustrato corteza de pino compostada esterilizada. Tras la siembra, las bandejas debidamente rotuladas fueron trasladadas a la cámara de germinación a temperatura controlada de 25°C ± 2°C. A fin de evitar ataques de agentes patógenos se realizaron aplicaciones con fungicida Carbendazim a una concentración de 2 ml/l.

Los conteos de emergencia de plántulas normales, es decir, las que tuvieran todas las estructuras esenciales como para dar lugar a plantas de vivero que puedan llevarse a campo en condiciones productivas, se realizaron a partir del décimo día. Como criterio de evaluación, se consideró como germinadas a aquellas semillas que dieron lugar a plántulas normales. Éstos resultados fueron expresados en porcentaje. Con los datos de germinación obtenidos se evaluó además el día de inicio de germinación, índice de velocidad de germinación, germinación media diaria, valor máximo o pico de germinación y vigor germinativo.

Entiéndase por índice de velocidad de germinación (M) al valor obtenido por la fórmula propuesta por Maguire (1962).

$$M = n_1/t_1 + n_2/t_2 + \dots + n_7/t_7$$

Donde: n_i = al número de semillas germinadas y t_i = tiempo

Mediante el tiempo medio de germinación (TMG) se busca medir la velocidad y dispersión de la germinación a través de la expresión: $TMG = (T_1N_1 + T_2N_2 + \dots + T_nN_n)/N$

Donde: T_n = número de días transcurridos desde el inicio de la germinación hasta el día n , N_n es el número de semillas germinadas en el día n , y N número total de semillas germinadas.

El vigor germinativo (VG) se midió a través del valor compuesto de Czabator (1962), el cual refleja en un solo valor los cambios en el pico de germinación, la germinación total y la velocidad de germinación.

$$VG = VM \times GMD$$

Donde: VM corresponde al valor máximo o pico que se presenta entre los valores producto de la división del porcentaje acumulado de germinación y la cantidad de días que se tardó en obtenerse; y GMD es la germinación media diaria, calculada como la razón entre el porcentaje final de germinación (PG) y el número de días transcurridos hasta llegar a ese valor. Dicho índice se expresa sin unidades.

Los datos obtenidos fueron analizados mediante el procedimiento de modelos mixtos con el software InfoStat 2010 (Di Rienzo *et al.*, 2010). Se empleó comparación múltiple entre medias del tipo LSD Fisher, basada en una prueba de Wald (Di Rienzo *et al.*, 2009). En el procedimiento se consideró a las repeticiones como variable de efecto aleatorio y a todas las

demás como variables de efecto fijo. La comparación de medias de tratamientos se mostró en forma clásica como una lista ordenada en forma decreciente, letras distintas indican diferencias significativas, se trabajó con un nivel de probabilidad de 0,05.

El poder germinativo en función al almacenamiento fue evaluado en semillas mantenidas en heladera a 5°C y 75 % de humedad relativa del ambiente, siguiendo dos tratamientos elegidos tomando en consideración la practicidad de aplicación por parte de los destinatarios y el manejo habitual que le dan a las semillas. Para ello, se realizó siembras consecutivas cada siete días en bandejas con sustrato de Pinus compostado estéril. Como tratamientos se consideró semillas lavadas depositadas en envase tapado (T I) y semillas lavadas colocadas entre papel tissue en bandejas al descubierto (T II). Para ello, una vez separadas las semillas de los frutos y tras el lavado, se procedió a la medición del contenido inicial de humedad de las semillas de cada una de las submuestras de trabajo. Los sucesivos contenidos de humedad de las semillas fueron determinados a través del método de secado en estufa a baja temperatura constante. El procedimiento consistió en la obtención de dos submuestras de unos 5 g cada una obtenidas a partir de la muestra de trabajo que incluye algunas impurezas, no sobre semillas puras. Las semillas de las submuestras se pesaron, después se introdujeron en una estufa, en recipientes metálicos y bien espaciadas para facilitar la circulación del aire manteniéndose una temperatura de 70°C ± 2°C hasta la obtención de peso constante. Cabe acotar que, dadas las características de la semilla de *Cabralea canjerana* se optó por una modificación de lo expresado en las normas ISTA, a saber, una temperatura de 103°C ± 2°C durante 17 ± 1 horas. Al término de ese período se colocaron las semillas en una desecadora para que se enfríen durante 30–45 minutos, y después se volvieron a pesar. La humedad relativa del laboratorio en el que se efectuó el pesaje final fue de 70 por ciento, para evitar que se produzca una rápida reabsorción de humedad. La diferencia en contenido de humedad (CH) de las dos muestras no debe superar un determinado porcentaje de tolerancia. Si supera ese nivel, se debe someter a ensayo a otro par de muestras; si no lo hace, el resultado final es la media de las dos muestras. La Asociación Internacional de Análisis de Semillas (ISTA, 1981) prescribía para todas las especies una tolerancia del 0,2 por ciento, pero, como señalaron Gordon (1979) y Bonner (1981), no se puede aplicar a todas las especies un mismo valor de tolerancia. En el Congreso de la ISTA de 1983, celebrado en Ottawa, se convino en establecer tolerancias diferentes según especie para los ensayos de humedad en semillas arbóreas. El cálculo de CH se realizó sobre la base del peso en húmedo o en fresco, es decir: $\text{Contenido de humedad (\%)} = \frac{(\text{Peso original} - \text{peso tras secado en estufa})}{\text{Peso original}} * 100$. Paralelamente a la determinación de humedad se realizó el ensayo de germinación siguiendo las normas ISTA 2004, tal lo mencionado anteriormente. Germinación y porcentaje de humedad alcanzado por las semillas en el almacenamiento fueron evaluados en forma semanal. Este procedimiento fue realizado por conteo de plántulas normales emergentes.

Contrario a lo comúnmente expresado en análisis de germinación o sobrevivencia, en ninguno de los dos ensayos instalados fue necesario realizar transformaciones de datos para la realización de comparaciones de medias entre tratamientos (Ramos & Abbiati, 1989).

Resultados

El inicio de emergencia de plántulas en los tratamientos T3 y T4 se dio a los once días. En T1 y T2 la germinación se inició a los diecisiete días (figura 1), pudiéndose observar así la importancia del lavado de las semillas tras su separación del fruto. Las curvas polinómicas de tercer grado resultaron ser las que mejor representaron a la germinación acumulada, permitiendo evaluar la tendencia de la misma a través del tiempo. En tabla 1 presentan los valores promedio obtenidos para los distintos tratamientos.

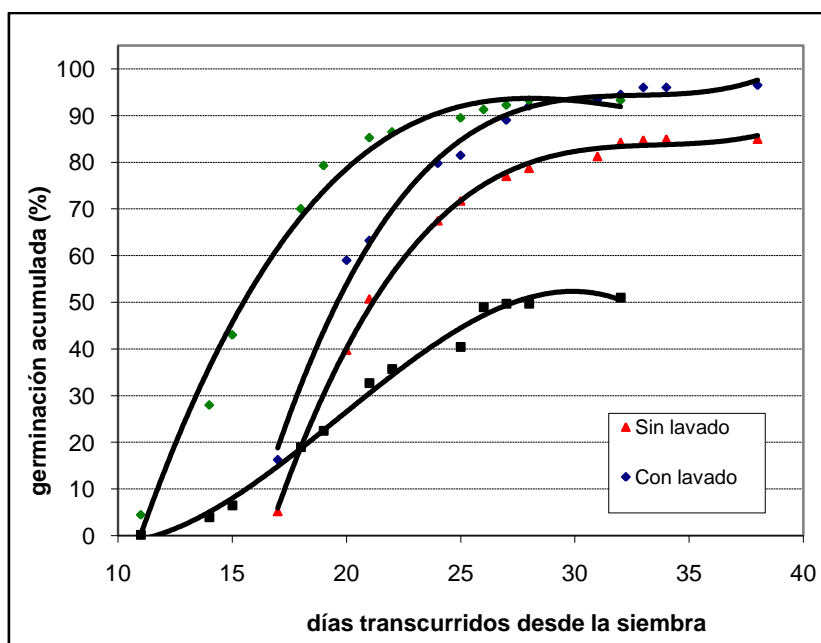


Figura 1. Curvas de tendencia de germinación acumulada según tratamiento.
Figure 1. Trend curves of cumulative germination according to treatment.

Tabla1. Valores promedio de velocidad de geminación (M), tiempo medio de germinación, valor máximo de germinación, poder germinativo, germinación media diaria y vigor germinativo.

Table1. Mean germination rate (M), maximum germination, Germinability, mean daily germination and vigour.

Tratamiento	M (índice)	TMG (días)	VM (días)	PG (%)	GMD (días)	VG (días)
T1	28,9 (3,8) *	23 (0,7)	2,3 (0,2)	87 (7,5)	2,3 (0,2)	5,3 (0,4)
T2	30,8 (2,2)	21 (0,6)	2,3 (0,1)	97 (2,0)	2,3 (0,1)	5,8 (0,3)
T3	20,3 (2,0)	20 (1,5)	1,9 (0,1)	51 (4,0)	1,9 (0,1)	3,8 (0,2)
T4	38,1 (3,6)	17 (0,7)	2,9 (0,1)	93 (3,3)	2,9 (0,1)	8,5 (0,3)

Donde: M = índice de velocidad de germinación; TMG = tiempo medio de germinación; VM = valor máximo o pico; PG = % final de germinación; GMD = germinación media diaria; VG = vigor germinativo.

*promedio de las desviaciones absolutas de la media de los puntos de datos.

La salida correspondiente al análisis estadístico de comparación de medias de tratamientos empleando modelos mixtos, acompañada del correspondiente error estándar de la estimación, se presenta en el figura 2.

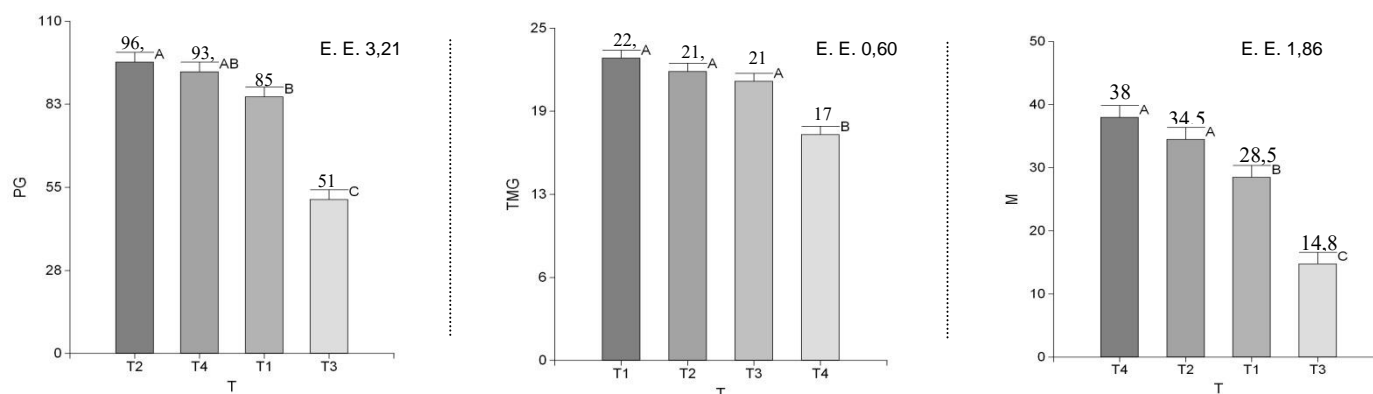


Figura2. Poder germinativo, tiempo medio de germinación e índice de Maguire. Valores medios ajustados y error estándar según Tratamiento.

Figure 2. Germinability, mean germination time and Maguire's index. Adjusted mean values and standard error by treatment.

Los resultados obtenidos en cuanto a germinación variaron según el tratamiento y el parámetro analizado. No se registraron diferencias estadísticamente significativas en el poder germinativo entre los tratamientos de lavado con y sin frío adicional, tampoco entre lavado + frío adicional y sin lavado ni frío adicional. No obstante, en la mayoría de los tratamientos, no hubo diferencia significativa al considerar tiempo medio de germinación. En este parámetro, los tratamientos T1, T2 y T3 (semillas separadas de la pulpa del fruto y su arilo, sin lavado posterior; lavado de semillas con agua; semillas sin lavado acompañado de frío) no presentaron diferencias estadísticamente significativas. T4 (semillas con lavado + frío adicional) presentó un menor tiempo medio de germinación.

Considerando M como un índice resumen que indica la velocidad de germinación de la semilla, lavado de la semilla tras su separación del fruto, ya sea con o sin sometimiento a frío adicional son los tratamientos que presentaron mejores resultados. Cabe recordar que a todas las semillas le fue retirado el arilo.

Al analizar el vigor germinativo (VG), que recordemos, es un valor que refleja los cambios en el pico de germinación, la germinación total y la velocidad de germinación, se pudo observar que el tratamiento de mayor eficacia fue el lavado + frío adicional (T4). Le siguen en desempeño los tratamientos: lavado de la semilla sin frío adicional (T2), sin lavado y sin frío adicional (T1) y finalmente, sin lavado + frío adicional (T3). El análisis estadístico de comparación de medias en esta variable, arrojó que existen diferencias estadísticamente significativas entre los cuatro tratamientos.

La evaluación de poder germinativo en función a días transcurridos desde la cosecha y condiciones de almacenamiento se presenta en la tabla 2. El poder germinativo dependió de la pérdida de humedad de la semilla. A una pérdida de la humedad inicial del 50 %, la tendencia es hacia una pérdida del 40% del poder germinativo. Considerando el tiempo transcurrido desde la cosecha hasta la siembra, en T1 (semillas lavadas depositadas en envase tapado), es posible conservar las semillas hasta 24 días (calculado como: n° de días desde la cosecha – n° de días desde la siembra) sin una pérdida estadísticamente significativa de la capacidad de

germinación. En TII (semillas colocadas entre papel tissue en bandejas al descubierto) las semillas no pueden ser almacenadas más de 7 días sin afectar su viabilidad.

Tabla 2. Poder germinativo en función a días transcurridos desde la cosecha y condiciones de almacenamiento.

Table 2. Germination in function of days after the crop and storage conditions.

Tratamiento	% Germinación	% Humedad al sembrar	% pérdida de humedad	Nº días desde siembra	Nº días desde cosecha
L+F+S	86	68	11	25	32
L+F+S	86	68	11	32	32
L+F+S	86	68	11	39	32
L+F+S	86	68	11	46	32
L+F+S	37	25	54	18	39
L+F+S	61	25	54	25	39
L+F+S	64	25	54	32	39
L+F+S	64	25	54	39	39
L+F+S	0	19	60	6	51
L+F+S	0	19	60	13	51
L+F+S	0	19	60	20	51
L+F+S	1	19	60	27	51
L+F+H	64	71	8	25	32
L+F+H	92	71	8	32	32
L+F+H	92	71	8	39	32
L+F+H	92	71	8	46	32
L+F+H	83	55	24	18	39
L+F+H	91	55	24	25	39
L+F+H	91	55	24	32	39
L+F+H	91	55	24	39	39
L+F+H	0	51	28	6	51
L+F+H	17	51	28	13	51
L+F+H	76	51	28	20	51
L+F+H	86	51	28	27	51

Tras la evaluación del poder germinativo a través de sucesivos conteos de plántulas emergidas (foto 1), se pudo establecer que el mismo decae con el transcurso de los días dependiendo de la pérdida de humedad de las semillas, la velocidad de pérdida de poder germinativo es mayor en TII en consonancia con el incremento de la velocidad de pérdida de humedad (figura 3).

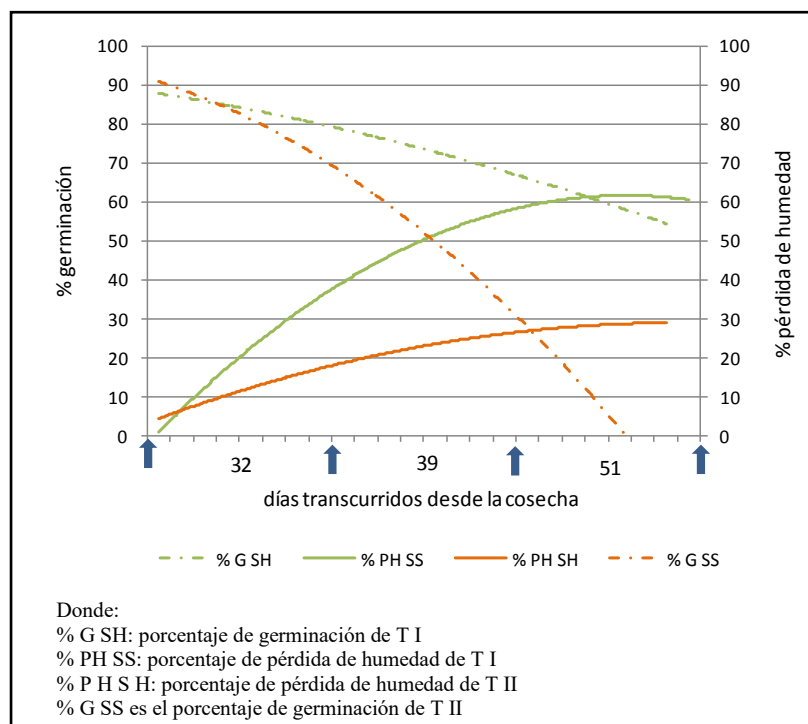


Figura 3. Esquema de tendencia de capacidad germinativa en función a % de pérdida de humedad y días transcurridos desde la cosecha.

Figure 3. Tendency of Germination capacity (%) in function to moisture loss (%) and days after the crop.



Foto 1. Plántulas a 32 días a partir de la primer siembra (día siete después de la cosecha).

Photo 1. Seedlings to 32 days after the first sowing (seven days after crop).

Conclusiones

En vista a los resultados obtenidos en el presente trabajo sobre tratamientos pregerminativos en *Cabralea canjerana*, es posible concluir que:
 El lavado de las semillas tras su separación del fruto favorece su germinación.

La viabilidad de semillas de *Cabralea canjerana* decrece en forma estadísticamente significativa al perder el 50 % de su contenido inicial de humedad.

Almacenadas en envase herméticamente tapado, la capacidad germinativa de las semillas de *Cabralea canjerana* no decae en forma estadísticamente significativa si son sometidas a frío de aproximadamente 5° C y a una humedad relativa de 75 % por un lapso de

hasta 24 días. Dicho período de almacenamiento se reduce a solo siete días si las semillas son colocadas entre papel tissue en bandejas al descubierto.

Siendo catalogada *Cabralea canjerana* como una semilla recalcitrante, de rápida pérdida de viabilidad, los resultados de este trabajo brindan información de utilidad para mayor practicidad de manejo de sus semillas en vivero. En estas condiciones, es posible dejar transcurrir cierto tiempo entre la separación de la semilla del fruto y la siembra en almácigo o recipientes definitivos.

Bibliografía

- BONNER, F. T. 1981. Measurement and management of tree seed moisture. Res. Paper SO-177. Southern Forest Experiment Station, USDA, Forest Service.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4.ed. Jaboticabal: Funep, 2000. 588p.
- CZABATOR, F.J. Germination value: an index combining speed and completeness of pine seed germination. En: ForestScience. Vol. 8, No.4 (1962); p. 386-396.
- DENISE CUNHA, F. S. 2005. Dormancia en semillas. Tema central Revista Seed News, año IX, n.4.
- DI RIENZO, J. A.; MACCHIAVELLI, R.; CASANOVES, F. 2009. Manual Modelos Mixtos en InfoStat. 188 pp.
- DURIGAN, G.; NOGUEIRA, J.C.B. Recomposição de matas ciliares. São Paulo: Instituto Florestal, 1990. 14p. (IF. Série Registros, 4).
- EIBL, B.; SILVA, F.; CARVALLO, A.; CZEREPAK, R. y KEHL, J. 1994. Ensayos de germinación y análisis cuantitativo en semillas de especies forestales nativas de Misiones, R. A. Yviraretá 5: 33-48.
- FRASSETTO, E. G.; MENEZES, N. L. 1997. Influência da temperatura de germinação, da abertura dos frutos e da embalagem na viabilidade de sementes de cangerana (*Cabralea canjerana* (Vell.) Mart.) - Meliaceae. Informativo ABRATES, Brasília, v.7, n.1/2, p.213.
- GORDON A. G. 1979. Uso y abastecimiento de semillas forestales en Chile. Documento de trabajo n°16. FAO. DP/CHI/76/003. Investigación y desarrollo forestal. Santiago de Chile.
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. 2004. International Rules for Seed Testing. Zurich: ISTA, 2004. 333p.
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. 1981. Moisture content and equipment Wkg. Group. In report of the forest tree seed committee 1977 – 1980, seed Sci. and technol. Volumen 9, n°1.
- LÓPEZ, J. A.; LITTLE JUNIOR, E. L.; RITZ, G. F.; ROMBOLD, J. S.; HANN, W. J. 1987. Árboles comunes del Paraguay: nande YvYra mata kuera. Washington. Cuerpo de Paz. 425 p.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. CropScience, Madison, v.2, n.1, p.176-177, 1962.
- PERETTI, A. 1994. Manual para análisis de semillas. INTA. Editorial Hemisferio Sur S.A. 281 p.
- RAMALHO CARVALHO, P. E. 2003 Espécies Arbóreas Brasileiras. Volumen 1, 1040 pp.
- RAMOS, A.; BISCAIA, R. C. M.; CASTELLANO, A. C.; LEITÃO, L. C. Levantamento florestal da estação experimental Morretes I do Instituto Agrônômico do Paraná. In: Congresso Florestal e do Meio Ambiente do Paraná, 3., 1991, Curitiba. Anais. Curitiba: Associação Paranaense de Engenheiros Florestais, 1991. p. 113-124.
- STEEL, R.G.D., J.H. TORRIE. 1960. Principles and procedures of statistics. McGraw-Hill Book Company. New York, U.S.A. 481 p.

DETERMINACIÓN DE LA EDAD Y CRECIMIENTO RADIAL DE UN EJEMPLAR DE *Schinopsis balansae* ENGL. A TRAVÉS DE SOFTWARE EMPLEADOS EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.

DETERMINATION OF THE AGE AND RADIAL GROWTH OF ONE EXAMPLARY *Schinopsis balansae* ENGL THROUGH SOFTWARE USED IN GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS.

Bedrij, N. A.¹, Fornaso Davico, M. G.¹ Grance, L.²

¹Ing. Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. nabedrij@gmail.com; tel. (+54)03751 15443484. Calle Bertoni 124, CP 3380, Eldorado Misiones, Argentina; ² Ing. Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. guadafd@gmail.com; tel. (+54)03751 15527623. Calle Bertoni 124, CP 3380, Eldorado Misiones, Argentina. ³ Ing. Forestal. Profesor en la Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. lgrance@yahoo.com.ar; tel. (+54)03751 431780. Calle Bertoni 124, CP 3380, Eldorado Misiones, Argentina

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo determinar la edad y el crecimiento radial a través del análisis de una sección transversal del tronco de un ejemplar *Schinopsis balansae* Engl, "quebracho colorado", obtenida en la zona de Roque Saenz Peña, Chaco. Se procedió al acondicionamiento de la muestra y a la posterior determinación y conteo de los anillos de crecimiento mediante la utilización de un software de SIG. Los resultados obtenidos con respecto a la edad indican que el individuo tenía, al momento de su corta, 66 años. En los 57 años analizados el promedio del incremento medio anual en sección transversal (IMA) calculado, fue de 4.256,65mm², mientras que el incremento corriente anual (ICA) fue de 5.156,94mm². El incremento radial promedio por año fue de 4,88mm/año, con un desvío estándar de 2,44 mm/año. El modelo de crecimiento, en sección transversal, que mejor se ajusta es el de Schumacher presentando un coeficiente de determinación R² de 0,999 y un error estándar de 2.500,23mm²

Palabras claves: Quebracho colorado, software de SIG, Saenz Peña Chaco, crecimiento, modelos de crecimiento.

Summary

This work aims at determining age and growth in radio through analysis a cross section of the trunk of an exemplary *Schinopsis balansae* Engl, "quebracho colorado" obtained in the area of Roque Saenz Peña, Chaco. It proceeded to sample conditioning and later identification and counting of the growth rings through the use of software SIG. The results obtained respects to age were that the individual had 66 years at the time of cutting. The annual average increase in transversal section (IMA) calculated in this work for 57 years was 4.256,65 mm², while the annual flow increase (ICA) was 5.156,94 mm². Average radius increase per year was 4,88 mm/year, with a deviation standard of 2,44 mm/year. The growth model that better fit to the cross section is Schumacher, which presents a determination coefficient R² of 0,999 and a standard error 2.500,23 mm².

Key words: Quebracho colorado, GIS software, Saenz Peña Chaco, growth, growth model.

Introducción

El Quebracho colorado santiagueño (*Schinopsis quebracho-colorado* Schlecht) es la especie económicamente más importante del bosque del Chaco semiárido (BRASSIOLO *et al.* 2000). Esta especie pertenece a la familia de las Anacardiaceae.

Schinopsis balansae Engl. Se debe llamar simplemente “quebracho colorado” por ser la especie de mayor importancia tánica; también se llama “quebracho colorado chaqueño”, “quebracho chaqueño” y “quebracho santafecino” teniendo en cuenta su procedencia (Tortorelli, 2009).

Árbol que mide unos 25 metros de altura y uno 1,5 metros de diámetro, tronco recto, corteza castaño-grisácea con surcos que la dividen en placas cuadrangulares características, que permiten su identificación en el bosque. Albura de color blanco-rosado y duramen castaño-rojizo, cuando está expuesto al aire; generalmente no posee olor, sin embargo en algunos casos, como ser maderas muy rojizas presenta olor astringente. Es una madera muy pesada; su densidad es 1.250 kg/m³ y bastante dura lo que conforma los caracteres que la hacen más difícil de trabajar. Es leño de porosidad difusa, poros pocos visibles a simple vista. Anillos de crecimiento muy estrechos y pocos notables (Tortorelli, 2009).

El Chaco Argentino es la región fitogeográfica cubierta por bosques, más extensa de la argentina. El recurso forestal es su principal fuente de riqueza y se encuentra en un estado de alarmante deterioro (Giménez y Ríos, 1999).

La distribución geográfica de la especie en el Chaco, está relacionada fundamentalmente con el régimen pluviométrico, encontrándose en la región oriental húmeda del Chaco (Altamiranda y Martínez, 2008).

La primera actividad económica del Chaco fue forestal. La industria del quebracho se localiza en nuestro país como consecuencia del descubrimiento, en 1850 por un grupo de técnicos curtidores franceses y alemanes, de las bondades que ofrecía el tanante obtenido a partir de árbol de quebracho. El cual contiene el 31% de materia tánica. La industria del tanino mantuvo un sistema de economía extractiva sin que se fomentaran otras actividades productivas, lo que puso en riesgo la existencia de las especies por lo que es importante conocer su dinámica de desarrollo y su evolución en el ecosistema.

En el año 1956 la Nación declaró al *Schinopsis balansae* Engl como Árbol Forestal Nacional a través del decreto N° 15.100/56 (Boletín Tinkunaku, 2006) y en el año 1996 la provincia emitió el decreto N° 346/96 Declarase Árbol Provincial.

Objetivos

- Estudiar el crecimiento radial, de un ejemplar de *Schinopsis balansae* Engl.
- Determinar la edad del ejemplar.
- Determinar los incrementos en sección transversal (ICA, IMA),
- Ajustar y evaluar modelos matemáticos para el crecimiento en sección transversal.

Materiales y Métodos

Se utilizó la sección transversal de un ejemplar de Quebracho colorado, cortado a 1,30 m de altura, en el año 2004. Provino del departamento Comandante Fernández, de la Provincia de Chaco, Argentina. El individuo estudiado se encontraba a la orilla del camino en forma natural, dentro de una vegetación denominada capuera (monte secundario).

De acuerdo a la clasificación realizada por Ángel L. Cabrera (1976) el árbol se encontraba en la región fitogeográfica denominada “Provincia Chaqueña Distrito Chaqueño Oriental”, Comunidad Climática de Bosques de “Quebracho Colorado” y “Quebracho Blanco”,

en la siguiente coordenada geográfica 26° 47'07,48" Latitud Sur y 60°22'34,13" Longitud Oeste.

Según la clasificación climática de Köppen, el sitio de recolección de la muestra, corresponde al tipo "Cfa". Se caracteriza por presentar temperaturas del mes más frío menores de 18 °C y superiores a -3 °C y la del mes más cálido es superior a 10 °C.

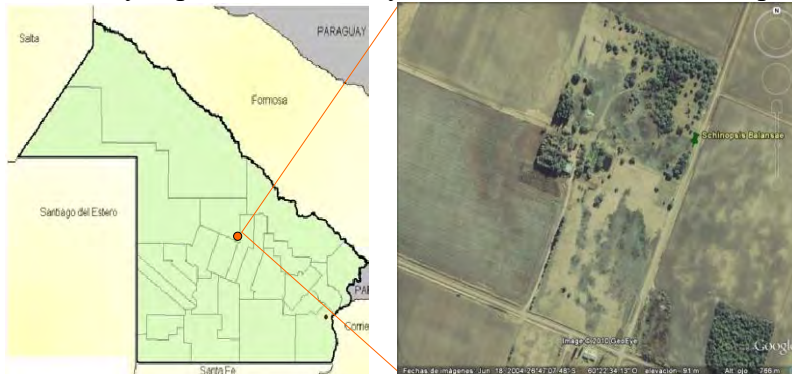


Figura 1: Mapa y ubicación del individuo
Figure 1: Map and location of individual

Los suelos en esa zona se encuentran en el área geomorfológica "Sáenz Peña", "Bloque 3" Serie "Chaco" se caracterizan por presentar lomas medias con vegetación pajonal, pastizal y gramillar. Suelos agrícolas con pocas restricciones excepto su susceptibilidad a erosionarse y sectores con drenaje imperfecto (INTA, 2000)

La primera etapa consistió en el acondicionamiento de la muestra, para su posterior conteo de anillos de crecimiento. Ésta se logró mediante el pulido de la sección transversal con papel de lija de diferentes granulometrías (desde el N° 80 al 1500), hasta lograr una superficie lisa que permitió la visualización del parénquima axial, para el estudio dendrocronológico.

El conteo de los anillos de crecimiento se realizó en un software de Sistemas de Información Geográfica (SIG). El método utilizado en este trabajo consta de la obtención una fotografía con cámara digital Marca Leaf modelo aptus 2 de 56 megapíxeles con un objetivo de 55 mm, la cual abarcó la totalidad de la sección transversal.

Con la imagen definitiva se procedió a una referenciación métrica de forma que al abrirla en el Sistema de Información Geográfica las unidades correspondieran exactamente con las reales de la sección, para ello se utilizó como referencia la escala milimétrica incluida en la imagen. De esta forma tanto las distancias longitudinales como las superficies tendrían medidas reales. (Cuadros Tavira *et al*, 2005)

A continuación, se procedió en la imagen a la marcación de los anillos de crecimiento. La referencia utilizada para identificar los límites entre los anillos fue una delgada y tenue línea de parénquima marginal, presente en la especie (Tortorelli, 2009).

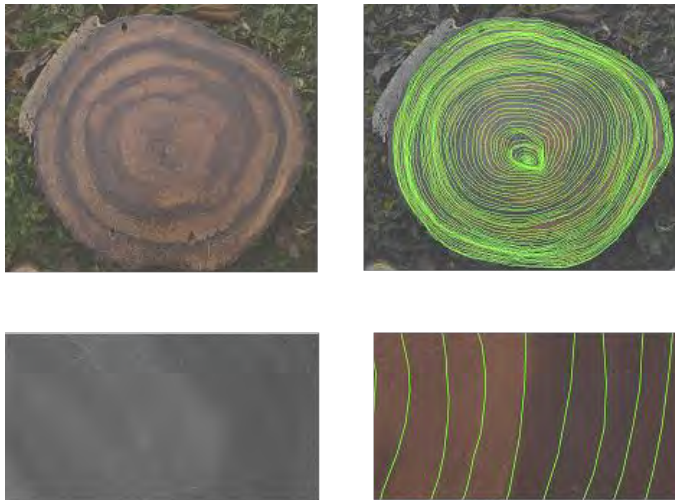


Figura 2: fotos de la muestra con la marcación de los anillos de crecimiento
Figure 2: sample photos with the marking of the growth rings

El siguiente paso consistió en generar sobre la imagen raster una “capa o layer” del tipo vectorial en forma de “líneas”, superponiéndolas con el parénquima axial marginal. La marcación del final de cada anillos de crecimiento dio como resultado el conjunto de líneas concéntricas desde el centro de la tora hasta la periferia. Dado que la muestra no presentaba la albura en forma continua, por degradación que tuvo en el tiempo, solo se utilizó para el cálculo de crecimiento los anillos que corresponden al duramen.

Cada línea es vinculada a una base de datos donde se hace constar el año calendario a la que corresponde. Una vez obtenidas todas las líneas concéntricas, el “layer” fue exportado al software Ozi explorer (programa para navegadores GPS que usa mapas) a los efectos de convertir las líneas en polígonos concéntricos, generando una nueva capa.

Posteriormente, se exportó los polígonos al software de SIG (ArcMap 9) como un nuevo “layer” y sobre éste, el software calcula la superficie correspondiente a cada uno de los anillos de crecimiento. Paralelamente, se vincula a la misma base de datos de las líneas; estos valores permiten obtener la superficie de la sección transversal del tronco, y los incrementos.

Los datos generados fueron trasladados a una planilla de cálculos de formato compatible, para realizar el procesamiento de los mismos en donde se obtuvieron una serie ordenada cronológicamente de datos de edad, crecimiento de la sección transversal (G) medida en mm^2 , incremento medio anual (IMA) en sección transversal medida en $\text{mm}^2/\text{año}$, incremento corriente anual (ICA) en sección transversal medida en $\text{mm}^2/\text{año}$.

Se ajustaron distintas funciones a los efectos de ver si el comportamiento de algún modelo biológico empleado en las Ciencias Forestales respondía al crecimiento en sección transversal.

Los modelos que se utilizaron fueron: la función polinómicas de tercer grado, el modelo de Schumacher, el modelo de Chapman y Richards y el modelo de Bertalanffy.

Se consideró como variable dependiente el crecimiento de la sección transversal (G) y como variable independiente a la Edad de cada anillo (E). Los modelos de crecimiento de la sección transversal se obtuvieron de la publicación de Prodan, *et al* en 2007.

Tabla 1: modelos de crecimiento evaluados
Table 1: Growth models evaluated

Modelos	
Polinómica de tercer grado	$G=b_0 \cdot E^3 + b_1 \cdot E^2 + b_2 \cdot E + b_3$
Shumacher	$G=b_0 \cdot \text{Exp}(-b_1/E)$
Chapman y Richards	$G=b_0 \cdot (1 - \text{Exp}(-b_1 \cdot E))^{b_2}$
Bertalanffy	$G=b_0 \cdot (1 - \text{Exp}(-b_1 \cdot E^3))$

El ajuste de los modelos se realizó con un software estadístico, que permite ajustar funciones por el método de regresión.

Para evaluar los ajustes, se comparan los resultados de precisión entre los modelos de crecimiento planteados, tomando como indicadores de ajuste el coeficiente de determinación (R^2), el coeficiente de determinación ajustado (R^2 aj) y el error estándar de la estimación (S_{yx}). (Mason, *et al.* 2000)

Resultados

Al no contar con la rodaja entera de *Schinopsis balansae*, porque fue afectada por factores biológicos, físicos y químicos que degradaron parte de su albura, se obtuvieron 57 anillos completos en el duramen y 9 en la porción que aún queda de la albura. Haciendo un total de 66 anillos.

El Incremento Corriente Anual se fue acrecentando lentamente en los primeros 6 años. Desde el año 15 hasta el año 26 presenta un crecimiento abrupto exponencial. Desde este año hasta su final mantuvo valores altos y bajos en lo que respecta a su crecimiento. Se produjo en dos oportunidades picos sobresalientes en el Incremento Corriente Anual correspondiendo al año 29 un ICA de 10.269,61 mm² y en el año 51 un ICA de 10.107,97 mm².

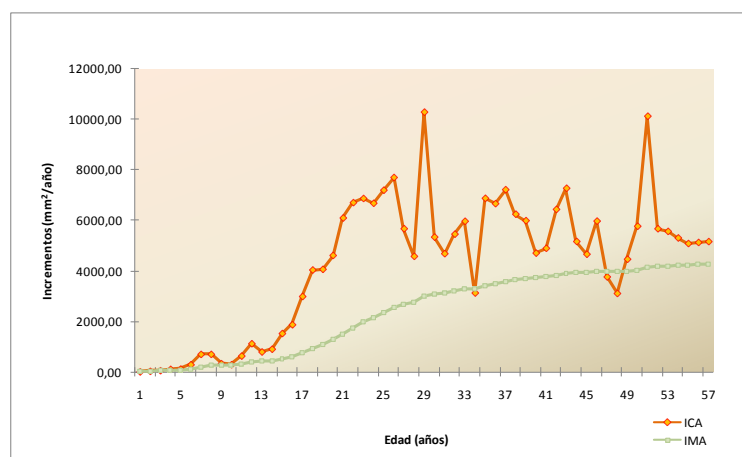


Gráfico 1: relación entre IMA e ICA. Curvas de incrementos en sección radial
Graphic 1: IMA and ICA relationship. Curves increases in radial section

Con respecto al Incremento Medio Anual se manifestó que al inicio de su vida el individuo tuvo, hasta los 6 años, un incremento medio anual de 106,66 mm², el crecimiento promedio radial para este período fue de 3,79 mm/año. La curva presentó un comportamiento creciente exponencial entre los 15 y 26 años, con incrementos de 512,14 mm² y 2.998,37 mm²

respectivamente; el crecimiento promedio radial para este período fue de 8,43 mm/año. A partir de ahí en adelante, el incremento, comienza a mermar, teniendo un crecimiento promedio radial de 4,43mm/año; hasta tornarse una curva constante con un crecimiento promedio radial igual a 3,29 mm/año. Coincidiendo esta curva.

Según el estudio realizado por Gimenez y Ríos (1999) el espesor medio de los anillos fue de 2,19 mm y una desviación estándar de 0,51mm. En un trabajo similar realizado por Altamiranda y Martínez (2008) se observaron valores de incremento de espesor de anillos entre 0,50 mm a 3,40 mm. Con respecto a nuestro análisis, se obtuvo un incremento promedio radial de 4,88mm/año, con un desvío estándar de 2,44mm/año.

A continuación en la tabla 2 se observan los distintos estadísticos de precisión calculados para cada uno de los modelos analizados.

Tabla 2: modelos de crecimiento y estimadores de precisión

Table 2: Growth models and precision estimates

	R^2	R^2 Aj	S_{xy}
Polinómica	0,998	0,997	3754,37
Shumacher	0,999	0,999	2500,93
Chapman y Richards	0,998	0,998	3263,42
Bertalanffy	0,876	0,872	29147,10

Con respecto a los valores de precisión obtenidos se observan que los R^2 logrados para los modelos presentan valores similares entre sí, pero al analizar los valores del error estándar de la estimación y el R^2 aj resulta que la función que mejor se ajustó para relacionar esta dos variables es la presentada por Schumacher, con un R^2 de 0,999, con un R^2 ajustado de 0,999 y un error estándar de 2.500,93mm². El valor R^2 indica que el 99,9 % de la variación de la sección transversal fue explicada por la función mencionada.

La distribución de los valores de crecimiento en sección transversal (G) observados fueron representados a través de la curva que presentó el mejor ajuste: el modelo de Schumacher.

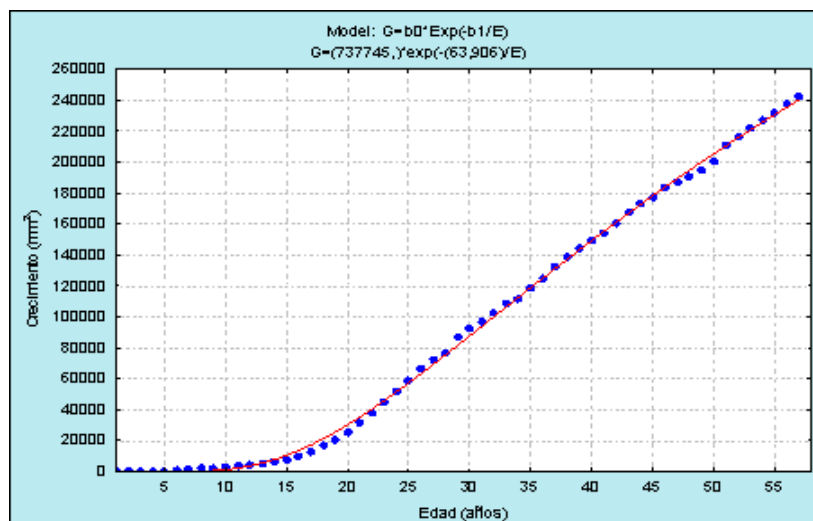


Gráfico 2: valores de crecimiento en sección transversal observados y modelo de crecimiento de Schumacher

Graphic 2: observed cross section grow value and Schumacher growth model

El modelo seleccionado presenta un comportamiento similar a los valores observados. Sin embargo, la distribución de los residuos, respecto a la variable considerada, se visualizó que no existe una homogeneidad en la distribución de los mismos.

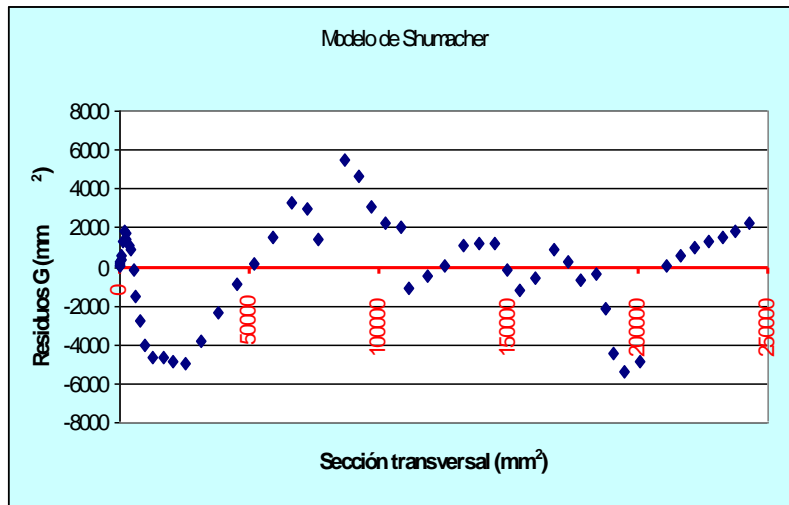


Gráfico 3: distribución de los Residuos del crecimiento en sección transversal con respecto Crecimiento en sección transversal.
Graphic 3: Distribution of Waste growth in cross section with respect Growth in cross section.

Se procedió al ajuste de los valores estimados mediante el modelo $ICA = b_0 * E^{b_1} * Exp(b_2 * E)$ por medio del método de regresión (ICA est), el cual responde a la siguiente ecuación: $ICA = 2,585505 * E^{3,045983} * Exp(-0,085677 * E)$

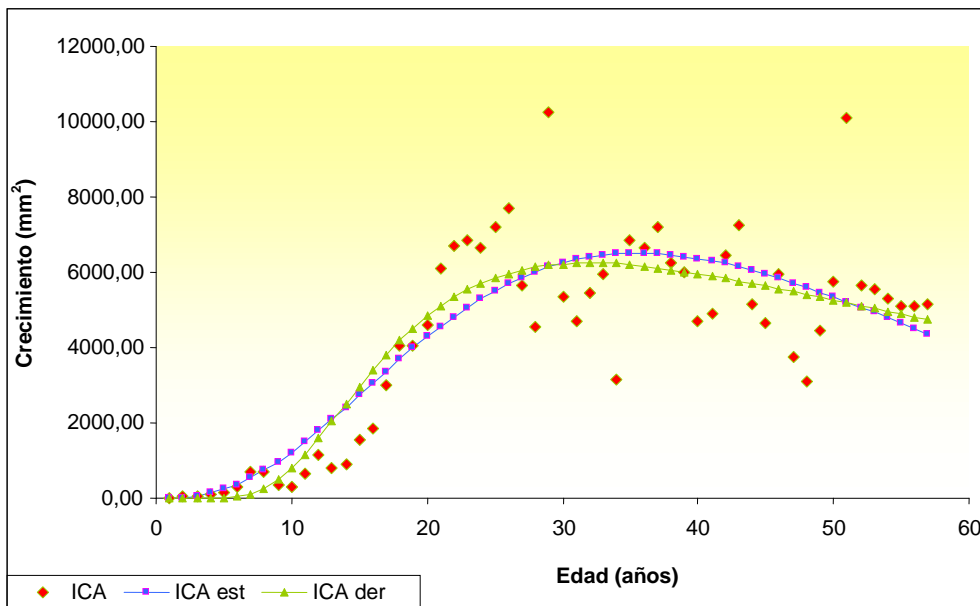


Gráfico 4: distribución del incremento corriente anual, observado, ajustado y derivado.
Graphic 4: ICA distribution, observed, adjusted and derived.

Como matemáticamente la variable ICA es la derivada de la curva de crecimiento (ICA der), se realiza además la curva obtenida con esta ecuación:

$$ICA = (737745 * (63,906) * Exp(-63,906/E)) / E^2$$

Luego se comparó la dispersión de los residuos presentados por el ICA estimado y el ICA derivado, para la ecuación:

$$ICA = 2,585505 * E^{3,045983} * Exp^{(-0,085677 * E)} \text{ respectivamente.}$$

Luego se comparó la dispersión de los residuos presentados por el ICA considerando la derivada de la función de Schumacher en relación al ICA observado.

Se observó, para los resultados obtenidos en las 2 ecuaciones una falta de homogeneidad en la dispersión de los valores, mostrando la función derivada de Schumacher menor variabilidad.

Conclusiones y Recomendaciones

Los resultados obtenidos con respecto a la edad fue que el individuo poseía 66 años al momento de la corta.

La adecuación del software de GIS, nos permite trabajar de manera precisa en trabajos de dendrocronología en comparación a técnicas convencionales de medición de anillos, ya que los caracteres con los cuales se trabajaron son visualizados con un mayor nivel de detalles en este tipo de estudio, siempre y cuando los anillos de crecimiento se manifiesten por la presencia de leño temprano y tardío, porosidad circular o la presencia de parénquima marginal.

En base a las curvas de ICA e IMA se observa que en los primeros años el crecimiento fueron menores en comparación al crecimiento observado entre las edades del individuo 15 y 26, entre el periodo que abarca desde la edad 15 hasta la edad 26 representaron un crecimiento exponencial. A partir de la edad 27 del individuo el crecimiento comienza a mermar hasta tornarse una constante. Este comportamiento se podría evaluar en estudios posteriores.

Con respecto al crecimiento presentado por el ejemplar, se concluye que el modelo de crecimiento de Schumacher con respecto a los otros modelos analizados presenta un mejor ajuste. Sin embargo, para otros individuos de esta misma especie, se podrían obtener otros modelos de crecimiento que brinden mejores ajustes.

Para realizar estudios de crecimiento con esta metodología, se recomienda obtener más información a través de un mayor número de muestra obtenidas de distintos individuos y del mismo individuo a distintas alturas.

Bibliografía

- ALTAMIRANDA, A.; MARTINEZ, O. 2008. Dendrocronología en "*Schinopsis balansae Engl.*": "Tesina". Facultad de Ciencias Forestales – Universidad Nacional de Misiones. Pág. 1-17.
- BOLETÍN TINKUNAKU. 2006. Unidades de información especializadas en ciencias agropecuarias. Año X. vol.73. Agosto 2006 ISSN 1666-5937
- BRASSIOLO M. M.; POKORNY B. 2000. Crecimiento de plantas jóvenes quebracho colorado santiagueño. Revista quebracho VIII. Pág. 64-69. ISSN 0328-0543.
- CABRERA, A. 1976. Regiones fitogeográficas argentina. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Tomo II. Ed. ACME. Fascículo 1. Página 85.
- CUADROS TAVIRA S.; RAMIREZ GARCÍA A.; ABELLANAS OAR B. 2005. Epidometría, basada en análisis de imagen y apoyada en un SIG. Acta de la reunión de inventario y Teledetección Forestal. Cuad. Soc. Esp. Cienc. For. Vol. 19. Pág. 85-89. ISSN 1575-2410
- GIMENEZ A. y RIOS N. 1999. Crecimiento de *Schinopsis quebracho-colorado* (SCHLECHT.) BARKL. ET MEYER, anacardiácea. Maderas y Bosques, vol 5. Número 002. Xalapa. México. Pág. 35-51. ISSN 1405-0471.
- MASON; LIND; MARCHAL. 2000. Estadística para Administración y Economía. Editorial Alfaomega. Décima edición. Argentina. Pág. 106-460.
- PRODAN; PETERS; REAL. 1997. "Mensura forestal". Editorial Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Costa Rica. Pág. 586
- TORTORELLI. 2009. Maderas y Bosques Argentinos. Editorial Orientación Gráfica Editora SRL. Argentina. Pág 516 a 532.

EDUCACIÓN AMBIENTAL: ESTRATEGIA PARA POTENCIAR LA RELACIÓN COMUNIDAD – AMBIENTE, EN EL NORESTE MISIONERO. EXPERIENCIAS INICIALES EN EL CAMPO MANUEL BELGRANO.

ENVIRONMENTAL EDUCATION: A STRATEGY TO ENHANCE THE RELATIONSHIPS BETWEEN COMMUNITY AND ENVIRONMENTAL, IN NORTHEASTERN OF MISIONES. INITIAL EXPERIENCES TO FIELD MANUEL BELGRANO.

Besold, S¹; Costas, J¹; Pinazo, M¹; Fernández, R¹.

1 INTA. EEA Montecarlo. Soberanía Nacional 153. Bdo de Irigoyen. Misiones. silvanabesold@yahoo.com.ar

Resumen

En este trabajo se comenta la experiencia acumulada durante poco más de tres años sobre un Programa de Educación Ambiental desarrollado en el nordeste de Misiones. El mismo consiste en el desarrollo de Jornadas de cuatro horas de duración, en las cuales se intercalan actividades grupales en sala y en campo y la recorrida de un sendero de interpretación. A la fecha se llevaron a cabo 15 Jornadas, en las cuales participaron aproximadamente 280 alumnos del 4º y 5º curso y 20 docentes de escuelas secundarias de San Antonio, Bernardo de Irigoyen, Dos Hermanas, Escuela de la Familia Agrícola de Gramado, y del último año del Profesorado Elemental (Magisterio) de Bernardo de Irigoyen. Los alumnos destacaron la integración entre teoría y práctica y la interrelación de los temas trabajados, mientras que los docentes resaltaron el potencial multiplicador de los alumnos y sus posibilidades de generar procesos de cambio.

Palabras clave: recursos naturales, conservación, medio ambiente.

Summary

This paper discusses the experience gained in just over three years on an environmental education program developed in the north of Misiones. It consists in the development of four hours working days, in which group activities in field and classrooms, and a path of interpretation are interchanged. To date, 15 working days have been performed, where 280 students of 5th and 4th year were involved approximately, and 20 teachers from secondary schools in San Antonio, Bernardo de Irigoyen, Dos Hermanas, School of Agricultural Gramado Family, and last year of Elementary School Teachers `School of Bernardo de Irigoyen. Students emphasized the integration of theory and practice, and the interrelation of the issues discussed, while teachers highlighted the multiplier potential of students and their ability to generate change processes.

Key words: natural resources, conservation, environment.

Introducción

Los temas ambientales están adquiriendo gran relevancia actualmente, la sociedad se halla más sensibilizada en cuanto a problemáticas relacionadas con los recursos naturales tanto a nivel regional y local -disponibilidad de agua en cantidad y calidad, degradación de los suelos, la pérdida de especies animales y vegetales, degradación de ecosistemas, entre otros-, como a procesos globales de nivel planetario, por ejemplo el calentamiento global. Se trata de

procesos que directa o indirectamente afectan a todos y por lo tanto generan inquietud, pero también conciencia.

En este sentido, observamos que la sociedad no siempre dispone de la información apropiada para comprender adecuadamente las cuestiones relacionadas con la intervención del hombre y sus potenciales consecuencias sobre el ambiente, del mismo modo entendemos que la conciencia y la preocupación por sí mismas, si no nos llevan a actitudes y acciones concretas, no generan ningún beneficio. Es necesario entonces que se traduzcan en estrategias de acción, que abarquen a las familias y a las comunidades, que generen cambios concretos y palpables en el uso de los recursos.

Consideramos que la educación ambiental cumple en este sentido un rol fundamental, al brindar elementos que posibiliten un entendimiento más claro acerca de la constitución y funcionamiento de los ecosistemas; condición necesaria para luego implementar criterios de manejo y medidas específicas que contribuyan a prevenir o minimizar los impactos negativos sobre el ambiente. Así ya lo concebían los creadores de una de las primeras definiciones de educación ambiental, surgida en una reunión de las Naciones Unidas realizada en la ciudad de Tbilisi, ex URSS y actual Georgia Soviética, en la década de 1970: “Educación ambiental es la formación de los individuos, que lleva a conocer las relaciones entre lo que hay de natural y de social en su entorno, evitando el deterioro de los procesos naturales y tratando de lograr una mejor calidad ambiental para el desarrollo de la vida humana”.

En este sentido vale mencionar entre otros antecedentes las experiencias desarrolladas en Brasil por EMBRAPA (Gluck et al, 2007) y la Universidad Tecnológica Federal de Paraná (Beffart, et al, 2011) en las cuales, a través de recorridos a senderos de interpretación, se procura promover la conciencia, el espíritu investigador y crítico, y la visión integral del ecosistema.

En este trabajo se comenta la experiencia acumulada durante poco más de tres años sobre un Programa de Educación Ambiental cuyo propósito es contribuir con la difusión y capacitación en cuestiones ambientales que preocupan a la sociedad, contextualizado en la realidad local del noreste misionero, con el objetivo de generar cambios actitudinales que tiendan a mejorar la relación entre la comunidad y sus recursos naturales.

Materiales y Métodos

Las actividades se llevan a cabo en el Campo Manuel Belgrano, dependiente de la EEA Montecarlo, INTA, ubicado en el Departamento Manuel Belgrano, al Noreste de la Provincia de Misiones, República Argentina. Cuenta con una superficie de 2.147 ha, es atravesado por la Ruta Nacional 101 y se halla a 3 km de la localidad de San Antonio. Al noreste limita con Brasil, con el río San Antonio como demarcación natural en tanto al este hace lo propio con el área urbana de San Antonio. Los demás límites lindan con chacras de pequeños productores rurales, cuyas familias se dedican a la agricultura y ganadería en pequeña escala como medio de vida.

El programa, mediante la intermediación de jóvenes estudiantes, apunta a que estas familias y la población urbana local, puedan visualizar los recursos naturales como componentes de un sistema con el cual están fuertemente relacionados, y comprender que las acciones que cada uno desarrolle pueden impactar no sólo en su chacra sino también en el sistema en su conjunto.

Los esfuerzos se dirigen a promover la comprensión de aspectos considerados clave para el funcionamiento del ecosistema regional –la Selva Paranaense, localmente conocida también como selva misionera-, fomentando la integración de los objetivos de producción con los de conservación, y procurando matizar cada concepto con la idea de equilibrio. Se parte de

la premisa de que ambos procesos, producción y conservación, están íntimamente relacionados, y que el desafío consiste en armonizarlos tanto como sea posible.

El público destinatario se focalizó en alumnos del nivel medio, –Polimodal-, de los colegios secundarios de la zona de Bernardo de Irigoyen y San Antonio. Posteriormente se han hecho algunas modificaciones con el objetivo de adaptar la propuesta a alumnos del nivel superior, específicamente estudiantes de magisterio, considerando su alto potencial multiplicador.

Se hace especial énfasis en la conservación de la *Araucaria angustifolia*, especie que actualmente se encuentra protegida por ley debido al riesgo de extinción. De hecho, el Campo Manuel Belgrano, escenario donde se llevan a cabo las actividades de educación ambiental, es uno de los pocos establecimientos que contienen relictos de la especie en su condición natural, en Argentina. Cuenta también con más de 400 has de plantaciones de semilla local de esta especie, con cerca de 60 años de edad; rodales que a los cuales se aplica un Plan de Manejo especial orientado a la conservación de la araucaria.

Descripción de las actividades.

El programa prevé el desarrollo de Jornadas de cuatro horas de duración, con grupos de 20 alumnos en promedio, durante las cuales se realizan diferentes actividades, entre ellas, breves presentaciones teóricas, trabajos prácticos de campo, recorrida a un sendero de interpretación, y trabajos grupales y en plenario, en sala.

A lo largo del tiempo, se han ido incorporando modificaciones tendientes a perfeccionar las jornadas. La más sustancial fue la incorporación de una metodología de trabajo denominada “Ciclo de Indagación” (Feisinger, 2009), la cual consiste básicamente en promover la participación activa de los estudiantes mediante el desarrollo de experimentos prácticos de campo, que a la vez de ser sencillos permitan razonar y relacionar los resultados con situaciones o procesos similares que puedan producirse en el agroecosistema.

Actualmente, las Jornadas se estructuran de la siguiente manera:

1. Breve presentación inicial -en Salón de Usos Múltiples- de conceptos básicos que actuarán como eje central a lo largo de la Jornada, ellos son: ciclo del agua, ciclo de la materia y biodiversidad.
2. Trabajo grupal a campo, aplicando los pasos del Ciclo de Indagación. Algunas de las actividades puestas en práctica fueron:
 - Movimiento del agua en el suelo: infiltración dentro del bosque y en borde de camino interno.
 - Especies exóticas y ecosistemas nativos: invasión en diferentes áreas de bosque.
 - Regeneración natural en bosque nativo: regeneración en diferentes condiciones de iluminación.
 - Diversidad de especies de la selva misionera: número y altura de los estratos en el interior del bosque y en bordura.
3. Recorrida del sendero de interpretación, con el objeto de complementar e integrar aspectos abordados en los pasos previos. Se realizan diferentes “paradas” como puntos de observación y discusión de aspectos estructurales y funcionales en áreas de bosque nativo y de plantaciones de *Araucaria angustifolia* de más de 50 años. En uno de los puntos se cuenta con una calicata que permite observar el perfil del suelo, e identificar sus principales características morfológicas y funcionales. En cada parada se procura, a través de preguntas, promover que los alumnos integren y apliquen sus conocimientos previos y los obtenidos con los experimentos de campo realizados a la situación que observan “in situ” en cada punto del recorrido. Del mismo modo se procura contraponer la situación del bosque nativo sin intervenir, con la de un agroecosistema o cualquier otro escenario con mayor intervención antrópica.



Foto 1: Jornada de Educación Ambiental. Vista parcial del sendero.
Photo 1: Environmental Education Day. Partial view of the path

4. Síntesis de la Jornada, puesta en común mediante trabajo grupal en sala. Los alumnos trabajan sobre una serie de preguntas conceptuales con la consigna de integrar en las respuestas todas las actividades realizadas, la introducción inicial, los resultados de los experimentos grupales en campo y las situaciones observadas y discutidas “in situ” en el sendero. Los diferentes grupos dan su parecer sobre las consignas trabajadas a efectos de consensuar conceptos básicos, opciones y propuestas para el manejo adecuado de los recursos agua, suelo y biodiversidad.
5. Evaluación. A efectos de la mejora continua del Programa se les solicita a los alumnos que dejen su opinión –anónima- mediante una serie de preguntas relacionadas con el desarrollo de las actividades realizadas.

Características del Sendero de interpretación. El sendero atraviesa dos áreas diferenciadas por vegetación, la primera corresponde a una plantación de araucaria y en la otra a bosque nativo. A su vez se distinguen tres ambientes diferenciados en relación al tipo de sotobosque que presentan, por la predominancia de especies y formas de vida que los caracterizan: sotobosque con predominancia de helechos arborescentes, de bambúceas y de latifoliadas (Figura 1).

También se pueden apreciar diversas especies vegetales características de la selva, entre ellas alguna protegidas por ley debido al riesgo de extinción: palo rosa (*Aspidosperma polyneuron*), chachi bravo (*Alsophila setosa*), y araucaria (*Araucaria angustifolia*), especie esta última a la cual se dedica especial atención en la recorrida del sendero.

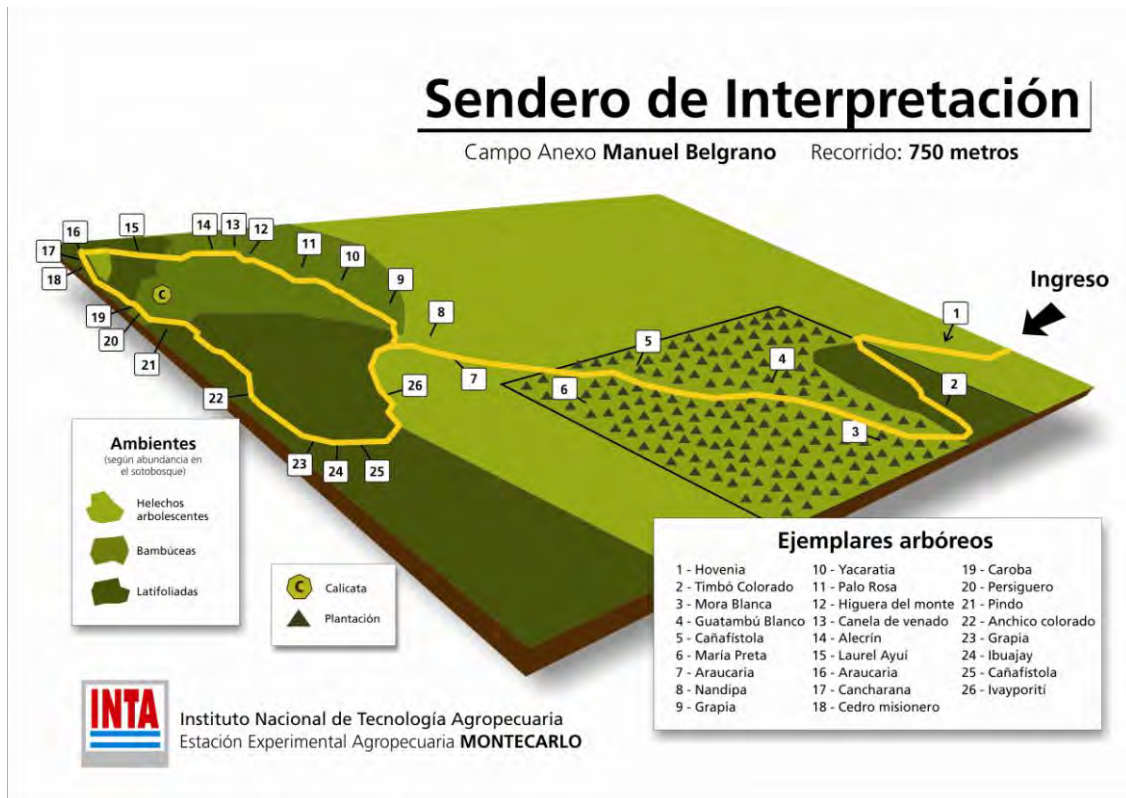


Figura 1: Mapa esquemático del Sendero de Interpretación.
Figure 1: Schematic map of the Trail of Interpretation

Resultados

Desde el inicio del Programa, en noviembre de 2008, se llevaron a cabo 15 Jornadas, en las cuales participaron aproximadamente 280 alumnos del 4º y 5º curso y 20 docentes de escuelas secundarias de San Antonio, Bernardo de Irigoyen, Dos Hermanas, Escuela de la Familia Agrícola de Gramado, y del último año del Profesorado Elemental (Magisterio) de Bernardo de Irigoyen.

El análisis de la opinión de los alumnos respecto del cuestionario de evaluación de cada Jornada, se destacan los siguientes aspectos:

- Los conocimientos adquiridos.
- El poder relacionar conocimientos anteriores con situaciones concretas, y asociar el método científico con las actividades cotidianas.
- Conocer mejor la institución (INTA).
- Valorar a la *Araucaria angustifolia* como especie en peligro de extinción.
- Comprender la aplicación del Ciclo de indagación mediante actividades prácticas que permiten “descubrir” el dato por cuenta propia.
- Cuidado de la naturaleza, ambiente, árboles nativos.
- La utilidad de lo aprendido para el futuro.

Por su lado, los docentes han destacado el potencial de los estudiantes como multiplicadores, y recalcaron las expectativas que se tiene en ellos como generadores de cambios.

Conclusiones

Los primeros tres años del Programa de Educación Ambiental permitieron ajustar la metodología de trabajo y visualizar el relevancia de conlleva este tipo de actividades para mejorar la relación entre el hombre y su medio ambiente; considerándola como complemento de la educación formal. Los alumnos destacaron la integración entre teoría y práctica y la interrelación de los temas trabajados, mientras que los docentes resaltaron el potencial multiplicador de los alumnos y sus posibilidades de generar procesos de cambio.

Producto de estas consideraciones se decidió consolidar y ampliar el Programa incorporando, a partir de 2012, al Campo Anexo Laharague (Montecarlo) como una segunda sede para el desarrollo de actividades.

Bibliografía

- Beffart Aiolfi R.; Hasse B.; Bernadon A.; Godoy W. I. 2011. Trilha ecológica como um recurso pedagógico à educação ambiental. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Paraná. Brasil. 9p.
- Feisinger, P.; Arango, N.; Chaves, M. E. 2009. Principios y práctica de la enseñanza de ecología en el patio de la escuela. Fundación Senda Darwin e Instituto de Ecología y Biodiversidad. Universidad de Chile. 135 p.
- Gluck Rachwal M. F.; Carvalho P. E.; De Oliveira Withers L. H. (2007). Educação Ambiental na Trilha Ecológica da Embrapa Florestas. Documentos 147. Embrapa Florestas. Paraná, Brasil. 45p.

**CRECIMIENTO, DIOECIA Y ASOCIACIONES CLIMÁTICAS EN
Araucaria angustifolia (Bertoloni) O. Kuntze EN LOS BOSQUES UMBROFILOS
NEOTROPICALES DE ARGENTINA**

**SEX-RELATED, GROWTH-CLIMATE ASSOCIATION OF *Araucaria angustifolia*
(Bertoloni) O. Kuntze IN THE NEOTROPICAL OMBROPHILOUS WOODLANDS
OF ARGENTINA**

Cattaneo, N¹; Pahr, N²; Fassola, H²; Bogino, S¹

¹ Departamento de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de San Luis, Avenida 25 de Mayo 384, 5730, Villa Mercedes, San Luis, Argentina.

² Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. EEA Montecarlo, Misiones, Argentina
Contacto: nicoscattaneo@gmail.com

Resumen

Araucaria angustifolia es una especie dioica que domina los bosques de araucaria de Brasil y Argentina. El objetivo de este trabajo fue analizar la dinámica de crecimiento radial de araucaria y su asociación con el clima de acuerdo con el sexo. Se aplicó la metodología dendrocronológica estándar. Los resultados mostraron que diferentes anomalías anatómicas dificultaron el proceso de datación. Los árboles femeninos y masculinos evidenciaron patrones de crecimiento que cambiaron a través del tiempo, sin mostrar diferencias significativas en el período 1950-1990, pero altamente significativas desde 1990 en adelante ($p < 0,1$). La lluvia, cuyo efecto cambia con el sexo, es la variable climática que controla el crecimiento. Ambos sexos mostraron una asociación inversa con el Índice de Oscilación del Sur (IOS). Estos resultados enfatizan la importancia de las especies dioicas para el estudio de la relación entre los sexos, el crecimiento y las variables climáticas.

Palabras clave: dendrocronología, araucaria, IOS, El Niño.

Summary

Araucaria angustifolia is a dioecious species that dominates the araucaria woodlands in Brazil and Argentina. The goal of this study was to analyse the dynamics of radial growth in this species and its association with climate variation according to the sex. Standard dendrochronological techniques were applied. Xylem anatomical anomalies made the tree-ring dating process difficult. Female and male trees showed growth patterns that changed over time, not being significant in the 1950-1990 period and highly significant from the 1990s onwards ($p < 0.1$). Rainfall is the climate variable that controls growth according to the sex. Both females and males showed an inverse association with the Southern Oscillation Index (SOI). Results emphasised the usefulness of dioecious species for studies based on sex-related, growth-climate association.

Keywords: dendrochronology, araucaria, SOI, dioecious, El Niño.

Introducción

Araucaria angustifolia (Bertoloni) O. Kuntze, (Pino Paraná, araucaria) es una especie dioica que pertenece a la familia de las *Araucariaceae*, coníferas primitivas del hemisferio sur que se originaron en el período Triásico (Hueck, 1972). Originalmente, los bosques de

araucaria ocupaban 177.600 km² en Brasil y 2.100 km² en Argentina (Leite y Klein, 1990). Actualmente, entre el 1-3% de su área original permanece como parches aislados debido, fundamentalmente, a los cambios de uso de la tierra, la falta de políticas de protección y las dificultades para su reproducción natural posiblemente vinculadas al cambio climático (Guerra et al., 2002). La Lista Roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), la clasifica en estado de peligro crítico con riesgo en un futuro inmediato de “peligro de extinción” (Farjon, 2006).

Estudios previos indican que tanto el potencial de crecimiento como la distribución de *A. angustifolia* están directamente relacionados con variables ambientales, especialmente climáticas, como temperatura y precipitación, entre otras (Zanon y Finger, 2010). Por otra parte, el potencial incremento de la temperatura media dentro del contexto de cambio climático, implicaría cambios en la distribución de *A. angustifolia* debido a su vulnerabilidad al déficit hídrico y a las altas temperaturas (Silveira Wrege et al., 2009).

Estudios previos sugieren que, en las especies leñosas dioicas, la sensibilidad climática y los requerimientos ambientales para la reproducción y el crecimiento varían de acuerdo con el sexo (Nicotra, 1999; Núñez et al., 2008; Rozas et al., 2009). Las especies dioicas ofrecen una excelente oportunidad para examinar los costos reproductivos y la dependencia de los procesos funcionales, como el crecimiento radial, de la asociación clima-sexo (Obeso, 2002).

La dinámica y la relación del crecimiento con las variables ambientales a través del tiempo pueden analizarse por medio del estudio de los anillos de crecimiento de las especies leñosas (Dendrocronología). Debido a que cada anillo de crecimiento se formó en un año determinado, esta técnica nos permite analizar la relación entre el ambiente y el crecimiento forestal en épocas pasadas y, por otra parte, estimar cómo será la dinámica de esos bosques en el futuro (Speer, 2010).

Existen estudios dendrocronológicos previos sobre *A. angustifolia* con resultados negativos (Lamprecht, 1990) o positivos (Seitz y Kanninen, 1989; Tomazello et al. 2000) al intentar correlacionar (sincronizar) el crecimiento de esta especie. Los anillos de crecimiento de *A. angustifolia* registran las periodicidades asociadas al ENOS (El niño Oscilación del Sur), los picos de máxima actividad solar (Prestes et al., 2011) y quedó demostrado que la temperatura regula tanto la actividad cambial como el ancho de los anillos en el extremo sur de su distribución (Brasil) (Oliveira et al., 2009; 2010). En Argentina, Barrera et al. (2002) no evidenciaron dependencia del crecimiento de los anillos de *A. angustifolia* con respecto a la producción de conos y mencionan que la presencia de “lentes” (discontinuidades en los anillos) impidió la correcta datación de las muestras.

La dependencia del crecimiento individual en función del sexo y del clima ha sido analizada durante cuatro años consecutivos a través de mediciones repetidas (Zanon y Finger, 2010), pero aún no se han llevado a cabo estudios utilizando técnicas dendrocronológicas que analicen el crecimiento de *A. angustifolia* y su asociación con las variables climáticas, considerando a la dioecia como un factor importante en la interpretación de estas relaciones.

En este trabajo analizamos: a) la dinámica de crecimiento de araucaria a través del tiempo de acuerdo con el sexo, b) la relación entre el crecimiento radial de ambos sexos y el clima, y c) la factibilidad para determinar eventos El Niño en hembras y machos que crecen en el extremo oeste de la distribución de la especie en Argentina, mediante la utilización de técnicas dendrocronológicas.

Materiales y métodos

El material leñoso para el estudio se obtuvo de plantaciones de *Araucaria angustifolia* con edades de 47 a 61 años, pertenecientes al Campo Anexo Manuel Belgrano, propiedad del INTA, San Antonio, provincia de Misiones, Argentina, a los 26° 03' S y 53° 46' W, 500 msnm.

(Figura 1). Los suelos son ácidos lateríticos rojos y de textura fina, estando afectados por la erosión hídrica a causa de la deforestación. Poseen baja cantidad de nutrientes y tienen buenas condiciones físicas para el crecimiento de las raíces (Ligier et al, 1990; SAyDS, 2007). El clima es mesotérmico sin estación seca (Nimer, 1989) y la lluvia se distribuye de forma homogénea durante el año. El promedio de la precipitación anual es de 1824 mm (DE = 441,93 mm, período 1948-2009), con una tendencia positiva desde el año 1950 en adelante. La temperatura media mensual varía desde 15,7 °C en julio a 25,85 °C en enero.

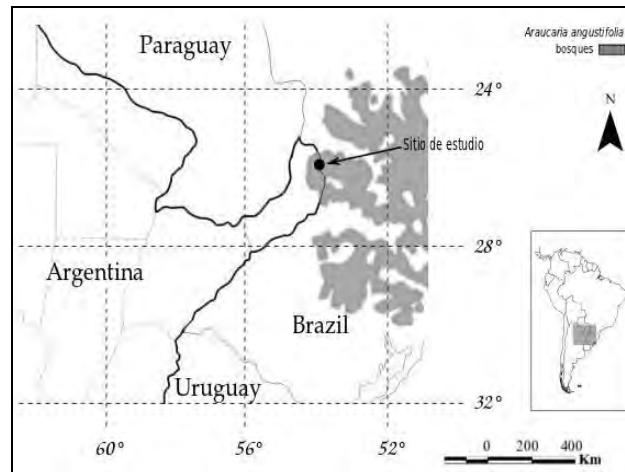


Figura. 1: Sitio de estudio y bosques de *Araucaria angustifolia*.
Figure 1: Sampling site and *Araucaria angustifolia* woodlands.

Se seleccionaron árboles por sexo y tamaño. Luego de identificados los individuos masculinos y femeninos, se procedió al apeo de 30 ejemplares dominantes y co-dominantes de cada sexo y a la obtención de una sección transversal (rodaja) de aproximadamente 5 cm de espesor de la base de cada árbol.

Las secciones transversales se pulieron con lijas de grano progresivamente más fino (60-600). Los anillos de crecimiento se fecharon de acuerdo con la metodología propuesta por Stokes y Smiley (1968). Los anillos de crecimiento se midieron con una precisión de 0,01 mm con un equipo de medición Unislid TA 4020H1-S6 Velmex.

El programa COFECHA v6.06P (Holmes, 2001) se utilizó para evaluar la calidad del fechado y de las mediciones. Este programa calcula el coeficiente de correlación de Pearson entre cada cronología de ancho de anillos indexada y una cronología maestra de referencia, generada a partir de todas las demás muestras (Grissino-Mayer, 2001).

Para cada sexo, se generó una cronología de ancho de anillos que representa las variaciones en el crecimiento radial medio a través del tiempo. A partir de estas cronologías, se construyeron curvas de crecimiento radial medio. Se realizó un análisis de la varianza (ANDEVA) para detectar diferencias en el crecimiento radial medio entre sexos. Las cronologías se dividieron en períodos de diez años (décadas) para determinar diferencias de crecimiento entre sexos a través del tiempo. El ancho de los anillos de crecimiento se transformó usando el logaritmo natural para lograr la normalidad y para homogeneizar la variabilidad de la varianza. La prueba de Kolmogorov-Smirnov se aplicó para determinar normalidad. El sexo de los árboles y la década se usaron como factores independientes. Se evaluó también la interacción entre sexo y década. Los análisis estadísticos se realizaron usando el programa Infostat V.9 (Di Rienzo et al., 2009).

Para eliminar la tendencia biológica de crecimiento y para minimizar el efecto de las variaciones que no son comunes a la mayoría de los árboles se aplicó el programa ARSTAN

v41d (Cook y Holmes, 1984). El programa permite generar cronologías estandarizadas del rodal, maximizando la variabilidad año a año, generalmente asociada a factores ambientales. La calidad de las cronologías generadas se evaluó mediante la sensibilidad media (SM), la relación señal/ruido (SNR) y la señal expresada por la población (EPS) (Cook y Kairiukstis, 1990). El programa DENDROCLIM2002 (Biondi y Waikul, 2004) se utilizó para analizar la respuesta del crecimiento de los árboles al clima mediante una regresión múltiple. Los coeficientes se consideraron significativos a $*p < 0,05$. Se emplearon como datos climáticos la temperatura media mensual, la precipitación mensual y el índice mensual de la oscilación del sur (IOS), desde febrero previo a la estación de crecimiento hasta mayo al final de la estación de crecimiento. Los datos meteorológicos pertenecen a las estaciones meteorológicas de Montecarlo (precipitación, 1948-2009, temperatura 1924-1997) e Iguazú (temperatura, 1980-2009). El IOS (<http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/indices/>) es la expresión atmosférica del ENOS (El niño Oscilación del Sur). Valores positivos y negativos del IOS están relacionados con eventos “La Niña” y “El Niño”, respectivamente (Bjerknes, 1966; 1969).

Resultados

Los anillos de crecimiento de araucaria mostraron una amplia variedad de anomalías anatómicas, como por ejemplo: anillos falsos, lentes, microanillos, anillos comprimidos, anillos ausentes y cambios intraanuales de densidad (Imagen 1).

Estas anomalías generalmente estuvieron ausentes cuando los árboles eran jóvenes y ocurrieron más frecuentemente desde el año 1970 en adelante.

Las anomalías anatómicas hicieron complejo el fechado de algunas de las series. No se incluyeron aquellas que presentaron una correlación con la serie maestra por debajo de 0,4. Finalmente, 24 árboles hembras y 21 árboles machos se fecharon adecuadamente y se utilizaron para los estudios posteriores.

En ambos sexos el ancho de los anillos de crecimiento alcanzó su máximo valor a los 15 años de edad. A partir de esa edad el crecimiento comenzó a declinar y un declive de las tasas de crecimiento medio fue evidente a partir de los 30 años de edad en adelante.

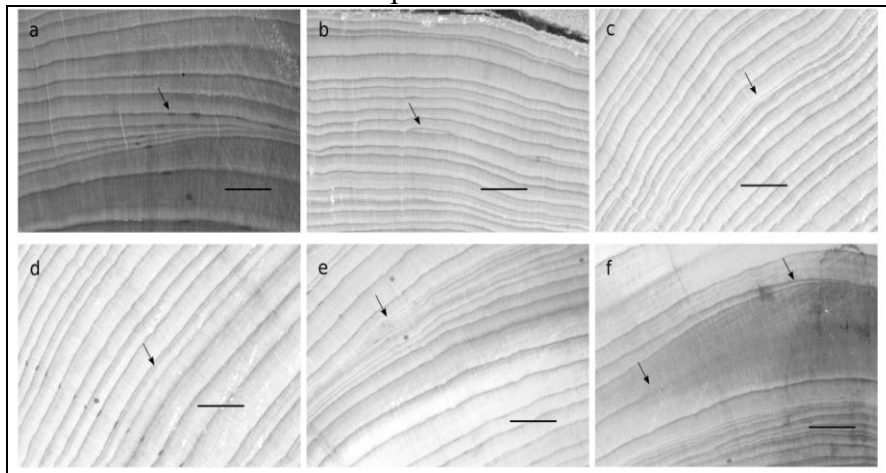


Imagen 1: Anomalías anatómicas de *Araucaria angustifolia*: anillos en cuña (a), lentes (b), micro anillos y anillos difusos (c), fluctuación de densidad intraanual (d), múltiples microanillos (e), y pérdida del límite de un anillo luego de un cambio abrupto de su grosor. Las flechas indican las anomalías anatómicas. Escala, 1 cm.

Image 1: Anatomical anomalies of *Araucaria angustifolia*: pinching tree rings (a), lenses (b), micro rings and diffuse rings (c), intraannual density fluctuation (d), multiple microrings (e), and missing tree-ring boundary plus abrupt change in tree ring width (f). The arrows point out the anatomical anomalies. Scale bars, 1 cm.

El análisis de la interacción entre sexo y década mostró una diferencia significativa en el crecimiento radial entre los sexos desde el año 1990 en adelante ($p < 0,1$) teniendo las hembras una tasa de crecimiento mayor (Gráfico 1).

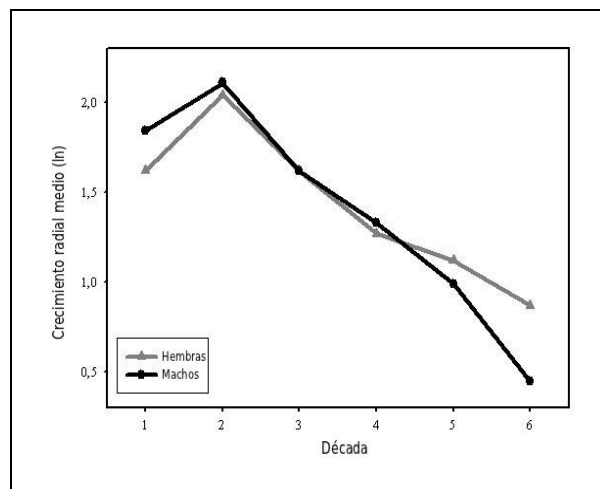


Gráfico 1. Interacción entre el ancho de anillos (transformado en logaritmo natural) y las décadas (1950-2008). Se detectó una diferencia significativa desde el año 1990 en adelante ($p < 0,1$).

Graph 1: Interaction between tree-ring growth (transformed as natural logarithm) and decades (1950-2008 period). A significant difference between sexes was detected from the 1990s onwards ($p < 0,1$).

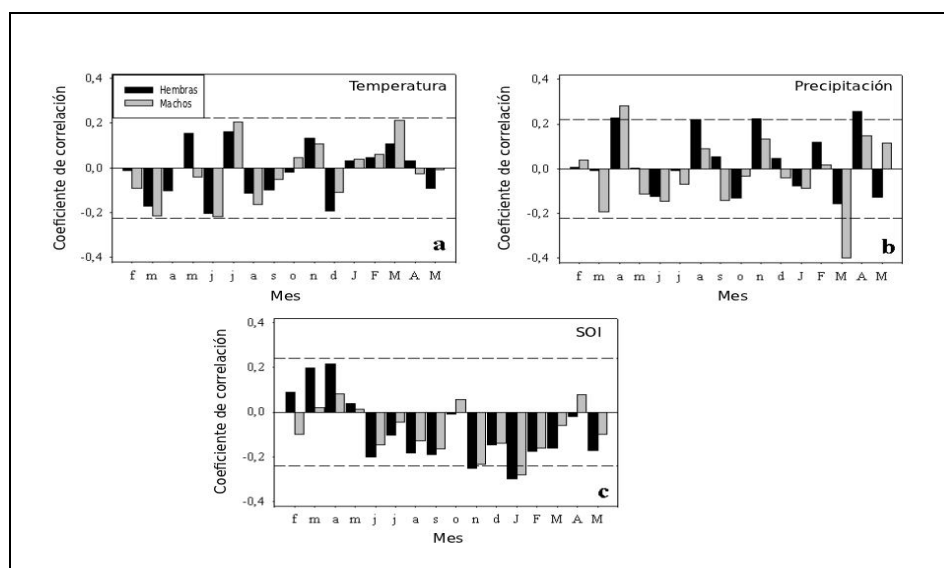


Gráfico 2: Correlaciones entre el clima y el crecimiento entre las cronologías residuales de árboles femeninos y masculinos de *Araucaria angustifolia*. Correlaciones con la temperatura media mensual (a), precipitación mensual (b) y IOS mensual. Las líneas de rayas indican correlaciones significativas a $*(p < 0,05)$.

Graph 2: Climate-growth correlations between residual tree-ring chronologies of female and male *Araucaria angustifolia* trees. Correlations with mean monthly temperature (a), monthly precipitation (b), and monthly SOI (c). Dashed lines mean a significant correlation at $*(p < 0,05)$.

No se determinó un efecto significativo de la temperatura sobre las cronologías residuales. Se detectó un efecto positivo de las lluvias sobre los árboles femeninos en abril y agosto previos a la estación de crecimiento. La lluvia afecta positivamente el crecimiento de los árboles masculinos en abril previo a la estación de crecimiento. Un efecto negativo de las lluvias se evidenció sobre los machos al final de la estación de crecimiento (Marzo). Se determinó una asociación negativa entre la cronología residual de los dos sexos y el IOS durante la estación de crecimiento (Gráfico 2).

Discusión

Los resultados de este estudio enfatizan el valor de araucaria para los estudios dendrocronológicos y su potencial para el estudio de las diferencias de crecimiento entre sexos en la respuesta al clima. Las anomalías anatómicas que presenta esta especie, dificultan el fechado, como ya se había mencionado anteriormente (Lamprecht, 1990; Barrera et al., 2002), y confirman estudios previos que las describen (Seitz y Kaninnen, 1989; Oliveira et al., 2009). La baja disponibilidad de nutrientes en el suelo o la alta competencia entre árboles puede inducir la formación de las anomalías observadas (Schweingruber, 1996), y en este estudio éstas ocurrieron desde 1970 en adelante, donde el crecimiento pudo estar restringido por la competencia entre los árboles, debido a la alta densidad de la plantación. Las anomalías anatómicas comenzaron cuando el crecimiento medio anual de ambos sexos mostró las primeras restricciones debido al efecto de la edad sobre el crecimiento y al cierre de la canopia.

La datación cruzada fue posible, lo que implica que las hembras y los machos comparten la misma variabilidad de alta frecuencia en su crecimiento radial, debida, probablemente, a los efectos de los factores ambientales como, por ejemplo, la variación interanual del clima.

No se detectaron diferencias en el crecimiento medio radial entre sexos usando otras metodologías, como por ejemplo dendrómetros con mediciones repetidas durante tres años consecutivos en Brasil y estudios fenológicos en Misiones (Cozzo, 1995; Zanón y Finger, 2010). Nuestros resultados coinciden con esos estudios si se considera el período de crecimiento juvenil de la araucaria, pero cuando el crecimiento se relaciona con el sexo a través del tiempo, ésta asociación cambia en las dos últimas décadas teniendo las hembras un mayor crecimiento medio que los machos. Estos resultados destacan la importancia de un estudio temporal de varios años que puede ser provisto por la dendrocronología que ya ha sido demostrado en otras especies como *Fraxinus mandshurica* Rupr. donde los machos crecían más que las hembras dependiendo del período analizado (Gao et al., 2010) lo que sugiere que ambos sexos tiene diferentes demandas fisiológicas para crecer, y que estas cambian a través del tiempo (Obeso, 2002).

Nuestros resultados indican que el crecimiento de la araucaria está controlado por la lluvia. A pesar de que la temperatura es considerada como el factor climático más importante que controla la actividad cambial de los árboles en los bosques subtropicales de montaña del sur de Brasil (Oliveira et al., 2010), y que un efecto negativo de las altas temperaturas sobre el crecimiento se determinó en sitios de muestreo entre 920 y 1000 msnm. de altura, respectivamente (Silva et al., 2009; Zanón y Finger, 2010) nuestros resultados no muestran efecto alguno de la temperatura media sobre el crecimiento radial, tal vez debido a la elevación del sitio (520 msnm).

El efecto positivo de la lluvia sobre el crecimiento encontrado en nuestro estudio coincide con resultados previos en Rio Grande do Sul, el estado más austral de Brasil, (920-1000 msnm) donde la lluvia tuvo un efecto positivo sobre el crecimiento (Silva et al., 2009; Zanón y Finger, 2010), lo que sugiere que las precipitaciones manejan el crecimiento en los

límites del área de distribución de la especie, así como también el de otras especies que crecen bajo condiciones ambientales subtropicales (Morales et al., 2004).

Nuestros resultados enfatizan la importancia de analizar la asociación del clima con el crecimiento en función del sexo ya que solo los machos muestran una relación negativa con la lluvia al final de la estación de crecimiento, lo que sugiere que el incremento de la precipitación media en los últimos cincuenta años, que favorecería el crecimiento de las hembras, restringe el crecimiento de los machos.

Si consideramos a la lluvia y a la temperatura, sugerimos que la araucaria tiene una asociación regional con ambas variables climáticas, tal vez vinculada a la posición altitudinal: el crecimiento en las partes bajas, como en nuestro sitio de muestreo, se beneficiaría por la abundante lluvia dependiendo del sexo.

Valores del IOS negativos (eventos “El Niño”) caracterizados por tiempo húmedo y cálido, implican condiciones favorables para el crecimiento de araucaria en estos sitios; por el contrario, valores de IOS positivos (eventos “La Niña”) caracterizados por tiempo seco, implican condiciones desfavorables para el crecimiento, mostrando un mayor efecto sobre las hembras que sobre los machos. El mayor crecimiento de las hembras en las últimas dos décadas coincide con una mayor frecuencia de eventos “El Niño” (desde 1990 hasta 2003) lo que indica que estos eventos climáticos favorecen el crecimiento de los individuos femeninos. Tiempo húmedo, determinado por valores negativos del IOS, podría no ser completamente favorable para los machos, considerando el efecto negativo que tienen las lluvias al final de la estación de crecimiento sobre este sexo.

Conclusiones

En resumen, hembras y machos de araucaria muestran diferencias significativas en el crecimiento a través del tiempo. Un mayor crecimiento de las hembras puede estar asociado a un aumento de la precipitación media y de los eventos “El Niño” en las últimas dos décadas, contrastando estudios previos que sugieren un crecimiento menor de las hembras por el costo reproductivo. La evidente sensibilidad de araucaria a las lluvias y al IOS implica que la variabilidad de esas variables en un contexto de cambio climático podría afectar el crecimiento de la especie en el futuro. La lluvia es la variable climática más importante que controla el crecimiento de araucaria en el extremo oeste de su distribución en Argentina, sin embargo machos y hembras muestran una asociación diferente con esta variable. Por último, *Araucaria angustifolia* tiene potencial para registrar la variabilidad del IOS, enfatizando su valor dendrocronológico para los estudios del cambio global.

Bibliografía

- Barrera, M., Fassola, H., Santacroce, N., Caccavari, M., Dome, E., Gauchat, M., 2002. Biología reproductiva de *Araucaria angustifolia* y su aplicación al manejo de plantaciones en la provincia de Misiones. Informe Técnico No 36. EEA Montecarlo-INTA, 67 pp.
- Biondi, F., Waikul, K., 2004. DENDROCLIM2002: AC++ program for statistical calibration of climate signals in tree-ring chronology. *Computers and Geosciences* 30, 303-311.
- Bjerknes, J., 1966. A possible response of the atmospheric Hadley circulation to equatorial anomalies of ocean temperature. *Tellus* 18, 820-829.
- Bjerknes, J., 1969. Atmospheric teleconnections from the equatorial Pacific. *Monthly Weather Review* 97, 163-172.
- Cook, E.R., Holmes, R.L., 1984. Program ARSTAN users manual. Laboratory of Tree-Ring Research, University of Arizona, Tucson. 15 pp.
- Cook E. R. y Kairiukstis L. A. 1990. *Methods of Dendrochronology. Applications in the Environmental Science*. Dordrecht, Netherlands ; Boston : Kluwer Academic Publishers. 394 p.
- Cozzo, D., 1995. Informaciones silviculturales y dasométricas de las principales especies utilizadas en forestaciones de la Argentina y en América Latina, Coníferas, *Araucaria angustifolia*. *Silvicultura de Plantaciones Maderables*. Orientación gráfica editora, Buenos Aires, pp. 707-718.
- Di Rienzo, J., Balzarini, M., Casanoves, F., González, L., Tablada, E., Robledo, C., 2009. Infostat Software Estadístico versión 9. Grupo infoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

- Farjon, A., 2006. *Araucaria angustifolia*. In: IUCN 2008. 2008 IUCN Red List of Threatened Species. Available at <http://www.iucnredlist.org> [2 November 2011]
- Gao, L., Zhang, Ch., Zhao, X., V. Gadow, K., 2010. Gender-related climate response of radial growth in dioecious *Fraxinus mandshurica* Trees. *Tree-Ring Research* 66(2), 105-112.
- Grissino-Mayer, H.D., 2001. Evaluating crossdating accuracy: a manual and tutorial for the computer program COFECHA. *Tree-Ring Research* 57, 205-221.
- Guerra, M.P., Silveira, V., Reis, M.S., Schneider, L., 2002. Exploração, manejo e conservação da araucária (*Araucaria angustifolia*), in: Simões, L.L., Lino, C.F., (Eds.), *Sustentável Mata Atlântica: a exploração de seus recursos florestais*. Senac, São Paulo, pp. 85-102.
- Holmes, R.L., 2001. Dendrochronology Program Library. Available from the Laboratory of Tree-Ring Research, University of Arizona, Tucson, USA.
- Hueck, K., 1972. *As florestas da America do Sul*. Editora Universidade de Brasilia and Editora Poligono, Sao Paulo, 372 pp.
- Lamprecht, H. 1990. *Silvicultura en los Trópicos*. Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GTZ). Eschborn, Alemania, 335 pp.
- Leite, P.F., Klein, R.M., 1990. *Vegetação*. In: Mesquita, O. V. (Ed.), *Geografia do Brasil, Região Sul*. IBGE, Rio de Janeiro, pp. 113-150.
- Ligier, H., Matteio, H., Polo, H., Rosso, J., 1990. *Atlas de Suelo de la República Argentina*. SAGyP-INTA. Tomo II. Provincia de Misiones, 154 pp.
- Morales, M., Villalba, R., Grau, R., Paolini, L., 2004. Rainfall-controlled tree growth in high-elevation subtropical treelines. *Ecology* 85: 3080–3089.
- Nicotra, A.B., 1999. Sexually dimorphic growth in the dioecious tropical shrub, *Siparuna grandiflora*. *Functional Ecology* 13, 322–331.
- Nimer, E., 1989. *Climatologia do Brasil*, 2nd edn. IBGE, Rio de Janeiro, 421 pp.
- Núñez, C. I., Núñez, M. A., Kitzberger, T., 2008. Sex-related spatial segregation and growth in a dioecious conifer along environmental gradients in northwestern Patagonia. *Ecoscience* 15 (1), 73-80.
- Obeso, J.R., 2002. The cost of reproduction in plants. *New phytology* 155, 321-348.
- Oliveira, J.M., Santarosa, E., Pillar, V.D., Roig, F.A., 2009. Seasonal cambium activity in the subtropical rain forest tree *Araucaria angustifolia*. *Trees* 23, 107-115.
- Oliveira, J.M., Roig, F.A., Depatta Pillar, V., 2010. Climatic signals in tree rings of *Araucaria angustifolia* in the southern Brazilian highlands. *Austral ecology* 35, 134-147.
- Prestes, A., Rigozo, N.R., Nordemann, D.J.R., Wrasse, C.M., Souza Echer, M.P., Echer, E., da Rosa, M.B., Rampelott, P.H., 2011. Sun-earth relationship inferred by tree growth rings in conifers from Severiano De Almeida, Southern Brazil. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics* 73, 1587-1593.
- Rozas, V., De Soto, L., Olanco, J.M., 2009. Sex-specific, age-dependent sensitivity of tree-ring growth to climate in the dioecious tree *Juniperus thurifera*. *New Phytology* 182, 687-697.
- SAyDS, 2007. *Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. (2007). Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos. Informe Nacional*. Buenos Aires.
- Schweingruber, F., 1996. *Tree rings and environment: Dendroecology*. Haupt, Berne, 609 pp.
- Seitz, R., Kanninen, M., 1989. Tree-ring analysis of *Araucaria angustifolia* in Southern Brazil: Preliminary results. *IAWA Bulletin* 10(2), 170-174.
- Silva, L.C.R., Anand, M., Oliveira J.M., Pillar, V.D., 2009. Past century changes in *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze water use efficiency and growth in forest and grassland ecosystems of southern Brazil: implications for forest expansion. *Global Change Biology* 15, 2387-2396.
- Silveira Wrege, M., Higa, R.C.V., Miranda Brites, R., Cordeiro Garrastazu, M., de Sousa, V.A., Caramori, P.H., Radin, B., Braga, H.J., 2009. El cambio climático y la conservación de *Araucaria angustifolia* en Brasil. *Unasylva* 60, 30-33.
- Speer, J., 2010. *Fundamentals of tree-ring research*. The University of Arizona Press, Tucson, UEA, 333 pp.
- Stokes, M., Smiley, T., 1968. *An Introduction to Tree-Ring Dating*, University of Arizona Press, Tucson, UEA, 73 pp.
- Tomazello Filho, M., Lisi, C. S., Botosso, P. C. 2000 *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kunt., the Brazilian pine, as a potential species for dendrochronological studies. En: *International conference on dendrochronology for the third millennium*, Mendoza, 2000. *Proceedings*. Mendoza: IANIGLA / CONICET, 2000. p.165.
- Zanon, M.L.B., Finger, C.A.G., 2010. Relação de variáveis meteorológicas com o crescimento das árvores de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em povoamentos implantados. *Ciência Florestal* 3, 467-476.

MANEJO DE REGENERACIÓN DE *Prosopis ruscifolia* Griseb. – EFECTOS DEL RALEO EN EL CRECIMIENTO EN DIÁMETRO Y ÁREA BASAL

MANAGEMENT OF *Prosopis ruscifolia* Griseb's. REGENERATION – THINNING EFFECT ON GROWTH OF DIAMETER AND BASAL AREA

Delvalle, P.¹; Ayala, M.²; Atanasio, M.³; Pueyo, D.⁴; Roig, C.⁵; Medina, F.⁶

¹ Ing. Ftal., Prof. Titular Cátedra Silvicultura. FRN. Universidad Nacional de Formosa. Av. Gutnisky 3200. Formosa. pdelvalle@correo.inta.gov.ar

² Ing. Ftal., Prof. Titular Cátedra Sociología Rural y Extensión Forestal. FRN. Universidad Nacional de Formosa Av. Gutnisky 3200. Formosa.

³ Ing. Ftal. Técnico EEA Colonia Benítez. M. Briolini s/n, Cnia. Benítez matanasio@correo.inta.gov.ar. ⁴ Ing. Agr., Coordinador Investigación. INTA EEA El Colorado. Av. Carlos Pelegrini, Acceso Sur S/N. El Colorado Formosa. jpueyo@coreo.inta.gov.ar. ⁵ Ing. Agr. Técnico Cnia. Benítez. M. Briolini s/n. caroig@correo.inta.gov.ar.

⁶ Becaria Estudiantil, INTA EEA El Colorado. Av. Carlos Pelegrini, Acceso Sur S/N. El Colorado Formosa. medinafanny1@yahoo.com.ar

Resumen

El ensayo de manejo de regeneración natural de vinal *Prosopis ruscifolia* Griseb., fue instalado con el objetivo de analizar el efecto del raleo en comunidades puras de vinal, empleando un diseño exploratorio con dos intensidades de raleo sin repeticiones. Los tratamientos fueron: testigo (sin raleo), tratamiento 1: raleo dejando una densidad de 1000 pl/ha y tratamiento 2: raleo dejando una densidad de 500 pl/ha. Se hallaron diferencias en el incremento del diámetro en respuesta a la intervención de raleo, los mayores incremento diametrales se obtuvieron en el tratamiento 2, con valores de 2,27 cm. en el año 2010 y 1,65 cm. en 2011, los menores incrementos se registraron en la parcela del testigo (alta densidad). En altura total también mejora el crecimiento en las parcelas raleadas. En área basal se registra mayor crecimiento en la parcela testigo, disminuyendo en las parcelas raleadas.

Palabras clave: manejo, raleo, diámetro, *Prosopis ruscifolia*

Summary

Natural regeneration management of vinal (*Prosopis ruscifolia* Griseb), was installed in order to analyze the effect of thinning, in vinal pure communities. Were applied two thinning treatment, without repetitions, using an exploratory design. Treatments were: control (no thinning); T1: 1000 plants/ha after thinning, and T2: 500 plants/ha after thinning. The diameters increase showed differences in response to thinning; largest diameter increase was in T2 with 2.27 cm in year 2010 and 1.65 cm in 2011, the smallest increases were recorded in populations of control (high densities). In total height also improved growth in thinned plots was observed. In terms of basal area was recorded higher growth in the control plot, and smaller in thinned plots.

Key-words: management, thinning, diameter, *Prosopis ruscifolia*.

Introducción

El vinal *Prosopis ruscifolia* Griseb. es una especie colonizadora que ocupa gran diversidad de ambientes, en la provincia de Formosa se instala y reproduce con gran rapidez

en ambientes alterados por el hombre, como chacras abandonadas y campos sometidos a sobrepastoreos. En condiciones naturales prolifera en lugares de rellenamiento de bajos por migración de cauces del Río Pilcomayo y por retroceso de los afluentes del Río Paraguay, en la Región Chaqueña los vinalares cubren aproximadamente 80.000 km² (Morello, 1971).

El vinal como especie colonizadora según el inventario de la provincia de Formosa del año 1980, pertenece a los tipos forestales N° 8 de especies colonizadoras de tierras altas en menor proporción, teniendo mayor representatividad en el tipo forestal N° 9 de especies colonizadoras de tierras bajas que constituyen un tipo forestal más denso, donde los ejemplares ocupan el terreno con mayor agresividad y forman masas notablemente cerradas, el vinal es la especie principal, representa aproximadamente 87% de la abundancia de la masa en ese tipo forestal (Inventario Forestal, Provincia Formosa, 1980).

Su carácter de colonizadora, y la existencia de ambientes vulnerables para su expansión generó una explosión en la población desde el año 1936 ocupando gran parte de la superficie de la provincia, las masas densas formadas imposibilitaban el pastoreo de animales quedando estos lugares abandonados, motivo por el cual en el año 1940 por Decreto N° 85.584, de la Ley N° 4.863 el vinal es declarado plaga y por consiguiente obligatoria su eliminación (Morello, 1970).

Con el objetivo de poner fin a la expansión del vinal en el año 1970 el Gobierno de la provincia de Formosa y la Estación Experimental Agropecuaria del INTA El Colorado, elaboraron un plan de investigaciones denominado “Difusión, ecología y control del vinal y su relación con la recuperación de los suelos invadidos”, cuyo objetivo fue caracterizar los distintos ambientes ocupados por el vinal y proponer lineamientos de acción para su erradicación, las investigaciones fueron interrumpidas en el año 1974, quedando inconclusas y sin publicar. Los métodos de erradicación estudiados proponían eliminar los vinalares mediante desmontes mecánicos con tractores y topadoras, operación de elevado costo, desmonte químico por medio de pulverizaciones aéreas con *tordon 125* y de inyecciones en plantas en pie con *esterbutoxietilico 2,4,5 – T* en gasoil y por inundaciones controladas. Aunque no se analizaron los resultados a largo plazo, los costos económicos imposibilitaron la aplicación de estos tratamientos (Adámoli, 2005).

Las investigaciones realizadas por el Concejo Federal de Inversiones en 1974, sobre el aprovechamiento industrial de la madera de vinal, señalan usos potenciales para la producción de carbón, parquet y celulosa. Investigaciones realizadas sobre las propiedades mecánicas y físicas ajustadas a la norma IRAM (9552 – 9501), la clasifican como G-4 junto con los Algarrobos y el Caldén; es una madera apreciable por su resistencia a la tracción y dureza (Adámoli, 2005).

La regularización de la distribución del espaciamiento a través del raleo permite, concentrar el crecimiento en individuos selectos, aumentando la producción de madera en la masa residual (Hawley, 1972).

Existen pocas investigaciones de manejo silvícola del vinal entre las que se puede citar aquellas realizadas en el año 1993, por el Grupo de Investigaciones de Estudios sobre la Ecología Regional (GESER) citado por Astrada et., al (2005), que consistieron en una serie de estudios ecológicos y estimaciones de la producción maderera de los vinalares, mediante estudios de anillos y el uso de dendrómetros. En líneas generales observaron que el porcentaje de suelo desnudo disminuye hasta un 0% con tratamientos de poda y raleo a los dos años de aplicado.

Experiencias realizadas en la provincia de Santiago del Estero, en la Localidad de Santo Lugares, en un masa natural de *Prosopis ruscifolia* donde se aplicaron tres tratamientos de raleo, el T0 sin raleo con densidad de 370 árboles por hectárea, el tratamiento 2 con 100 árboles por hectárea, y el tratamiento 4 con 200 árboles por hectárea, obtuvieron como resultado diferencias en el crecimiento en área basal entre el testigo que presento el mayor

crecimiento y en los tratamientos T2 y T4 donde no se hallaron diferencias significativas entre los ellos (Ríos, 2008).

Delvalle (2005) en un ensayo exploratorio con tratamientos de raleo en un rodal de regeneración natural de *Prosopis sp.* (algarrobo), demostró que a mayor espaciamiento mayor es el incremento diametral, en la parcela testigo T1 (720 plantas) en seis años incremento su diámetro un 12,56% en comparación con el valor inicial, en los demás tratamientos se registró; en T2 (300 pl/ha) un 46%, en T3 (220 pl/ha) un 87% y en T4 (150 pl/ha) un 98,49 %.

Experiencias realizadas en forestaciones de *Grevillea robusta* en la provincia de Misiones para evaluar los efectos de las intensidades de raleo, demuestran que el incremento diamétrico resulta mayor con densidades menores en el periodo evaluado (Pérez et., al 2007).

Espinosa (1994), estudiando los efectos de raleo realizados en una plantación de 6 años de edad de *Pinus radiata* en localidad de Collipulli, Chile, aplicando cuatro tratamientos; que consistieron en dejar densidades de 1200, 800, 600 y 400 pl/ha, además del testigo con 1550 pl/ha, encontró que el raleo incrementó la tasa de crecimiento del diámetro de los árboles. Seis años después de la intervención, las parcelas raleadas más fuertemente crecieron a una tasa mayor que las raleadas moderadamente y que el testigo. Intensidades medias o altas disminuyeron el volumen total por hectárea, raleos livianos lo incrementaron.

Dado que el vinal es una especie que brinda la posibilidad de usos maderables para diversos fines, y constituye comunidades densas y puras, cuya superficie se estima en 2 millones de hectáreas entre las provincias de Formosa y Chaco, existe la posibilidad de conducción silvícola para mejorar su estructura y composición.

El objetivo del trabajo es evaluar el efecto del raleo en el crecimiento y desarrollo de un vinalar joven, regenerado naturalmente.

Materiales y métodos

Localización del ensayo: Campo Anexo “Bartolomé de las Casas” dependiente de la Estación Experimental Agropecuaria del INTA de El Colorado, situada sobre la ruta N° 81, en el centro-oeste de la provincia de Formosa, a 25° 25’ 55,6’’ de latitud Sur y 59° 30’ 26,9’’ longitud Oeste.

Descripción del ensayo: con el objeto de evaluar los efectos del raleo, fue instalado en el año 2009, en un vinalar puro de 3 hectáreas, en estado de monte bravo, diseminado entre los años 2004 y 2005, con una densidad inicial de 11100 plantas por hectárea, es un estudio de carácter exploratorio de intensidades de raleo sin repeticiones. La superficie de cada tratamiento fue de 1 hectárea y los tratamientos de raleo aplicados fueron:

T1: sin raleo (testigo).

T2: con raleo dejando una densidad de 1000 pl/ha.

T3: con raleo dejando una densidad de 500 pl/ha.

Se instalaron al azar tres parcelas circulares de muestreo permanente de 100 m² en el testigo y 200 m² en el T2 y T3.

Las variables respuesta medidas anualmente en los meses de julio-agosto fueron diámetro normal (DN: medido a 1,3 m del suelo) y altura total. Además se calculó el área basal (AB en m²/ha) y el incremento anual del DN. Estas variables se analizaron descriptivamente debido a que se trata de un estudio exploratorio sin repetición.

En las parcelas de medición permanente de cada tratamiento los árboles fueron marcados con pintura en aerosol a 1,3 m del suelo, donde se midió el DN utilizando cinta forestal con precisión al milímetro. La altura total se midió con vara telescópica con precisión al cm.

El tratamiento consistió dejar en pie los individuos de mejor porte y sanos, además se podó las ramas y bifurcaciones en aquellas plantas seleccionadas. En el raleo se eliminaron los individuos tortuosos y dominados, debido a la alta densidad el raleo se realizó en 2 etapas hasta llegar a la densidad final con el objeto de evitar el vuelco de las plantas (2009 – 2010). La poda se realizó al 50% de la altura total en el año 2009 y el levante de poda en el año 2011.

En las imágenes siguientes se muestra: la parcela sin intervención en estado de monte bravo (**imagen 1**), la parcela con raleo selectivo por lo bajo, al primer año (**imagen 2**), y un ejemplar con avanzado estado de cicatrización del muñón de poda (**imagen 3**).



Imagen 1: Parcela sin intervención
Picture 1: Without thinning plot



Imagen 2: Raleo selectivo **Picture 2: Selective thinning plot**



Imagen 3: Cicatrizamiento de la poda
Picture 3: Scarring of pruning

Resultados y discusión

Analizando la variable diámetro normal se observa que a los tres años del raleo a mayor intensidad del mismo, mayor es el crecimiento en diámetro. El primer año el diámetro es similar para los distintos tratamientos, el segundo y tercer año posterior al raleo los valores de diámetro son mayores para los tratamientos de menor densidad. La variable altura total también muestra una evolución favorable mejorando el crecimiento en los tratamientos de mayor raleo (**tabla 1**).

Tabla 1: Evolución anual del diámetro y altura por tratamiento (cm)
Table 1: Annual evolution of diameter and height per treatment (cm)

Año	T1: testigo		T2: 1000 pl/ha		T3: 500 pl/ha.	
	DN (cm)	Altura total (m)	DN (cm)	Altura total (m)	DN (cm)	Altura total (m)
2009	2,85	2,4	2,62	2,5	2,93	2,6
2010	3,42	2,6	4,29	2,92	5,2	3,75
2011	3,46	2,8	5,13	3,75	6,85	4,3

En la **tabla 2** se representan los incrementos de diámetros medios. Los valores de incremento diametral son directamente proporcionales al grado de intervención de la masa.

Tabla 2: Incremento anual del diámetro por tratamiento (ICA en cm/año)
Table 2: Annual growth of diameter per treatment (cm/year)

Año	T1: testigo ICA-DN (cm/año)	T2: 1000 pl/ha ICA-DN (cm/año)	T3: 500 pl/ha. ICA-DN (cm/año)
2009	-	-	-
2010	0,57	1,67	2,27
2011	0,04	0,84	1,65

En la **tabla 3** se muestran los valores de área basal discriminado por año y por tratamiento.

Se aprecia que en las densidades mayores el stock en área basal, acumulada encada año, es mayor en la parcela testigo y disminuye en forma proporcional al grado de intervención.

Tabla 3: Área basal media por tratamiento
Table 3: Basal area average per treatment

Año	T1: testigo AB (m ² /ha)	T2: 1000 pl/ha AB (m ² /ha)	T3: 500 pl/ha. AB (m ² /ha)
2009	2,82	0,54	0,38
2010	5,02	1,45	1,07
2011	10,08	2,06	1,92

Los resultados que se presentan para esta especie concuerdan aquellos obtenidos en otras investigaciones sobre todo en la respuesta de crecimiento en diámetro normal, en respuesta a las diferentes intensidades raleo. Según los resultados obtenidos por Delvalle (2006) en regeneración de *Prosopis sp.*, la falta de raleo produce estancamiento de la masa forestal.

Resultados similares fueron obtenidos por Crechi et., al (2005) estudiando la influencia de raleos en *Pinus taeda*, donde sostiene que el incremento diametral está influenciado por la cantidad de individuos removidos, a raleos más fuertes mayor incremento diametral.

Si bien el crecimiento de diámetros individuales es mayor en los tratamientos con menor densidad, el stock de área basal es mayor en el tratamiento testigo debido a la alta densidad. Según Espinosa (1994) existe una estrecha relación entre la tasa de crecimiento acumulado de en volumen y área basal, y las densidades residuales, a mayor densidad mayor área basal y volumen.

Conclusiones

A los tres años el Tratamiento 3 con baja densidad, presenta los mayores incrementos en diámetro, esto demuestra que a mayor apertura de la masa mayor es el incremento en diámetro. El crecimiento en área basal es máximo en la parcela testigo debido a la alta densidad de individuos.

El incremento diametral de las parcelas tratadas presenta diferencias significativas respecto a la parcela testigo.

El raleo permite la entrada de luz en el estrato herbáceo, y el desarrollo de pasturas forrajeras, que posibilita la implementación de sistemas silvopastoriles.

Al tercer año los resultados silvícolas son satisfactorios, se propone seguir con las mediciones para evaluar las distintas densidades de raleo y proponer pautas de conducción para los vinalares.

Bibliografía

- ASTRADA, E. y Adámoli, J.; Caputo, H.; Almirón, M.; Patch, N. 1996. Manejo Forestal en el centro-oeste de Formosa. Aprovechamiento de bosques nativos y recuperación productiva de bosques Secundarios. Buenos Aires. Informe final. Programa BID-CONICET.
- ASTRADA, E; Adámoli, J.2005. Ecología y manejo de vinalares. Perspectiva regional y aplicaciones en el centro de Formosa.
[http://www.ege.fcen.uba.ar/ecoregional/Docs/teorico/2009Enfoque%20regional%20vinal%20\(libro%20bosques\).pdf](http://www.ege.fcen.uba.ar/ecoregional/Docs/teorico/2009Enfoque%20regional%20vinal%20(libro%20bosques).pdf)
- CRECHI, E; Fassola, H.; Fernández, R.; Friedl, R.; Fahler. 2005. Efectos del raleo en *Pinus taeda*. Revista de información sobre investigación y desarrollo agropecuario. Forestales iddia XXI. pp. 43-47.

- DELVALLE, P. Manejo de regeneración natural de *Prosopis sp.* (Algarrobo, sp). 2006. EEA INTA Colonia Benítez pdf. pp11 disponible en <http://anterior.inta.gov.ar/f/?url=http://anterior.inta.gov.ar/benitez/info/informacion.htm>
- DELVALLE, P. Raleos selectivos en forestaciones jóvenes de algarrobo blanco *Prosopis alba* Griseb. PDF. EEA INTA Colonia Benítez. pp. 6. <http://anterior.inta.gov.ar/f/?url=http://anterior.inta.gov.ar/benitez/info/informacion.htm>
- ESPINOSA, M.; García, J., 1994. Efectos de la intensidades diferentes de raleo en el crecimiento de un rodal de *Pinus radiata*. Revista Bosque 15 (1)- pp. 55-65.
- HAWLEY, R; Smith, D. 1972. Silvicultura práctica. Ediciones Omega. Barcelona. Volumen 1, pp. 540.
- INVENTARIO FORESTAL DE LA PROVINCIA DE FORMOSA. 1980. Tomo III- Zona A.
- MORELLO, J. 1970. Ecología del Chaco. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica. Vol. XI (Supl.) pp. 161-174.
- MORELLO, J. Crudelli, N. y Saraceno, M. 1971. Los vinalares de Formosa. República Argentina. Serie Fitogeográfica N° 11. Buenos Aires. Edición INTA. 111 pp. y láminas.
- PEREZ, V; Rhiner, G; Cañete, M.; Hampel, H.; Malletti, C. 2007 Efectos de la intensidad de raleo en el crecimiento de *Grevillea robusta* A. Cunn. Misiones-Argentina. pp. 12. Pdf.http://64.76.123.202/new/0-0/forestacion/biblos/pdf/2006/posters06/293_P%C3%A9rez_Completo.pdf
- RÍOS, N.; Cejas, M.; Maldonado, M. 2008. El vinal (*Prosopis ruscifolia* grises.) una especie importante en el gran Chaco Americano, Argentina. Foresta veracruzana [en línea], vol. 10 [citado 2011-12-28]. Disponible en internet: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/artpdfred.jsp?icve=49711436003>. issn 1405-7247.

PROCOLOS TENTATIVOS PARA LA PROPAGACION DE 20 ESPECIES NATIVAS DE INTERES PRODUCTIVO DE LA SELVA MISIONERA

TENTATIVE PROTOCOLS FOR PROPAGATION OF 20 NATIVE SPECIES OF PRODUCTION INTEREST OF THE MISIONES FOREST

Eibl B ⁽¹⁾, González C ⁽¹⁾, Otegui M ⁽²⁾, Dreyer N ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Facultad de Ciencias Forestales, UNaM. Bertoni 124 (3382) Eldorado, Misiones. beibl@facfor.unam.edu.ar, gonzalezceci09@hotmail.com

⁽²⁾ Facultad Ciencias Exactas Químicas Naturales, UNaM Posadas, Misiones. mbotegui@faceqyn.unam.edu.ar

Convenios: Facultad de Ciencias Forestales UNaM, BIOMISA, Tabacos Norte SA, Municipio de Cerro Cora

Resumen

Las especies nativas que componen el dosel arbóreo de la Selva Misionera (Bosque Atlántico Interior) se posicionan actualmente como de interés productivo y para la restauración, por sus cualidades de uso múltiple (madera, leña, ornamentales, medicinales, paisaje, restauración). Sobre el total de especies maderables, fueron seleccionadas en diferentes talleres un listado de 20; como de interés para potenciales usos múltiples y posibles de ingresar a los programas de domesticación. Sobre este grupo de especies se determinaron a partir de datos de campo y laboratorio, las condiciones para la cosecha, el acondicionamiento, el almacén, tratamientos pregerminativos y siembra. Los protocolos definidos son tentativos ya que solamente con el uso rutinario y en base a semillas cosechadas en diferentes sitios y/o años se podrá determinar el ajuste con los resultados presentados, básicamente en los aspectos más variables como son el momento de cosecha, el tamaño (peso de semillas) y aspectos de la dormición.

Palabras clave: Semillas, Ortodoxa, Recalcitrante, Almacenamiento, Germinación

Summary

Most of the native species which compounds the arboreal canopy of the Misiones forest (Interior Atlantic Forest) based on it qualities of multiple uses (fire wood, timber, landscape and restoration) are currently important for wood production and for restoration. Over a whole list of native species were identified, in different workshops, 20 species as potential for multiple uses and to include them in a domestication program. For these 20 species based on data fields and laboratory experience was determine the harvest condition, the conditioning, the stock issue, the pre-germination treatments and seeding. The presented protocols, basically, in the size aspects (weight of seeds) and the dormancy aspects are tentative. Only with the daily use and based on the harvested seeds from different areas and/or throughout the years would be possible determine the adjustment to the presented results.

Key words: Seeds, Ortodox, Recalcitrant, Storage, Germination

Introducción

La Biodiversidad de la Selva Misionera (Bosque Atlántico Interior), considerada la de mayor complejidad vegetal para las formaciones naturales de la Republica Argentina, se

encuentra en estado vulnerable, con áreas y especies en condición de amenazadas debido a la fragmentación, al cambio de uso de la tierra y al aprovechamiento irracional de especies de interés económico.

Para las especies de porte arbóreo registradas actualmente se indican 330 especies (Gartland & Bohren, 2008), entre ellas muchas de interés económico por la calidad de su madera y los diferentes usos múltiples que se le atribuyen (leña, medicinal, melífera, paisaje, ornamental).

La implementación de un sistema de certificación, que contemple a la conservación, como el resguardo del conjunto de la biodiversidad, a partir del cual disponer del material requerido para el uso económico de las especies nativas, pretende minimizar el impacto de la pérdida de biodiversidad atendiendo especialmente a la conservación de especies raras, vulnerables y /o amenazadas. Esta cadena de valor se inicia en el árbol semillero registrado en su sitio original (Eibl & Baez, 2004, Eibl *et al.*, 2002, Eibl *et al.*, 2010 y Eibl *et al.*, 2012), la calidad de las semillas utilizadas (Eibl *et al.*, 2005) y la disponibilidad de plantas de calidad para incluir en sistemas productivos con un fin de uso múltiple (Gonzalez, 2007).

Aproximadamente 20 de estas especies arbóreas (Tabla 1), son las de mayor demanda actual para el uso y reportadas como de interés productivo (Eibl & Montagnini 1998, Eibl, 2010) y para la restauración (Montagnini *et al.*, 2005, Barth *et al.*, 2010).

Varios trabajos se realizaron sobre registro de árboles semilleros, fenología, momentos óptimos de cosecha, acondicionamiento, almacenamiento y viverización, desde la habilitación del laboratorio de semillas, vivero experimental y el banco regional de semillas de especies nativas de la Selva Misionera, en la Facultad de Ciencias Forestales en el año 1995 (SAGPyA RNCyFS n° IJ1-3578).

Los resultados de estas experiencias y la metodología de trabajo utilizada, se resumen en la Tabla 1, con el fin de aportar a la difusión de momentos de cosecha, almacenamiento y reproducción de las especies nativas de la Selva Misionera. Estas técnicas, facilitarán el uso de las especies para la restauración de los servicios ambientales que brindan las formaciones selváticas naturales y para encaminar la potencialidad económica de las especies nativas en sistemas productivos.

Materiales y Métodos

Los materiales y métodos utilizados para la obtención de los protocolos tentativos que se presentan en Tabla 1, surgen de experiencias previas de rutina en la cosecha, en los tratamientos pregerminativos, en el análisis de calidad de semillas y ensayos para la producción de plantas de especies nativas realizadas en el Banco Regional de Semillas de Especies Nativas de la Selva Misionera de la Facultad de Ciencias Forestales - UNaM.

Se utilizaron como antecedentes las recomendaciones de las Normas ISTA 2003; ISTA 1998 y Regras para Análise de Sementes 2009, adecuadas a especies de características similares cuando estas no estaban descriptas, como ocurría en la mayoría de los casos.

Se determinaron los protocolos en base a las siguientes pautas:

Cosecha: en base a observaciones fenológicas durante las fases de crecimiento, maduración del fruto y ensayos de humedad y germinación para cada lote, se identificaron los momentos óptimos de cosecha de cada especie. Estas varían en cada año en un rango más o menos amplio. Estas fechas corresponden a la Provincia de Misiones. Se incluye la recomendación de cosecha en árbol y/o suelo, atendiendo a la calidad de la semilla.

Acondicionamiento: separación de las semillas del fruto cuando corresponde y secado a temperatura ambiente. Se determina en esta etapa, la unidad de siembra (semilla / fruto) en función a la dificultad que se presenta al separar las semillas.

Pureza: porcentajes de semillas puras, deseables en los lotes.

N° semillas/kg: siguiendo las normas ISTA (2003) se determinó el peso de 1000 semillas, dato con el que se estimó la cantidad de semillas/frutos que contiene 1 kg.

Humedad: se refiere a la humedad de equilibrio con el ambiente. Adecuado para almacenamiento de corto plazo en bancos activos de semillas. Se determinó en estufa hasta el peso constante (ISTA, 2003).

Almacenamiento: condiciones mínimas requeridas para mantener la viabilidad de las semillas en el tiempo indicado. Las condiciones y tiempos de almacenamiento para garantizar la viabilidad del material están referidas a material de bancos activos de semillas. Deberán ser considerados los requerimientos de acondicionamiento de semillas para almacenamiento en bancos de germoplasma si fuera requerido.

La clasificación de las semillas para determinar su comportamiento en el almacenamiento se realizó siguiendo el protocolo Hong & Ellis (1996), que considera:

Semillas Ortodoxas: pueden ser secadas a contenidos de humedad bajos, (5 % o menos) y almacenadas a temperaturas bajas, manteniendo su viabilidad en el almacenamiento por mucho tiempo.

Semillas Recalcitrantes: son las semillas sensibles a la desecación por debajo de 12-30% de humedad, estas pierden rápidamente la viabilidad en cualquier condición de almacenamiento.

Semillas de comportamiento intermedio: semillas que toleran mejor el secado, en comparación con las recalcitrantes, pero en general pierden la viabilidad a temperaturas bajas.

Las semillas para las que aún no se determinó su comportamiento en el almacenamiento según protocolo de Hong & Ellis (1996), se las clasifica en almacenable o no almacenable teniendo en cuenta el mantenimiento de la viabilidad en el almacenamiento en ensayos de almacén para banco activo.

Germinación: se especifican:

Unidad de Siembra: fruto/semilla

Tratamientos pregerminativos: en caso necesario en cada especie.

Método de siembra en laboratorio: en arena, sobre arena, en papel, sobre papel, sustrato.

Inicio de la germinación: en días a partir de la siembra.

Fin del ensayo de germinación: en días a partir de la siembra.

Porcentaje de germinación (PG): rango de porcentaje promedio de plántulas normales, al finalizar los ensayos.

Resultados

En la Tabla 1 se detallan los resultados obtenidos a partir de la cosecha, el acondicionamiento, almacenamiento y germinación para las 20 especies nativas de mayor demanda y utilización en sistemas productivos, de restauración y/o conservación de la Selva Misionera.

Tabla 1: Protocolos tentativos de cosecha, acondicionamiento, almacenamiento y germinación para 20 especies nativas de la Selva Misionera, de mayor demanda y utilización en sistemas productivos.

Table 1: Tentative protocols for harvesting, packaging, storage and germination for 20 species native to the Atlantic Forest of increased demand and use in productive systems.

ESPECIE Nombre científico nombre común Familia	Cosecha / Momento óptimo	Acondicionamiento	Pureza (%), N° Semillas o frutos/Kg	Clasificación para almacenamiento, Humedad de almacenamiento	Almacenamiento	Unidad de siembra, Tratamientos pregerminativos, Germinación
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bert) Kunze. Araucaria, Pino parana	ABRIL / AGOSTO En suelo Semillas maduras durante y al final de la dispersión.	Orear para secar superficialmente las semillas en lugares frescos y secos.	90 % 129 a 150 semillas/kg.	Recalcitrante Almacenable por periodos menores a un año, en frío (4-5°C), con contenidos de humedad de las semillas 30-35%.	Guardar en cajas de cartón o bolsas de arpillera, en cámara fría y húmeda a 4°C hasta 6 meses.	Semilla Sin tratamientos En arena/arcilla. Inicio: 30 días. Fin: 50 días. PG: 70 a 90 %.
<i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>Cebil</i> (Griseb.) Altschul Curupay	JULIO / OCTUBRE En árbol. Frutos secos en el árbol. Al inicio de la dispersión	Separar las semillas del fruto, secar a la sombra en lugares frescos y secos, hasta el equilibrio con el ambiente.	90 % 8800 semillas/kg.	Ortodoxa	Semillas limpias guardar secas en recipientes herméticos y frío.	Semilla Sin tratamientos. En arena. Inicio: 4 días. Fin: 28 días. PG: 70 a 90 %

ESPECIE Nombre científico nombre común Familia	Cosecha / Momento óptimo	Acondicionamiento	Pureza (%), N° Semillas o frutos/Kg	Clasificación para almacenamiento, Humedad de almacenamiento	Almacenamiento	Unidad de siembra, Tratamientos pregerminativos, Germinación
<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll. Arg. Palo rosa	JUNIO / AGOSTO En árbol y/o suelo. Frutos secos en el árbol. Al inicio de la dispersión	Separar las semillas del fruto, secar a la sombra en lugares frescos y secos, hasta el equilibrio con el ambiente	90 % 7000 a 11000 semillas/kg.	Ortodoxa ⁽¹⁾	Semillas limpias guardar secas en recipientes herméticos y frío.	Semilla Sin tratamientos En arena Inicio: 12 días Fin: 28 días PG: 60 a 80 %
<i>Astronium balansae</i> Engl Urunday	DICIEMBRE / MARZO En árbol. Frutos secos en el árbol. Al inicio de la dispersión	Secar a la sombra en lugares frescos y secos, hasta el equilibrio con el ambiente.	80 % 15000 semillas/kg.	Ortodoxa ⁽¹⁾	Semillas limpias guardar secas envueltas en papel diario y en cajas de cartón y frío.	Fruto / Semilla Sin tratamientos En arena Inicio: 5 días. Fin: 28 días PG: 60 a 90 %
<i>Bastardiopsis densiflora</i> (Hooker Arnott) Hassler Loro blanco	SEPTIEMBRE / NOVIEMBRE En árbol. Frutos secos en el árbol. Al inicio de la dispersión	Secar los frutos a la sombra en lugares frescos y secos, hasta el equilibrio con el ambiente. Separar las semillas del fruto con el auxilio de tamices.	50 – 60 % 230000 a 371000 semillas/kg.	Almacenable por al menos un año, en frío (4-5°C), con contenidos de humedad de 8-12%	Semillas limpias guardar secas en recipientes herméticos y frío.	Semilla Sin tratamientos En arena Inicio: 5 días Fin: 120 días PG: 20 a 40 %

ESPECIE Nombre científico nombre común Familia	Cosecha / Momento óptimo	Acondicionamiento	Pureza (%), N° Semillas o frutos/Kg	Clasificación para almacenamiento, Humedad de almacenamiento	Almacenamiento	Unidad de siembra, Tratamientos pregerminativos, Germinación
<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engler) Engler Guatambu blanco	JULIO / OCTUBRE En suelo. Frutos maduros y secos de la última etapa de la dispersión. Observar a la cosecha la característica de fruto lleno.	Secar los frutos a la sombra en lugares frescos y secos, hasta el equilibrio con el ambiente.	80 % 1880 a 2500 frutos/kg	Almacenable por periodos de 6 meses a un año, en frío (4-5°C).	Guardar en cajas de cartón o bolsas de arpillera en cámara fría húmeda a 4 °C hasta 6 meses.	Fruto Estratificación ⁽⁴⁾ Inicio: 30 días Fin: 120 días PG: 20 a 40 %
<i>Cabrlea canjerana</i> (Vell.) Mart. Cancharana	OCTUBRE/ MARZO En árbol. Al momento de fin de cambio de color (fruto rojo) y abertura de frutos, semillas con arilo anaranjado.	Inmediatamente luego de la cosecha separar las semillas del fruto y después limpiar retirando el arilo.	80 % 2540 semillas/kg.	Recalcitrante	Oreadas al ambiente entre papel de diario en frascos de vidrio y heladera. Otra opción es colocar las semillas en arena húmeda, en caja de plástico con tapa y en frío. En este último caso la viabilidad se mantiene por más de 60 días.	Semilla Sin tratamientos En arena Inicio: 15 días Fin: 50 días PG: 60 a 90 %

ESPECIE Nombre científico nombre común Familia	Cosecha / Momento óptimo	Acondicionamiento	Pureza (%), N° Semillas o frutos/Kg	Clasificación para almacenamiento, Humedad de almacenamiento	Almacenamiento	Unidad de siembra, Tratamientos pregerminativos, Germinación
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud. Peteribi, Loro negro	JULIO / AGOSTO En árbol. Frutos maduros (llenos) y secos de la última etapa de la dispersión.	Secar los frutos a la sombra en lugares frescos y secos, hasta el equilibrio con el ambiente.	80 % 20000 a 45000 semillas/kg.	Ortodoxa ⁽¹⁾	Semillas limpias guardar secas en recipientes herméticos y frío	Fruto / semilla. Sin tratamientos En arena Inicio: 20 días Fin: 60 días PG: 60 a 80 %
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Moroni Timbo colorado	AGOSTO / OCTUBRE En suelo. Frutos maduros durante y al final de la dispersión	Separar las semillas del fruto cuando todavía está fresco. Secar a la sombra en lugares frescos y secos, hasta el equilibrio con el ambiente.	90 % 2800 a 5000 semillas/kg.	Ortodoxa	Semillas limpias guardar secas en recipientes herméticos y frío.	Semilla. Escarificación ⁽²⁾ En arena Inicio: 4-7 días Fin: 28 días PG: 70 a 80 %
<i>Euterpe edulis</i> Martius Palmito	ABRIL / SEPTIEMBRE En árbol y/o suelo. Frutos maduros antes de la dispersión	Separar la pulpa de la semilla. Orear para secar superficialmente en lugares frescos.	80 % 985 frutos/kg	Recalcitrante Almacenable por periodos menores a 1 año.	Guardar en cajas de cartón o bolsas de arpillera en cámara fría húmeda a 4°C hasta 6 meses.	Fruto / semilla. Estratificación ⁽⁴⁾ Inicio: 45 días Fin: 240 días PG: 40 a 60 %

ESPECIE Nombre científico nombre común Familia	Cosecha / Momento óptimo	Acondicionamiento	Pureza (%), N° Semillas o frutos/Kg	Clasificación para almacenamiento, Humedad de almacenamiento	Almacenamiento	Unidad de siembra, Tratamientos pregerminativos, Germinación
<i>Handroanthus albus</i> (Cham.) Mattos Lapacho amarillo	OCTUBRE / NOVIEMBRE En árbol. Frutos secos en el árbol. Al inicio de la dispersión.	Separar las semillas del fruto.	70 % 49500 a 219000 semillas/kg	Ortodoxa ⁽¹⁾	Semillas limpias guardar secas en recipientes herméticos y frío.	Semilla Sin tratamientos En arena Inicio: 5 días Fin: 28 días PG: 50 a 80 %
<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Toledo Lapacho negro	AGOSTO / NOVIEMBRE En árbol. Frutos secos en el árbol. Al inicio de la dispersión.	Separar las semillas del fruto.	70 % 13500 a 59000 semillas/kg.	Ortodoxa ⁽¹⁾	Semillas limpias guardar secas en recipientes herméticos y frío.	Semilla Sin tratamientos En arena Inicio: 7 días Fin: 28 días PG: 60 a 90 %
<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão Incienso	NOVIEMBRE /ENERO En árbol y/o suelo. Frutos maduros y secos, durante y al final de la dispersión	Orear para secar superficialmente los frutos en lugares frescos	70 % 9200 a 14000 frutos por kg	Almacenable por al menos 1 año, en frío (7-9°C), con contenidos de humedad de 8-12%	Guardar secas en cajas de cartón entre papel de diario en heladera a 8 °C.	Fruto /semillas Sin tratamientos En arena Inicio: 8 a 10 días Fin:28 días PG: 70 a 80 %

ESPECIE Nombre científico nombre común Familia	Cosecha / Momento óptimo	Acondicionamiento	Pureza (%), N° Semillas o frutos/Kg	Clasificación para almacenamiento, Humedad de almacenamiento	Almacenamiento	Unidad de siembra, Tratamientos pregerminativos, Germinación
<i>Patagonula americana</i> L. Guayubira	NOVIEMBRE / MAYO En árbol y/o suelo. Frutos secos en el árbol. Al inicio de la dispersión.	Separar las semillas de los restos de alas.	80 % 54900 semillas/kg	Almacenable por al menos un año, en frío (4-5°C), con contenidos de humedad de 8-12%	Semillas limpias guardar secas en recipientes herméticos y frío.	Semilla Sin tratamientos En arena Inicio: 8 días Fin: 45 días PG: 60 a 80 %
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub. Caña fistola	ABRIL / MAYO En árbol. Frutos maduros durante y al final de la dispersión.	Separar las semillas del fruto.	90 % 21500 a 23.000 semillas/kg	Ortodoxa	Semillas limpias guardar secas en recipientes herméticos y frío.	Semilla Escarificación ⁽³⁾ En arena Inicio: 4-6 días Fin: 28 días PG: 80 a 90 %
<i>Pterogyne nitens</i> Tul. Tipa colorada, Viraro	OCTUBRE / NOVIEMBRE En árbol. Frutos secos en el árbol. Al inicio de la dispersión.	Separar las semillas del fruto.	90 % 11150 semillas/kg	Ortodoxa	Semillas limpias guardar secas en recipientes herméticos y frío.	Semilla Sin tratamientos En arena Inicio: 7 días Fin: s/d PG: 70 a 90 %

⁽¹⁾ Estas semillas según el protocolo de Hong & Ellis (1996) presentan comportamiento ortodoxo en el almacenamiento, pero si inmediatamente luego de la cosecha no se acondicionan (bajar el contenido de humedad de las semillas hasta 5 % o menos y almacenar en envases hermético y en frío), la viabilidad del lote disminuye de una manera acelerada en comparación con semillas que presentan comportamiento ortodoxo pero que tienen cubierta seminal dura.

⁽²⁾ **Timbó:** escarificar en forma lateral con papel de lija para madera y colocarlas por 24 horas entre papeles húmedos antes de la siembra. Otro tratamiento es colocar las semillas en agua caliente a 70 - 80 °C y dejar enfriar en la misma agua por 24 horas, con este último tratamiento las germinaciones serán menores.

⁽³⁾ **Cañafistola:** Escarificar en el extremo más ancho, o en forma lateral con papel de lija fina para madera y colocarlas por 24 horas entre papeles húmedos antes de la siembra. Otro tratamiento es colocar las semillas en agua caliente a 70 -80 °C y dejar enfriar en la misma agua por 24 horas, con este último tratamiento las germinaciones serán menores.

⁽⁴⁾ Requiere estratificación en sustrato con materia orgánica, en sitio fresco y húmedo que permita una adecuada aireación.

Conclusiones y Recomendaciones

Los protocolos se presentan como tentativos ya que deberán ser ajustados en sucesivas cosechas para diferentes procedencias de la misma especie. En estos podrán modificarse valores como fechas óptimas de cosecha, peso de las semillas y eventualmente respuestas diferenciadas para los tratamientos pregerminativos, en función al lote de semillas cosechado. No así variaciones en cuanto a tratamientos en general, tiempos y condiciones para su viabilidad en el almacenamiento. Ya que estas últimas características responden a la especie en particular.

En todos los casos la humedad de la semilla al momento de la cosecha y el almacenamiento es definitivamente el valor más importante a considerar. Los límites de tolerancia al secado estarán también influenciados por este valor de humedad. Las cosechas en los momentos óptimos para cada caso, indicaran la potencialidad de la semilla para la germinación y también para una mayor viabilidad en el tiempo, cuando se encuentran adecuadamente almacenadas.

Bibliografía

- Barth S, Eibl B, Montagnini F, Palavecino J, and Kozarik J C. 2011. Watershed Restoration Using Native Species: Pomar Stream, Eldorado, Misiones, Argentina. Section 1, Cap. 2. Pp. 29-50. In: Restoring Degraded Landscapes with Native Species in Latin America. Montagnini F and Finney C (Eds). Nova Science Publishers. New York.
- Eibl B, Montagnini F. 1998. El potencial de las especies nativas en programas de plantación. VI Jornadas Técnicas. Ecología de especies nativas de la Selva Subtropical Misionera. Facultad de Ciencias Forestales. Pp. 19-26.
- Eibl B, Mendez R, Di Stassi M, Bohren A, Sosa G, Robledo F. 2002. Selección de árboles semilleros en propiedades y reservas de la selva misionera. Trabajo n° 60 en formato CD. Actas de las IX Jornadas Técnicas Forestales. 15 al 17 de Mayo de 2002. Eldorado - Misiones.
- Eibl B, Baez M. 2004. Áreas productoras de semillas de especies nativas de la Selva Misionera. Revista Argentina Forestal. 1(10):14-15.
- Eibl B, Perez M, Sorol C. 2005. Calidad de Semillas Forestales. Revista Argentina Forestal. II (15):28-30.
- Eibl B. 2010. Especies nativas de la Selva Misionera. Eco Agro. Diario Primera Edición Provincia Misiones. 03 de abril de 2010. Pp.4.
- Eibl B, Dummel C, Lopez L. 2010. Red de árboles semilleros de especies nativas de la Selva Misionera. Informe Final. Convenio Biofabrica S.A. Facultad de Ciencia Forestales. Universidad Nacional de Misiones.
- Eibl B, Gonzalez C, Otegui M. 2012. Banco de semillas activo para especies nativas de la Selva Misionera. Informe Final. Convenio Biofabrica S.A. Facultad de Ciencia Forestales.
- Gartland H y Bohren A. 2008. Consideraciones sobre la biodiversidad forestal a nivel de especies arbóreas, en la selva Paranaense de Misiones, Argentina. *Yvyrareta*. 15:39-49.
- Gonzalez, C. 2007. Producción de plantines de especies forestales para uso múltiple. Informe Final Proyecto Integradora I. Disponible en Biblioteca Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones.
- 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. 2003. International Rules for Seed Testing. P.O.Box 308, Bassersdorf, CH Switzerland.
- ISTA. International Seed Testing Association. 1998. Tropical and Sub tropical tree and shrub seed handbook. Poulsen, Parratt, Gosling Ed. Zurich Switzerland. 203 p.
- Montagnini F, Eibl B, Fernandez R. 2005. Adaptabilidad y crecimiento de especies forestales nativas de bosque húmedo subtropical en sitios degradados de Misiones, Argentina. Revista forestal YVYRARETA 13:10-16.
- Regras para análise de sementes. 2009. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília. Brasil. 399 p.

ESPECIES NATIVAS DE USO MULTIPLE EN AREAS DE RESTAURACION EN LA PROVINCIA DE MISIONES

MULTIPLE USE NATIVE SPECIES IN RESTORATION AREAS IN THE PROVINCE OF MISIONES

Eibl B I¹; Barth S R^{2,1}; Montagnini F³; Palavecino J¹; Lopez M A¹; Dreyer N⁴

¹ Docente Facultad de Ciencias Forestales. UNaM. Bertoni 124 (3382). Eldorado.Misiones. beibl@facfor.unam.edu.ar, pala@facfor.unam.edu.ar, miguel.lopez@campus.unam.edu.ar

² Investigador INTA EEA Montecarlo Misiones. Av. El Libertador 2472. Montecarlo. Misiones. sbarth@montecarlo.inta.gov.ar

³ Profesor Yale University School of Forestry and Environmental Studies. 370 Prospect St. New Haven. CT 06511. USA. florencia.montagnini@yale.edu

⁴ Estud. Ing. Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones.

Resumen

Ante la necesidad de recuperar ecosistemas degradados se realizaron ensayos para identificar especies nativas para plantación a cielo abierto y en sistemas agroforestales. Se buscó que dichas especies arbóreas sean de uso comercial para justificar inversiones a mediano y largo plazo. Mediante el empleo de modelos matemáticos que expresan el desarrollo de las especies a través del tiempo fueron evaluadas: *Enterolobium contortisiliquum* (Timbó colorado), *Peltophorum dubium* (Cañafistola), *Astronomium balansae* (Urunday), en plantación monoespecífica y en plantación mixta; *Tabebuia heptaphylla* (Lapacho negro), en combinación con *Ilex paraguariensis* (Yerba mate) y *Bastardiopsis densiflora* (Loro blanco) en plantación mixta. Timbo, Cañafistola y Loro blanco con los mejores crecimientos en diámetro y altura. Lapacho negro, Urunday y Cañafistola con las mejores adaptaciones a sitios degradados. Los modelos presentados resultan útiles para la toma de decisiones respecto al potencial de estas especies nativas, en la diversificación productiva, para la recuperación de áreas degradadas.

Palabras clave: Plantaciones mixtas, Áreas degradadas, sobrevivencias, crecimientos.

Summary

In view of the increasing demand to recover degraded ecosystems some tests trying to identify native species that could adapt to plantation in the open, and agro forestry systems. We also tried to look for forest species that could have a commercial use to justify in this way the investments to medium and long terms Using mathematical patterns that express the development of the species in time, the evaluated species were: *Enterolobium contortisiliquum* (Timbó), *Peltophorum dubium* (Cañafistola), *Astronomium balansae* (Urunday), planted in a pure and mixed form. *Handrohantus heptaphyllus* (Lapacho negro) in combination with *Ilex paraguariensies* (Yerba mate) and *Bastardiopsis densiflora* (Loro blanco) in mixed plantations. Timbó, Cañafistola, and Loro blanco, with the best growth in diameter and height. Cañafistola, Urunday and Lapacho negro, with the best adaptation to degraded sites. Growht models presented are usefull to take management decisions in reforestation projects using native species.

Key words: Mixed plantations, degraded areas, survival, growth.

Introducción

La recomposición vegetal de áreas degradadas a través de la implantación de especies nativas se fundamenta en el empleo de métodos que apuntan a asegurar la armonía entre la conservación del ecosistema, (vegetación, fauna, suelo, agua, entre otros) y la actividad productiva, en búsqueda de la persistencia del sistema. El conocimiento de especies nativas que sean valiosas en cuanto a recuperar fertilidad de suelo y que a su vez sean de interés económico para los propietarios de tierras agrícola-forestales, trae aparejada la necesidad de encarar estudios sobre su adaptabilidad a plantaciones bajo distintos sistemas, forestales y agroforestales.

Además de poseer las especies arbóreas nativas madera de alto valor comercial pueden brindar otros usos productivos (flora apícola, medicinas, ornamentales, leña, otros) y ambientales (protección de aguas y suelos, fijación de carbono atmosférico, hábitat para la biodiversidad, belleza escénica, entre otros) (LAMB *et al.* 2005). Las estrategias de restauración deben estar adaptadas al tipo de degradación que se encuentre, definida por el grado de deterioro químico y físico de los suelos, invasión de especies agresivas, empobrecimiento de especies, y dificultades en el proceso de sucesión forestal natural (MONTAGNINI *et al.* 2006). Las especies nativas pueden presentar mejor adaptación a las condiciones medioambientales reinantes, aunque no es posible garantizar que todas ellas soportarán las nuevas condiciones edáficas y microclimáticas (MONTAGNINI *et al.* 1995). Por ello, es importante el acompañamiento de su desarrollo a través de mediciones periódicas con el fin de escoger a futuro las especies más promisorias y la mejor forma de plantarlas y manejarlas.

En el presente trabajo se evaluó la adaptación y crecimiento de cinco especies ensayadas en sitios degradados bajo diferentes condiciones de plantación, como cultivo puro o mixto y en combinaciones agroforestales (Eibl *et al.* 2000, Montagnini *et al.* 2006). Son presentados modelos de crecimiento en diámetro y altura total en base al procesamiento de una serie histórica de datos. Los modelos matemáticos de crecimiento son una herramienta para escoger metodologías o manejo como apoyo en la toma de decisiones. Tales modelos son una síntesis de observaciones y/o fenómenos biológicos, aplicables a las condiciones en las cuales fueron tomados los datos y que responden a las situaciones particulares de las especies y los sitios de estudio.

Materiales y métodos

Sitios de estudio

Las investigaciones se llevaron a cabo en 2 sitios que habían sostenido diferentes usos de la tierra y presentaban al momento de comenzar los ensayos, diferentes grados de degradación. El clima se clasifica como Cfa en el sistema de Köppen, que corresponde a un clima subtropical húmedo sin estación seca, con precipitación media anual de 2020 mm, distribuidas equitativamente a lo largo del año y temperatura media anual de 20,2°C, con máximas absolutas de 40 °C (Enero) y mínimas absolutas de -7 °C (Julio) (SILVA *et al.* 2008).

El sitio 1, el más degradado, fue un terreno utilizado durante 40 años para cultivos agrícolas, el mismo pertenece a campos de la Escuela Agrotécnica Eldorado. El Sitio 2, Km 11 Eldorado, en una propiedad particular, medianamente degradada que había sido

abandonada luego de aproximadamente 20 años de agricultura mecanizada intensiva. En ambos casos la situación inicial fue de un campo cubierto por pastos invasores (*Andropogum* spp, *Pennisetum* spp).

Al momento de la instalación de los ensayos se realizaron relevamientos de suelo, con muestras al azar de las diferentes parcelas y una calicata para evaluar y describir el perfil del sitio. En la tabla 1 se presenta la descripción de las características químicas de los suelos de los sitios 1 y 2, de donde provienen los datos para el ajuste de las funciones de crecimiento puestas a consideración.

Tabla 1: Características químicas de los suelos en sitios 1 y 2 antes de la implantación de las especies forestales ensayadas.

Table 1. Chemical characteristics of the soil in sites 1 and 2, before the implantation of the forest species studied.

Sitio	Espesor cm	MO %	N %	P ppm	pH en H ₂ O	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Suma de bases cmol ⁺ /kg	CIC cmol ⁺ /kg
						cmol ⁺ /kg				
S. 1. E. A. E.	0-10	2,1	0,09	1,5	5,2	4,3	1,1	0,20	5,6	7,7
	10-30	0,9	0,07	1,0	5,1	3,6	1,0	0,09	4,7	7,0
S. 2 Km. 11	0-10	2,6	0,24	3,2	5,2	5,8	1,5	0,29	7,6	10,7
	10-30	1,4	0,12	1,3	4,7	4,2	0,9	0,11	5,2	8,7

Fuente: Montagnini et al, 2006

Especies ensayadas

Las especies ensayadas fueron *Enterolobium contortisiliquum* (Vellozo). Morong (Timbó colorado), Fabaceae; *Lonchocarpus muehlbergianum* Hassler (Rabo molle) Fabaceae; *Astronomium balansae* Engl. (Urunday) Anacardiaceae; *Peltophorum dubium* (Sprengler) Taubert (Cañafistola) Fabaceae; *Handrohantus heptaphyllus* (Vell.) Mattos (Lapacho negro) Bignoniaceae; *Bastardiopsis densiflora* (Hook&Arn) Hassl. (Loro blanco) Malvaceae y *Balforoudendron riedelianum* (Engl.) Engl. (Guatambú blanco) Rutaceae. Estas especies fueron seleccionadas según experiencias anteriores por su potencial para el crecimiento a cielo abierto y sus posibles impactos positivos sobre los suelos (MONTAGNINI *et al.* 1995); (FERNÁNDEZ *et al.* 1997); (EIBL y MONTAGNINI 1998), (EIBL *et al.* 2000), (MONTAGNINI *et al.* 2006), así como por su valor maderable. Particularmente dos especies referenciadas como fijadoras de nitrógeno, Timbó colorado y Rabo molle se incorporaron por su aporte a la recuperación de suelos. Grupo al que potencialmente también pertenece la Cañafistola. Urunday fue incorporada por su potencial rusticidad a tolerancia a condiciones ambientales de heladas y sequías y de degradación de suelos. Lapacho, Guatambu blanco y Loro blanco por la calidad de su madera y potencial crecimiento.

Diseño experimental

En el Sitio 1 (E. A. E.), el diseño consistió de cuatro bloques al azar con seis parcelas cada una. Tratamiento 1: *E. contortisiliquum*, fecha de plantación agosto de 1991. Tratamiento 2: *P. dubium*, agosto de 1995. Tratamiento 3: *A. balansae*, agosto de 1993. Estas dos últimas especies reemplazaron a *B. densiflora* y a *B. riedelianu*. Tratamiento 4: *L.*

muehlbergianum, agosto de 1991. Tratamiento 5: Mezcla de las cuatro especies intercaladas. Tratamiento 6: Testigo con la vegetación natural del sitio. Las parcelas fueron de 18 x 18 m y la distancia de plantación de 3 x 3 m.

Los tratamientos para el Sitio 2 (Km 11) forman parte de ensayos agroforestales con especies maderables nativas asociadas con yerba mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire, Aquifoliaceae) (Eibl *et al.* 1997, 1998, 2000). La fecha de instalación del ensayo fue agosto de 1991. El diseño consistió de cuatro bloques con cuatro parcelas cada uno. Tratamiento 1: *E. contortisiliquum* plantados a 3 m x 6 m (555 plantas por hectárea), en líneas alternadas con yerba. Tratamiento 2: *B. riedelianum* plantado a 3 m x 6 m, en líneas alternadas con yerba. Tratamiento 3: *B. riedelianum* (6 m x 6 m) y *E. contortisiliquum* (6 m x 6 m) dispuestos en líneas mixtas alternadas con líneas de *I. paraguariensis*. Tratamiento 4: *I. paraguariensis* sola como cultivada tradicionalmente en la zona (3 m x 1,5 m, 2222 plantas por hectárea). Posteriormente (agosto 1993) se incluyó *H. heptaphyllus* (Lapacho negro) (3 m x 6 m) en líneas alternadas en plantaciones de yerba para reemplazar a *B. riedelianum* debido a su alta mortalidad. Cada parcela fue de 15 x 15 m. En ambos sitios se realizaron mediciones anuales de crecimiento en altura, diámetro a la altura del pecho, sobrevivencia y observaciones generales (MONTAGNINI *et al.* 2006).

Para el presente trabajo y a los fines del análisis, se consideraron las especies en forma individual como grupos de ejemplares en plantaciones monoespecíficas y mixtas.

Las especies *B. riedelianum* y *L. muehlbergianum* no fueron consideradas para el análisis en el presente trabajo y los ejemplares de *B. densiflora* analizados corresponden a los individuos que permanecieron en el Sitio 1, luego de la reposición desde el ensayo inicial.

Resultados y Discusión

La totalidad de las especies debieron ser protegida de las heladas los primeros años, hasta alcanzar una altura de aproximadamente 1,5 m, para ello se empleó material vegetal (producto del corte de malezas durante las limpiezas de liberación) disponible en las parcelas. Se realizaron reposiciones en los primeros tres años, a excepción de *A. balansae* en la que no se realizaron reposiciones, esta especie se destacó por ser la especie más tolerante a heladas meteorológicas y sequías. Como tratamiento silvicultural se realizaron, limpiezas de desmalezado dos veces al año y podas correctivas de fuste en *E. contortisiliquum*, *H. heptaphyllus*, *A. balansae* y *P. dubium*, esta última especie a diferencia de las demás presenta algunos ejemplares de crecimiento monopódico. Se observó en todos los casos, una mejor poda natural por competencia, para las especies en las condiciones de plantación mixta.

Anualmente y desde la instalación de los ensayos se realizaron mediciones de diámetro y altura total, utilizando cinta diamétrica y vara telescópica, respectivamente.

Con los datos recolectados se procedió al armado de una base de datos para su posterior empleo en el ajuste de funciones de crecimiento a través de regresión. Las variables consideradas fueron altura expresada en metros, diámetro a altura de pecho (DAP) enunciado en centímetros y edad enumerada en años Tabla 3. Un primer análisis consistió en comparar dos o más líneas de regresión que expresaran el crecimiento o desarrollo de las especies ensayadas en función a su arreglo de plantación: parcela monoespecífica o mixta. Los datos fueron analizados utilizando análisis de covarianza. Se buscó la existencia de diferencias significativas en pendientes y/o interceptos de funciones generadas en base a las variables observadas a niveles de confianza de 95 % y 90 %. (SNEDECOR y COCHRAN 1979, SCHNEIDER 1997 y ZAR 1999). En un segundo abordaje, cuando existían diferencias estadísticas significativas entre plantación monoespecífica y mixta, se procedió al ajuste de un

modelo de crecimiento en diámetro y otro de altura por cada una de ellas. Se evaluó un conjunto de modelos matemáticos presentándose aquí los de mejor comportamiento para cada caso. En la elección del modelo de mejor performance se consideró además de que el mismo tuviera un comportamiento biológico dentro del rango considerado (HUANG *et al.*, 2003).

Testeados un conjunto de modelos, se procedió a elegir el de mejor desempeño para cada una de las variables, para ello se elaboró un ranking considerando como superior al modelo que presentó mejor performance en el análisis conjunto de los estadísticos: R^2 , error absoluto medio, error estándar del estimador y error de validación.

Realizados los análisis de comparación de pendientes de las dos líneas de regresión que expresaban crecimiento o desarrollo en dap y altura total de las especies ensayadas en función a la edad y según el arreglo de plantación, monoespecífica o mixta, se presentó diferencia estadísticamente significativa aun nivel de confianza de 95 %. Por este motivo, se ajustó un modelo para cada una de las situaciones.

Los modelos de mejor comportamiento y sus correspondientes estadísticos, según arreglo de plantación y especie, son presentados en las tablas 1 y 2, dap y altura total, respectivamente.

Los modelos seleccionados para estimación de desarrollo en dap según especie y arreglo de plantación son presentados en tabla 1.

Tabla 1: Modelos ajustados para estimación de desarrollo en dap (cm) según especie y arreglo de plantación.

Table 1: Models adjusted for estimated development in dbh (cm) by species and planting arrangement.

Especie/ arreglo espacial de plantación	Modelo de trabajo	Coef. a	Coef. b	R ² aj.	EAM	EE	EVM (%)
Timbó / plantación monoespecífica	Raíz cuadrada-Y ln-X: $Y = (a + b \cdot \ln(X))^2$	-1,8632	2,58488	75,37	0,4566	0,5634	-5,9
Timbó / plantación mixta	Raíz cuadrada-Y inversa de X: $Y = (a + b/X)^2$	6,80721	-22,1644	79,96	0,2729	0,3678	-5,08
Timbó / modelo general (ambos casos)	Raíz cuadrada-Y inversa de X: $Y = (a + b/X)^2$	6,65096	-22,2706	75,25	0,3285	0,3971	-2,07
Cañafistola / plantación monoespecífica	Multiplicativo: $\exp(a + b \cdot \ln(X))$	-0,6185	1,20649	72,89	0,2637	0,3289	-9,66
Cañafistola / plantación mixta	Multiplicativo: $\exp(a + b \cdot \ln(X))$	-1,23909	1,50391	85,24	0,3043	0,3708	-6,60
Urunday / plantación monoespecífica	Raíz cuadrada-Y ln-X: $Y = (a + b \cdot \ln(X))^2$	-1,93059	2,08395	78,45	0,3527	0,4427	-4,03
Urunday / plantación mixta	Multiplicativo: $\exp(a + b \cdot \ln(X))$	-1,13485	1,31067	87,69	0,2076	0,2590	-4,91
Lapacho / combinación con Yerba mate	Multiplicativo: $\exp(a + b \cdot \ln(X))$	0,44567	0,883588	88,38	0,1910	0,2376	-8,01
Loro blanco / plantación mixta	Multiplicativo: $\exp(a + b \cdot \ln(X))$	-0,820906	1,38818	70,34	0,2253	0,2809	-9,86

Donde: Coef.: coeficiente; R² aj.: Coef. de determinación ajustado; EAM: Error absoluto medio; EE: error estándar del estimador; EVM: error de validación medio ((observado-estimado)/observado) * 100; X: edad expresada en años

Tabla 2: Modelos ajustados para estimación de desarrollo en altura total (m) según especie y arreglo de plantación.

Table 2: Models adjusted for estimated development in total height (m) by species and planting arrangement.

Especie/ arreglo espacial de plantación	Modelo	Coef. a	Coef. B	R ² aj. (%)	EAM	EE	EVM (%)
Timbó / plantación monoespecífica	Multiplicativo: $\exp(a + b \cdot \ln(X))$	-0,325896	1,0198	82,53	0,2385	0,3148	5,9
Timbó / plantación mixta	Raíz cuadrada-Y ln-X: $Y = (a + b \cdot \ln(X))^2$	-1,35262	1,76594	80,73	0,2485	0,3084	-3,55
Timbó / modelo general (ambo casos)	Raíz cuadrada-Y ln-X: $Y = (a + b \cdot \ln(X))^2$	-1,06655	1,70013	80,46	0,2154	0,2727	-2,96
Cañafistola / plantación monoespecífica	Raíz cuadrada-Y ln-X: $Y = (a + b \cdot \ln(X))^2$	-0,366195	1,35567	80,79	0,2996	0,3670	-5,69
Cañafistola / plantación mixta	Raíz cuadrada-Y ln-X: $Y = (a + b \cdot \ln(X))^2$	-0,4721	1,46345	91,70	0,2459	0,3022	-4,20
Urunday / plantación monoespecífica	Raíz cuadrada de X: $Y = a + b \cdot \text{raíz}^2(X)$	-6,2725	3,97154	84,34	0,9717	1,2608	-8,39
Urunday / plantación mixta	Raíz cuadrada-Y inversa de X: $Y = (a + b/X)^2$	3,82815	-11,5661	92,38	0,1617	0,2047	8,59
Lapacho / combinación con Yerba mate	Raíz cuadrada-Y ln-X: $Y = (a + b \cdot \ln(X))^2$	1,07137	0,714799	92,59	0,1610	0,2095	-1,83
Loro blanco / plantación mixta	Curva S: $Y = \exp(a + b/X)$	3,34829	-14,7738	72,50	0,1809	0,2112	-8,68

Donde: Coef.: coeficiente; R² aj.: Coef. de determinación ajustado; EAM: Error absoluto medio; EE: error estándar del estimador; EVM: error de validación medio: ((observado-estimado)/observado) * 100; X: edad expresada en años

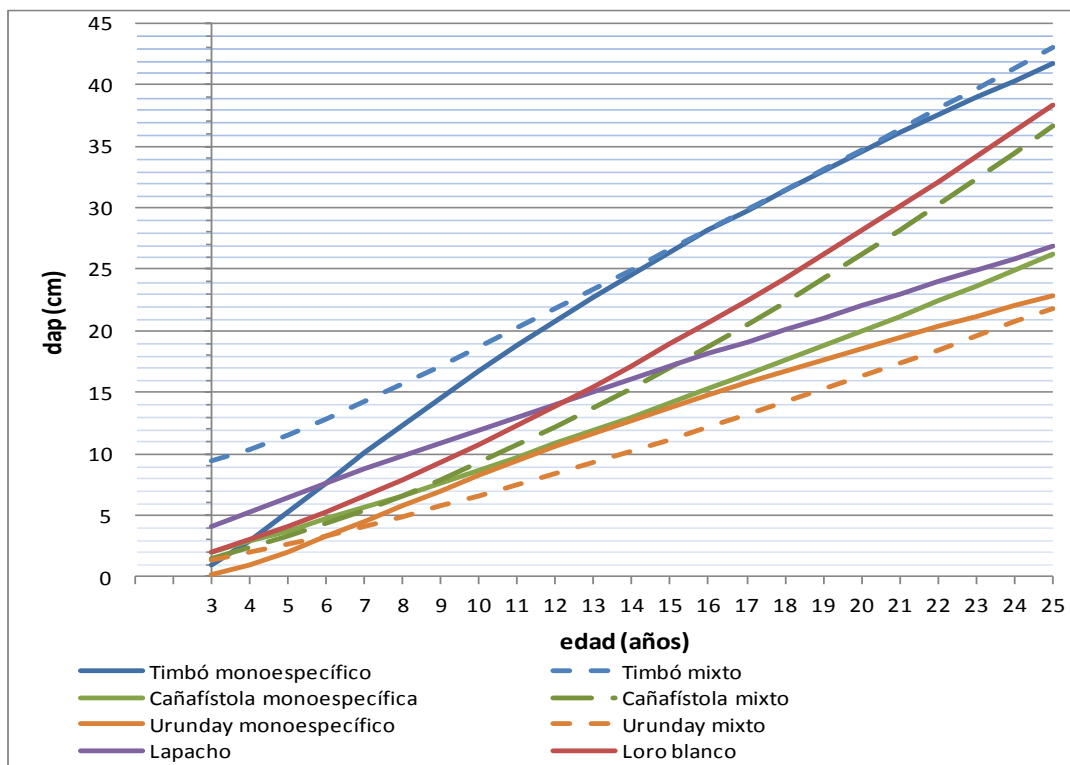


Grafico 1: Curvas de crecimiento en diámetro (cm) según especie y arreglo de plantación.

Graph 1: Curves of growth in diameter (cm) by species and planting arrangement.

Analizando el crecimiento en dap de las distintas especies consideradas, Timbó presenta el mejor desempeño en ambos casos. Cañafístola mixto y Loro blanco con un crecimiento medio, alcanzando más de 35 cm a los 25 años. Lapacho y Urunday presentan el menor desarrollo en cuanto a dap, posiblemente relacionado con la mayor densidad de la madera para estas dos especies. Tabla 3. Cañafístola se benefició de la consociación de especies arbóreas, mientras que Timbó y Urunday no denotaron diferencia estadísticamente significativa entre arreglos de plantación.

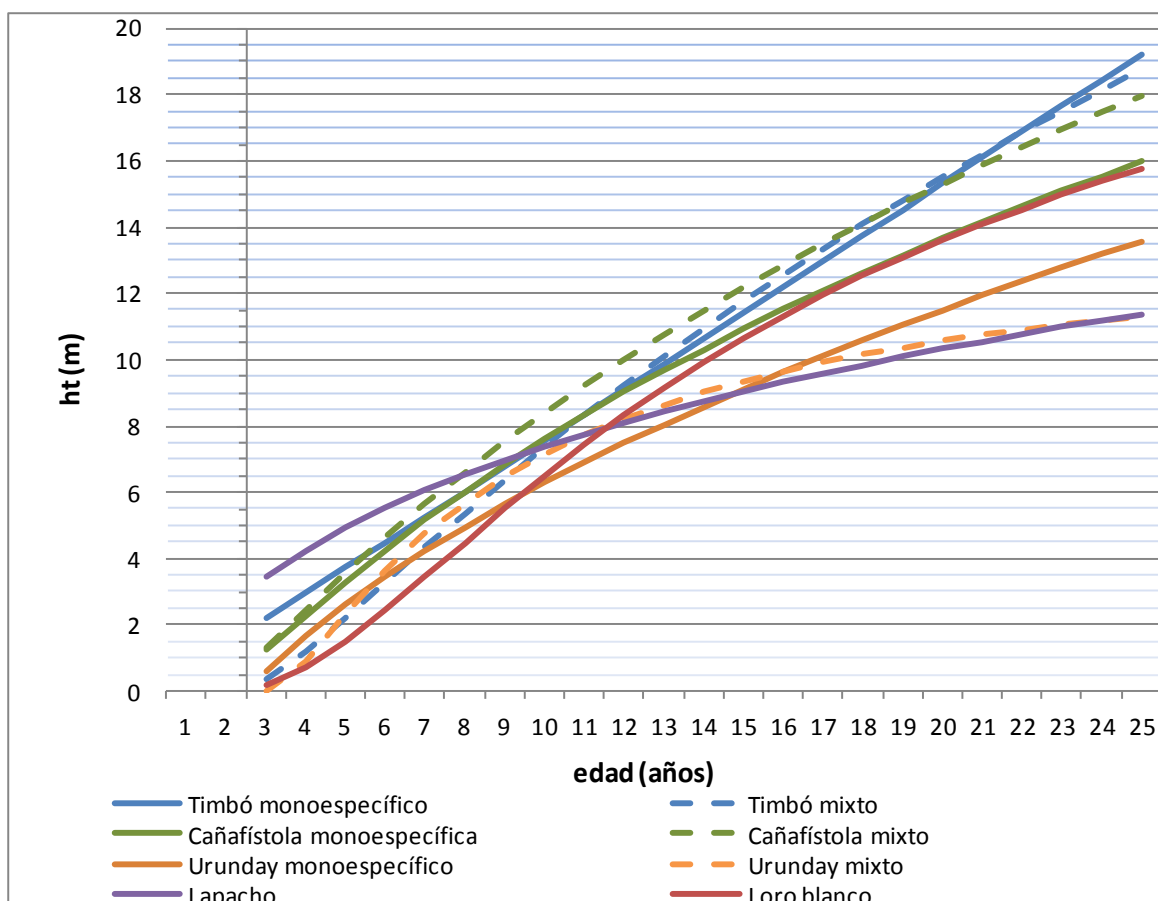


Grafico 2: Curvas de crecimiento en altura total (m) según especie y arreglo de plantación.

Graph 2: Curves of growth in total height (m) by species and planting arrangement.

Analizando el crecimiento de las distintas especies consideradas en lo relativo a la variable altura, Timbó presenta el mejor desempeño acompañado por Cañafístola mixta. Cañafístola monoespecífica y Loro blanco con un crecimiento intermedio, presentando Lapacho y Urunday el menor desarrollo en cuanto a altura. Tabla 3.

En cuanto a las predicciones de los modelos presentados para análisis de desempeño en dap y altura total de las especies ensayadas, cabe recordar que los modelos matemáticos presentados no deben ser extrapolados más allá de las edades utilizadas para su ajuste, un mínimo de 3 años y un máximo de 25 años. Considerando edades menores o mayores es posible obtener un comportamiento no biológico por lo que los valores no se condecirían con la realidad. No obstante, un análisis de los diferentes estadísticos de los distintos modelos presentados, con su correspondiente evaluación de distribución de residuos y tests de validación, indica que los mismos son aptos para representar la realidad bajo estudio e indicados para la toma de decisiones.

Tabla 3: Supervivencia, diámetros y altura total promedio, máximos y mínimos, según especie y edad.

Table 3: Survival, diameters (cm) and total height (m), maximum and minimum, by species and age.

Especie	Edad (años)	Supervivencia (%)	dap prom.(cm) (max; min)	h prom. (m) (max y min)
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> monoespecífico	21	40	30,6 (42,1; 23,3)	14,5 (17,6; 12,6)
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> mixto	21	30	31,2 (42,6; 20,3)	14,9 (16,7; 11,2)
<i>Peltophorum dubium</i> monoespecífico	17	78	17,1 (29,2; 15,1)	13,0 (15,8; 10,7)
<i>Peltophorum dubium</i> mixto	17	53	20,2 (29,0; 15,0)	13,9 (16,8; 10,9)
<i>Astronomium balansae</i> monoespecífico	19	48	18,9 (29,8; 12,0)	12,1 (14,6; 9,6)
<i>Astronomium balansae</i> mixto	19	69	17,7 (22,6; 12,5)	11,3 (15,2; 9,2)
<i>Bastardiopsis densiflora</i> mixto	21	53	27,8 (39,5; 20,9)	13,2 (18,0; 10,2)
<i>Tabebuia heptaphylla</i> mixto	19	70	19,0 (37,3; 15,0)	9 (12,5; 8,5)

Donde: prom.: promedio; máx.: máximo; mín.: mínimo y h: altura total

Conclusiones y Recomendaciones

Timbo se destacó por tener el mejor crecimiento tanto en diámetro como en altura en ambos arreglos de plantación. En otros experimentos de la región, esta especie, presenta buen crecimiento en ensayos de enriquecimiento (MONTAGNINI et al, 1997). La elevada mortandad que se produjo en los ejemplares de Timbo y que se acentuó en los últimos años, indica que es necesario iniciar trabajos de selección de ejemplares en función a sanidad, disposición de ramas y/o desrame natural, entre otras variables. Se requirieron de podas de formación en el transcurso del ensayo por la tendencia de la especie a la ramificación.

En base a los resultados obtenidos, de tener que establecer un ranking de especies sugeridas en base a crecimiento, el mismo estaría encabezado por Timbó en plantación monoespecífica o mixta, Cañafistola en plantación mixta y Loro blanco en plantación mixta. En todos los casos, al asociar las especies arbóreas una alta o media densidad de plantación podría favorecer el fenotipo al limitar la libre extensión de sus ramas por la competencia. En condiciones de degradación Urunday y Lapacho se destacaron por su alta supervivencia y sanidad, en ambos casos conviene también ensayar las especies en condiciones mixtas, de competencia para mejorar la forma.

La elevada mortandad de árboles de Timbo sobre todo en los últimos años, que se manifiesta en agallas al nivel de a base del tronco y ataque por insectos xilófagos que perforan el fuste, es un tema por resolver. En el caso de Cañafistola pudo estar explicada por la

compactación del suelo, que no permitió que las raíces exploraran en profundidad para el abastecimiento de agua ante condiciones de sequía. Luego de la sequía, presentaron rebrote de cepa de aproximadamente el 60% de los ejemplares muertos en pie, con fustes de 1,50 metros en promedio al año. Urunday y Lapacho también presentan este rebrote. Esto sugiere la posibilidad de conducción de las tres especies a partir del rebrote de cepa que además presentan las mayores sobrevivencias y las mejores adaptaciones a sitios degradados. Estas tres especies de madera dura, no presentaron daños por insectos en todo el tiempo del estudio. El menor crecimiento en altura del Lapacho posiblemente se debe a la falta de competencia lateral por la baja densidad inicial de plantación. Aunque con una sobrevivencia menor el mayor crecimiento de Urunday en condiciones monoespecíficas es posiblemente una respuesta a la competencia.

Se observan algunos beneficios de las plantaciones mixtas, como mayor sobrevivencia en Urunday y mayores diámetros en Cañafístola, siendo menos notorio en Timbó. Estas deberán ser consideradas en próximos ensayos para favorecer la competencia en altura en la primera etapa y disminuir las ramificaciones laterales. En todo caso, un aspecto positivo de fomentar plantaciones mixtas es su mayor diversidad, con el consecuente beneficio para la restauración productiva del ecosistema. Aspectos que deberán ser evaluados en próximos estudios de análisis físicos y químicos de suelos.

En cuanto a las predicciones de los modelos presentados para análisis de desempeño de las especies ensayadas, dentro de su rango de aplicación. El análisis de los estadísticos de los modelos y su distribución de residuos indica que los mismos son aptos para representar la realidad bajo estudio.

Bibliografía

- EIBL, B.; MONTAGNINI, F.1998. El potencial de las especies nativas en programas de plantación. En: VI Jornadas Técnicas. Ecología de Especies Nativas de la Selva Subtropical Misionera. Serie Técnica. FCF- UNaM. Eldorado, Misiones.
- EIBL B, FERNÁNDEZ 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* 48:1-8.
- FERNÁNDEZ R, MONTAGNINI F and HAMILTON H. 1997. The influence of native tree species on soil chemistry in a subtropical forests of the Paranaense region of Misiones, Argentina. *Forest Ecology and Management*. 99:237-246.
- HUANG S, YANG Y and 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.
- LAMB D, ERSKINE P D and PARROTTA J A. 2005. Restoration of degraded Tropical Forest Landscapes. *Science*. Vol 310 (5754):1628-1632.
- MONTAGNINI F, EIBL B, FERNANDEZ R. 2006. Rehabilitation of degraded lands in Misiones, Argentina. *Bois et Forets des Tropiques* 288: 51-65.
- MONTAGNINI F,.; EIBL, B.; GRANCE, L.; MAIOCCO, D.; NOZZI, D. 1997. Enrichment planting in degraded forests of the Paranaense region of Misiones, Argentina. *Forest Ecology and Management*. 99 (1 y 2): 237-246.
- MONTAGNINI, F.; FERNÁNDEZ, R.; HAMILTON, H. 1995. Relación entre especies nativas y la fertilidad de los suelos. Parte 1: Contenido de elementos en la biomasa. *Yvyretá (Argentina)* 6(6): 5-12.
- SCHNEIDER, P. R. 1997. Análise de regressão aplicada à Engenharia Florestal. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria. Brasil. 217 p.
- SILVA F, EIBL B, BOBADILLA.2008. Características climáticas de la localidad de Eldorado. Misiones, Argentina. En *actas 15^{as} Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM - EEA Montecarlo, INTA. 7, 8 y 9 de Junio de 2012 -Eldorado, Misiones, Argentina*

de las XIII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Eldorado Misiones.

SNEDECOR, G. W.; COCHRAN, W. G. 1979. Métodos estadísticos. Sexta edición. Compañía Editorial Continental S. A. México. 703 p.

ZAR, J. H. 1999. Biostatistical Analysis (4th Edition). Northern Illinois University. U.S.A. Publisher: Prentice Hall. 929 p.

GERMINACIÓN DE *Cabralea Canjerana* (VELL.) MART., EN RELACIÓN AL MOMENTO DE COSECHA Y CONDICIONES DE ALMACÉN

GERMINATION OF *Cabralea Canjerana* (VELL.) MART., IN RELATION TO THE HARVEST MOMENT AND STORING CONDITIONS

García, D.¹; Eibl, B.²; González, C.

1. Alumna de la carrera de Ing. Ftal. FCF -UNaM, Bertoni 124 –Eldorado, Mnes. dailysof@hotmail.com
2. Ing. Forestal. FCF -UNaM, Bertoni 124 –Eldorado, Mnes. beibl@facfor.unam.edu.ar
3. Ing. Forestal. FCF UNaM, Bertoni 124 –Eldorado, Mnes. gonzalezceeci09@hotmail.com

Resumen

Cabralea canjerana (Vell.) Mart. (Cancharana) es una especie de uso múltiple que requiere profundizar estudios que hagan posible su cultivo dada la limitante de presentar semillas recalcitrantes. En el presente trabajo, se pretendió determinar el momento propicio de cosecha para el disponer de semillas de calidad y mantener su viabilidad en almacén por el mayor periodo de tiempo posible, ofreciendo así alternativas para su conservación hasta llegar a la etapa de viverización. Se obtuvo información fenológica durante un año y se realizaron cosechas de frutos en los meses de agosto y septiembre. Se almacenaron en cámara de frío (4 ± 1 °C) y en heladera (8 ± 2 °C), determinando el envase más propicio entre plástico, aluminio, vidrio y grasa. Se secaron las semillas al ambiente para determinar la humedad límite y posterior almacén en heladera y en frascos de vidrio. El periodo de cosecha con frutos maduros antes de la dispersión ocurre entre agosto y septiembre, y el mejor envase fue la grasa, tanto en cámara como en heladera para el periodo evaluado.

Palabras clave: Recalcitrancia, período de cosecha, almacén, viabilidad, envase.

Summary

Cabralea canjerana (Vell.) Mart. (Cancharana) is a multiple use species that requires further studies that enable preservation given the present limitation of recalcitrant seeds. In the present study sought to determine the optimal time of crop to maintain viability in storage for as long as possible, providing alternatives for preservation until the nursery stage. Phenological information of fruit and seeds was obtained in the months of September and August, storing seeds in: a cold chamber (4 ± 1 °C) and a refrigerator (8 ± 2 °C). We determined the most suitable packaging from plastic, aluminum, glass and fat, as well as determining the limit desiccation of the seed to the store in refrigerator packed in glass jars. The period of crop was between August and September, and the packaging was outstanding fat, maintaining seed viability in both camera and refrigerator in the assessment period.

Keywords: Recalcitrance, crop period, storage, viability, packaging.

Introducción

Cabralea canjerana es un árbol de la familia meliácea, restringido a los trópicos y subtropicos. En América se distribuye naturalmente desde Sur de Brasil (estados de Paraná, Santa Catarina y Río Grande do Sul) hasta Norte de Argentina (distrito de las selvas mixtas en la provincia fitogeográfica Paranaense o Selva Misionera), abarcando parte de Paraguay. Presentan porte mediano a grande, con altura de 20 a 30 m y diámetro de hasta 150 cm. Muestran hábito de copa baja y follaje semideciduo, salvo algunos casos de follaje perenne, denso, de color verde brillante (Gartland *et al.*, 1997).

La madera, de color castaño oscuro a rojizo y moderadamente pesada, tiene buena trabajabilidad, proporcionando un buen acabado. Se utiliza en carpintería en general y mueblería fina, debido a su vetado atractivo y en la construcción de viviendas, puentes, en la elaboración de parquets, tacos de billar, mueblería y en la industria del compensado. Tiene un alto grado de resistencia a la intemperie y al ataque de organismos xilófagos, taladros y polillas, debido a la presencia de tanino y resinas (Miranda y Paredes, 2005). De la corteza se extrae un colorante rojizo para tintura de pieles, la cocción de la misma, principalmente de la raíz, es considerado como purgante, antidiarréico, febrífugo y astringente. Por sus abundantes propiedades medicinales los guaraníes lo llaman “árbol que todo lo cura” (Keller, 2008).

Sus flores, dispuestas en panículas axiales, son de gran importancia melífera y de ellas también se extrae perfume. Sus frutos poseen acción insecticida, siendo dispersados principalmente por la fauna autóctona. Se utiliza como ornamental, pero requiere ciertos cuidados debido a su sistema radicular superficial (López *et al.*, 1987; Miranda y Paredes, 2005). El período de floración ocurre desde fines de agosto hasta inicio de noviembre y la maduración de frutos entre octubre y diciembre (López *et al.*, 1987; Miranda y Paredes, 2005). Si bien se observan flores y frutos durante todo el año, la fase de maduración de los mismos y su dehiscencia se da entre los meses de octubre y marzo (Eibl *et al.* 2010).

El fruto es una capsula globosa septifraga, aovada, inicialmente carnosa, de color rojizo-amarronada, superficie lenticelar y glabra, se abre en 5 valvas y en cada una de ellas se encuentran 1 o 2 semillas superpuestas presentando un arilo carnoso rojizo, variando entre 6 a 10 por fruto. La diseminación es endozoocórica por la característica de ser atractiva por la carnosidad del arilo, aportando un elevado nivel de lípidos, lo cual la ubica dentro del grupo de plantas con frutos altamente energéticos (Pizo 1997; Pizo & Oliveira 2001) y convierte a las semillas en recursos muy atractivos para aves, roedores e insectos predadores (Pizo, 1997).

El análisis de la fenología de cancharana, tanto en árboles semilleros in situ como en bancos de germoplasma, constituye un elemento básico para la comprensión de la dinámica de sus comunidades (Eibl *et al.*, 2010).

La recolección de los frutos en el punto de madurez fisiológica es un factor importante para prolongar la longevidad de las semillas. (Goldbach, 1980; Delouche, 1969).

La recolección de los frutos debe realizarse en el árbol antes o durante la dehiscencia natural y antes de la dispersión, para lo cual es necesario conocer su momento óptimo de cosecha a través de la fenología de la especie (Eibl *et al.*, 2010). La Cancharana es una especie cuyas semillas no requieren tratamiento pregerminativo, presentando un porcentaje de germinación superior al 40% (Eibl *et al.*, 2010).

En el almacenamiento las semillas de Cancharana presentan comportamiento recalcitrante por lo que no es posible almacenarlas por largos periodos ni desecarse sin pérdida de viabilidad. Las semillas se mantienen viables en ambiente de heladera y envases de vidrio por apenas 40 días (Klekailo *et al.*, 2008; Klekailo y Otegui, 2009).

En vivero, el mayor inconveniente para la producción de Cancharana es sin dudas la disponibilidad de semillas de calidad para la obtención a escala de plantines. Determinar

condiciones adecuadas para la conservación de las semillas durante el tiempo necesario para el transporte y la organización en vivero posibilitará el empleo de esta especie de uso múltiple (madera, medicinal, ornamental, melífera, alimento) en programas de restauración, conservación y diversificación productiva, mediante la comercialización de plantines de calidad.

Este trabajo tiene por objetivo determinar el momento óptimo de cosecha de *Cabralea canjerana* (Vell.) Mart. a fin de obtener semillas de máximo poder germinativo, definiendo las condiciones de almacenamiento que mantengan la viabilidad a través del tiempo.

Materiales y métodos

Estudio Fenológico de la especie

El estudio fenológico se realizó utilizando el método de observación y registro fitofenológico integral (Ledesma, 1953) y comprendió seis individuos adultos en edad de fructificación. Los mismos se encuentran en el parque “Los Cedros”, Km. 11 de la ciudad de Eldorado (Misiones), la disposición de los mismos en el predio es espaciada, con limitada presencia de competencia con las demás especies presentes en el lugar (foto 1). El sitio de estudio responde a la fórmula climática Cfa según Köppen, corresponde a un clima subtropical húmedo sin estación seca con verano muy caluroso. La precipitación media anual es de 2020 mm, y los valores mensuales varían entre 125 mm y 250 mm. Enero y julio, se destacan como mes más cálidos y mes más frío, presentando un valor medio mensual de temperatura de 25,4 °C y 14,4 °C, respectivamente (Silva *et al.*, 2008).

A los fines de identificar la ocurrencia de las fases: brotación de hojas, floración, cambio de color del follaje, caída del follaje, crecimiento del fruto, maduración del fruto, caída del fruto y descanso fenológico; se realizaron observaciones semanales durante un año, iniciando el estudio en el mes de mayo del año 2009 y culminando en mayo del 2010. De esta manera, se puede definir el momento propicio para la recolección de frutos.



**Foto 1. Ubicación de los individuos en el “Parque Los Cedros” Eldorado, Misiones.
Photo 1. Location of individuals in the "Park Los Cedros" Eldorado, Misiones**

Ensayos de humedad, germinación y almacenamiento

En el laboratorio de Semillas, con material proveniente del Banco de Germoplasma de la facultad de Ciencias Forestales, Eldorado (Misiones) se realizaron ensayos de contenido de humedad, germinación y almacenamiento durante los años 2009 y 2010.

Determinación del contenido de humedad y Ensayos de germinación

Se trabajó con frutos recolectados antes de la dehiscencia en individuos de los departamentos de San Pedro y San Vicente (Misiones) en el transcurso de septiembre 2009 y agosto de 2010, separándose las semillas en laboratorio, se determinó la humedad al momento de la cosecha así como el poder germinativo inicial.

La determinación del contenido de humedad de las semillas se realizó por el método de estufa a temperatura constante a 103 ± 2 °C por 17 horas, ISTA (2003) en placas de petri, a razón de dos repeticiones de igual peso.

Los cálculos de humedad se realizaron bajo el método recomendado por ISTA (2003), según el mismo, las muestras sometidas a estufas fueron retiradas y pesadas en balanza con aproximación de 0,01 gr.

Los ensayos de germinación se realizaron en bandejas plásticas de siembra empleando como sustrato arena. Cada bandeja con un kilo de arena esterilizada humedecida con 90 ml de agua destilada. En cada tratamiento se trabajó con 4 repeticiones de 25 semillas cada una ISTA (2003). Cada repetición de los tratamientos fueron ubicados en una sala de germinación con temperatura constante de 25 °C ± 1 y fotoperíodo de 8 horas de luz.

A los fines de la evaluación de plántulas de cada ensayo la germinación fue medida cada 7 días desde el momento de la emergencia de la primera plántula, repitiéndose éste procedimiento por lo menos por 28 días, determinando en ellas el porcentaje de plántulas normales y anormales, y luego del cierre del ensayo, las semillas no germinadas se clasificaron como frescas, duras o muertas (ISTA, 2003).

A los fines de identificar las variaciones en la germinación con la disminución de la humedad y determinación de los valores de desecación límite, para ambas cosechas (2009 y 2010), se colocaron en bandejas plásticas entre papel de diario para el control del porcentaje de germinación (PG%) en relación al contenido de humedad (H%) durante el secado de la semilla en ambiente no controlado con evaluaciones cada 2 días.

Ensayos de almacenamiento

Para ambas cosechas se realizaron las evaluaciones de germinación luego del secado a temperatura ambiente, disponiendo las semillas sobre la mesada del laboratorio por períodos de 0, 2, 4 y 6 días entre papel de diario.

Con la cosecha de agosto de 2010, se evaluó la germinación de las semillas envasadas en heladera-vidrio (previamente secadas al ambiente durante 0, 2, 4 y 6 días) luego del almacenamiento a los 0, 15, 30, 45, 60 y 75 días

Con la cosecha de septiembre de 2009, se realizan los ensayos de almacenamiento de envases y ambientes. Se evaluaron 8 tratamientos, en los mismos se utilizaron contenedores: vidrio, plástico, aluminio y grasa; en cantidad necesaria de semillas para las evaluaciones de contenido de humedad y germinación a los 25, 40, 55 y 70 días; en dos ambientes: cámara de frío (4 ± 1 °C) y heladera (8 ± 2 °C).

Se empleó un diseño estadístico completamente aleatorizado, con un arreglo factorial de los tratamientos.

Resultados y discusión

Estudio fenológico de la especie

En la Tabla 1 se muestra la ocurrencia de las fases: brotación de hojas, floración, cambio de color del follaje, caída del follaje, crecimiento del fruto, maduración del fruto, caída del fruto y descanso fenológico.

Tabla 1: Fechas medias de cada fase fenológica de individuos observados durante Mayo 2009 a Mayo 2010.

Table 1: Average dates of each phenological stage of individuals studied during May 2009 to May 2010.

FECHAS MEDIAS PARA CADA FASE FENOLOGICA			
FASE	Fecha media		
	Comienzo	Plenitud	Fin
Floración	19/08/2008	05/10/2009	20/10/2009
Crecimiento del Fruto	19/07/2009	09/08/2009	09/09/2009
Maduración de Fruto	23/07/2009	24/08/2009	26/10/2009
Caída Fruto	08/09/2009	05/10/2009	15/11/2009
Brotación de hojas	13/08/2009	05/09/2009	01/10/2009
Cambio de Color de Hoja	18/07/2009	-	-
Caída de Hojas	29/07/2009	-	-
Descanso Fenológico	15/01/2010	-	15/04/2010

Al ser la Cancharana una especie semidecidua, lo que fuera referido a las fases cambio de color y caída de hojas no se evidencian en forma pronunciada salvo el caso de observaciones de caída de hojas por helada.

La floración es continua en el transcurso del año, más notoria en el período de agosto a diciembre coincidiendo con la brotación de hojas nuevas, siendo menos abundante en los meses de enero a abril.

La fructificación de los ejemplares se mantuvo en casi todo el año, remarcando dos etapas: los meses de noviembre a enero, y los meses de agosto a Noviembre. No obstante se observó que los frutos de inicio de crecimiento en noviembre no llegan a culminar la fase de maduración del fruto, ya que se contaminaban de canchros en el pericarpio de los mismos, lo que los hacía abortar de manera prematura o se mantenía en el árbol pero sin crecimiento. Otra situación presentada fue la de una fase de crecimiento prolongada hasta los meses de julio-agosto, donde se inicia la maduración de los frutos pero sin alcanzar la madurez posterior debido a su caída adelantada.

Los datos obtenidos de descanso fenológico son coincidentes con los de Eibl *et al.* (2010), en estudios realizados en la misma localidad. En cambio, en la fase de floración, los individuos extienden el período de plenitud y fin, al mes de octubre, pero se asemeja a la segunda etapa del mismo estudio, donde la floración se extiende hasta el mes de noviembre. No es así en el cambio de color del follaje ya que uno solo de los individuos observados presentó cambio de coloración en coincidencia con la ocurrencia de helada.

Determinación del contenido de humedad y ensayos de germinación

Las estimaciones de Porcentaje de Germinación (%PG) en relación a Contenido de Humedad (H%) se presentan en las Tablas 2 y 3.

Tabla 2. Secado al ambiente y porcentaje de germinación de semillas para cosecha de septiembre de 2009.

Table 2. Drying on ambient and percentage of germination of harvested seeds on September 2009.

Días de secado al ambiente	H %	PG %
0	58,6	80
2	43,6	57
4	47,2	35
6	32,1	27
8	21,2	2

Para las semillas secadas de la cosecha del mes de septiembre de 2009, la germinación inicial es del 80% con 58% de humedad, que luego de 6 días, la humedad disminuye a la mitad y la germinación a menos del 30%.

Para las semillas de la cosecha de agosto 2010, y previo al secado al ambiente, se retiró el arilo, ya que fueron considerados fuente de inhibidores y de contaminación en la germinación y almacén, detalle que fuera observado en el ensayo anterior.

Tabla 3. Secado al ambiente y porcentaje de germinación de semillas de cosecha de agosto de 2010.

Table 3. Drying on ambient and percentage of germination of harvested seeds on August 2010.

Días de secado al ambiente	H %	PG %
0	66.7	87
2	49.9	77
4	42.4	71
6	32.2	64

Para las semillas de la cosecha del mes de agosto de 2010 se determinó un alto porcentaje de germinación a pesar del tiempo de secado transcurrido, incluso cuando presentaban un porcentaje de humedad inferior al 40%.

Esta mejora en los valores de germinación y tolerancia a la desecación con respecto a la cosecha anterior podría estar determinada por la retirada del arilo.

La mejor germinación ni bien separadas las semillas, luego de abierto los frutos de la cosecha, resulta con un porcentaje de humedad entre un 58 a 66%, en cambio con una humedad menor al 30% la viabilidad de las semillas se encuentra perjudicada, notando que las mismas, luego de varios días de secado al ambiente disminuían notablemente su tamaño.

Ensayos de almacenamiento

Para el ensayo de **almacenamiento** de las semillas con diferentes contenidos de humedad, la Figura 1 muestra la germinación con respecto al secado al ambiente durante 6 días y el almacenamiento por 75 días de las semillas envasadas en vidrio y heladera para la cosecha 2010. Se evidencia que a medida que pasaron los días de secado de la semilla, disminuye el porcentaje de germinación inicial y no se observaron ventajas en la viabilidad y PG% al almacenar semillas con mayor tiempo de secado.

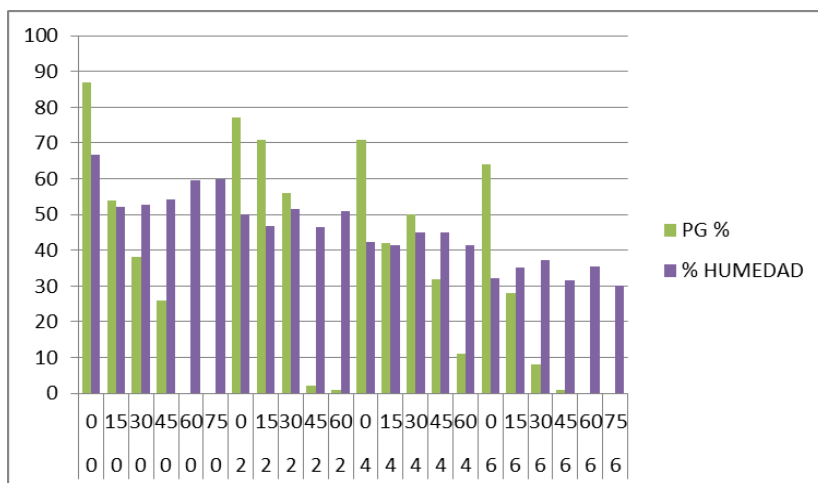


Figura 1. Germinación y humedad para semillas secadas al ambiente y almacenamiento por 75 días de las semillas de Cancharana envasadas en vidrio.

Figure 1. Germination and moisture with respect to drying and storage for 75 days of Cancharana seeds packaged in glass.

Para el ensayo de almacenamiento (ambientes y envases), se evaluaron los tratamientos con las semillas de la cosecha 2009, presentándose en la tabla 4 los valores porcentuales de germinación (% PG) durante el almacenamiento de semillas de Cancharana en distintos envases.

Tabla 4. Germinación para distintos periodos de almacenamiento en función a diferentes tratamientos.

Table 4. Germination at different times for different storage treatments.

Evaluación	Tratamientos		PG %
25 días	cámara	grasa	86 a
	cámara	aluminio	73 a
	cámara	plástico	69 ab
	heladera	grasa	69 ab
	cámara	vidrio	45 bc
	heladera	vidrio	40 c
	heladera	plástico	18 cd
	heladera	aluminio	15 d
40 días	heladera	grasa	70a
	cámara	grasa	43b
	cámara	plástico	29b
	heladera	aluminio	13c
	heladera	vidrio	10c
	cámara	vidrio	6c
	cámara	aluminio	0d
	heladera	plástico	0d
55 días	heladera	grasa	15a
	cámara	grasa	12b
	heladera	aluminio	6c
	heladera	vidrio	1 c
	cámara	vidrio	0d
	cámara	aluminio	0d
	cámara	plástico	0d
	heladera	plástico	0d
70 días	cámara	vidrio	0a
	cámara	plástico	0a
	heladera	vidrio	0a
	heladera	plástico	0a

Letras diferentes indican diferencias significativas $\alpha=0.05$

A los 25 días de evaluación no se encuentra diferencia significativa entre heladera-grasa y cámara-aluminio, pero a los 40 días en adelante, no hay registros de germinación en lo que respecta al tratamiento cámara, heladera y aluminio, plástico.

El almacenamiento en cámara determina mejores resultados a los 25 días de evaluación, pero la heladera demostró mejores resultados con respecto al mantenimiento por mayor tiempo de la viabilidad de la semilla en los diferentes envases tanto a los 40 como a los 55 días. En ambos casos cuando puestas en grasa.

Dentro de los envases evaluados, la grasa en heladera resulto el mejor envase y almacenamiento para el periodo evaluado, aunque no difiere significativamente en la primera evaluación con la cámara-aluminio y cámara-plástico. En las siguientes evaluaciones el tratamiento cámara-grasa difiere significativamente de los demás tratamientos por la característica de que tanto el aluminio como el plástico no son totalmente herméticos a la humedad, observando que en los momentos de siembra más distantes, las semillas se encontraban con alto grado de descomposición dentro de los respectivos envases.

Entre los tratamientos, la heladera-grasa se presenta como el mejor envase para la conservación por mayor tiempo de la viabilidad de las semillas; mientras que, el tratamiento heladera-plástico conserva por menos tiempo las semillas viables.

En virtud a estos resultados, aconsejamos realizar las cosechas de frutos en el momento de dispersión (Octubre a Noviembre), cuando las semillas tendrán la menor humedad en planta madre, el mayor peso seco y posiblemente el mayor vigor. Estas condiciones favorecerían el valor de germinación inicial y mejores aptitudes para tolerancias a desecación y viabilidad en el almacenamiento. Asimismo, se recomienda como método previo a la siembra y/o almacén, que el arilo carnoso sea retirado para así disminuir la contaminación de las semillas, ya que las mismas son almacenadas con un elevado porcentaje de humedad, dando un ambiente propicio para la procreación de hongos y bacterias, pudiendo ocasionar la aparición de insectos en la siembra.

Es importante tener en cuenta que al ser una semilla que disminuye con tanta rapidez la humedad en ambiente, la siembra y el almacenamiento de las mismas deben ser inmediatos luego de la separación de la semilla del fruto.

Consideramos que es necesario continuar con los ensayos de almacenamiento en grasa en diferentes ambientes para así encontrar mejores condiciones y tiempos para el mantenimiento de la viabilidad de las semillas

Conclusiones

Mediante el análisis fenológico de la Cancharana, se determina que el momento de plenitud de la fase de maduración de frutos se encuentra a fines del mes de Agosto, concordando con las fechas de cosecha con mejores resultados en germinación inicial, tomando en cuenta que los frutos fueron cosechados desde el árbol antes de la dehiscencia.

Evaluando la germinación en función a los contenidos de humedad destacamos que, con porcentajes menores al 30% la germinación de las semillas es mínima a nula.

El mejor envase evaluado, por mantener mayor viabilidad de las semillas por mayor tiempo, es la heladera-grasa. En cambio, el envase que conserva por menor tiempo las semillas, dando a notar descomposición de las mismas, es el tratamiento heladera-plástico, no superando los 40 días de envasados.

El almacenamiento más propicio dentro de lo evaluado, es la heladera-grasa, ya que las semillas al parecer, tienen un nivel de sensibilidad a temperaturas más bajas que se manifiesta luego de 40 días de almacén.

Superando los 55 días de almacenamiento y al momento de siembra, las semillas se demuestran deterioradas, en mayor proporción en los envases plástico y aluminio, en cambio la grasa mantuvo un mínimo de contaminación, ya que al estar inmersas, separadas entre sí y de una manera hermética, aunque mantengan el arilo carnoso, el envase no permite el ingreso y/o la proliferación de hongos y/otros patógenos.

Bibliografía

Delouche, P. 1968-1969. Preceptos para el almacenamiento de la semilla. In Memoria de cursos sobre tecnología de semillas realizados en America Latina. Ed. Por Delouche; Vaugan. Tegucigalpa, Honduras. P. 358-394.

- Eibl B; González C, Mattes L. 2010. Fichas Técnicas: Manejo de frutos y semillas, producción de plantines y establecimiento a campo de 16 especies nativas de la selva paranaense. Laboratorio de semillas F.C.F.- UNaM. 40 pp. (En preparación).
- Gartland, H.; Bohren, A.; Grance, L.; Miranda, D.; Vogel, H. 1997. Ficha técnica. Árboles de Misiones. Revista Yvyrareta. 8: 55-57.
- International Seed Testing Association. 2003. International Rules for Seed Testing. Seed Science and Technology.
- Goldbach, H. 1980. Instalaciones para almacenamiento de semillas a largo plazo. Turrialba, C.R., CATIE. 24 P.
- Keller, H. 2008. Las plantas usadas en la construcción y el acondicionamiento de las viviendas y templos Guaraníes, Misiones, Argentina. Revista Bomplandia, 17.1: 65-81
- Klekailo, G.; Otegui, M.; Eibl, B. 2008. Estudio del comportamiento de las semillas de *Cabralea canjerana* y *Cordia trichotoma* en el almacenamiento. Informe final. Programas de Becas y Pasantías del CEDIT 2008.
- Klekailo, G. y Otegui, M. 2009. Estudio del comportamiento de las semillas de *Cabralea canjerana* en el almacenamiento. Revista Análisis de semillas. 3 (9): 74-78.
- Ledesma, N. L. Registro Fitofenológico Integral. Dirección General de Servicio Meteorológico Nacional. Serie Agrometeorológica. Publicación N° 12. p: 81-96. Buenos Aires.
- Lopez, J. A.; Little Junior, E.L. 1987. Árboles Comunes del Paraguay; Ñande Yvyra Mata Kuera. Washington; Cuerpo de paz.
- Miranda, D.; Paredes, D. 2005. Ficha técnica. Frutos y semillas de interés forestal. Revista Yvyrareta. 13: 87-88.
- Pizo, M. A. 1997. Seed dispersal and predation in two populations of *Cabralea canjerana* (Meliaceae) in the Atlantic Forest of southeastern Brazil. J. Trop. Ecol. 13:559-578.
- Pizo, M. A & 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 Ecol. 157:37-52.
- Silva, F.; Eibl B.; Bobadilla, A. 2008. Características climáticas de la localidad de Eldorado Misiones, Argentina. XIII Jornadas Técnicas, Forestales y Ambientales. 5, 6 y 7 de junio de 2008. Formato CD, trabajo N° 37.

POTENCIALIDAD DEL TALA (*CELTIS EHREBERGIANA* (KLOTZSCH) LIEBM) EN LOS BOSQUES DEL CHACO SEMIÁRIDO

POTENTIAL OF TALA (*CELTIS EHREBERGIANA* (KLOTZSCH) LIEBM) IN SEMIARID CHACO FOREST

Giménez, A.M¹.; Diaz Zirpolo, J.A.¹; Figueroa, M.E.¹; Hernandez, P.¹

1.Laboratorio de Anatomía de Madera. INSIMA. Facultad de Ciencias Forestales. UNSE.
Avda. Belgrano 1912 (s). 4200. Santiago del Estero. Email: amig@unse.edu.ar

Resumen

El tala (*Celtis ehrenbergiana*) es un árbol de hábitos gregarios, de amplia distribución en el país. El objetivo del presente trabajo es: analizar las posibilidades del crecimiento de tala en bosques del Chaco Semiárido. El estudio fue realizado un rodal natural Santos Lugares, Departamento Alberdi, Santiago del Estero. Para el análisis de crecimiento se trabajó con 30 individuos. De los árboles abatidos se extrajeron rodajas de 5 cm. de espesor, a la altura de 0,30, 1,30 y final del fuste. La marcación y medición de anillos se efectuó con el Equipo ANIOL y el programa CATRAS. El tala presenta anillos de crecimiento bien demarcados. El espesor medio de anillos (IR) es 5.69 mm. (1,02 y 16,66). La edad de culminación del crecimiento en DAP es a los 19 años, en SN se logra a partir de los 42 años. Los 30 cm de DAP se logra entre los 24 y 28 años.

Palabras clave: crecimiento, madera, *Celtis ehrenbergiana*

Summary

Tala (*Celtis ehrenbergiana*) is a gregarious tree widespread in the country. The aim of this study is to analyze the possibilities of growth logging in forests of the semiarid Chaco. The study was a natural stand Santos Lugares, Department Alberdi, Santiago del Estero Province. For growth analysis, we worked with 30 individuals. Tree extracted folded slices 5 cm. thick, up to 0,30, 1,30 and end of the shaft. Marking and measuring rings are made with the ANIOL Equipment and CATRAS program. Tala presented well-marked growth rings. The average thickness of rings (IR) is 5.69 mm. (1,02 and 16,66). The growth culmination age in DAP is at 19 years, in SN is achieved after 42 years. The 30 cm DBH is achieved between 24 and 28 years.

Key words: growth* wood**Celtis ehrenbergiana*

Introducción

El tala (*Celtis ehrenbergiana* = sin: *Celtis tala*) es un árbol de follaje caduco, hábitos gregarios y de amplia distribución en el país. Habita desde el sur de Bolivia y Brasil meridional hasta el sudeste de la provincia de Buenos Aires en Argentina, pasando por Paraguay y Uruguay. Es un componente principal de los espinales, de las praderas y bosques del Gran Chaco y ciertas zonas de la llanura pampeana. (Gimenez, Moglia, 2003). Es una especie ampliamente presente en las barrancas costeras del río Paraná, participando de las comunidades de la selva marginal y en la costa marítima argentina y uruguaya. Crece en suelos secos o moderadamente húmedos, con buen drenaje, calcáreos, aunque prospera mejor en suelos sueltos, bien drenados y con disponibilidad de agua y buena luminosidad.

En el Chaco Semiárido es un componente frecuente de los bosques secundarios. Está citado por SIB en 9 áreas protegidas: Calilegua (Jujuy), Colonia Benítez (Chaco), Copo (Santiago del Estero), General Pizarro (Salta), Pre-delta (Entre Ríos, El rey (Salta), San Antonio (Misiones), Sierras de las Quijadas (San Luis).

Los talaes han sido estudiados con mayor interés en la Pcia de Bs. As. El talar es una subunidad de la eco-región del Espinal que se ubica en barrancas, bancos de conchilla y médanos antiguos del nordeste bonaerense. Es una de las pocas formaciones boscosas nativas de la provincia de Buenos Aires en las que el tala, asociado a importante cantidad de especies arbóreas y herbáceas, alberga una interesante fauna.

Burgueño (2004) realiza una interesante contribución de las plantas destacadas de los talaes bonaerense. La flora de la provincia de Buenos Aires alberga más de 2.100 especies (Zuloaga *et al.*, 1999), de las cuales se destacan más de un centenar de especies, que habitan los talaes de la región. El talar es un bosque subclimácico (Cabrera, 1949), comunidad que ha llegado a un estado cercano al equilibrio en la sucesión, en relación con las condiciones de suelo, clima, relieve, entre otras. Los elementos dominantes del talar son: *Acacia caven* y *Jodina rhombifolia*; según descripciones de los alrededores de La Plata. (Cabrera, op. cit.) además *Schinus longifolius* y *Scutia buxifolia*, entre otras principales (Lahitte y Hurrell, 1999).

Parodi (1940-1), cita para la localidad de Llavallol la existencia en esa década de ejemplares aislados de las especies nombradas, sumadas a individuos de *Phytolacca dioica*, ombú. También se hallan talaes con dominancia de coronillo en el sur de la región de distribución (Goya *et al.*, 1992).

Horlet *et al.* (2003) estudian el crecimiento y las variaciones por efecto de la competencia en rodales regenerado por rebrote.

En los bosques del Chaco argentino, el tala es un componente secundario del bosque alto. En base a los muestreos realizados en el proyecto Biodiversidad en ambientes naturales del Chaco Argentino, *Celtis tala* se encuentra presente en 13 de 19 sitios (Giménez, Hernández, 2008). Se manifiesta en el Chaco semiárido como una especie muy frecuente y presente en serranías (Giménez *et al.* 2011). Las especies que forman el primer grupo son las que caracterizan el estrato arbóreo del Chaco Semiárido: *Schinopsis lorentzii* se asocia con *Aspidosperma quebracho-blanco*, *Ziziphus mistol*, *Cercidium praecox*, *Prosopis nigra*, *Geoffroea decorticans*, *Prosopis ruscifolia*, *Prosopis vinalillo*, junto a *Prosopis alba*, *Prosopis torquata*, *Jodina rhombifolia*, *Tabebuia nodosa* y *Celtis tala*. (Gimenez *et al.*, 2011)

Son especies comunes en la asociación: *Prosopis nigra*, *Cercidium praecox* y *Celtis tala*.

Díaz Zírpola (2012) describe un bosque del Departamento Pellegrini (Santiago del Estero) de vegetación semiabierto, con suelo cubierto de un estrato herbáceo muy diverso y con presencia de cactáceas y musgos. La estratificación vertical, formada por un estrato dominante constituido por quebracho colorado (*Schinopsis lorentzii*) y quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho blanco*), un estrato codominante, constituido por mistol (*Ziziphus mistol*), algarrobo negro (*Prosopis nigra*), guayacán (*Caesalpinia paraguarienses*), brea (*Cercidium praecox*), tusca (*Acacia aroma*), tala (*Celtis spinosa*), chañar (*Geofrea decorticans*), garabato (*Acacia praecox*), duraznillo (*Ruprechtia apetala*), y un estrato oprimido constituido por talilla (*Celtis pallida*) y teatin (*Acacia furcatispina*), con la presencia de un matorral medio constituido por ancoche (*Vallesia glabra*) y jarillas (*Larrea divaricata*). Es frecuente escuchar que el talar sólo sirve como leña, haciendo alusión sólo a la especie *Celtis tala*, desconociéndose la riqueza natural de los mismos y los elementos culturales asociados (Athor *et al.*, 2004).

Es una especie que en el Chaco Argentina tiene aplicación secundaria. Apta para cabos de herramienta, carpintería, postes, leña carbón (Tortorelli, 2009). Tiene usos medicinales

como antitusivo y digestivo, desinfectar heridas, etc. De acción antidiarreica en infusión de hojas al 20%. El objetivo del presente trabajo es: analizar las posibilidades del crecimiento de *Celtis ehrenbergiana* (tala) en bosques del Chaco Semiárido.

Material y Método

El estudio fue realizado un rodal natural Santos Lugares, Departamento Alberdi, Provincia de Santiago del Estero. El área corresponde al Distrito Chaqueño Occidental y su posición geográfica es 25° 58' 28" Lat. S.; 62° 9' 04" Long. O. Para el análisis de crecimiento se trabajó con 30 individuos de la especie *Celtis ehrenbergiana* (tala). 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. Se extrajeron rodajas de 5 cm. de espesor, a las alturas de 0,30 y 1,30m y final del fuste (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. 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 INFOSAT como muestras de medidas repetidas. Las mediciones se efectuaron de corteza a médula.

A partir del espesor de anillos 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. Con el espesor de anillos de todos los árboles se generó la curva de IR (incremento radial). Así se expresó biológicamente las tendencias de crecimiento de la especie en determinado sitio. Se ajustó la serie de anillos suavizados por medias móviles en tramos de 7 años. 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). Posteriormente se calculó DAP y sección normal en función de la edad. Fueron analizados los modelos de regresión para las variables estudiadas y la edad.

Resultados

Anillos de crecimiento

El rasgo anatómico relevante del leño es la porosidad semicircular y vasos distribuidos en agregados tangenciales (ulmoide). Los anillos son claramente definidos (imagen 1-2), del tipo 13 según la clasificación de Calquist (1989) donde se incluye las maderas con porosidad ulmoide (bandas tangenciales con vasos pequeños en el leño tardío). En la demarcación del anillo se define una banda de fibras al final del leño tardío (imagen 3-4). Esta diferencia grande de tejidos pone de manifiesto el anillo. La porosidad ulmiforme donde los tejidos están concentrados en bandas, produce una serie de fajas macroscópicas que pueden confundir la marcación del anillo a inexpertos. A lo largo de un anillo se contabilizaron entre 10- 12 bandas parenquimáticas por anillo. Básicamente hace referencia a dimorfismo de vasos en el leño temprano y tardío. Los vasos son anchos en leño temprano (imagen 5), y en general no agrupados, y vasos pequeños formando grupos en el leño tardío, orientados diagonal o tangencialmente (imagen 6). La interpretación de la disposición tangencial hace referencia a

la formación de una malla vascular, interconectando virtualmente los vasos dentro del anillo, asegurando la conductividad.

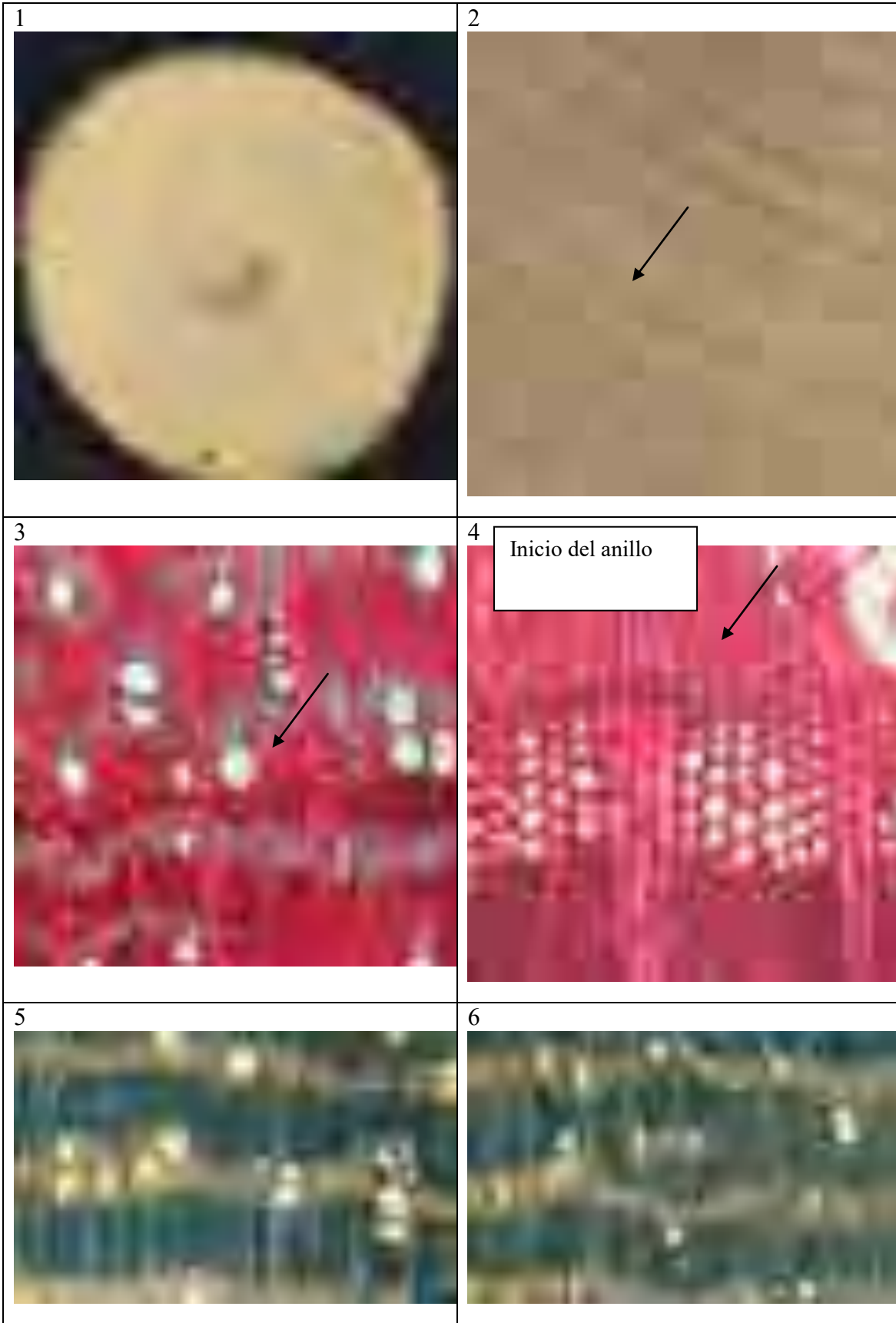


Imagen 1-2- Sección transversal del tronco con anillos de crecimiento claramente definidos. 3- 4- Definición microscópica del anillo por una banda de fibras al final del leño tardío. 5- Vasos del leño temprano. 6- Vasos del leño tardío.

Figure 1-2 - Cross section of stem with defined growth rings. 3 - 4 - Ring defined by a band of fibers at the end of the latewood. 5 - Vessels in early wood. 6 - Vessels in late wood.

Crecimiento

Espesor medio de anillo (IR) para un período de 35 años es de 5,69 mm (1.02-16.66), S: 2.51.

La serie de curvas de cada individuo se suaviza por medias móviles en tramos de 7 años. Posteriormente se ajusta a una ecuación polinómicas de 4 grado. El IR es máximo a los 15 años (grafico 1).

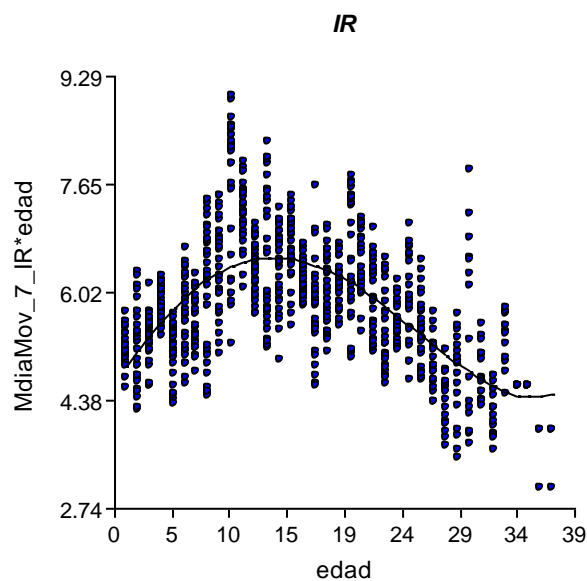


Grafico 1: Espesor de anillos (IR) en función de la edad
Graph 1: Thickness of rings (IR) in function of age

El DAP y la edad se ajustan a una ecuación polinómica, logrando 30 cm de DAP entre los 24 y 28 años (grafico 2). Este valor es sumamente promisorio para las sp. de la región, y habla de su carácter mesomófico como lo expresa la estructura anatómica de la madera.

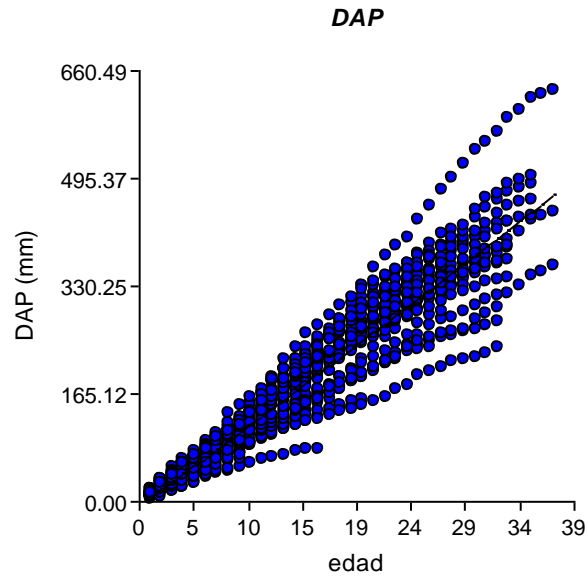


Grafico 2: DAP en función de la edad
Graph 2: DHB in function of age

EL IMA e IA al DAP se interceptan a los 19 años, lo que expresa una pronto culminación del crecimiento en diámetro. La sección normal y la edad ajusta a una ecuación polinómica 3 grado R2 0.70 (grafico 3).

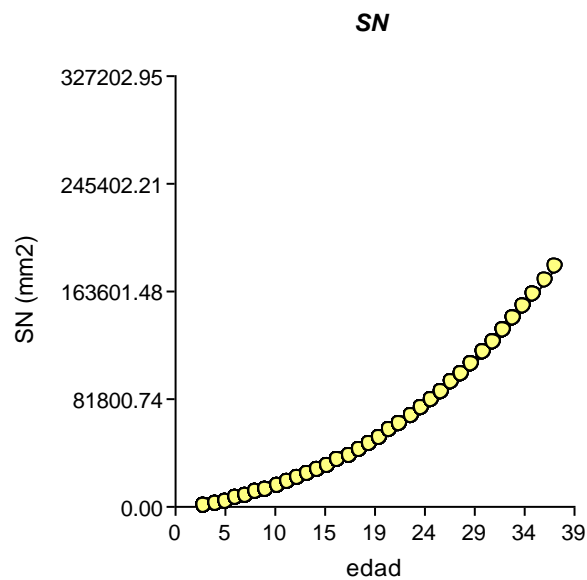


Grafico 3: Sección normal (SN) en función de la edad
Graph 3: Normal Section (NS) in function of age

Para SN la culminacion (grafico 4) no se produce aún a la edad estudiada (entre 42/44 años).

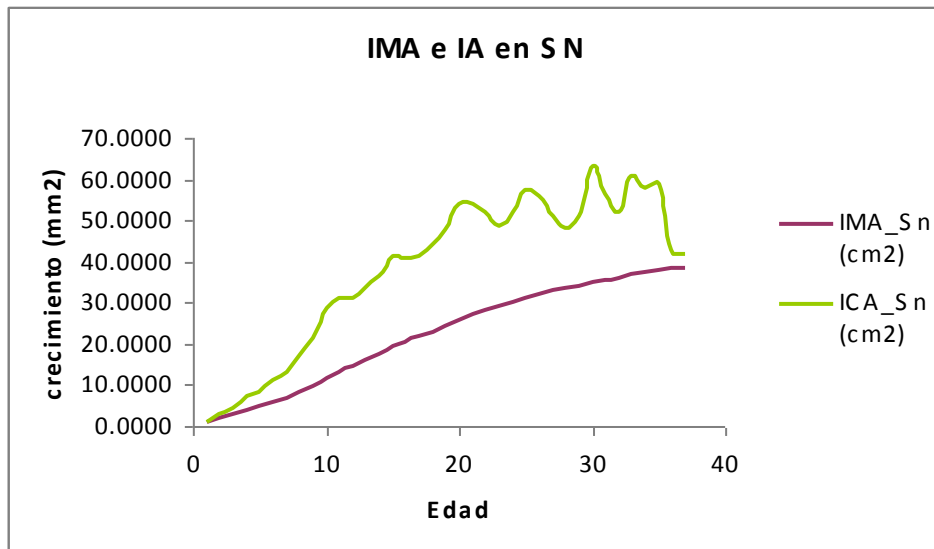


Grafico 4: Incremento IMA e IA en función de la edad
Graph 4: MAI and AI in function of age

Las relaciones dendrométricas indican en los árboles estudiados alturas totales de 6-12 m; fustes cortos con valor de 2.3 m promedio, con calores de volumen de fuste muy bajos (0.5 m³) a 50 cm DAP (grafico 5).

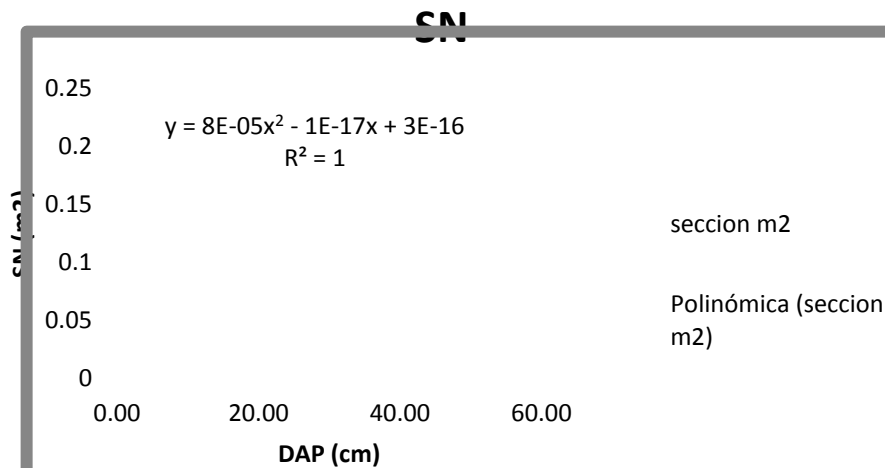


Grafico 5: SN en función del DBH
Graph 5: NS according to DBH

La evolución del volumen de fuste en referencia al DAP ajusta a una función polinómica de segundo grado (grafico 6).

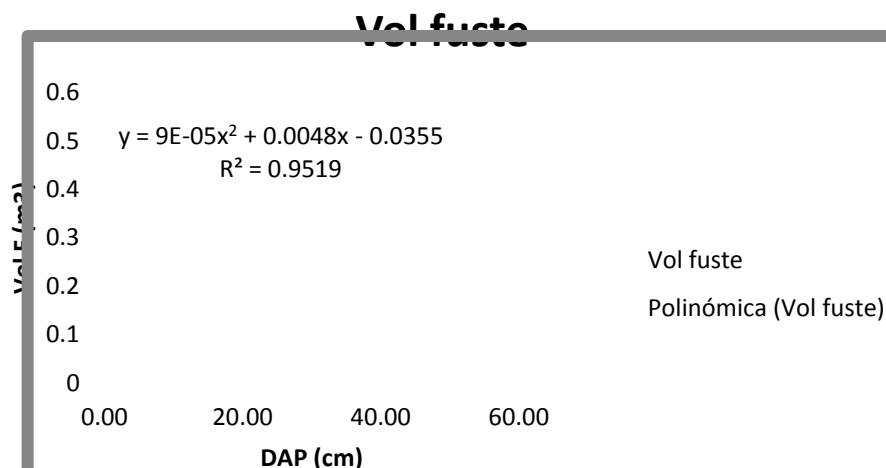


Grafico 6: Volumen de fuste y DAP
Graph 6: Volume of shaft and DBH

El tiempo de tránsito entre clase diamétrica es un indicador del ritmo de crecimiento en diámetro. Como lo indica la intercepción del IA e IA al DAP en la clase de 10 a 15 cm el tiempo es menor a tres años, siendo el promedio hasta los 40 cm DAP de 4.25 años. Este valor es importante para tener en cuenta si se pretende manejar el tala en la región.

Conclusiones

Se concluye que el tala es una especie de crecimiento rápido en los bosques del Chaco Semiárido.

Bibliografía

- Athor, J.; J. Baigorria y E. Mérida. 2004. ESTRATEGIAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LOS TALARES BONAERENSES. Jornadas por la Conservación de los Talares Bonaerenses (2004). Pag 1. Gestión Talares Bonaerenses, Grupo Áreas Naturales Protegidas y Especies en Peligro de la Fundación de Historia Natural Félix de Azara.
- Burgueño, G. 2004. PLANTAS DESTACADAS DE LOS TALARES BONAERENSES Jornadas por la Conservación de los Talares Bonaerenses (2004). Gestión Talares Bonaerenses, Grupo Áreas Naturales Protegidas y Especies en Peligro de la Fundación de Historia Natural Félix de Azara.
- Cabrera, A., 1949. Las comunidades vegetales de los alrededores de La Plata (Provincia de Buenos Aires, Argentina). Lilloa 20, 269-376.
- Carlquist, S. 1988. Comparative wood anatomy. Systematic, Ecological and evolutionary aspect of Dicotyledons wood. Springer, Berlin, Heidelberg, New York. 460 p.
- Díaz Zirpolo, J. 2012. Inventario Forestal en un bosque de Pellegrini. Inédito.
- Giménez, A. M.; Moglia, J. G. 2003. ÁRBOLES DEL CHACO ARGENTINO. Guía para el reconocimiento dendrológico. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable del Ministerio de Desarrollo Social junto a la Facultad de Ciencias Forestales, UNSE. Editorial El Liberal. 310 p.
- Giménez, A. M.; P. Hernández; M. E. Figueroa y I. Barrionuevo. 2011. Diversidad del estrato arbóreo en los bosques del Chaco Semiárido. Revista Quebracho Volumen 19(1,2): 24-37.
- Giménez, A.; P. Hernández. 2008. Biodiversidad en Ambientes naturales del chaco Argentino Vegetación del Chaco SEMIÁRIDO, Provincia de Santiago del Estero. Fascículo 1-FONCYT. FCF-UNSE. 120 p.
- Goya, J., G. Placci y A. Brown, 1992. Distribución y características estructurales de los talares de la Reserva de Biosfera "Parque Costero del Sur". Rev. Fac. Agro., 68: 53-64. La Plata.
- Helinska, R., Raczowska, 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.

- Horlet, M.; Arturi, M.; Cellini, J.; Perez Pascal, D.; Buus, Goya, J. 2003. Crecimiento y competencia intraespecífica en *Celtis talaen* el este de Bs. As. *Agiscientia*. Vol. XX: 79-84.
- Lahitte, H. B. y Hurrell, J. 1999. *Árboles Rioplatenses* Buenos Aires. Editorial L.O.L.A., Buenos Aires.
- SIB. http://www.sib.gov.ar/ficha/PLANTAE*Celtis*ehrenbergiana
- Stokes, M.; Smiley, T. 1968. *An introduction to tree rings dating*. Univ. Chicago Press., Chicago. 120p.
- Tortorelli, L. 2009. *Maderas y Bosques argentinos*. 2ª ed. Tomo I y II. Bs. As. Orientación Gráfica Editora. Vol 1 576 p.
- Zuloaga, F., Morrone, O. y Rodríguez, D., 1999. Análisis de la biodiversidad en plantas vasculares de la Argentina. *Kurtziana* 27(1), 17-167.

ALMACENAMIENTO DE SEMILLAS FORESTALES NATIVAS

STORAGE OF NATIVE FOREST SEEDS

González, C.⁽¹⁾; Eibl, B.⁽²⁾; Otegui, M. B.⁽³⁾

1)Ing. Ftal. Becaria Investigación del Comité Ejecutivo de Desarrollo e Investigación y Facultad de Ciencias Forestales, UNaM. gonzalezceci09@hotmail.com

2)Ing. Ftal. MSc, Docente, Facultad de Ciencias Forestales, UNaM. Bertoni N° 124, (3382) Eldorado, Misiones, Argentina. beibl@facfor.unam.edu.ar

3)Lic. MSc, Docente, Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales. UNaM

Resumen

La conservación ex situ de los árboles nativos de la Selva Misionera puede ser llevada a cabo a través del almacenamiento de sus semillas en un Banco de Semillas; para lo que se requiere contar con información de las especies a conservar. El objetivo general de este trabajo fue estudiar el potencial de conservación ex situ de semillas de especies nativas, cuantificando su respuesta a la desecación con sílicagel y almacenamiento en diferentes ambientes y envases. Los resultados indican que las semillas de Anchico colorado, Curupay, Palo rosa y Lapacho negro presentan comportamiento ortodoxo en el almacenamiento, por lo tanto su conservación a largo plazo en Bancos de semillas es una alternativa válida. El mejor envase para almacenar semillas de Cancharana fue la arena húmeda y en cámara de frío a 4-5 °C, ya que conservaron un 75 % de viabilidad hasta los 120 días.

Palabras claves: conservación ex situ, semillas, especies nativas.

Summary

The conservation ex situ of the native trees of the Selva Misionera can be carried out through the storage of seeds in a Seed Bank; for what would require information of species to keep. The general objective of this work was to study the potential for conservation ex situ seed of native species, quantifying its response to desiccation with sílicagel and storage in different environments and packaging. The results indicate that Anchico colorado, Curupay, Palo rosa and Lapacho negro seeds present Orthodox behaviour in the storage, therefore its conservation in the long term in seed banks is a valid alternative. The best container for storing the Cancharana seeds was the sand wet and cold at 4-5 ° C chamber, that retained a 75% feasibility up to 120 days.

Key words: ex situ conservation, seeds, native species.

Introducción

La conservación ex situ de los árboles nativos de la Selva Paranaense puede ser llevada a cabo a través del almacenamiento de sus semillas en un Banco de Semillas; para lo que se requiere contar con información de las especies a conservar; sin embargo la investigación sobre el potencial de almacenamiento de semillas de nuestras especies nativas aún es escasa.

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, y logran así soportar

bajas temperaturas en el almacenamiento prolongando su viabilidad por mucho tiempo. Por lo 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, en el que las semillas son más tolerantes al secado que las recalcitrantes pero en general pierden la viabilidad a temperaturas bajas (Ellis y Hong, 1990).

Generalmente los Bancos de Semillas tienen adecuadas facilidades de secado para las semillas y usualmente se utilizan salas de secado operando a baja humedad relativa, (humedad relativa de 12 % y temperatura 15 °C, (Hoekstra *et al.*, 2001)); sin embargo no es la única manera de secarlas. Las alternativas para secar las semillas incluyen el uso de materiales desecadores como sílicagel, arroz seco, carbón vegetal, entre otras opciones. Con respecto a la sílicagel (Ocampo López *et al.*, 2001), indican que esta es una técnica de secado de semillas de bajo costo, adecuada para algunas semillas cuando no se dispone de salas de humedad relativa controlada, proporciona un método práctico para desecar muestras de semillas ya que consigue niveles de humedad inferiores al menos en un 2-3 % en comparación con otros métodos de secado y si se utiliza envases herméticos mantiene estos niveles indefinidamente.

Con respecto al Anchico colorado, el período en que las semillas de esta especie se mantienen viables luego de la cosecha, dificulta su utilización; para Marchetti y Figliola (en Carvalho, 1994) la pérdida de viabilidad ocurre en 60 a 120 días cuando son almacenadas en ambientes no controlados. Según Zanon y Ramos (1984), las semillas de esta especie son de longevidad corta por lo que la recomendación es que se deben sembrar luego de la cosecha.

El objetivo general del trabajo es estudiar el potencial de conservación *ex situ* de semillas de especies nativas* de la Selva Misionera, cuantificando su respuesta a la desecación con sílicagel y al almacenamiento en diferentes ambientes y envases.

*Especies bajo estudio: *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan (Anchico colorado), *Cabralea canjerana* (Vellozo) Martius subs. *canjerana* (Cancharana), *Aspidosperma polyneuron* Müll (Palo rosa), *Anadenanthera colubrina* var. *Cebil* (Griseb.) Altschul. (Curupay) *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos (Lapacho negro).

Materiales y métodos

Las semillas utilizadas en el presente trabajo se obtuvieron a partir de la cosecha de frutos maduros de árboles semilleros marcados en la provincia de Misiones.

Se realizó la separación manual de las semillas del fruto, inmediatamente luego de la cosecha. Posteriormente se efectuó análisis de pureza de semillas. Una vez limpiadas las semillas, se separaron del lote dos muestras para la determinación del contenido de humedad y de viabilidad inicial.

Para el experimento de secado, las semillas se colocaron en un desecador de vidrio con sílicagel, donde se utilizaron los siguientes ratios peso de sílicagel/peso de semillas (g)= 1/1, 1/3, 1/5; también un control sin sílicagel fue incluido, (en Anchico colorado se probaron las 3 proporciones de sílicagel/semillas y en Palo rosa, Curupay y Lapacho negro solamente la proporción 1/1 de sílicagel/semillas).

Con la finalidad de determinar la tolerancia a la desecación de las semillas, se aplicó el protocolo de (Hong y Ellis, 1996) en semillas de Anchico colorado, Lapacho negro y Curupay. El procedimiento consiste en una serie de pasos para clasificar a las semillas según su capacidad de almacenamiento. Se determina la viabilidad de las semillas con el contenido de humedad inicial y luego de secadas a 10-12 % y 5 %. En el caso en que las semillas toleren esta última desecación, son almacenadas herméticamente a -20 °C durante 3 meses y se determina su viabilidad. Las semillas que llegan viables al final de protocolo son clasificadas como probables ortodoxas mientras que las que 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 durante el almacenamiento en frío.

En las especies Anchico colorado y Palo rosa se trabajaron con lotes de semillas cosechadas en 2009 únicamente y en el caso de Curupay, Lapacho negro y Cancharana se trabajaron con lotes de semillas cosechadas en 2009 y 2010.

Para la determinación del contenido de humedad se utilizó el método de estufa a alta temperatura de 130 ± 2 °C (ISTA, 2003).

Todos los ensayos de germinación se realizaron en bandejas de siembra con arena esterilizada y 90 ml de agua destilada, se realizaron 4 repeticiones de 25 y 50 semillas según la disponibilidad de semillas. Dichas bandejas luego de la siembra se colocaron en una sala de germinación con temperatura constante de 25 °C \pm 1 y 8 horas de luz. Se realizaron los conteos de las plántulas al momento de la emergencia de la mismas por sobre la arena, cada 7 días y luego se determinaron los porcentajes de plántulas normales, anormales, semillas frescas y muertas a los 28 días, para cada tratamiento (ISTA, 2003).

En *Cabrlea canjerana* no se utilizó sílicagel para el secado ya que los antecedentes indican que sus semillas son de comportamiento recalcitrante (Klekailo *et al.*, 2010), por lo que no toleran secado hasta 10 - 12 %. Con la cosecha de semillas realizada en 2009 se determinó el límite inferior de humedad que toleran sus semillas. Para lo cual se colocaron las semillas entre papeles de diario sobre mesada del laboratorio y cada 24 o 48 horas se extrajeron muestras para realizar pruebas de humedad y germinación. Con un lote de semillas cosechadas en el año 2010 se repitió el ensayo realizado en 2009 y además se establecieron otros dos ensayos; en uno de ellos se almacenó semillas con diferentes contenidos de humedad, en frascos de vidrio y cámara por diferentes períodos de tiempo; por otro lado se evaluó la evolución del porcentaje de germinación en el almacenamiento en diferentes envases (arena húmeda, arena seca y grasa).

Las especies que resultaron tener semillas de comportamiento ortodoxo (Palo rosa, Anchico colorado y Curupay) fueron tratadas con la técnica propuesta por Gómez Campo (2006) de Ultrasecado de semillas (1-3 % de humedad) y guardadas en envases herméticos (tubos de ensayo dentro de frascos de vidrio de apertización) a 2 temperaturas de almacenamiento: 25 °C y 10 °C. Se utilizó como tratamiento testigo de los ensayos de almacenamiento las muestras de semillas que se utilizaron como testigo de los ensayos de secado, estas se guardaron en frascos de vidrio y en cámara de frío.

Los resultados de porcentaje germinación de los ensayos que fueron dispuestos en un diseño completamente aleatorizado, se analizaron con un análisis de varianza (ANAVA) con un $P \leq 0,05$. Previo al ANAVA los porcentajes de germinación se transformaron en arco seno de la raíz cuadrada del PG/100. En los casos en los que el ANAVA resultó significativo se efectuó la comparación de las medias de los tratamientos con el test de Tukey; el software utilizado fue STATISTICA 8.0

Resultados y discusión

Anchico colorado

Los resultados obtenidos por 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 *P. rígida* tiene comportamiento probablemente ortodoxo, puesto que la viabilidad inicialmente fue de 100 % con un contenido de humedad de 17,49 % y al bajar dicha humedad hasta 12 % y luego a 5 %, el porcentaje de germinación promedio fue 99 %. Luego del almacenamiento a -20 °C durante 3 meses como requiere dicho protocolo, el porcentaje de germinación continuó siendo alto con un valor promedio de 98 %. Según estos resultados es probable que las

semillas de esta especie puedan ser almacenadas por largos períodos de tiempo. Estos resultados contrastan con los reportados por Zanon y Ramos (1984), quienes afirman que las semillas de esta especie son de longevidad corta; posiblemente estos investigadores hagan referencia exclusivamente a semillas con altos contenidos de humedad y almacenadas en ambientes húmedos y temperaturas altas.

Como presentan comportamiento ortodoxo se efectuó ultrasecado (1-3 % de contenido de humedad). Los resultados ratifican que se trata de una especie ortodoxa, ya que este secado no afectó de manera perjudicial la germinación (El PG promedio de semillas secadas a 2,84 % fue de 98 %).

Para esta especie se realizaron tres ensayos de secado con distintas proporciones de sílicagel/semillas (1/1; 3/1 y 5/1). El proceso de secado con la proporción de sílicagel/semillas: 1/1, fue el más lento de las tres proporciones ensayadas, demorando aproximadamente 48 días y necesitándose 5 recambios de sílicagel para lograr el ultrasecado de las muestras (el contenido de humedad mínimo logrado fue 3,00 % con un PG promedio de 98 %). Con respecto al secado con la proporción 3/1, este demoró aproximadamente 37 días, necesitándose 2 recambios de sílicagel para lograr el ultrasecado (el contenido de humedad mínimo fue 2,98 % y PG promedio de 98 %). El secado con la proporción 5/1, éste fue el proceso más rápido y menos laborioso, porque con solo 1 recambio de sílicagel se logró la humedad más baja, necesitándose entre 10 a 15 días (contenido de humedad mínimo logrado fue 2,84 % y PG promedio de 98 %). Debido a que el porcentaje de germinación disminuyó de manera similar en las tres proporciones de sílicagel/semillas utilizadas, podemos decir que la viabilidad de las semillas de Anchico colorado no fue afectada por las distintas proporciones a las que fueron expuestas en estos ensayos, queda por definir si se mantiene esta tendencia en el tiempo.

En relación al testigo utilizado para el ensayo de secado, la muestra fue colocada en una sala a 25 °C y en un periodo de 45 días aproximadamente bajó el contenido de humedad de 17,49 % hasta alcanzar el equilibrio en dicho ambiente en 12,92 % de humedad, manteniendo el porcentaje de germinación promedio en 97 %.

Luego de logrado el ultrasecado, se guardaron las semillas dentro de tubos de ensayo con tapa de caucho (selladas con parafina), y estos tubos a su vez fueron colocados dentro de frascos de vidrio de apertización y a 2 temperaturas de almacenamiento: 25 °C, y 10 °C. El análisis de varianza determinó diferencias significativas ($p \leq 0,05$) entre los tratamientos estudiados en las cuatro oportunidades de evaluación de la viabilidad. Con el test de comparación de medias de Tukey, se comprobó que a los 6, 12, 18, y 24 meses de almacén, el tratamiento testigo (secado sin sílicagel hasta 12,92 % de humedad y almacén a 10 °C), se diferencia de manera significativa de los demás, presentando este el menor porcentaje de germinación promedio en cada una de las evaluaciones. (Ver tabla 1).

Tabla 1: Porcentaje de germinación promedio de semillas de Anchico colorado, a los 6, 12, 18 y 24 meses de almacenamiento.

Table 1: Percentage of average germination of seeds of Anchico colorado, 6, 12, 18 and 24 months of storage.

Evaluación	Tratamientos	PG (%)
6 meses	T1	99 a
	T2	98 a
	T3	99 a
	T4	93 b
12 meses	T1	99 a
	T2	98 a
	T3	98 a
	T4	89 b
18 meses	T1	97 a
	T2	92 a
	T3	98 a
	T4	73 b
24 meses	T1	95 a
	T2	87 a
	T3	97 a
	T4	43 b

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$); **T1**: ultrasecado con proporción sílicagel/semillas: 1/1 y almacén a 10 °C; **T2**: ultrasecado con proporción sílicagel/semillas: 5/1 y almacén a 25 °C; **T3**: ultrasecado con proporción sílicagel/semillas: 5/1 y almacén a 10 °C; **T4**: secado sin sílicagel hasta 12,92 % de humedad y almacén a 10 °C (Testigo).

Curupay

De la aplicación del protocolo de Hong y Ellis (1996), a las semillas de Curupay surge que tienen comportamiento probablemente ortodoxo, puesto que la viabilidad inicial del lote fue de 92 % con un contenido de humedad de 10,3 % y al bajar dicha humedad hasta 5 %, el porcentaje de germinación promedio fue 91 %. Luego del almacenamiento a -20 °C durante 3 meses como requiere dicho protocolo, el porcentaje de germinación fue de 92 %. Según estos resultados es probable que las semillas de esta especie también puedan ser almacenadas por largos períodos de tiempo.

Como las semillas de esta especie presentaron comportamiento ortodoxo se procedió al ultrasecado de las mismas hasta un contenido de humedad de 2,97 %, lo que se logró en 30 días, utilizándose una proporción sílicagel/semillas de 1/1 y requiriéndose 4 recambios de la Sílicagel. Luego se guardaron las semillas ultrasecas dentro de tubos de ensayo con tapa de caucho (selladas con parafina) y estos tubos a su vez, fueron colocados dentro de frascos de vidrio de apertización en 2 temperaturas de almacenamiento: 25 °C, y 10 °C para su posterior control periódico. Se observó que el ultrasecado probablemente fue acelerado para esta especie, ya que la cubierta seminal se fragmentó en la mayoría de las semillas que formaban parte del ensayo. Ocurrió cuando disminuyó de 3,2 % a 2,97 % de humedad. En el corto plazo no afectó el poder germinativo de las semillas ultrasecas, pero es probable que afecte en el largo plazo (3,2 % de humedad: 87 % de PG promedio; y con 2,97 % de humedad: 85 % de PG promedio).

Con un lote de semillas cosechadas en el año 2010 se repitió el ensayo de secado anterior, realizándose un secado más lento pero con resultado similar a lo logrado en 2009, ya que estas semillas también se quebraron (aunque el secado sea lento después de 3 % continúa

perdiendo humedad en contacto con sílicagel y la cubierta seminal de esta especie no lo tolera), por lo que si bien no afectó la germinación en el corto plazo, no es posible incorporarlas al banco de semillas porque no mantienen la integridad de la cubierta seminal (Ver datos en tabla 2).

Tabla 2. Proceso de secado, porcentaje de germinación y resultados de Protocolo de Hong y Ellis en semillas de Curupay cosechadas en 2009 y 2010.

Table 2. Process of drying, germination percentage and results of Protocol Hong and Ellis in Curupay seeds harvested in 2009 and 2010.

Lote de semillas	Porcentaje Humedad (%)	PG (%)
Lote 2009	10,3 (inicial)	92 (inicial)
	5,1	91 (*92)
	3,2	87
	2,97	85 (*87)
Lote 2010	18,0 (inicial)	92 (inicial)
	5,0	90 (*86)
	3,1	84 (*84)
	2,95	82

*Porcentaje Germinación (%) luego de 3 meses en freezer a -20 °C.

Tabla 3. Porcentaje de germinación promedio de semillas de Curupay ultrasecas, a los 3, 9, 15 meses de almacenamiento.

Table 3. Percentage of average germination of seeds of Curupay, ultrasecas, 3, 9, 15 months after storage

Tiempo de evaluación	Temperatura almacén	PG (%)
3 meses	10 °C	87 a
	25 °C	86 a
	Testigo	86 a
9 meses	10 °C	86 a
	25 °C	84 a
	Testigo	69 a
15 meses	10 °C	79 a
	25 °C	76 a
	Testigo	60 b

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Según el análisis de varianza, tanto a los 3 como a los 9 meses las diferencias no fueron significativas entre los tratamientos estudiados, en cambio a los 15 meses el tratamiento testigo se diferencia significativamente de los otros 2 tratamientos. En general hay una disminución del porcentaje de germinación promedio con el transcurso del tiempo para los 3 tratamientos aunque para el testigo la disminución es más marcada. (Ver resultados del test de comparación de medias en tabla 3).

Palo rosa

Las semillas de esta especie presentan comportamiento ortodoxo, por lo se efectuó el ultrasecado de las semillas, se requirieron 3 recambios de sílicagel y 23 días para lograr secar las muestras hasta 2,2 % de humedad, utilizándose una proporción sílicagel/semillas de 1/1. La viabilidad inicial del lote fue de 88 % con un contenido de humedad de 32,2 % y al bajar dicha humedad hasta 2,2 %, el porcentaje de germinación promedio fue 84 %, por lo que el almacenamiento a largo plazo en Bancos de semillas es posible para esta especie. Luego se

guardaron las semillas ultrasecas, dentro de tubos de ensayo con tapa de caucho (selladas con parafina) y estos tubos a su vez, fueron colocados dentro de frascos de vidrio de apertización en 2 temperaturas de almacenamiento: 25 °C y 10 °C para su posterior control periódico.

Tabla 4. Porcentaje de germinación promedio de semillas de Palo rosa, a los 6, 9 y 19 meses de almacenamiento.

Table 4. Percentage of average germination of seeds of Palo rosa, 6, 9 and 19 months of storage

Tiempo de evaluación	Temperatura de almacén	PG (%)
3 meses	10 °C	74 a
	25 °C	73 a
	Testigo	68 a
9 meses	10 °C	74 a
	25 °C	73 a
	Testigo	61 b
19 meses	10 °C	72 a
	25 °C	68 a
	Testigo	15 b

Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

El análisis de varianza determinó que a los 3 meses las diferencias no fueron significativas entre los tratamientos estudiados; en la tabla 4 se presentan los resultados del test de comparación de medias de Tukey efectuado a los datos de las evaluaciones a los 9 y 19 meses de almacén de semillas de Palo rosa ultrasecas, guardadas en heladera a 10 °C y a 25 °C comparados con un tratamiento testigo donde se secaron las semillas de manera natural hasta el equilibrio con el ambiente y se almacenaron en cámara a 4 °C. A los 9 y 19 meses de almacenamiento el testigo se diferenció de manera significativa de los otros 2 tratamientos.

Cancharana (Cosecha semillas 2009)

Los antecedentes indican que las semillas de Cancharana presentan comportamiento recalcitrante, pero no se conoce el límite inferior de humedad que tolera la especie. Dicha información podría beneficiar el almacenamiento a corto plazo, manteniendo la viabilidad por un periodo mayor de tiempo (las semillas de Cancharana se pueden guardar en frascos de vidrio, en heladera, por apenas 35 a 40 días (Klekailo *et al.*, 2009)).

Inicialmente el lote de semillas de Cancharana utilizado presentó un porcentaje de germinación promedio de 62 %, con un contenido de humedad promedio de 55 %; cada 1 a 2 días se evaluó germinación y humedad, los resultados se presentan en la tabla 5.

Tabla 5. Proceso de secado al ambiente y porcentaje de germinación de semillas de Cancharana.

Table 5. Drying process the environment and Cancharana seed germination percentage

Días de oreo	PH (%)	PG (%)
0	55,39	62
1	54,61	42
2	51,40	44
4	46,65	32
5	43,16	32
7	42,49	14
8	38,83	16
11	36,04	2

En la tabla 5 se puede observar que cuando la humedad se reduce un 10 % el PG disminuye a la mitad del valor inicial y si reducimos el contenido de humedad un 8 % mas, el PG vuelve a disminuir a la mitad del valor anterior. Por debajo de 36 % prácticamente todas las semillas que conformaban la muestra se murieron. Según este ensayo es recomendable mantener el contenido de humedad de las semillas cercano a la humedad de cosecha.

Cancharana (Cosecha semillas 2010)

Con el lote de semillas cosechadas en 2010 se registró la disminución del contenido de humedad en las semillas expuestas al ambiente de sala de manera similar a lo efectuado en 2009, inicialmente este lote presentó un porcentaje de germinación promedio de 100 %, con un contenido de humedad promedio de 57 %; se evaluó germinación y contenido de humedad. En 7 días, expuestas a ambiente de sala no controlado, disminuyó la humedad a 43 % con un porcentaje de germinación de 76 % (tabla 6).

Tabla 6. Disminución del contenido de humedad en semillas expuestas al ambiente y porcentaje de germinación de semillas de Cancharana cosechadas en 2010.

Table 6. Reduction of the moisture content in seeds exposed to the atmosphere and percentage of germination of Cancharana seeds harvested in 2010.

Días de oreo	PH (%)	PG (%)
Día 0	57,2	100
Día 1	55,7	100
Día 4	46,3	73
Día 7	43,6	76

Luego del secado superficial se almacenaron dichas semillas en cámara de frío a 4-5 °C y en envases de vidrio; en el gráfico 20 se puede observar el efecto del secado al ambiente y del almacenamiento por 60 días en el porcentaje de germinación de semillas de Cancharana.

Según estos resultados disminuir el contenido de humedad de las semillas de esta especie, hasta valores cercanos al límite inferior que tolera, perjudica el mantenimiento de la viabilidad en el almacenamiento.

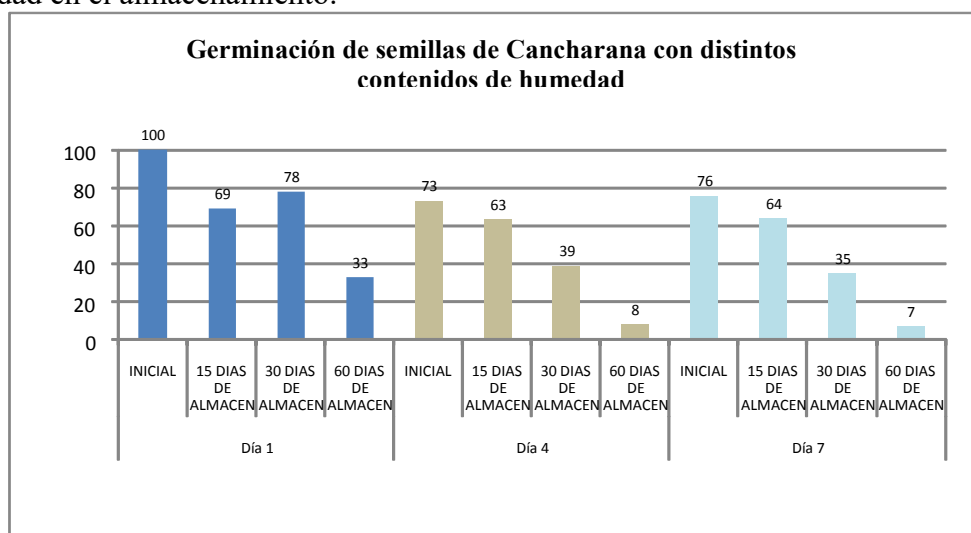


Grafico 20. Germinación de semillas de Cancharana con distintos contenidos de humedad y almacenadas por diferentes períodos de tiempo.

Graphic 20. Seed germination of Cancharana with different contents of humidity and stored for different periods of time.

Por otro lado en envase de vidrio y cámara de frío se pueden guardar hasta cerca de 60 días, aunque con una considerable pérdida de la viabilidad del lote, siempre teniendo en cuenta que partimos de un lote de semillas de excelente calidad; si en cambio inicialmente las semillas tienen una viabilidad baja, el tiempo de almacenamiento sería menor como se observó en Klekailo *et al.* 2009. La mejor calidad de semillas se obtuvo en octubre, si bien la Cancharana tiene frutos maduros en varias épocas del año, es en el mes de octubre cuando se debe realizar la cosecha.

En otro ensayo de almacenamiento se probaron 4 alternativas de guardar semillas de Cancharana con la humedad de cosecha. En la tabla 7 se puede observar que el mejor envase fue la arena húmeda almacenada en cámara de frío a 4-5 °C, ya que en dicho envase conservaron un 75 % de viabilidad hasta los 120 días; tiempo considerablemente mayor que 40 días cuando se almacena en envases de vidrio según Klekailo *et al.* (2009) y 60 días según el ensayo anterior. En cuanto a la grasa como método de almacenar semillas de Cancharana sería interesante de continuar con los ensayos, específicamente sobre el modo de retirar la grasa de las semillas, debido a que es un proceso difícil de realizar y se desconoce si la grasa puede afectar la viabilidad de las semillas.

Tabla 7. Porcentaje de germinación en el almacenamiento de semillas de Cancharana, en distintos envases.

Table 7. Percentage of germination in the storage of seeds of Cancharana in different containers.

almacenamiento	TRATAMIENTOS	PG (%)
30 DIAS	T1: semillas almacenadas en grasa y en cámara	88 a
	T2: semillas almacenadas en arena húmeda y cámara	96 a
	T3: semillas arena seca en cámara	87 a
	T4: semillas almacenadas en arena seca y sala a 25 °C	63 b
45 DIAS	T1: semillas almacenadas en grasa y en cámara	64 c
	T2: semillas almacenadas en arena húmeda y cámara	89 a
	T3: semillas arena seca en cámara	79b
	T4: semillas almacenadas en arena seca y sala a 25 °C	63 c
75 DIAS	T1: semillas almacenadas en grasa y en cámara	39 b
	T2: semillas almacenadas en arena húmeda y cámara	67 a
	T3: semillas arena seca en cámara	19 c
	T4: semillas almacenadas en arena seca y sala a 25 °C	0 d
120 DIAS	T1: semillas almacenadas en grasa y en cámara	12 b
	T2: semillas almacenadas en arena húmeda y cámara	75 a
	T3: semillas arena seca en cámara	0 c
	T4: semillas almacenadas en arena seca y sala a 25 °C	0 c
180 DIAS	T1: semillas almacenadas en grasa y en cámara	9 b
	T2: semillas almacenadas en arena húmeda y cámara	26 a
	T3: semillas arena seca en cámara	0 c
	T4: semillas almacenadas en arena seca y sala a 25 °C	0 c
240 DIAS	T1: semillas almacenadas en grasa y en cámara	0 b
	T2: semillas almacenadas en arena húmeda y cámara	7 a
	T3: semillas arena seca en cámara	0 b
	T4: semillas almacenadas en arena seca y sala a 25 °C	0 b

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

Lapacho negro

De la aplicación del protocolo de Hong y Ellis (1996) a los lotes de semillas de Lapacho negro cosechadas en 2009 y 2010, surge que dichas semillas tienen comportamiento probablemente ortodoxo, según estos resultados es posible que las semillas de esta especie puedan ser almacenadas por largos períodos de tiempo. (Ver resultados tabla 8).

Tabla 8. Proceso de secado, porcentaje de germinación y resultados de Protocolo de Hong y Ellis en semillas de Lapacho negro cosechadas en 2009 y 2010.

Table 8. Process of drying, germination percentage and results of Protocol Hong and Ellis in Lapacho negro seeds harvested in 2009 and 2010.

Lote de semillas	Porcentaje Humedad (%)	Porcentaje Germinación (%)
Lote 2009	10,96	73
	4,14	65 (*64)
	3,16	67
	2,81	66
Lote 2010	8,21	92
	5,05	90 (*86)
	3,25	82

*Porcentaje Germinación (%) luego de 3 meses en freezer a -20 °C.

Conclusiones

Las semillas de Anchico colorado, Curupay, Palo rosa y Lapacho negro presentan comportamiento ortodoxo en el almacenamiento, por lo tanto su conservación a largo plazo en Bancos de semillas es una alternativa válida.

En el ensayo de almacén de las semillas de Anchico colorado, a los 6 - 12 - 18 y 24 meses de almacén, el tratamiento testigo (secado sin sílicagel hasta 12,92 % de humedad y almacén a 10 °C), se diferencia de manera significativa de los tratamientos donde las semillas se secaron a bajos contenidos de humedad con sílicagel, presentando el testigo el menor porcentaje de germinación promedio en cada una de las evaluaciones.

Las semillas de Palo rosa pueden ser secadas hasta contenidos de humedad bajos (2,2 %) sin perder de manera considerable su viabilidad. A los 9 y 19 meses de almacenadas las semillas ultrasecas de esta especie, se observaron diferencias significativas entre los tratamientos estudiados (semillas ultrasecas) con el tratamiento testigo (semillas secas al ambiente hasta 12 %) presentando este último los menores valores.

Las semillas de Curupay pueden ser secadas hasta un 2,95 % de contenido de humedad sin perder la viabilidad. El almacenamiento en ambiente no controlado con un contenido de humedad del 12 % solo es posible durante 9 meses.

Las semillas de Cancharana pierden la viabilidad rápidamente cuando el contenido de humedad disminuye por lo que es recomendable mantener dicha humedad cercana a la humedad de cosecha. El mejor envase para almacenar las semillas de esta especie fue la arena húmeda y en cámara de frío a 4-5 °C, ya que conservaron un 75 % de viabilidad hasta los 120 días.

Agradecimientos

A todo el equipo de trabajo del laboratorio de semillas de la Facultad de Ciencias Forestales.

Bibliografía

- Carvalho P E R. 1994. Especies forestais brasileiras: Recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. EMBRAPA-CNPQ. Paraná. Brasil. Pp 639.
- Gomez-Campo C. (2006). Long term seed preservation: updated standards are urgent. Monographs ETSIA, Univ. Politécnica de Madrid 168, 1-4
- 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 Rules for Seed Testing". 1999. Seed Sci. & Technol. 27, Supplement ISTA.
- Klekailo G. Otegui M. 2009. Estudio del comportamiento de las semillas de *Cabralea canjerana* en el almacenamiento. Revista Análisis de Semillas. ISSN 1851-1678. Tomo 3. Volumen 1, N° 9. Pp. 74-78.
- Ocampo-López, A.; Dávila-Aranda, P.; Flores, A.; Pritchard, H. Longevity of Mammillaria supertexta Seeds under Ultra-dry Long-term Storage. Workshop: Seed conservation, Turning Science into Practice. Capítulo 43. Trust Millennium Building, Royal Botanic Gardens, Kew, Wakehurst Place, West Sussex, Londres. UK. 27-30 Julio 2001.
- Roberts, E.H. 1973. Predicting the storage life of seeds. Seed Science and Technology 1:499-514.
- Ellis, R.H. and Hong, T.D. (1990). An intermediate category of seeds storage behaviour? I. Coffee. Journal of Experimental Botany 41: 1167-1174.
- Roel Hoekstra, Theo J.L. van Hintum and Liesbeth C. de Groot Seed Conservation at the Centre for Genetic Resources, The Netherlands. Centre for Genetic Resources, the Netherlands, in Workshop: SEED CONSERVATION Turning Science into Practice CHAPTER 49. Trust Millennium Building, Royal Botanic Gardens, Kew, Wakehurst Place, West Sussex, Londres. UK. 27-30 Julio 2001.
- Salomao N. A.; Sousa-Silva J; Davide C.; Gonzales S.; Torres R.; Wetzell M.; firetti f.; caldas I. 2003. Germinação de sementes e produção de mudas de plantas do Cerrado. Rede de Sementes do Cerrado. ISBN 85-903923-1-7. Brasília. Pp. 96
- Zanon A. y Ramos A. 1984. Armazenamento de sementes de especies forestais. Anais do 1° Simposio Brasileiro sobre Tecnologia de Sementes Florestais. Belo Horizonte, Brasil.

DISEÑO DE UN SENDERO ECOLÓGICO AUTOINTERPRETATIVO EN UN FRAGMENTO DE LA SELVA MISIONERA EN EL HOTEL ORQUIDEAS PALACE, PUERTO IGUAZÚ, MISIONES, ARGENTINA

DESIGN OF AN ECOLOGICAL AND AUTO-INTERPRETATIVE FOOTPATH IN A FRAGMENT OF MISIONES JUNGLE IN THE HOTEL ORCHIDS PALACE, PUERTO IGUAZU, MISIONES, ARGENTINA

Küppers, G.¹; García, D.²; Valdés, M.³; Martínez, M.⁴

1. Ayudante adscripto a la cátedra de Dasometría - FCF -UNaM, Bertoni 124 –Eldorado, Mnes.

guillo_lq@hotmail.com

2. Alumna de la carrera de Ing. Ftal. FCF -UNaM, Bertoni 124 –Eldorado, Mnes. dailysof@hotmail.com

3. Alumno de la carrera de Ing. Ftal. FCF UNaM, Bertoni 124 –Eldorado, Mnes. cualibre@hotmail.com

4. Alumna de la carrera de Ing. Ftal. FCF UNaM, Bertoni 124 –Eldorado, Mnes. marumarti_88@hotmail.com

Resumen

El presente trabajo se desarrolla en una fracción de la Selva Misionera ubicado en el Hotel Orquídea Palace & Cabañas, Iguazú, Misiones, por iniciativa y motivación del propietario en generar actividades de ecoturismo. Para la optimización del uso del área de trabajo se realizó un censo de los árboles con un DAP (Diámetro a la Altura de Pecho) mayor a los 10 cm. En el mismo se registraron las especies del lugar, los DAP, además del estado fitosanitario y ambientes donde se presenta el dominio de una o más especies. El recorrido "Miltonia", denominado así por la abundancia de la Orquídea *Miltoniaflavescens* Lindl. Introduce al senderista en un Bosque Primario de 9.000 m² en el cual se conservan 147 árboles y posee una riqueza de 42 especies. La longitud del camino es de 311 m, teniendo uno alternativo de 211 m. El grado de dificultad es bajo y se exponen en el trayecto más de 13 ejemplares arbóreos de distintas especies junto con ambientes de Tacuara, Lianas y Epifitas.

Palabras clave: Ecoturismo, Censo, Bosque primario.

Summary

This paper develops in a fraction of the jungle located in the Orchid Hotel Palace & Cabins, Iguazú, Misiones, on the initiative and motivation of the owner to generate ecotourism activities. To optimize the use of the work area is performed a census of the trees with a DBH (Diameter at Breast Height) greater than 10 cm. In the same were recorded the species, DAP, as well as environments where there shows the dominance of one or more species and their health status. The travel "Miltonia", named for the abundance of the Orchid *Miltoniaflavescens* Lindl. Introduce the hiker in a primary forest of 9,000 m² in which are preserved 147 trees and has a richness of 42 species. The path length is of 311 m, with an alternative of 211 m. The degree of difficulty is low and showing 13 different species of tree specimens with Tacuara environments, lianas and epiphytes.

Keywords: Ecotourism, Census, primary forest.

Introducción

La Selva Misionera de la Argentina presenta el 30% de la biodiversidad vegetal del país, constituye el bloque continuo más grande del Bosque Atlántico y es una de las prioridades nacionales en cuanto a conservación de sus especies. Originalmente su superficie boscosa cubría el 87% de la Provincia de Misiones, fitogeográficamente perteneciente al Dominio Amazónico, la Provincia Paranaense (CABRERA, A. L. 1994). Actualmente la superficie cubierta con Selva Misionera alcanza 1.453.381ha (48,44 %), con un alto grado de fragmentación y escasa superficie de selvaoriginaria(Primer Inventario Nacional De Bosques Nativos- SAyDS, 2005).

Alrededor de 500 mil ha se encuentran en un sistema de Parques Nacionales, Provinciales y Reservas Privadas. Uno de ellos es el Parque Nacional Iguazú, creado en 1934 por la Ley 12.103 con el objetivo de conservar 66.148 ha de la Selva Misionera. El mismo se encuentra en los márgenes del río Iguazú, entre los paralelos 25°31' y 25°43' y los meridianos 54°08' y 54°32' O.G. (APN 2012). Previo a la creación del parque, la selva de la zona fue sometida a distintas intensidades de explotación forestal. DEVOTO y ROTHKUGEL (1936) realizaron un censo de 129 ha en el área donde actualmente se desarrollan las principales actividades de turismo. Esta importante contribución constituye un excelente punto de partida para evaluar la estructura de esta selva. Sin embargo, al considerar solo los individuos mayores a 20 cm de DAP dificulta su comparación con otros estudios similares donde el DAP mínimo son los 10 cm, como el realizado por PLACCI y GIORGIS (1993) quienes realizan una descripción cuantitativa de la estructura de tres unidades forestales representativas del área cercana al Centro de Investigaciones Ecológicas Subtropicales (CIES).

El predio pertenece a “Orquídeas Palace Hotel & Cabañas” es un parador de gran lujo, categoría y prestigio, allí se conserva un remanente de la Selva Misionera con distintos grados de alteración en el cual se quiere aplicar el concepto de Ecoturismo por el interés propio del Hotel en aumentar los servicios que brindan al turista, mediante la construcción de senderos ecológicos auto-interpretativos y así utilizar el área verde como espacio de esparcimiento, entretenimiento y también brindar al turista con información e importancia de la flora nativa para la concientización y conservación del ecosistema. Como se planteó en el proyecto de extensión universitaria: “Emprendimiento Eco turístico en la Aldea Mbya- Guaraní TEKOA ARANDU de Pozo Azul”(KELLER *et al.*, 2005). Donde el objetivo es acercar a las personas al medio natural y divulgar conocimientos de la zona a través del patrimonio y los elementos etnográficos y culturales tradicionales de la aldea *MbyaGuarani*.

El presente trabajo tiene como objetivo principal:

- Elaborar un sendero ecológico auto-interpretativo en el predio del Orquídeas Palace Hotel & Cabañas de Puerto Iguazú, Misiones, Argentina.

Constituyen objetivos particulares:

- Evaluar y cuantificar las características del predio en cuanto a edificaciones y cobertura selvática.
- Realizar un inventario y obtener las características estructurales y de diversidad del área donde se llevara a cabo el sendero.
- Identificar variaciones en el sotobosque y formas biológicas particulares de interés.
- Determinar el estado del monte.
- Diseñar un sendero ecológico auto interpretativo y su ejecución.

Materiales y Métodos

Descripción del área de Estudio

El predio del Orquídeas Palace Hotel & Cabañas se encuentra ubicado en la localidad de Puerto Iguazú, Departamento homónimo, de la Provincia de Misiones, Argentina. Coordenadas latitud sur: 25° 37' y longitud oeste: 54° 33'. El área posee una superficie total de 5 ha, cuenta con un sector cubierto por selva nativa y otro destinado a edificaciones (hotelería y cabañas).

Para el desarrollo del presente trabajo se utilizó imágenes Google Earth, ArcMap, cinta métrica, GPS Garmin map 62s, cámara fotográfica marca Canon modelo SX40, planilla de campo, jalones, soga con nudos de distintas longitudes (2,5 m y 10 m), machete.

Mediante imágenes satelitales (*Imagen 1*) se realizó una sectorización del predio con la finalidad de delimitar la superficie destinada a edificaciones, cabañas y selva. Y de esta manera definir el área neta de estudio.

Se diferenciaron los siguientes paisajes con sus respectivas superficies:

1. Edificaciones, 60% del predio (3 ha).
2. Cabañas, 15% de terreno (0.7 ha).
3. Remanente de bosque nativo 20%.(1.3 ha).



Imagen 1

El sendero se aplicará en el área 3, donde está presente el bosque nativo, a su vez se redefinió la misma el área de trabajo, siendo 0.9 ha la superficie neta donde se realizó el inventario (*Imagen 2*), para así cumplimentar el objetivo que persigue el presente trabajo el cual es establecer un sendero ecológico auto-interpretativo. Se tuvo en cuenta una faja de amortiguamiento de 10 m de ancho en todo el contorno del área boscosa con la finalidad de reducir el impacto visual que puede causar a los visitantes ver el muro perimetral del predio y también para mantener la privacidad del área 2 donde se encuentran las cabañas del hotel.

Se realizó un inventario silvícola en el cual se registró todos los árboles mayores a 10 cm de diámetro en planilla de campo. De cada individuo se relevó la especie, el DAP, estado fitosanitario, presencia de epífitas y observaciones como el tipo de sotobosque presente, delimitando ambientes donde se observó predominio de una o más especies. También se

registraron los impedimentos observados en el terreno, como ser árboles caídos, alambre de púa, piedras, topografía, etc.

Los árboles fueron relevados mediante fajas contiguas orientadas de Sur-Oeste a Nor-Este con un ancho de 5m las primeras 6, en las zonas más alteradas y las 7 restantes cada 10 m pertenecientes a las zonas más conservadas y dos faja perpendicular a estas para cubrir la totalidad del área. La longitud de las fajas ronda los 70 m. (*Imagen 2*).

Para la realización de los rumbos se trabajó con jalones separados cada 10 metros en la longitud de la faja y teorema de Pitágoras para asegurar la alineación puesto que la visual se dificultaba por el denso sotobosque.



Referencias: Límites de la zona a inventariar (0.9 ha.) █
 Rumbos.

Imagen 2

Luego de que se obtuvieron los datos, se procesaron y se obtuvieron los parámetros de estructura y diversidad, los cuales nos dan a conocer el estado actual de la masa boscosa al ser comparados con información publicada en regiones de similares características. Como el realizado por Placci G. y Giorgis P. (1993) quienes realizan una descripción cuantitativa de la estructura de tres unidades forestales representativas del área cercana al Centro de Investigaciones Ecológicas Subtropicales (CIES) en el parque nacional Iguazú, Misiones. También el de López Cristóbal et al. (1996) acerca de la estructura y composición florística del bosque nativo en el predio de Guaraní, Misiones. Y La distribución por clases diamétricas fue comparada con lo expuesto por Ríos et al. (1999) en la caracterización fitosociológica de un área del parque natural municipal saltos Küppers, en Eldorado, Misiones, Argentina.

Una vez obtenida toda la información, se procederá a diseñar un sendero ecológico auto-interpretativo, el cual será de multicircuito, teniendo un sendero principal del que se desprende otro con diferente nivel de dificultad, distancia, duración y atractivos, lo que permite diversificar el área, para así lograr que personas con diferentes capacidades puedan visitarlo.

Resultados y discusión

Fueron relevadas 42 especies arbóreas con un DAP mayor a los 10 cm., con un total 147 árboles que ocupan el área bajo estudio (0.9 ha).

Entre las especies más abundantes están: “Yacaratia” (*Jacaratiaspinosa*(Aubl.) A. DC.), “Laurel negro” (*Nectandramegapotamica*(Spreng.) Mez) y la “Cancharana” (*Cabralea canjerana* (Vell.) Mart.), con 14, 11 y 9 individuos respectivamente.

Las especies menos abundantes son: “Ceibo” (*Erythrinafalcata*Benth.), “Peteribi” (*Cordiatrichotoma*(Vell.) Arráb. ExSteud.)y “Carne de vaca” (*Styraxleprosus*Hook. &Arn.), entre otros, con 1 árbol. (**Tabla 1**).

Fueron registrados 2 ejemplares de “Peroba” (*Aspidospermapolyneuron*Müll. Arg.)de 68 y 85 cm de DAP los cuales gozan de un excelente estado fitosanitario.

Los diámetros máximos registrados fueron del “Laurel amarillo” (*Nectandralanceolata*Nees&Mart. ex Nees), “Alecrin” (*Holocalyxbalansae*Micheli) y “Peroba” midiendo 120, 100 y 85 cm de DAP respectivamente. Estos nos dan una leve aproximación del estado de madurez que presenta el monte.

Hay sectores donde él “Takuapí” (*Merostachysclausenii*Munro) colonizó formando un ambiente denso mono específico y en él solo se registraron algunos ejemplares arbóreos de “Ambay” (*Cecropiapachystachya*Trécul) y “Fumo bravo” (*Solanumgranulosum-leprosum*Dunal), demostrando una típica sucesión de un claro (gaps) formado ya sea por intervención humana o de forma natural.

El sotobosque, tupido en algunas partes y menos denso en otras, está formado por ambientes puros de Helechos, Piperáceas y abundante regeneración natural de especies como “Peroba”, “Alecrin”, “Guatambu” (*Balfourodendronriedelianum*(Engl.) Engl.) y “Guayubira” (*Cordia americana* (L.) Gottschling& J.S. Mill.).

Se observó también una fuerte presencia de lianas y epifitas, como ser Orquideas y Bromelias. También está presente el “Guembé” (*Philodendronbipinnatifidum*Schott).

Tabla 1: Resumen de N° de individuos, DAP medio y área basal:
Table 1: Summary of N ° of individuals, average DAP and basal area:

Especie		Individuos	DAP Promedio(cm)	Área basal (m2)
Nombre vulgar	Nombre científico			
Yacaratia	<i>Jacaratiaspinosa</i> (Aubl.) A. DC.	14	22.29	2.82
Laurel negro	<i>Nectandramegapotamica</i> (Spreng.) Mez	11	32.73	1.95
Cancharana	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	9	26.44	0.85
Aguay	<i>Chrysophyllumgonocarpum</i> (Mart. &Eichler) Engl	8	29.63	0.80
Guatambu	<i>Balfourodendronriedelianum</i> (Engl.) Engl.	8	35.00	1.19
Ambay	<i>Cecropiapachystachya</i> Trécul	6	15.83	1.24
Cedro	<i>Cedrelafissilis</i> Vell.	6	25.00	0.76
Rabo molle	<i>Lonchocarpusmuehlbergianus</i> Hassl.	6	26.17	0.61
Laurel guaica	<i>Ocoteapuberula</i> (Rich.) Nees	5	36.60	0.95
Mora blanca	<i>Alchorneatriplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	5	29.80	0.87
Laurel amarillo	<i>Nectandralanceolata</i> Nees & Mart. ex Nees	4	51.25	1.66
Ñandipa	<i>Soroceabonplandii</i> (Baill.) W.C. Burger, Lanj. & Wess. Boer	4	10.50	0.35
Alecrin	<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	3	52.33	1.14
Caroba	<i>Jacaranda micrantha</i> Cham	3	18.00	0.30
Mariapreta	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.	3	26.67	0.34
Taruma	<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	3	24.33	0.41
Cacheta	<i>Scheffleramorototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyer. & Frodin	2	13.50	0.29
Caña fistola	<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	2	11.00	0.19
Fumo bravo	<i>Solanum granulosum-leprosum</i> Dunal	2	25.00	0.27
Laurel ayui	<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	2	37.50	0.23
Loro blanco	<i>Bastardiopsis densiflora</i> (Hook. & Arn.) Hassl.	2	32.50	0.17
Niño azote	<i>Calliandra brevipes</i> Benth.	2	10.00	0.16
Peroba	<i>Aspidospermum polyneuron</i> Müll. Arg.	2	76.50	0.93
Rabo ita	<i>Lonchocarpus campestris</i> Mart. ex Benth.	2	35.00	0.51

Especie		Individuos	DAP Promedio(cm)	Área basal (m2)
Nombre vulgar	Nombre científico			
Anchico colorado	<i>Parapiptadeniariigida (Benth.) Brenan</i>	1	20.00	0.31
Ceibo	<i>Erythrinafalcata Benth.</i>	1	50.00	0.20
Guayubira	<i>Cordiaamericana (L.) Gottschling & J.S. Mill.</i>	1	35.00	0.10
Hennecartiaonphalandra	<i>Hennecartiaomphalandra J. Poiss.</i>	1	10.00	0.08
Horquetero	<i>Tabernaemontanacatharinensis A. DC.</i>	1	10.00	0.08
Carne de vaca	<i>Styraxleprosus Hook. & Arn.</i>	1	14.00	0.15
Peteribi	<i>Cordiatrichotoma (Vell.) Arráb. ex Steud.</i>	1	50.00	0.20
Pindo	<i>Syagrusromanzoffiana (Cham.) Glassman</i>	1	25.00	0.05
Pitanga	<i>Eugenia uniflora L.</i>	1	10.00	0.08
Pororoca	<i>Myrsinecoriacea (Sw.) R. Br.</i>	1	10.00	0.08
Trichillia	<i>Trichillia catigua A. Juss.</i>	1	15.00	0.18
Total general (0,9 ha)		147	26.39	23.64
Hectárea		163	29.33	26.27

El área basal calculada correspondiente a 163arb/ha con un DAP promedio de 29.33 cm, es de 26.2 m²/ha. Estos valores se corresponden con los valores expuestos para bosques de nuestra provincia en los trabajos de PLACCI y GIORGIS (1993) quienes realizan una descripción cuantitativa de la estructura de tres unidades forestales representativas del área cercana al Centro de Investigaciones Ecológicas Subtropicales (CIES) en el Parque Nacional Iguazú. También con los de LÓPEZ CRISTÓBAL. et al. (1996) acerca de la estructura y composición florística del bosque nativo en el predio de Guaraní, Misiones, Argentina. (**Tabla 2**).

Los riqueza florística del área bajo estudio (0.9 ha) es de 42 especies arbóreas; mientras que en el Bosque Yacaratia (PLACCI y GIORGIS (1993)) presenta 55 especies en una superficie de 1 hectárea, extensión sensiblemente superior a la del predio en estudio, sin embargo no se observa demasiada diferencia, constatando así la gran riqueza florística del predio.

Tabla 2: Parámetros estructurales de la Selva Misionera en distintos lugares de la provincia

Table 2: Structural parameters of the jungle for different parts of the province of Misiones

	Hotel Orquídeas (Puerto Iguazú 2011)	Bosque Yacaratia (P.N. Iguazú 1993)	Bosque Guaraní (R.U.M. Guaraní 1996)
N° arb/ha	163	373	315
DAP promedio (cm)	29.33	24.94	-
Area basal (m²/ha)	26.27	26.1	23.7
N° sp	42 (0.9 ha)	55 (1 ha)	-

La distribución por clases diamétricas en el área de estudio nos muestra que tiene una formadejota invertida, típica de nuestro bosque nativo primario como lo expuesto por Ríos R. et al. (1999) en la caracterización fitosociología de un área del parque natural municipal saltos Küppers, en Eldorado, Misiones, Argentina.

Esta estructura es del tipo disetáneas presentando árboles con DAP mayores a 70 cm. (**Grafico 1**).

Como resultado del inventario, y de la comparación de la estructura y composición florística del monte con otros de similares características, se concluye que esta fracción de la selva misionera esta en un excelente grado de conservación y se propone el siguiente recorrido (**Imagen 2**). El mismo fue diseñado con la finalidad de integrar el mayor número de especies arbóreas, de plantas epifitas como también áreas con ambientes particulares como son el tacuaral, sotobosque de helechos y Piperaceas.

El recorrido “Miltonia”, nombrado así por la abundancia de *Miltoniaflavescens* Lindl. (Orchidaceae), tiene la clásica forma elipsoide, se ingresa por el mismo lugar por el cual se egresa. Cuenta con dos opciones, una de 211 m de longitud, teniendo la posibilidad de continuar el recorrido unos 100 m más para así completar 311mts que sería la segunda opción.

El grado de dificultad que presenta es bajo, ya que la topografía del lugar es llana, sin presentar impedimentos de gran magnitud.

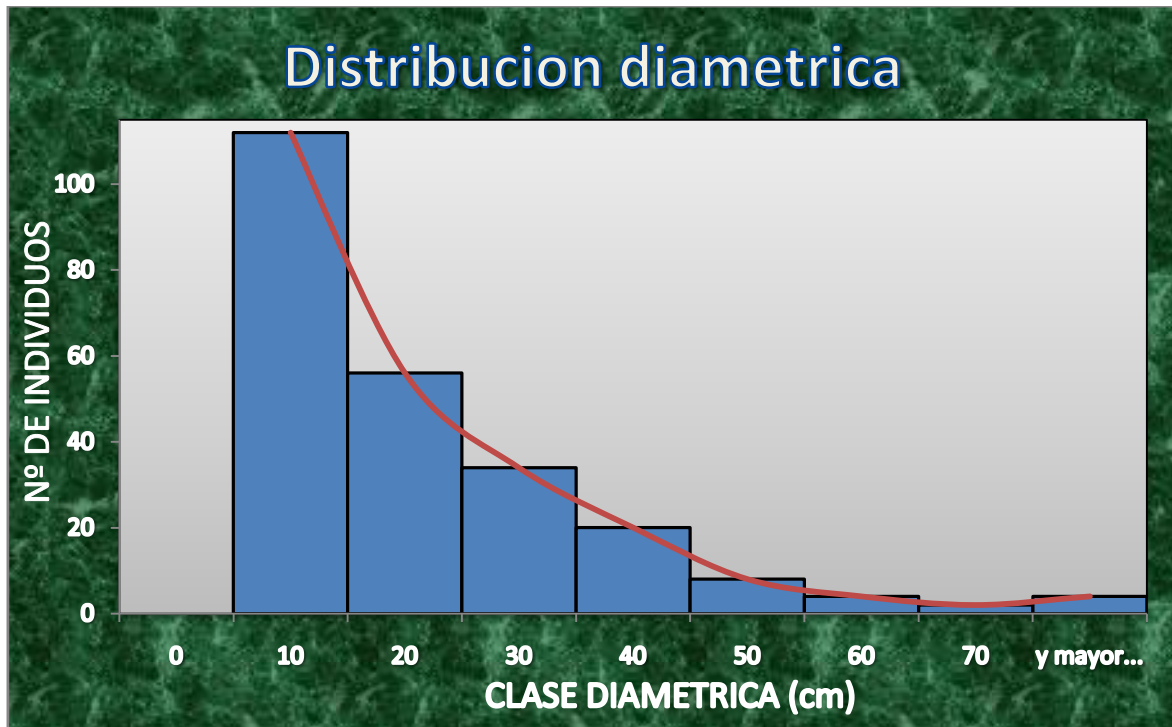


Grafico 1: Distribución por clase diametrica
 Graphic 1: Distribution by diameter class

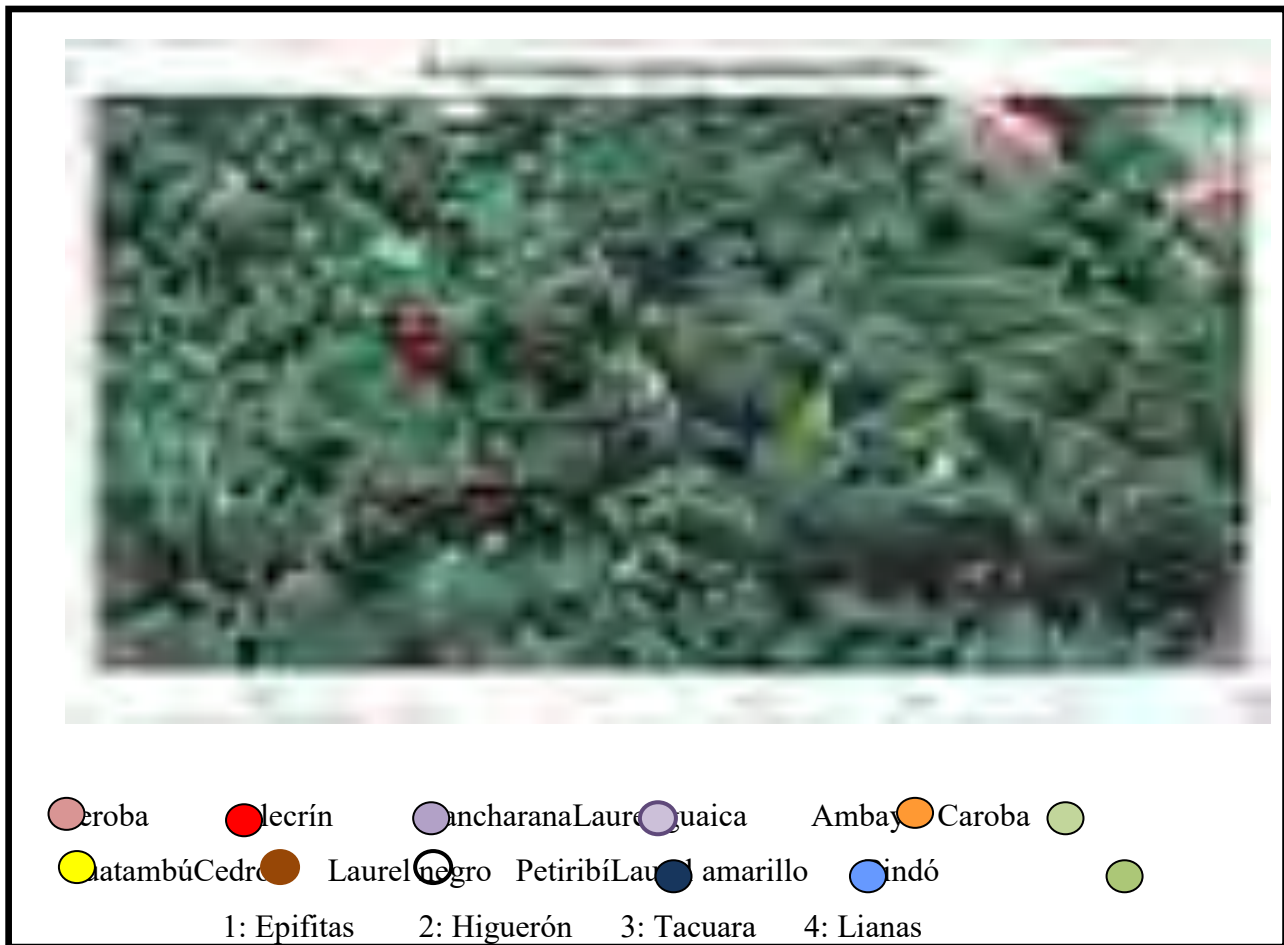


Imagen 2

Conclusiones

En el Hotel Orquídeas Palace, mantiene un fracción de La Selva Misionera en un excelente estado de conservación, en su predio se presentan numerosas especies representativas de un bosque primario y la decisión del dueño del predio de conservar para la humanidad, teniendo la iniciativa de realizar un sendero Ecológico Auto-interpretativo, es señal de la concientización que se está formando en los pobladores de la Provincia.

El sendero Miltonia brinda un recorrido demostrativo de la grandeza que posee la Selva Misionera, exponiendo árboles autóctonos de gran tamaño, como también otras formas biológicas que poseen una marcada importancia en el ecosistema mencionado.

La unificación de los arboles representativos, como también de los ambientes, por medio del sendero fue posible gracias al inventario realizado.

Bibliografía

- APN (Administración de Parques Nacionales) Fecha de consulta: 2012. http://www.parquesnacionales.gov.ar/parques/ver_noticia.php?id=41
- Cabrera, A. L. 1994. "Regiones Fitogeográficas Argentina. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería". Fascículo 1, Tomo II. Editorial ACME S.A.C.I. Buenos Aires. 85 p.
- Devoto, F. y Rothkugel M. 1936. "Informe sobre los bosques del parque nacional del Iguazú". Ext. Bol. Min. Agric. Nac. XXXVII
- Keller H.; D.Maiocco; A. Stehr;A. Ferreira; C.Gómez; C. Cardozo; L. Báez yL. Duarte. 2005 "Emprendimiento Eco turístico en la Aldea Mbya- Guaraní TEKÓ'A ARANDU de Pozo Azul"
- Placci G. y Giorgis P. 1993 "Estructura y diversidad de la selva del Parque Nacional Iguazú, Argentina". VII Jornadas Técnicas Ecosistemas Forestales Nativos, uso, manejo y conservación. Actas I. I.S.I.F. FCF UNaM. Eldorado. Misiones. Pag: 123-138.
- Rios R.; Keller H.; Portillo J. y Zacaria R. 1999. "Caracterización Fitosociológica de un área del parque municipal saltos Küppers, Eldorado, Misiones, Argentina. Revista Forestal Yvyrareta N° 9. p:10-20
- López Cristóbal L.; Grance L.; Maiocco D.; Eibl B.1996."Estructura y composición florística del Bosque Nativo, en el Predio de Guaraní". Revista Forestal Yvyrareta N° 7. p: 30-37.
- SAyDS. 2005. "Primer Inventario Nacional De Bosques Nativos" Proyecto bosques nativos y aéreas protegidas. BIRF4085-Argentina. Pág. 76

ARBORIZAÇÃO NAS PROPRIEDADES RURAIS DA COMUNIDADE SANTA CRUZ, DOIS VIZINHOS-PARANÁ-BRASIL.

FARMS AFFORESTATION IN RURAL SANTA CRUZ COMMUNITY, DOIS VIZINHOS-PARANA-BRAZIL.

Ludvichak, A. A.¹; Nieri, E. M.¹; Jung, P. H.¹; Topanotti, L. R.¹; Brun, E. J.².

¹ Acadêmicos do curso de Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Dois Vizinhos. Bolsista PET – Engenharia Florestal. Email: aline_lud@yahoo.com.br; ericknieri@yahoo.com.br; paulinhohenriquej@hotmail.com; larissatopanotti@yahoo.com.br;

² Professor Doutor em Silvicultura da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Dois Vizinhos, tutor do grupo PET Engenharia Florestal. Email: eleandrobrun.utfpr@gmail.com.

Resumo

A arborização rural geralmente é empregada para sombreamento, quebra vento, paisagismo e consumo de frutas *in natura*, gerando boa qualidade de vida para os moradores destes locais. Este trabalho teve por objetivo verificar as diferentes características existentes de arborização nas pequenas propriedades de uma comunidade do município de Dois Vizinhos-PR. Foram percorridas aleatoriamente seis propriedades, onde foi aplicado um questionário referente à sua estrutura e composição, sendo sua área posteriormente percorrida por quatro avaliadores. Todas as propriedades visitadas continham uma área arborizada, sendo que 83,33% de sua composição eram frutíferas e os demais, espécies de sombra. As espécies *Mangifera indica* L., *Citrus sinensis* L. e *Prunus persica* se destacaram quanto à frequência, sendo a família Rosaceae a que apresentou maior número de espécies. Há preferência por plantio de espécies exóticas, sendo que é necessário disseminar as vantagens do plantio de frutíferas nativas, bem como outras espécies com múltiplos benefícios.

Palavras-chave: frutíferas, ornamentais, espécies de sombra, espécies exóticas e nativas.

Summary

The rural afforestation is generally used for shade, wind breaks, landscaping and consumption of fresh fruits, generating good quality of life for residents of these sites. This work aimed to verify the different characteristics of existing trees on small properties in one rural community in the county of Dois Vizinhos-Paraná-Brazil. Six farms were randomly visited where it was applied a questionnaire relating to their structure and composition, its area being covered later by four assessors. All farms contained a tree cover, with 83.33% of its composition were fruitful and the others species of shade. The species *Mangifera indica* L., *Citrus sinensis* L. and *Prunus persica* are the principal with base in the frequency which the family Rosaceae showed the highest number of species. The farmers have a preference for planting exotic species, being necessary to disseminate the benefits of planting native fruit and another species with multiple benefits.

Key-words: fruit, ornamental, shade species, exotic species.

Introdução

Conhecida como a capital nacional do frango, Dois Vizinhos possui uma economia voltada principalmente para os setores da agricultura, avicultura e suinocultura, sendo que nestas áreas há o predomínio de uma arborização rural praticamente composta de espécies frutíferas, nativas e exóticas (BASSO, 2003).

A arborização rural geralmente é empregada com finalidade de sombreamento, quebra vento e para o próprio consumo de frutas in natura, onde essas promovem benefícios para a qualidade de vida dos próprios moradores da área rural. Para promover tais eventos são indispensáveis e notórios os princípios de arborização urbana, onde os mesmos podem ser aplicados na íntegra nas áreas rurais, sendo esses planejados criteriosamente para sua execução (SILVA FILHO, 2010).

As espécies de fruteiras introduzidas em pequenas propriedades rurais tornam-se uma opção viável para a economia e o bem estar desses proprietários, isso devido ao fato de possibilitar aos mesmos uma fonte de alimentação e também proporcionar um clima ameno para o pequeno agricultor (LUNZ, 2010).

Em trabalho desenvolvido por Pereira et al. (2007), com a caracterização do uso da terra na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã, no Amazonas, os agricultores cultivam pomares, que são consórcios multiestratificados de plantas frutíferas, geralmente com o domínio de algumas espécies, como abacate, pupunha e açaí, frutas típicas da região Norte do Brasil. Também, nesses pomares, muitas vezes há o consórcio com espécies madeireiras, gerando ainda mais diversidade nessas áreas. Nesse trabalho, os autores perceberam que havia dois tipos de pomares (ou sítios): os quintais, mais próximos às casas, com subsistência de alimentos e plantas medicinais e os sítios convencionais, onde a produção era voltada para o comércio, com maior frequência das espécies cupuaçu, açaí, abacate e pupunha (nas áreas de terra firme) e o cacau em áreas de várzea.

Segundo Lacerda (2011), moradores de áreas rurais de Patos-PB e Santa Terezinha-PB demonstram maior aceitação das propostas de arborização, devido às mesmas proporcionarem maiores recursos vegetais e também acarretar em uma melhora nas condições de vida dessas famílias. Com isso, constata-se que há necessidade de enriquecer as propriedades com espécies tanto florestais como frutíferas, a fim de melhorar as condições climáticas da área.

Com base nos preceitos e exemplos apresentados, este trabalho teve por objetivo verificar as diferentes características existentes de arborização nas pequenas propriedades de uma comunidade rural do município de Dois Vizinhos-PR, com o intuito de avaliar os benefícios que elas causam a propriedade.

Material e métodos

O município de Dois Vizinhos está localizado na mesoregião sudoeste do Paraná, apresenta clima Cfa – segundo a classificação de Köppen – com chuvas bem distribuídas em todas as estações e uma altitude média de quinhentos (500) metros. Em relação à vegetação, é encontrado no local fragmentos da Mata Pluvial-subtropical (PORTAL DOIS VIZINHOS, 2012), havendo, em função da altitude, áreas com fragmentos de Floresta Ombrófila Mista (altitudes maiores) e de Floresta Estacional Semidecidual (altitudes menores), assim como ecótonos onde se percebe a nítida mistura de espécies típicas de cada uma das formações citadas.

Como caracterização sócio-econômica a presente pesquisa observou que dentre as atividades econômicas desenvolvidas pelas propriedades rurais, todas trabalham com culturas anuais, sendo alguns casos associados com bovinocultura de leite e outros com avicultura de corte. 66,67% dos proprietários rurais consideram as culturais anuais como principal atividade

para obtenção de renda, outros 16,67% elegem a bovinocultura de leite e por fim 16,67% classificam a avicultura de corte como principal atividade econômica da propriedade, sendo a área média das propriedades em torno de 33,4 hectares.

A presente pesquisa foi realizada em uma comunidade da zona rural do município, denominada de Santa Cruz, localizada nas proximidades do limite com o município de Boa Esperança do Iguçu. Nesta comunidade, foram percorridas aleatoriamente seis (6) propriedades, onde foi aplicado um questionário referente à sua estrutura e composição, sendo sua área posteriormente percorrida por quatro avaliadores, os quais anotaram dados referentes às suas diferentes percepções da estrutura e condições dos aspectos da arborização da propriedade, dados que foram, posteriormente reunidos e analisados em conjunto.

No questionário aplicado haviam perguntas referentes a caracterização da propriedade (tamanho, principais atividades econômicas, renda da família, ocupação do solo) bem como questões referentes a arborização da propriedade (área utilizada, principais espécies e o porquê dessas espécies).

Após a coleta dos dados, estes foram tabulados em planilha do Microsoft Office Excel®, analisados e discutidos face à literatura existente sobre a arborização em propriedades rurais.

Resultados e Discussão

Todas as propriedades visitadas continham uma área arborizada, sendo que 83,3% de sua composição era de espécies frutíferas e as demais por espécies de sombra. Quanto à localização da área na propriedade, percebeu-se que 55,6% destas se localizavam no próprio jardim da casa, 33,3% ao lado das construções e 11,1% ao longo da entrada da propriedade. Observa-se assim que a preferência dos produtores se dá por espécies frutíferas, sendo realizado o plantio destas em locais próximo a casa para facilitar o manejo e a colheita para consumo da família. As espécies para sombra, em geral, são utilizadas para ornamentação e conforto térmico próximo as instalações. Algumas espécies, como é o caso do uso de *Hovenia dulcis* e *Platanus acerifolia*, pelo fato de perderem suas folhas durante o inverno, são localizadas, sobretudo, ao redor de instalações para confinamento de aves (aviários), pois reduzem a temperatura desses ambientes no verão (devido a sombra de sua densa folhagem) e permitem que a irradiação solar aqueça esses estabelecimentos no inverno.

A presente pesquisa encontrou 27 espécies diferentes, onde pode perceber que a espécie mais frequente foi *Mangifera indica* L., sendo encontrada em 83,3% das propriedades, seguido das espécies *Citrus sinensis* L. e *Prunus persica* com 66,7%, as espécies *Citrus reticulata*, *Ficus carica* L., *Ligustrum japonicum*, *Prunus* sp. e *Vitis vinifera* foram observadas em 50,0% das propriedades. As demais espécies obtiveram frequência inferior (Tabela 1).

Tabela I – Frequência das espécies encontradas nas propriedades rurais da comunidade Santa Cruz no município de Dois Vizinhos – PR.

Table I - Frequency of species found on farms of the community in the municipality of Santa Cruz in the county of Dois Vizinhos-Paraná-Brazil.

Nome popular	Nome científico	Família	Frequência (%)	Uso Predominante
Mangueira	<i>Mangifera indica</i> L.	Annonaceae	83,3	Frutífera
Jaqueira	<i>Artocarpus integrifolia</i> L.	Moraceae	33,3	Frutífera
Pereira	<i>Pyrus comunis</i> L.	Rosaceae	16,7	Frutífera
Uva-do-japão	<i>Hovenia dulcis</i> Thunberg	Ramnaceae	16,7	Madeiraira
Platano	<i>Platanus acerifolia</i> Ait.	Platanaceae	16,7	Ornamental
Nóz pecã	<i>Juglans regia</i> L.	Juglandaceae	16,7	Frutífera
Tangerina	<i>Citrus reticulata</i> L.	Rutaceae	50,0	Frutífera
Figueira	<i>Ficus carica</i> L.	Moraceae	50,0	Frutífera
Nectarina	<i>Prunus persica</i> var. <i>Nucipersica</i> L.	Rosaceae	50,0	Frutífera
Magnólia	<i>Michelia champaca</i> root bark	Magnoliaceae	16,7	Ornamental
Alfeneiro	<i>Ligustrum japonicum</i> Thunb.	Oleaceae	50,0	Ornamental
Pessegueiro	<i>Prunus persica</i> L.	Rosaceae	66,7	Frutífera
Laranjeira	<i>Citrus sinensis</i> L.	Rutaceae	66,7	Frutífera
Videira	<i>Vitis vinifera</i> L.	Vitaceae	50,0	Frutífera
Flamboyant	<i>Delonix regia</i> (Bojer ex Hook.)	Fabaceae	16,7	Ornamental
Carambola	<i>Averrhoa carambola</i> L.	Oxalidaceae	16,7	Frutífera
Canela	<i>Cinnamomum zeylanicum</i> Blume	Lauraceae	16,7	Madeiraira
Acerola	<i>Malpighia glabra</i> L.	Malpighiaceae	16,7	Frutífera
Mamoeiro	<i>Carica papaya</i> L.	Caricaceae	16,7	Frutífera
Palmitheiro	<i>Euterpe edulis</i> Martius	Arecaceae	16,7	Ornamental
Jaboticabeira	<i>Myrciaria cauliflora</i> Berg	Myrtaceae	33,3	Frutífera
Ipê-amarelo	<i>Tabebuia chrysotricha</i> Mart. ex Dc.	Bignoniaceae	16,7	Ornamental
Graviola	<i>Annona muricata</i> L.	Annonaceae	33,3	Frutífera
Ingá	<i>Inga</i> sp.	Fabaceae	16,7	Frutífera
Erva-Mate	<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil	Aquifoliaceae	16,7	Ornamental
Butiázeiro	<i>Butia eriospatha</i> (Mart. Ex Drude) Becc	Arecaceae	16,7	Frutífera
Araçá	<i>Psidium grandifolium</i> Mart. ex DC.	Myrtaceae	16,7	Frutífera

Pereira et al. (2007), no Amazonas, encontraram como espécies mais comuns nos quintais das propriedades, o cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), o jambo (*Eugenia jambo*) e a goiaba (*Psidium guajava*), presentes em 92% das unidades amostradas. Em seguida, a bacaba (*Oenocarpus bacaba*), com 82% de frequência, a pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth), o açaí do mato (*Euterpe precatória*) e a manga (*Mangifera indica*), verificadas em 75% das áreas. No mesmo estudo, as espécies mais plantadas foram o açaí do mato (12,2% do total de indivíduos), abacate (*Persea americana*), com 7,8%, cupuaçu (6,8%), bacaba (5,9%), limão (*Citrus latifolia*) (5,4%) e pupunha (5,3%).

Nota-se a diferença em relação às famílias mais frequentes, onde, no presente estudo, houve maior número de indivíduos da família Rosaceae, enquanto no Amazonas, houve domínio da família Arecaceae, devido às características peculiares de cada bioma, sendo que no estudo de Pereira et al. (2007), os pomares estão mesclados à floresta nativa, o que difere da realidade do Sul do Brasil.

Menezes et al. (s/d), em trabalho também desenvolvido no norte brasileiro, perceberam que 94,44% dos agricultores possuíam mangueira (*Mangifera indica*) nas suas propriedades, a bananeira aparecia com 91,67%, abacateiro com 88,89%, coqueiro com 86,11%, laranjeira com 83,33%, goiabeira com 80,56%, dentre outras inúmeras espécies. Nesse estudo, observa-se o cultivo de algumas espécies que são comuns na região Sul do Brasil e que não apareceram nas áreas de estudo de Pereira et al. (2007), na região Norte do

Brasil. Apenas algumas espécies podem se adaptar as condições climáticas de ambas as regiões, como *Mangifera indica*.

Quando analisado o número de espécies por família encontradas nas propriedades rurais, percebe-se que a família que teve o maior número de espécie foi a Rosaceae com três espécies diferentes, seguida por Annonaceae, Arecaceae, Moraceae, Myrtaceae e Rutaceae com duas espécies por família (Gráfico I).

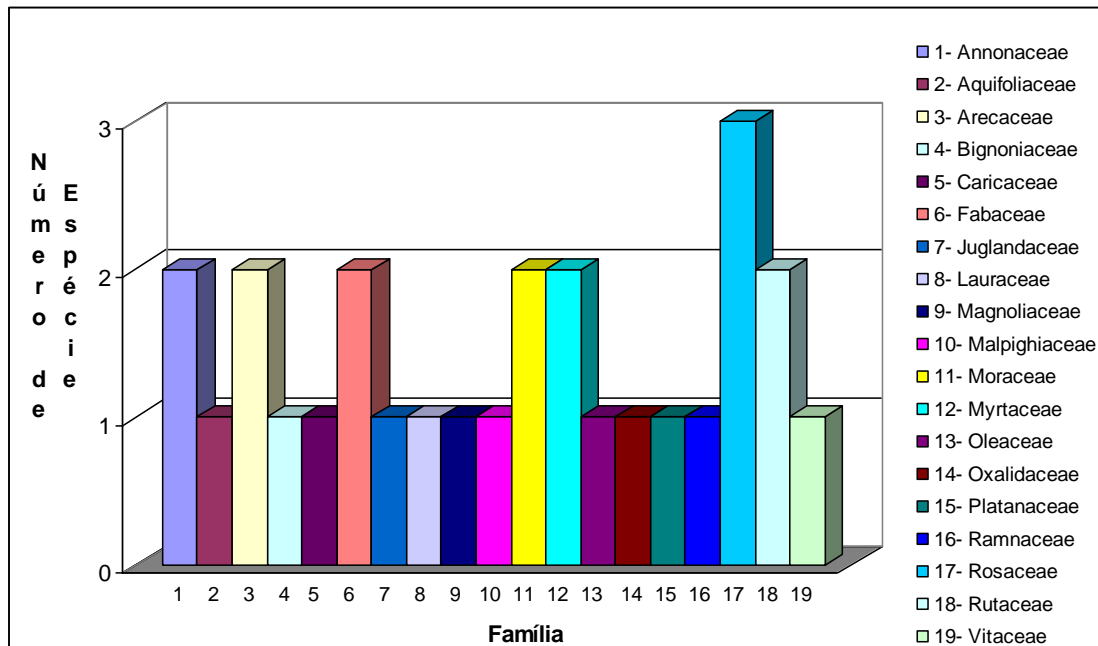


Gráfico I - Número de espécies encontradas em cada propriedade rural. Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. 2012

Chart I - Number of species found in each farm. Dois Vizinhos, Parana, Brazil. 2012.

Pereira et al. (2007), em seu estudo em reserva no Amazonas, constataram que as famílias de maior riqueza foram Arecaceae, com oito espécies, Sterculiaceae, com seis espécies e Rutaceae, Euphorbiaceae e Labiateae ambas com cinco espécies cada.

Analisando a distribuição das espécies entre exóticas e nativas, pode-se perceber que as exóticas são o dobro mais abundante que as nativas, com um total de 18 espécies contra 09. Quando considerada a finalidade das espécies exóticas, percebe-se que a maioria é frutífera, com 12 espécies, seguido de 04 espécies ornamentais e 02 madeireiras (Gráfico 2). Boa parte das nativas, 06 espécies, também tem a finalidade de ser frutíferas, seguido com 03 espécies de finalidade ornamental e nenhuma madeireira (Gráfico 3). Contudo, percebe-se que o uso de frutíferas exóticas está bem mais avançado e difundido do que as frutíferas nativas, como pitangueira e araçazeiro, por exemplo. Assim, haja vista que as áreas de Reserva Legal e Áreas de Preservação Permanente não podem ser compostas por espécies exóticas, as espécies frutíferas nativas apresentam grande potencial de uso, tanto nessas áreas, quanto em outros locais das propriedades rurais.

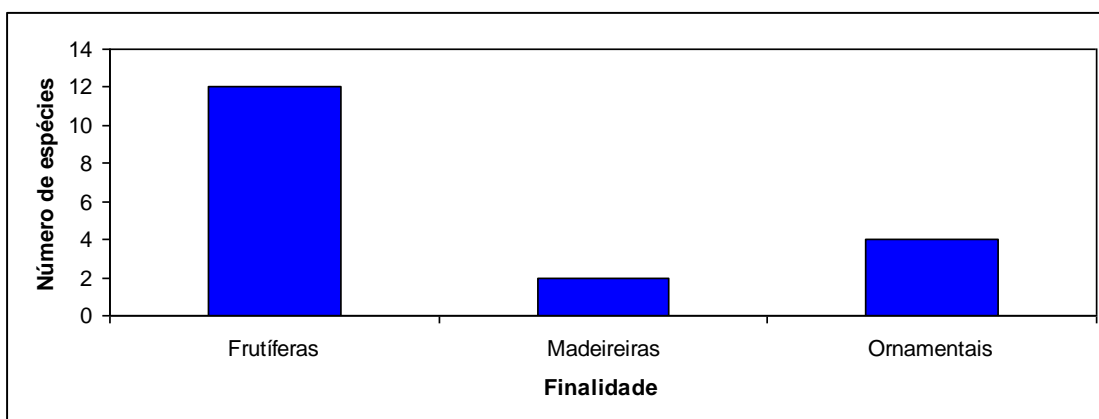


Gráfico 2 - Número de espécies exóticas encontradas para cada finalidade.
Chart 2 – Number of exotic species found for each purpose.

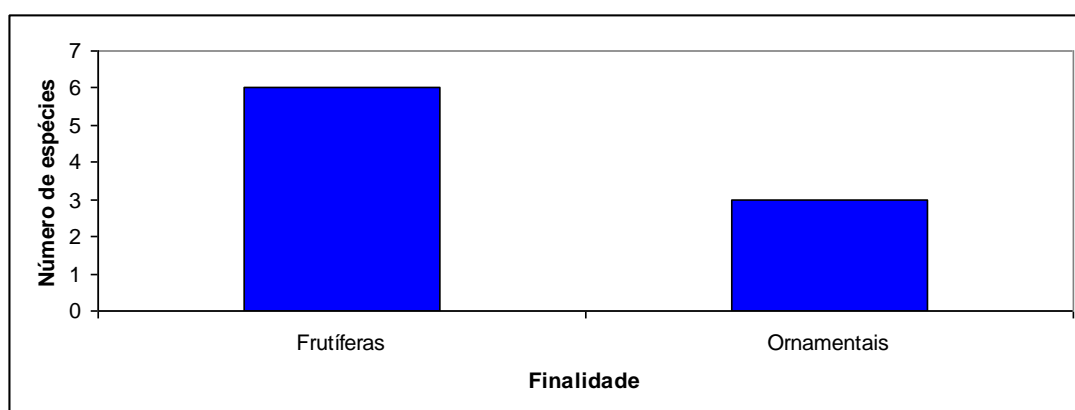


Gráfico 3 – Número de espécies nativas encontradas para cada finalidade.
Chart 3 – Number of native species found each for purpose.

Na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã, no Amazonas, Pereira et al. (2007) observaram quintais (pomares próximos às residências) com alta diversidade de espécies, utilizadas para várias finalidades. Os autores identificaram 115 espécies de plantas diferentes, distribuídas em 52 famílias. Destas, 32,5% são usadas para alimentação, 29% para remédio, 6,9% como ornamental, 0,9% como utensílio doméstico e 30,4% são de uso múltiplo. Nessa região, a diversidade de espécies é bem maior, pois há várias espécies com muitas finalidades, além de prover alimentos.

Conclusão

Nesse estudo, observou-se que a maior parte da arborização nas propriedades rurais é composta por espécies frutíferas, em destaque para *Mangifera indica* L., *Citrus sinensis* L., *Prunus persica*, *Citrus reticulata*, *Ficus carica* L., *Prunus* sp., *Vitis vinífera* e *Ligustrum japonicum*, utilizado para sombra, que apresentaram as maiores frequências dentre as propriedades visitadas, com maior número de espécies da família Rosaceae.

A quantidade de espécies exóticas se sobrepõe às nativas, sendo que o potencial das frutíferas nativas deve ser bem mais estudado e explorado, haja vista que estas podem compor Áreas de Preservação Permanente e Reservas Legais, além das áreas de entorno das construções, facilitando seu manejo e uso.

Agradecimentos

A todos os agricultores pela disponibilidade e atenção fornecida.

Referências Bibliográficas

- BASSO, D. 2003. **A produção e a gestão das políticas de desenvolvimento rural pelos agricultores familiares de Dois Vizinhos – PR.** Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/4015/000406729.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 24 de Março de 2012.
- LACERDA, R., M., A. Inventário e caracterização da arborização de duas agrovilas no semiárido Paraibano. Disponível em: <http://www.ufcg.edu.br/~cstr/ppgcf/Dissertacoes/dissert_roberta_maria_albuquerque.pdf>. Acesso em: 05 de março de 2012.
- LUNZ, A., M., P. 2010. Quintais agroflorestais e o cultivo de espécies frutíferas na Amazônia. Disponível em: <<http://www.aba-agroecologia.org.br/ojs2/index.php/rbagroecologia-/article/view/7290/5329>>. Acesso em: 25 de março de 2012.
- MENEZES, A. J. E. A. de; STRASSBURGER, A. S.; HOMMA, A. K. O.; MATOS, G. B. de. S/d. **Caracterização dos pomares caseiros dos pequenos agricultores familiares do município de Tomé-Açu, Pará.** Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/657472/1/02tema04.pdf>. Acesso em 25 mar 2012.
- PEREIRA, K. J.C; LIMA, B.F; REIS, R.S.; VEASEY,E.A. 2007. Saber tradicional, agricultura e transformação da paisagem na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã, Amazonas. **Uakari**, Belém, v.2, n.1, p. 9-26,
- PORTAL DOIS VIZINHOS. 2012.Prefeitura de Dois vizinhos Disponível em: <<http://www.portaldoisvizinhos.com.br>>. Acesso em: 26 de março de 2012.
- SILVA FILHO, J., A., L. 2010. **Informativo trimestral da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana.** Disponível em: <http://www.sbau.org.br/2011/2-INFORMATIVO_SBAU_-_JUNHO_n17_site.pdf>. Acesso em: 24 de Março de 2012.

ENRIQUECIMIENTO DE BOSQUE SECUNDARIO EN LA PROVINCIA DE MISIONES: RESULTADOS A TRES AÑOS DE SU IMPLEMENTACIÓN

FOREST SECONDARY ENRICHMENT IN THE PROVINCE OF MISIONES: A THREE-YEAR RESULTS OF IMPLEMENTATION

Maiocco, D. C.¹; Stehr, A. M.²; Dummel, C.³; Gómez, C.⁴

1.- M. Sc. Ing. Forestal, Profesor Adjunto, Facultad de Ciencias Forestales, Bertoni 124,

dmaiocco@facfor.unam.edu.ar

2.- Ing. Forestal, Jefe Trabajos Prácticos, Facultad de Ciencias Forestales, Bertoni 124,

astehr@facfor.unam.edu.ar

3.- Ing. Forestal, Ayudante de primera, Facultad de Ciencias Forestal, Bertoni 124, cdummel@yahoo.com.ar

4.- Estudiante carrera Ingeniería Forestal, Facultad de Ciencias Forestales, Bertoni 124.

Resumen

El trabajo se realizó en dos propiedades de la provincia de Misiones con las siguientes características: a) bosque secundario producto de tala rasa de *Pinus elliotii* y b) bosque secundario formado a partir del abandono de cultivos anuales; en las mismas se implantaron, en fajas de 1,5 m de ancho, separadas entre sí 10 a 15 m y a 5 m de distancia unas de otra y en forma intercalada las siguientes especies nativas: Caña fistola (*Peltophorum dubium*), Lapacho negro (*Tabebuia heptaphylla*) y Lapacho amarillo (*Tabebuia alba*); con lo que se logró una densidad de 100 a 200 plantas por ha. Se realizaron las reposiciones de las plantas muertas, trabajos de mantenimiento para evitar competencia por malezas, medición de las alturas y se evaluó el estado del estrato arbóreo del bosque secundario. Las especies que presentaron los mayores crecimientos al tercer año fueron Caña fistola (*Peltophorum dubium*) y Lapacho amarillo (*Tabebuia alba*). El bosque secundario de 9 de Julio (sitio a) presentó valores altos de densidad (552 arb/ha), mientras que Pozo Azul (sitio b) tiene menor número de individuos por hectárea (295) y aún así tiene un mayor área basal (12,84 m²/ha).

Palabras claves: Especies nativas, recuperación, áreas degradadas.

Summary

The study was conducted in two properties in the province of Misiones with the following characteristics: a) secondary forest product of clear-cutting of *Pinus elliotii* and b) secondary forest formed from the abandonment of annual crops on the same implanted in strips 1.5 m wide, spaced 10 to 15 m and 5 m away from each other in an interleaved and the following native species: *Peltophorum dubium*, *Tabebuia heptaphylla* and *Tabebuia alba*, which was achieved with a density of 100 to 200 plants per hectare. There were revivals of dead plants, maintenance work to prevent weed competition, measuring of heights and evaluated the state of the secondary forest tree. There were revivals of dead plants, maintenance work to prevent weed competition and measurement of heights. The species with the highest growth in the third year were *Peltophorum dubium* and *Tabebuia alba*. The secondary forest of July 9 (site a) showed high values of density (552 stems/ha), while Pozo Azul (site b) has smaller number of individuals per hectare (295) and still higher basal area (12,84 m²/ha).

Key words: Tree native species, forestry recuperation, degraded areas.

Introducción

Bosque secundario se define como una vegetación leñosa de carácter sucesional que se desarrolla sobre tierras, originalmente destruida por actividades humanas. Su grado de recuperación dependerá mayormente de la duración e intensidad del uso anterior por cultivos agrícolas o pastos, así como de la proximidad a fuentes de semillas para recolonizar el área alterada (www.otca.org.br).

La práctica actual de manejo de los bosques productivos misioneros transcurre desde hace varias décadas con el aprovechamiento selectivo de las maderas más valiosas, procedimiento que no contempla la capacidad natural y las limitaciones del bosque para su regeneración luego de la extracción de madera. Esta modalidad de aprovechamiento aplicada en los sucesivos ciclos de corta, produce modificaciones en el número de especies, el tamaño poblacional y la diversidad de la masa remanente. Muchos cambios no son tan inmediatos y frecuentemente es necesario aguardar sucesivas mediciones a fin de observar variaciones en la diversidad por la aparición de nuevas especies o por la disminución de la abundancia de otras especies, debido a los cambios en las condiciones de apertura del dosel (GAUTO, 1999).

Las especies nativas han sido utilizadas con anterioridad en plantaciones de enriquecimiento, como por ejemplo Montagnini *et al.*, (1997) menciona que el Timbó (*Enterolobium contortisiliquum*) ha tenido un buen crecimiento en ensayos en la región.

En evaluaciones realizadas entre 4 y 7 años de edad se destacaron por su crecimiento en altura y sobrevivencia *Bastardiopsis densiflora*, *Ocotea puberula*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Cordia trichotoma* y *Peltophorum dubium* (EIBL, *et al.*, 1997).

Recuperar áreas degradadas en la provincia de Misiones debería ser un compromiso de todas las personas relacionadas con la temática, se pretende con este trabajo brindar información sobre el crecimiento en altura de las especies implantadas en dos áreas con bosque secundario.

Materiales y métodos

Para nuestro ensayo se implementó una parcela de enriquecimiento de 2,5 has de bosque secundario producto de tala rasa de *Pinus elliotii* en el año 1993, en el municipio de 9 de Julio, ubicado a 223 msnm (26° 23' 49" S, y 54° 30' 56" O) y otra en San Pedro (Pozo Azul) de 1 ha, con bosque secundario resultado del abandono de cultivos anuales desde 1997, a 496 msnm (26° 21' 17" S, y 54° 09' 50" O) ambos en la provincia de Misiones, Argentina.

La temperatura media anual de la zona es de 21,8 °C con amplitud media mensual de 10,8 °C y una precipitación media anual de unos 2.000 mm, distribuidos uniformemente durante todo el año (CABRERA, 1976). Durante el invierno hay ocurrencia de heladas.

Los suelos del sitio ubicado en 9 de Julio corresponden al complejo 9 y los de Pozo Azul al tipo de complejo de 6 B según CARTA (1963).

En cada una de las propiedades se realizaron apertura del dosel arbóreo en fajas paralelas separadas por 10 – 15 m entre sí y 1,5 m de ancho, en dirección este-oeste, donde se ubicaron cada 5 m las siguientes especies forestales nativas entremezcladas: Caña fistola (*Peltophorum dubium*), Lapacho negro (*Tabebuia heptaphylla*) y Lapacho amarillo (*Tabebuia alba*); con alturas promedio de 50 cm y en macetas provenientes de vivero. Se dejaron los ejemplares de especies comerciales y/o renovales que se encontraban en el lugar. Las plantaciones fueron realizadas desde el mes de abril hasta agosto del año 2008.

Las malezas se controlaron realizando tareas de limpieza con machete y aplicación de herbicidas en las fajas, como así también se repusieron las plantas muertas. Anualmente se registraban las alturas y el comportamiento de las especies.

Para evaluar el estado del estrato arbóreo del bosque secundario donde se implementó el enriquecimiento se determinó el área mínima de muestreo registrándose las especies a partir de 10 cm de DAP. Esto permitió analizar: densidad (individuos/ha), área basal (m^2/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

Las especies que presentaron los mayores crecimientos en altura en ambas propiedades fueron Caña fistola (CF) y el Lapacho amarillo (LA), ver **gráfico 1**.

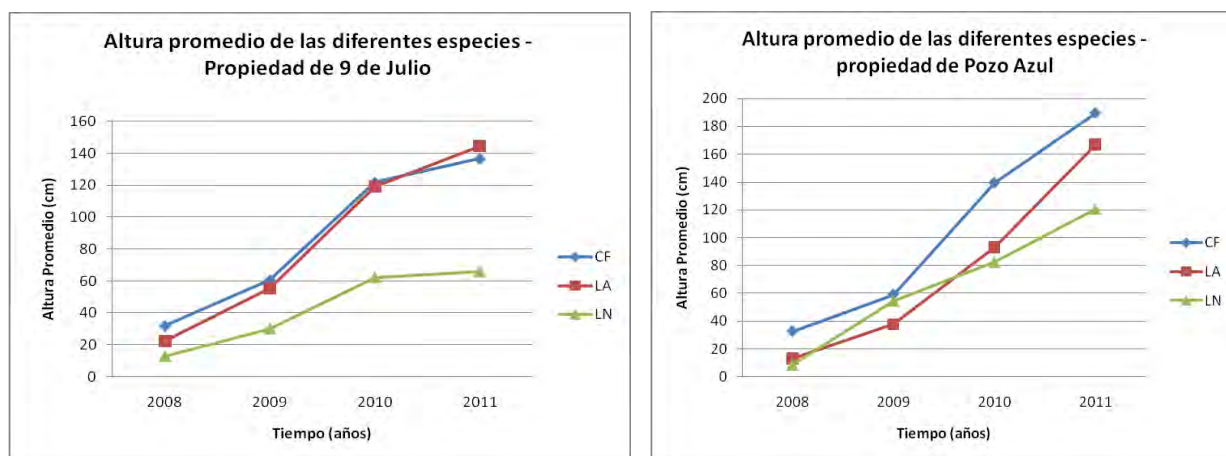


Gráfico 1: Altura promedio de las especies en las diferentes propiedades.
Graph 1: Average height of the species in the different properties

Las especies disminuyeron en número en igual medida en ambos sitios (**gráfico 2**).

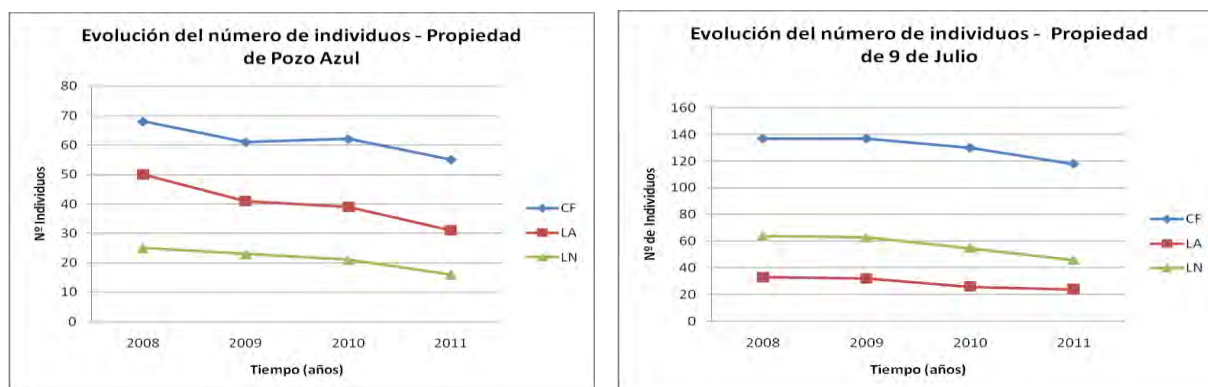


Gráfico 2: Evolución del número de individuos al tercer año.
Graph 2: Evolution of the number of individuals to the third year.

Se puede observar en la **tabla 1** que Caña fistola presentó el mayor porcentaje de sobrevivencia al tercer año.

Tabla 1: Supervivencia de las especies al tercer año en ambos sitios.
Table 1: Survival of the native species in both sites.

	Número de individuos totales en los dos sitios.		
	Inicio del ensayo	Al tercer año	Supervivencia (%)
Caña fistola	205	173	84,4
Lapacho amarillo	114	77	67,5
Lapacho negro	58	40	69,0

Con respecto al estrato arbóreo, en la **tabla 2** se puede observar que los datos de la riqueza en cuanto a número de especies son similares en las dos propiedades. 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. En cuanto a la densidad se puede decir que 9 de Julio presentó valores altos (552 arb/ha), mientras que Pozo Azul tiene menor número de individuos por hectárea (295) y aún así tiene un mayor área basal (12,84 m²/ha).

Tabla 2: Análisis de los datos obtenidos del estrato arbóreo para los dos sitios con bosque secundario.

Table 2: Data analysis for the tree stratification for two sites of the secondary forestry.

	PROPIEDAD	
	9 DE JULIO	POZO AZUL
Riqueza (N° especies)	26	25
Índice de Shannon	2,75	2,83
Índice de Simpson	0,909	0,918
Índice de Margalef	3,95	4,22
Densidad (N° de árb/ha)	552	295
Área Basal (m²/ha)	9,33	12,32
DMC (cm)*	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) en la propiedad de 9 de Julio las especies con mejores valores son *Helietta 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 último para el caso de Pozo Azul las especies son *Bastardiopsis densiflora* (Hook. & Arn.) Hassl. (29,89 %),

15^{as} Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM - EEA Montecarlo, INTA. 7, 8 y 9 de Junio de 2012 -Eldorado, Misiones, Argentina

Nectandra lanceolata Nees (29,24 %), *Patagonula americana* L. (22,48 %), *Solanum granulosum-fruticosum* Dunal (19,67 %), y *Ocotea puberula* (Rich.) Nees (19,60 %), se observó que *Solanum granulosum-fruticosum* Dunal es una especie considerada como pionera por lo cual este sitio presenta lugares muy abierto o ralos.

Conclusiones

Las especies nativas utilizadas en este caso para el enriquecimiento en fajas de bosque secundario tienen un buen desempeño y sobrevivencia.

Caña fistola (*Peltophorum dubium*) y Lapacho amarillo (*Tabebuia alba*) fueron las especies que alcanzaron mayores alturas promedios al tercer año de implantación (entre 130 y 190 cm).

El estrato arbóreo de los bosques secundarios de nuestro ensayo presentaron valores de entre 295 y 552 arb/ha y un área basal entre 9 y 12 m²/ha.

Bibliografía

Bosques secundarios: origen, definición, extensión y potencial. Artículo de Internet consultado 28 de marzo 2012 (http://www.otca.org.br/publicacao/SPT-TCA-PER-SN_propuesta_pucallpa.pdf).

Cabrera, A. L. 1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. En: Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería, Tomo II, Fascículo 1, Acme, Buenos Aires, Argentina, 85 pp.

Beatriz, E.; Montagnini, F.; Grance, L.; Maiocco, D.; Nozzi, D. 1997. Revista YVYRARETA; N° 8.

Gauto, O; Filho, A. 1999. Impacto de la explotación maderera sobre la riqueza y diversidad florística de la Reserva Forestal de uso múltiple Guaraní, Misiones, Argentina. Yvyrareta 9:51-58.

Grance, L. A; Maiocco, D.C.; 1995. Enriquecimiento del bosque nativo con *Bastardiopsis densiflora* (Hook et Arn) Hassl, cortas de mejora y estímulo a la regeneración natural en Guaraní – Misiones – República Argentina. Revista Yvyrareta Nro. 6, pp. 29-44.

López Cristóbal, L.; Grance, L.; Maiocco, D.; Eibl, B. 1996. Estructura y composición florística del Bosque Nativo, en el Predio de Guaraní. Revista Forestal Yvyrareta N° 7. p: 30-37.

López Cristóbal, L.; Vera, N. 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.

Montagnini, F.; Eibl, B.; Grance, L.; Maiocco, D.; Nozzi, D. 1997. Enrichment planting in degraded forests of the Paranaense region of Misiones, Argentina. For. Ecol. Manage 99(1 y 2):237-246.

López Cristóbal, L.; Grance, L.; Maiocco, D.; Eibl, B. 1996. Estructura y composición florística del Bosque Nativo, en el Predio de Guaraní. Revista Forestal YVYRARETA N° 7. p: 30-37.

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.

FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLOGIA COMO CARACTERIZAÇÃO DO POTENCIAL PRODUTIVO E CONSERVACIONISTA DE UM FRAGMENTO FLORESTAL EM BOM RETIRO, SANTA CATARINA, BRASIL

FLORISTIC AND PHYTOSOCIOLOGY INVENTORY AS CHARACTERIZATION OF PRODUCTIVE POTENTIAL AND CONSERVATIONISTS OF A FOREST FRAGMENT IN BOM RETIRO, SANTA CATARINA, BRAZIL

Menegatti, R.D.¹; Correia, J.¹; Nicoletti, M.F.²; Gorenstein, M.R.³

¹ Acadêmicos de Engenharia Florestal, Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Av. Luiz de Camões, 2090, Bairro Conta Dinheiro, CEP 8852-000, Lages (SC).
renata.d.menegatti@gmail.com; jean_korreia@hotmail.com

² Engenheiro Florestal, MSc., Professor do Departamento de Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina. CEP 88.520-000, Lages (SC). a2mfn@cav.udesc.br

³ Engenheiro Florestal, Dr., Professor do Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. CEP 85660-000, Dois Vizinhos (PR). mauriciorg@utfpr.edu.br

Resumo

Objetivou-se neste estudo conhecer a composição florestal para compreender o atual estágio de desenvolvimento e caracterizar as cinco espécies mais abundantes quanto ao aproveitamento. O trabalho realizou-se um fragmento em Bom Retiro/SC, em zona de transição entre Floresta Ombrófila Mista e Densa. Fizeram-se três transectos de 100 metros de comprimento, com 10 metros de distância entre pontos quadrante, medindo as árvores com CAP maior de cinco centímetros. Calculou-se o Índice de Valor de Importância (IVI), Índice de Valor de Cobertura (IVC), Índice de Shannon e o Índice de Pielou. Amostraram-se 120 indivíduos, entre 16 famílias botânicas, a família mais representativa foi Myrtaceae, e as espécies de maior IVI e IVC foram *Araucaria angustifolia*, *Calyptanthes concinna*, *Myrceugenia euosma*, *Sebastiania commersoniana* e *Myrcia palustris*. Por meio do Índice de Shannon ($H' = 2,72$) e o Índice de Pielou ($J' = 0,83$) permite-se inferir que o fragmento analisado possui uma considerável diversidade de espécies.

Palavras-chave: riqueza de espécies arbóreas, planalto catarinense, padrões florísticos.

Summary

This study aimed to know the forest composition of a transition remaining of the biome Mata Atlantica, by the center quarter method, to comprehend the actual phase of development and to characterize the five most abundant species according to the use in this vegetation. The work was done at a fragment in Bom Retiro/SC that is considered as a transition zone between Ombrófila Mista Forest and Densa. Three transects of 100 meters of length were done, being installed a center-quarter point every ten meters, measuring the trees with circumference at breast height superior to five centimetres. The Importance Value Index (IVC), Cover Value Index (IVI), Shannon Index and the Pielou Index were calculated. 120 individuals were sampled, among 16 botanical families, the Myrtaceae was the most representative family and the species with greater IVI and IVC were *Araucaria angustifolia*, *Calyptanthes concinna*, *Myrceugenia euosma*, *Sebastiania commersoniana* e *Myrcia palustris*. With the center-quarter point sampling was possible to determine that 26 sampling units were already enough for this remaining. Through the Shannon Index ($H' = 2,72$) and the Pielou Index ($J' = 0,83$) allow to infer that the forest fragment analyzed has a great diversity

of species. Beyond show a good successional stage, to have several individuals characteristic of this formation and with potential for commercialization.

Key words: tree species richness, Catarina plateau, floristic patterns.

Introdução

A Mata Atlântica é um bioma presente na maior parte do território brasileiro compreendendo 17 estados, e com área total calculada de aproximadamente 128 mil hectares de acordo com Atlas, 2011. Por sua enorme abrangência, a formação vegetal é considerada uma das mais ricas em biodiversidade do mundo. A abundância de espécies e a localização geográfica explicam a quantidade de ações antrópicas existentes neste bioma, o que vêm a prejudicar a formação original restando muitos fragmentos esparsos. O município de Bom Retiro está localizado na região da Serra Catarinense. Devido a sua localização peculiar, a região engloba o encontro de duas grandes formações vegetacionais, a Floresta Ombrófila Densa com a Floresta Ombrófila Mista. Esta possui grande importância ecológico-econômica por sua característica única de abrigar a conífera mais expressiva da vegetação brasileira, a *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, frequentemente associada a outras espécies vegetais de grande importância (Narvaes et al. 2005). A Floresta Ombrófila Densa trata-se de uma formação arbórea uniforme e bem desenvolvida com dossel situado nas alturas, formada atualmente por indivíduos remanescentes da floresta original (Trevisan, 1985).

A diversidade biológica existente em determinado povoamento florestal depende de sua composição florística. Conte (2006), afirma através de um estudo realizado na Mata Atlântica que locais de transição entre duas formações vegetacionais caracterizam-se por ter alta diversidade de espécies, isto devido à ocorrência mútua de espécies típicas de cada formação florestal.

Para Narvaes et al. (2005), a maioria dos remanescentes florestais poderia encontrar-se conservada, caso a exploração das espécies de interesse econômico tivesse levado em conta certos fatores, sobretudo a regeneração natural, por meio do conhecimento da auto-ecologia, caracterização, estrutura e dinâmica. Sendo estas características fundamentais nas diretrizes dos planos de manejo de florestas nativas.

Para que se possa aplicar um plano de manejo em florestas nativas é imprescindível determinar quais as espécies que compõem o local, sua estrutura e suas características ecológicas. Além do que, através de levantamentos florísticos é possível determinar qual o potencial de aproveitamento de cada espécie no mercado madeireiro, e produtivo da área, relativo às características intrínsecas de cada espécie. Desta forma, objetivou-se com esse estudo avaliar a composição deste fragmento florestal, através do método dos pontos quadrantes, buscando compreender o estágio de desenvolvimento, fornecer subsídios para a conservação e caracterizar quanto a sua utilização as cinco espécies de maior ocorrência neste tipo de vegetação, e a partir deste potencial de uso das espécies buscar incentivos aos proprietários rurais para a manutenção das florestas.

Material e métodos

Área de estudo

O estudo foi realizado em um fragmento florestal localizado no município de Bom Retiro, SC (Figura 1), sob as coordenadas 27°42'01" de latitude ao Sul e 49°20'01" de longitude ao Oeste. Segundo o IBGE (1992), o município está inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Canoas, com topografia variando de ondulada a acidentada. As altitudes variando de

450 a 1.200 m acima do nível do mar, sendo que a área estudada está a uma altitude média de 800 m.

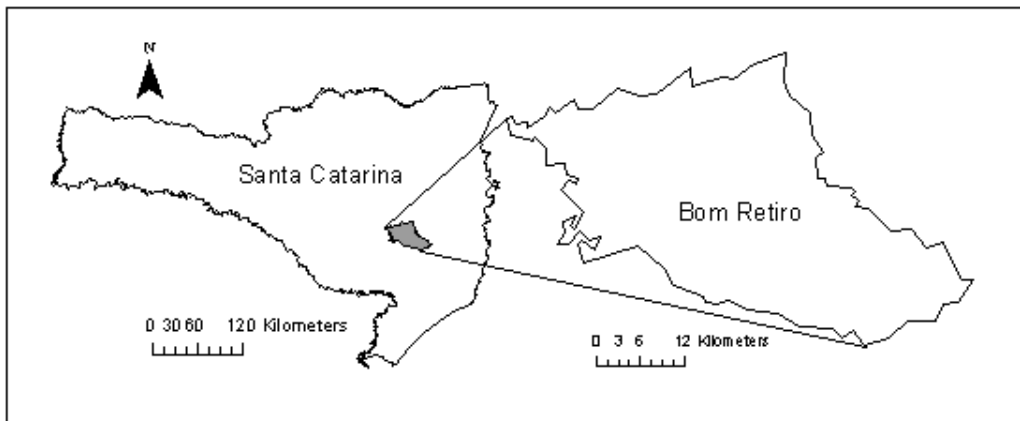


Figura 1. Estado de Santa Catarina demonstrando o município de Bom Retiro onde foi realizado o estudo.

Figure 1. State of Santa Catarina showing the Bom Retiro where the study was conducted.

O clima predominante na região é Cfa (mesotérmico úmido, sem estação seca definida, com verões quentes) de acordo com a classificação de Köppen, com a precipitação anual média de 1.500 mm e a umidade relativa do ar anual variando de 60 a 75%; e a temperatura média anual é de 19°C (IBGE, 1992). A vegetação da região pode ser classificada, dependendo da altitude, como Floresta Ombrófila Densa, nos locais de menor altitude, ou Floresta Ombrófila Mista, nos locais de maior altitude.

Coleta de Dados

O método utilizado como forma de amostragem para o levantamento florístico e fitossociológico foi o de ponto quadrante (Cottam & Curtis, 1956), onde foram alocadas três transecções medidas com a utilização de uma trena. Estas possuíam 100 metros de comprimento e distanciavam 20 metros entre si. A cada 10 metros, na transecção, foi definido um ponto quadrante, no qual foram coletadas amostras das quatro árvores vivas mais próximas, as quais a circunferência a altura do peito (CAP), medida com o auxílio de uma fita métrica, fosse superior a 5 cm. A altura era estimada com o auxílio de um podão graduado. As identificações eram feitas a campo quando possível, e quando não as espécies eram coletadas e herborizadas para futuras identificações com base em literatura específica e consulta a especialistas.

Análise dos dados

Após a obtenção dos dados, procedeu-se com a conversão dos mesmos em planilha eletrônica para as análises. Com os dados digitalizados foi realizada a análise de suficiência amostral, a qual foi comprovada a partir da elaboração da curva de rarefação. Em seguida foram efetuados os cálculos dos parâmetros fitossociológicos de Índice de Valor de Importância (IVI) e Índice de Valor de Cobertura (IVC) (Rodal et. al., 1992). As cinco espécies de maior IVC foram classificadas de acordo com suas características ecológicas e possíveis potenciais de usos comerciais. Além destes, foram calculados o índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') e a Equabilidade de Pielou (J'), a fim de avaliar a diversidade e dominância de espécies da área (Pielou, 1975; Rosso, 1996).

Resultados e discussão

Em toda a área foram alocados 30 pontos, divididos em três transecções. Estes resultaram na amostragem de 120 indivíduos, 25 espécies (Tabela1), distribuídas em 16 famílias botânicas, sendo que todas as espécies amostradas eram nativas.

A suficiência amostral foi avaliada a partir da análise da Figura 2, que se refere a curva de rarefação através do número de espécies por pontos amostrais, através de 100 randomizações, sendo que esta fica comprovada quando de um ponto para outro o incremento não seja superior a 5%.

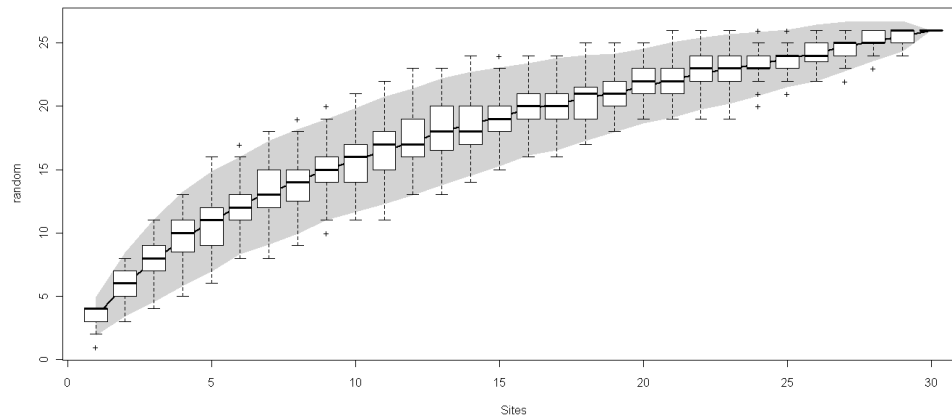


Figura 2. Curva acumulativa do número de espécies encontradas em relação aos pontos quadrantes amostrados na área estudada.

Figure 2. Curve of the cumulative number of species found in relation to quadrants sampled in the study area.

Em análise da figura 2, pode-se perceber que a curva se mantém ascendente até por volta do ponto 20, e após este ponto tende a estabilizar. A partir deste ponto o incremento foi reduzido. Demonstrando para este fragmento que até este ponto a amostragem já se tornou suficiente pela análise da curva espécie-área.

Dentre estas famílias, a que obteve maior riqueza foi a Myrtaceae. Nascimento (2011), avaliando a florística em um remanescente florestal do planalto catarinense cita que entre as famílias encontradas ($N = 36$) destacam-se, com relação ao número de indivíduos, Sapindaceae, Meliaceae e Myrtaceae, que somam 38% dos indivíduos amostrados. A família Myrtaceae apresentou a maior riqueza de espécies ($N = 11$ espécies), enquanto que as outras duas famílias apresentaram somente três e duas espécies respectivamente. Essa elevada diversidade da família Myrtaceae já foi reportada para formações arbóreas da Floresta Ombrófila Mista e Ombrófila Densa no sul do Brasil (Klein, 1984). Esta tem sido a família encontrada com maior abundância em número de espécies em outros estudos na região. Conforme Narvaes et al (2005), a família Myrtaceae ocorre naturalmente na Floresta Ombrófila Mista, uma vez que apresenta tolerância a ambientes sombreados e úmidos nos quais é bastante representativa quanto ao número de espécies e de indivíduos. Segundo Lorenzi & Souza (2008), na flora brasileira, as Myrtaceae aparecem entre as famílias mais comuns na maioria das formações vegetais.

Tabela 1. Número de indivíduos (NI), Índice de Valor de Importância (IVI), Índice de Valor de Cobertura (IVC) das espécies amostradas no fragmento florestal localizada no município de Bom Retiro, SC.

Table 1. Number of individuals (NI), Importance Value Index (IVI), Cover Value Index (CVI) of the species in the forest fragment located in Bom Retiro, SC.

Espécies	NI	IVI	IVC
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	12	18,01	22,01
<i>Calyptranthes concinna</i> DC.	27	19,48	17,97
<i>Myrceugenia euosma</i> (O.Berg) D. Legrand.	10	10,33	11,33
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs	11	8,05	7,49
<i>Myrcia palustris</i> DC.	5	5,70	6,47
<i>Ilex theezans</i> Mart. ex Reissek	4	4,33	4,82
<i>Drimys brasiliensis</i> Miers	9	5,43	4,39
<i>Miconia cinerascens</i> Miq.	9	5,16	3,99
<i>Myrcia glabra</i> (O.Berg) D. Legrand	4	3,09	2,97
<i>Eugenia uniflora</i> L.	5	3,22	2,75
<i>Mimosa scabrella</i> Benth.	1	1,34	1,59
<i>Myrcia palustris</i> DC.	3	1,84	1,51
<i>Solanum sanctaecatharinae</i> Dunal	3	1,83	1,49
<i>Cinnamomum amoenum</i> (Nees) Kosterm.	1	1,26	1,48
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	3	1,78	1,43
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk	3	1,77	1,41
<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	1	1,15	1,31
<i>Podocarpus lambertii</i> Klotzsch ex Endl.	1	1,07	1,18
<i>Symplocos uniflora</i> (Pohl) Benth.	1	0,95	1,01
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	1	0,84	0,84
<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	1	0,56	0,43
<i>Cinnamodendron dinisii</i> Schwanke	1	0,56	0,43
<i>Trichocline catharinensis</i> Cabrera	1	0,56	0,42
<i>Myrcia splendens</i> (Sw.) DC.	1	0,56	0,42
<i>Athenaea picta</i> (Mart.) Sendtn.	1	0,56	0,42
<i>Solanum variabile</i> Mart.	1	0,56	0,42

Devido aos elevados valores de IVC, somando juntas cerca de 65,27% do total (Tabela 1), as espécies: *Araucaria angustifolia*, *Calyptranthes concinna*, *Myrceugenia euosma*, *Sebastiania commersoniana* e *Myrcia palustris*, foram então, classificadas quanto a seu comportamento ecológico, e a um possível potencial de aproveitamento futuro no mercado madeireiro.

A *Araucaria angustifolia*, com 12 indivíduos, foi a espécie mais representativa, com 22,01 % do IVC total. A área de ocorrência da espécie é nos três estados sulinos, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (Fupef, 1978), classificada por Chami (2008), como espécie pioneira e predominante no estrato arbóreo. Carvalho (1994) descreveu a madeira da espécie como de baixa durabilidade, fácil trabalhabilidade, propicia para construções em geral, além de excelente qualidade para produção de celulose e papel.

A *Calyptranthes concinna*, com 27 indivíduos, foi a segunda espécie mais representativa, com 17,97% do IVC total. Sua distribuição geográfica abrange o Planalto Sul brasileiro e o Uruguai (Lombardo, 1964), crescendo principalmente em Matas Ciliares e

capões. Segundo Marchiori e Brum (1997), a madeira é moderadamente pesada, dura e de fibras entrecruzadas, e devido ao tronco geralmente tortuoso e o reduzido diâmetro é geralmente utilizada como lenha ou para a confecção de pequenas peças.

A *Myrceugenia euosma* com 10 indivíduos, foi a terceira espécie mais importante com 11,33% do IVC total. Espécie seletiva heliófila que ocorre principalmente na orla dos rios e interior da mata, tornando-se uma das espécies mais expressivas nas áreas de Floresta Ombrófila Mista Alto - Montana (Legrand & Klein, 1970). Embora não produzam madeiras valiosas, restringindo seu uso como lenha, carvão e pequenas peças de uso local (Marchiori & Sobral, 1997), a espécie é uma das principais ocorrentes em áreas de abertura de grandes clareiras pertencendo assim ao grupo das espécies arbóreas de sucessão secundária (Liebsch et al, 2004).

A espécie *Sebastiania commersoniana*, com 11 indivíduos, e 7,49% do IVC total foi a quarta espécie mais representativa. De acordo com Lorenzi (1992), o branquilho como é chamada a espécie vulgarmente, ocorre nos Estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais, até o sul do Brasil, nordeste da Argentina, leste do Paraguai, e Uruguai. Espécie característica e quase exclusiva das planícies aluviais, geralmente dominante na área, formando 60 a 80% do estrato contínuo das florestas de galeria (Reitz, 1988).

A *Myrcia palustris*, com quatro indivíduos e 6,47% do IVC total, foi a quinta espécie mais representativa. Sua ocorrência principal é no Rio Grande do Sul, sendo a primeira, com distribuição em praticamente todas as formações do Estado, é uma espécie com grande potencial ornamental e de restauração ambiental, além de importantes fontes de alimentação para avifauna (Leonhardt et al., 2010).

De modo geral, entre as cinco espécies mais representativas em termos de IVC, a maioria apresentou potencial para a comercialização, seja em termos de características da madeira, ou em usos diversos. Além disso, o povoamento apresentou espécies com grande potencial de utilização em recuperação de áreas degradadas, sendo, portanto imprescindível a manutenção destes indivíduos para possíveis matrizes de coletas de sementes. Dessa forma, devem-se focar estudos em relação às possíveis ações de manejo destes fragmentos, tanto de ponto de vista da conservação da biodiversidade, quanto da produção sustentável.

O índice de diversidade de Shannon para o fragmento (H') foi de 2,72, e a equabilidade de Pielou foi de 0,83. Narvares (2005) avaliando um fragmento de Floresta Ombrófila Mista na Floresta Nacional de São Francisco de Paula-RS obteve índice de diversidade para a população estudada de 2,22 em um local considerado exposto a perturbações antrópicas. Já na Estação Ecológica de Aracuri/RS, no mesmo tipo florestal, Jarenkow (1985), obteve o índice de diversidade igual a 2,93, sendo assim possível analisar, com base nos resultados de diversidade citados que tais valores são influenciados pelo histórico de uso da floresta e que estes são muito parecidos para a mesma formação vegetal. Logo, Herrera (2005) analisando uma reserva florestal pertencente à Floresta Ombrófila Mista em Caçador/SC encontrou para a área um H' igual a 3,5. Com isso, pode-se avaliar que a área de estudo em questão encontra-se em um estágio intermediário em termos de diversidade de espécies.

Para o Índice de Equabilidade de Pielou (J') Gonçalves (2008), obteve o valor de 0,81, considerado representativo para uma área com elevada diversidade florística. Nascimento (2011) encontrou em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista uma distribuição equilibrada entre as espécies na comunidade, com J' igual a 0,86, mostrando que não existia dominância entre os indivíduos. Portanto, para a área analisada neste trabalho, pode-se dizer que a mesma apresenta-se com uma considerável diversidade de espécies em seus remanescentes.

Conclusão

Os resultados deste trabalho permitem concluir que a área em estudo apresenta uma diversidade florística considerável para o fragmento. Através da caracterização das espécies mais abundantes pode-se dizer que o remanescente também demonstrou que teria um elevado potencial futuro para a exploração, tanto de produtos madeireiros, quanto não-madeireiros, considerando-se sempre a manutenção da diversidade de espécies sem alterar as funções ecológicas da floresta. Este potencial pode ser uma alternativa para estimular os proprietários rurais a manter suas áreas de floresta, desde que tenham acesso e auxílio de conhecimentos técnicos, de forma a realizar o manejo de forma sustentável.

Bibliografia

- CARVALHO, P. E. R. Espécies Florestais Brasileiras – Recomendações Silviculturais, potencialidades e Usos da Madeira. Brasília, **EMBRAPA – SPI**. 1994, 640 p.
- CHAMI, L.B. **Vegetação e mecanismos de regeneração natural em diferentes ambientes da Floresta Ombrófila Mista na FLONA de São Francisco de Paula, RS**. 2008. 126f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Santa Maria, RS.
- CONTE, C.E.; ROSSA-FERES, D.C. 2006. Diversidade e ocorrência temporal da anurofauna (Amphibia, Anura) em São José dos Pinhais, Paraná, Brasil. *Rev. bras. zool.* 23(1):162-175.
- COTTAM, G.; CURTIS, J.T. The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology*, 37:451-60, 1956.
- FUPEF, Inventário florestal do pinheiro no sul do Brasil. Curitiba/PR: FUPEF/ IBDF, 1978. 327p.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS, Atlas de remanescentes florestais da Mata Atlântica Período 2008-2010. Brasil, São Paulo, 2011.
- IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Série: Manuais técnicos em geociências, n. 1, 1992.
- JARENKOW, J. A. **Composição florística e estrutura da Mata com Araucária na Estação Ecológica de Aracuri, Esmeralda, Rio Grande do Sul**. 1985. 86p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, orto Alegre, 1985.
- GONÇALVES, F. G.; SANTOS, J. R. Composição florística e estrutura de uma unidade de manejo florestal sustentável na Floresta Nacional do Tapajós, Pará. *Acta Amazônica*. Vol. 38 (2). 2008.
- LEGRAND, C.D.; KLEIN, R. Myrtaceae: *Myrceugenia*. In: REITZ, P. (Ed.). **Flora Ilustrada de Santa Catarina**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 123p. 1970.
- LEONHARDT, C.; CALIL, A. C.; FIOR, C. S. Germinação de sementes de *Myrcia glabra* (O. Berg) D. Legrand e *Myrcia palustris* DC. – Myrtaceae armazenadas em câmara fria. *IHERINGIA, Série Botânica*, Porto Alegre, v. 65, n. 1, p. 25-33, junho 2010
- LIEBSCH, D.; ACRA, L.A. Riqueza de espécies de sub-bosque de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em Tijucas do Sul, PR. *Ciência Florestal*, v. 14, n. 001, p. 67-76, 2004.
- LOMBARDO, A. **Flora arborea y arborescente del Uruguay**. Montevideo: Concejo Departamental, 1964. 151 p.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352p.
- LORENZI, H.; SOUZA, V.C. **Botânica Sistemática** - Guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG II. Nova odessa: Ed Plantarum, 2008. 703p. v. 2.
- MARCHIORI, J.N.C.; BRUM, E.T. Anatomia da madeira do guamirim-facho, *Calyptrotriches concinna* DC. *Ciência. Rural* [online]. 1997, vol.27, n.2, pp. 217-222.
- MARCHIORI, J.N.C.; SOBRAL, M. **Dendrologia das Angiospermas-Myrtales**. Santa Maria: UFSM. 1997.
- NARVAES, I.S., BRENA, D.A., LONGHI, S.J., “Estrutura da regeneração natural em Floresta Ombrófila Mista na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS,” *Ciência Florestal*, vol. 15, no. 4, pp. 331–342, 2005.
- REITZ, R. **Euforbiáceas**. In *Flora Ilustrada Catarinense* (R. Reitz, ed.). Herbário Barbosa Rodrigues, Itajaí. 1988.
- TREVISAN, E. Ao apito do trem. Curitiba: RFFSA, 1985.
- PIELOU, E. C. **Ecological diversity**: New York: Wiley-Interscience, 1975, 165p
- ROSSO, S. **Amostragem, repartição espacial e diversidade/dominância de comunidades de costões rochosos: uma abordagem metodológica**. Laboratório de Ecologia Marinha/USP. 1996. 30 p.
- HERRERA, H.A.R. et al. Análise florística e fitossociológica do componente arbóreo da floresta ombrófila mista presente na Reserva Florestal Embrapa/ Epagri, Caçador, SC- Brasil. *Floresta*, Curitiba, v. 39, n. 3, p. 485-500, jul./set. 2009.
- KLEIN, R. M. Importância sociológica das mirtáceas nas florestas riograndenses. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 34., 1983, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: EMBRAPA, 1984. p. 367-375.
- RODAL, M.J.N., SAMPAIO, E.V.S.; FIGUEIREDO, M.A. **Manual sobre métodos de estudo florístico e fitossociológico; ecossistema caatinga**. São Paulo, Sociedade Botânica do Brasil. 1992. 23p.

**CONDICIONES DE GERMINACIÓN PARA *Chloroleucon tenuiflorum* (Benth.)
Barneby & J.W. Grimes.**

**CONDITIONS FOR GERMINATION OF *Chloroleucon tenuiflorum* (Benth.) Barneby
& J.W. Grimes.**

Otegui, M.B.¹; Eibl, B.²; Fleck, A.³; Totaro, M. E.⁴

¹Mgter. en Cs. Agropecuarias, JTP, FCEQyN, Félix de Azara 1552 (3300) Posadas, Misiones. motegui@fceqyn.unam.edu.ar

² Mgter. en Cs. Agropecuarias, Prof. Tit. FCF, Km 3 Bertoni 124 (3380) Eldorado, Misiones. beibl@facfor.unam.edu.ar

³Lic. en Genética, JTP, FCEQyN, Félix de Azara 1552 (3300) Posadas, Misiones. anahifleck@yahoo.com.ar

⁴Lic. en Genética, Aux. 1^{era}, FCEQyN, Félix de Azara 1552 (3300) Posadas, Misiones. mtotaro@hotmail.com

Resumen

Chloroleucon tenuiflorum es una especie forestal nativa de la Selva Misionera y de las Yungas. Por las características de su madera y su fácil regeneración se la considera adecuada para la industria y la restauración. Para ello es necesario contar con semillas de buena calidad evaluadas a través de ensayos de germinación que deben ser ajustados en cuanto a las magnitudes y regímenes de temperatura e iluminación para estimar su viabilidad. La finalidad del presente trabajo fue determinar las condiciones de temperatura e iluminación más adecuadas para que se exprese el máximo potencial germinativo. Los tratamientos fueron temperatura constante: 25°C y alterna: 20-30°C combinadas con oscuridad continua y fotoperíodo de 8 h. Se determinaron el índice de velocidad de germinación y el porcentaje de germinación. Los resultados señalan que el régimen de temperatura constante e iluminación es el más apropiado para expresar el potencial germinativo.

Palabras clave: semillas, calidad fisiológica.

Summary

Chloroleucon tenuiflorum is a tree species native of the Misiones Forest and Yungas. Because of the characteristics of their timber and their easy regeneration is considered appropriate for industry and restoration. This requires having good quality seeds evaluated through germination tests that must be adjusted in terms of the magnitudes and regimes of temperature and light to estimate viability. The purpose of this study was to determine the temperature and lighting conditions more suitable to express the maximum germinative potential. The treatments were constant temperature: 25 ° C and alternate: 20-30 ° C combined with continuous darkness and a photoperiod of 8 hours. The germination rate and the germination percentage were determined. The results indicated that the regime of constant temperature and lighting is most appropriate to express the germinative potential.

Key words: seed, physiological quality.

Introducción

Chloroleucon tenuiflorum (Benth.) Barneby & J. W. Grimes (ex *Pithecellobium scalare*), es conocido comúnmente como “tataré o tatané” en el noreste del país, y como “palo cascarudo” o “espinillo” en el noroeste. Su excelente madera es apta para múltiples

aplicaciones debido a su facilidad para ser trabajada, con ella se fabrican muebles macizos, carrocerías, etc. Por sus caracteres estéticos puede ser utilizada como madera ornamental en chapas para placas y compensados (Tortorelli, 2009) y por sus flores como especie melífera (Brack y Weik, 1993).

Por su fácil regeneración, ya sea a través de semillas o estolones y su rápido crecimiento (Hurrell y Lahitte, 2002) podría ser utilizada en planes de restauración o en plantaciones agroforestales. Sin embargo, la propagación por semillas aseguraría la conservación de la diversidad genética de las poblaciones existentes. Para ello es necesario contar con semillas de diversas fuentes y el conocimiento necesario para establecer su calidad. Las Reglas Internacionales para el Análisis de Semillas (ISTA, 2008) recomiendan las condiciones del ensayo de germinación para la mayoría de las especies de interés productivo, pero no incluyen a especies nativas, no domesticadas y cuyo valor comercial permanece incierto.

Las semillas en general necesitan niveles adecuados de oxígeno, humedad y temperatura para germinar, pero muchas especies requieren además determinadas condiciones de iluminación para lograrlo, particularmente en relación a la magnitud y el régimen de temperaturas como así también al de iluminación (Herranz et al. 2002).

Es por ello que el presente trabajo tiene como objetivo determinar las condiciones de temperatura e iluminación más adecuadas para estimar la viabilidad de semillas de *Ch. tenuiflorum* mediante el ensayo de germinación en laboratorio.

Materiales y Métodos

Se utilizaron semillas de *Ch. tenuiflorum* provenientes de 6 ejemplares presentes en el departamento Candelaria (Misiones) que manifestaban madurez fisiológica ya que los frutos habían iniciado la dehiscencia. Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial de 2 x 2 con cuatro repeticiones de 25 semillas cada uno. Los factores fueron temperatura constante de 25°C y alterna de 20-30°C y oscuridad continua y fotoperíodo de 8h. Se determinó el índice de velocidad de germinación (IVG) (Maguire, 1962) y el porcentaje de germinación (PG) medido como porcentaje de plántulas normales. Los recuentos de germinación se realizaron diariamente hasta los 18 días, momento en que se consideró finalizado el ensayo debido a que el número de semillas germinadas se mantuvo estable.

Los tratamientos realizados fueron:

1. Luz y Temperaturas Alternas de 16 h oscuridad a 20°C y 8 h luz a 30°C (T° Alt Luz);
2. Oscuridad continua y Temperaturas Alternas con 16 h a 20°C y 8 h a 30°C (T° Alt Osc);
3. Luz alterna y Temperatura Constante a 25°C con 16 h oscuridad y 8 h luz (T° Cte Luz);
4. Oscuridad continua y Temperatura Constante a 25°C (T° Cte Osc).

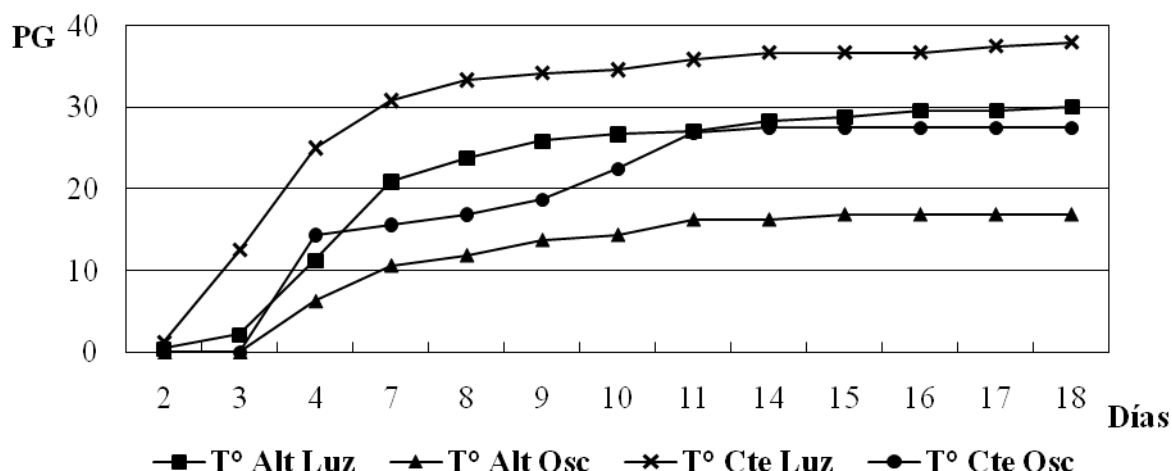
Los resultados de PG se transformaron en arco seno $\sqrt{\%/100}$ previo al análisis de varianza (ANOVA Factorial, Statgraphic, 1997). Debido al efecto significativo de uno de los tratamientos, se empleó el test de comparación de medias de Tukey (P<0,05).

Resultados y Discusión

Los dos tratamientos que generaron los porcentajes de germinación más altos fueron los que recibieron luz ya sea en combinación con temperatura constante o alterna, mientras que T° Alt Osc presentó el valor más bajo y fue diferente al resto de los tratamientos (**Gráfico 1**).

Gráfico 1: Germinación de *Ch. tenuiflorum* en diferentes condiciones de temperatura e iluminación.

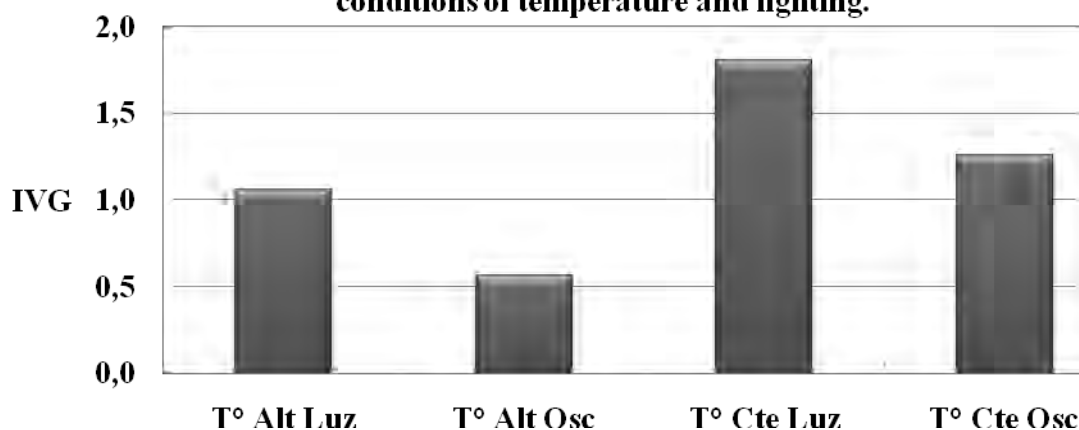
Figure 1: *Ch. tenuiflorum* germination under different conditions of temperature and lighting



Es de destacar que la combinación de temperatura constante con fotoperíodo de 8 h (T° Cte Luz), benefició además la velocidad de germinación. Por el contrario, el régimen de temperaturas alternas combinado con oscuridad (T° Alt Osc) provocó la germinación más lenta (Gráfico 2).

Gráfico 2: Velocidad de Germinación de *Ch. tenuiflorum* en diferentes condiciones de temperatura e iluminación.

Figure 2: *Ch. tenuiflorum* germination rate under different conditions of temperature and lighting.



Es sabido que los requerimientos de luz para la germinación pueden variar con la temperatura y que algunas especies necesitan una temperatura constante y luz para germinar y otras pueden germinar o bien bajo condiciones de luz u oscuridad, pero necesitan fluctuaciones de temperatura (Colbach et al., 2002 y Serrano-Bernardo et al., 2007). La germinación de semillas en relación con la luz, se debe a una respuesta ecofisiológica de la especie y se corresponde estrechamente con su posición en la sucesión natural de la comunidad vegetal. Al respecto, *Ch. tenuiflorum* ha sido clasificada como secundaria inicial (Lorenzi, 2000), característica que le permite germinar con o sin luz. Igual comportamiento fue comprobado en *Albizia saman* (ex *Pithecellobium saman*) por Castro (1998).

Si bien no se evidenció interacción significativa entre los factores para ninguno de los parámetros estudiados, se alcanzaron mejores resultados con la presencia de luz en combinación con la temperatura constante a 25°C. Las temperaturas altas pueden interferir con el sistema fitocromo induciendo la producción de su forma inactiva que se traduce en termodormancia (Jesus e Pina-Rodrigues, 1991). Es posible que la exposición a 30°C en los tratamientos con temperaturas alternas haya alterado en alguna medida la actividad de este sistema dando como resultado un PG inferior al alcanzado con la temperatura constante.

Por otra parte, se debe destacar que los porcentajes de germinación obtenidos fueron bajos y posiblemente ello se deba a la influencia de la cubierta seminal que, como en otras leguminosas dificulta la hidratación de las semillas y justifica la necesidad de nuevos ensayos incorporando tratamientos especiales para interrumpir la dormición.

Conclusiones

Las condiciones de temperatura e iluminación más adecuadas para que las semillas de *Ch. tenuiflorum* expresen el máximo potencial germinativo son la temperatura constante y un fotoperíodo de 8 horas.

Bibliografía

- Brack, W. y Weik, J.H. 1993. El bosque nativo del Paraguay. Riqueza subestimada. Serie N.15. Proyecto planificación del uso de la tierra. Asunción Paraguay. 327.
- Castro, K.L. 1998. Germination studies on two tropical tree species, *Alnus aucuminata* ssp. *arguta* (Schlechtendal) Furlow and *Pithecellobium saman* (Jacq.) Benth. MSc. Thesis. University of Alberta. 196 p.
- Colbach, N.; Chauvel, B.; Dürr, C. y Richard, G. 2002. Effect of environmental conditions on *Alopecurus myosuroides* germination. I. Effect of temperature and light. Weed Research 42: 210-221.
- Herranz, J.M., Ferrandis, P., Copete, M. A. & Martínez-Sánchez, J.J., 2002. Influencia de la temperatura de incubación sobre la germinación de 23 endemismos vegetales ibéricos o iberoafricanos. Investigación Agraria. Producción y Protección Vegetales 17 (2), pp.229-245.
- Hurrell, J.A.; Lahitte, H.B. 2002. Biota Rioplatense VII. Leguminosas Nativas y Exóticas. Editorial LOLA. 320 p.
- ISTA (International Seed Testing Association). 2008. International Rules for Seed Testing. P.O. Box 308, 8303 Basserdorf, CH - Switzerland.
- Lorenzi, H. 2000. Árvores Brasileiras – Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil. V.1. 3ªed. Editora Plantarum. Nova Odessa – SP. 368 p.
- Maguire, J.D.1962. Speed of germination. Aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. Crop Science, 2:176-177.
- Serrano-Bernardo, F.; Rosua, J. y Díaz-Miguel, M. 2007. Light and temperature effects on seed germination of four native species of Mediterranean high mountains *Phyton*. vol.76, pp. 27-38.
- Statgraphic Plus for Windows 3.0. Serial Number: 3872170. Copyright© 1994-1997 by Statistical Graphics Corp. Licensed to: UNaM-LAS.
- Tortorelli, L.A. 2009. Maderas y Bosques Argentinos. Editorial: Orientación Gráfica – Bs. As. Vol. II. 1105 p.

FAJAS DE ENRIQUECIMIENTO: UNA ALTERNATIVA PARA LA RECUPERACIÓN DE BOSQUES NATIVOS EXPLOTADOS DE LA PROVINCIA DE FORMOSA – ARGENTINA

ENRICHMENT SASHES: AN ALTERNATIVE FOR RECOVERY OF EXPLOITED NATIVE FORESTS FROM FORMOSA'S COUNTY - ARGENTINA

Oviedo¹, M. A.; Pérez², O. W.; Sirka³, C. E.

¹Ingeniero 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

²Ingeniero Forestal. Docente investigador. Asignatura Aprovechamiento Forestal. Facultad de Recursos Naturales, UNaF. Av. Gutnisky 3200, C.P. 3600. Email: ingwperez@yahoo.com.ar

³Ingeniero Forestal. Docente investigador. Asignatura Metodología de Investigación. Facultad de Recursos Naturales, UNaF. Av. Gutnisky 3200, C.P. 3600. Email: cesirka@yahoo.com.ar

Resumen

Los bosques nativos explotados de la Provincia de Formosa, Argentina comprendidos en la región del Parque Chaqueño Húmedo superan el 1 millón de hectáreas (26 %) de la superficie boscosa total de la Provincia de Formosa, estimada en 3,9 millones de hectáreas. Una de las alternativas para su recuperación la constituye las fajas de enriquecimiento. La validez de esta metodología en fajas se basa en la adaptación de las especies, sus requerimientos lumínicos, la orientación de las fajas y buena apertura del dosel superior. Se presentan resultados de siete fajas de enriquecimiento de bosques nativos explotados en el Instituto de Silvicultura, con diez especies nativas de importancia para la industria maderera de la zona. A los ocho años de plantación se destacaron por su crecimiento en altura, diámetro y porcentaje de sobrevivencia, *Petorogyne nitens*, *Peltophorum dubium* y *Tabebuia heptaphylla*. La incorporación de cítricos y apiarios pueden acelerar el retorno de la inversión y hacer más alentadora su implementación.

Palabras claves: Fajas de enriquecimientos, bosques nativos explotados y especies nativas.

Summary

The operated native forests of the province of the Province of Formosa, Argentina included / understood in the region of Humid the Chaqueño park surpass 1 million of hectares (26%) of total the wooded surface of the Province of Formosa, considered in 3,9 million hectares. One of the alternatives for their recovery constitutes it the enrichment sashes. The validity of this methodology in sashes is based on the species's adaptation, its light requirements, the orientation of the sashes and good opening of the superior canopy. Are presented the results of seven sashes of enrichment of explited native forests in the Institute of Forestry, with ten native species of importance for the timber industry of the zone. To the eight years of plantation they stood out for their growth in height, diameter and percentage of survival, *Pterogyne nitens*, *Peltophorum dubium* and *Tabebuia heptaphylla*. The incorporation of citric and beehives can accelerate the return of the inversion and to encourage more their implementation.

Key word: Enrichment strips, exploited native forests and native species.

Introducción

Los bosques nativos del Parque Chaqueño se estiman en 23.367.984 millones de hectáreas según el Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos BIR 4085 AR 2002, de los cuales gran partes de ellos se encuentran empobrecidos.

Tal situación es el resultado de la presión ejercida por el hombre sobre el recurso forestal durante años reduciendo de manera considerable su productividad y capacidad de regeneración.

La provincia de Formosa ubicada en el noreste Argentino no está exenta de tal problemática. Sus bosques nativos explotados comprendidos en la región del Parque Chaqueño Húmedo, cubren más de 1 millón de hectáreas (26 %) de la superficie total de los bosques de la provincia de Formosa.

El empobrecimiento del bosque nativo producto de la explotación intensiva durante años es el resultado, entre otros factores de la entresaca selectiva de las especies, al cortarse solo lo mejor y más sano y dejar al bosque remanente sin ningún tipo de intervención silvícola.

A tal efecto la búsqueda de alternativas que mejoren la composición de la masa forestal en calidad y cantidad son necesarias. En este sentido las fajas de enriquecimiento constituyen una posibilidad de recuperación de bosques explotados con el objetivo de mejorar el potencial productivo del bosque.

El enriquecimiento en fajas a través de la introducción de especies de alto valor económico es válido en aquellos casos en el que el bosque no tiene la capacidad de regeneración suficiente para proseguir su dinámica evolutiva.

Este tipo de metodología silvícola llevada a cabo con el objetivo de recuperar bosques explotados, también puede ser denominada plantaciones bajo cubierta, plantación en líneas, en claros, de mejoras, (Weaver *et al.* 1987).

El presente trabajo define a las fajas de enriquecimiento como la introducción de especies forestales de interés para la recuperación de bosques explotados con escasa capacidad de regeneración, sin aprear aquellos árboles considerados de importancia dentro de las fajas.

La eficiencia de este tipo de metodología está definida por la adaptabilidad de las especies al medio, sus requerimientos lumínicos, orientación de las fajas y buena apertura del dosel superior durante los primeros años.

Además se deben conocer previamente los costos de aperturas de fajas, tratamientos culturales de la plantación y mantenimiento.

Si bien la mayoría de las fajas de enriquecimiento con diferentes especies forestales se han realizado con relativo éxito, su constante aplicabilidad reduciría riesgos y ampliaría beneficios al productor, dado que el conocimiento en la selección y el crecimiento de las especies, permitiría estimar turnos de aprovechamiento a corto y mediano plazo (15 a 40 años) con madera de alta calidad.

En algunas especies introducidas con este tipo de metodología se han encontrado más de un 90 % de fallas al cabo de los tres años iniciales, debido a factores climáticos adversos por periodos de prolongadas sequías, tal es el caso de *Toona* sp. (*Toona*) (Oviedo, et al. 1994).

En la provincia de Formosa las experiencias de fajas de enriquecimiento para la recuperación de bosques explotados fueron realizadas inicialmente por el Ing. José A. Valentini en el Instituto de Silvicultura Subtropical en el año 1.973, con especies forestales exóticas y nativas tales como: *Melia azederach*. Var. gigantea cv. Gotz, *Tipuana tipu*, *Grevillea robusta*, *Pterogyne nitens*, *Gleditsia amorphoides*, *Schinopsis balansae*.

En el presente trabajo se describen siete ensayos de fajas de enriquecimiento con un total de diez especies nativas, incluyendo frutales y apiarios como estrategia de amortización de costos iniciales.

Materiales y Métodos

Sitio Experimental

Los trabajos se realizaron en el Campo Experimental del Instituto de Silvicultura, 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 distante 150 kilómetro de la ciudad homónima, en la República Argentina. Este organismo fue creado en el año 1972 por resolución rectoral de la U.N.N.E. y actualmente depende de la Facultad de Recursos Naturales de la U.Na.F.

La composición florística de los bosques donde se realizaron los ensayos es representativa de los tipos forestales existentes en la región oriental húmeda del Parque Chaqueño.

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 presenta un marcado gradiente del oeste hacia el este, entre 1300 mm. y 500 mm. con valores mínimos cercanos a los 300 mm. La evapotranspiración potencial es alta, entre 900 mm en el sur y 1500 mm en el norte. (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable Ar 2004).

Los suelos son de origen aluvial con bajo nivel de salinidad. Hacia el centro-oeste de la región oriental húmeda son más permeables, abundante en materia orgánica, nutrientes, suelos no salinos. Los suelos son vertisoles y gleisoles. (INTA, 2004).

Para la recuperación de bosques nativos explotados es conveniente la utilización de especies nativas adaptadas al medio. En esta oportunidad se trabajó con diez especies nativas; *Pterogyne nitens*, *Tabebuia heptaphylla*, *Peltophorum dubium*, *Ruprechtia polistachia*, *Patagonula americana*, *Diplokeleba floribunda*, *Schinopsis balansae*, *Caesalpinia paraguariensis*, *Astronium balansae*, y *Chlorophora tinctoria*, todas ellas producidos en el vivero del Instituto de Silvicultura.

El presente ensayo iniciado en el año 1.998 consistió en la apertura de siete fajas de 6 metros de ancho por considerarse estas las más apropiadas, pues mantienen la acción reguladora del bosque nativo (Valentini, 1978) y longitud variable acorde a la superficie boscosa. Las distancias entre fajas en función de experiencias anteriores (Valentini, 1978), se establecieron en 50 metros, considerándose adecuada pues no producen mayores alteraciones al bosque.

En todos los casos la orientación de las fajas fue realizada de este a oeste para brindar una mayor exposición lumínica dada las exigencias de cada especie, reducir los efectos de las heladas y generar un microclima más favorable en verano.

Las aperturas de las fajas 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.

Para la plantación se seleccionaron del vivero 100 ejemplares por especie, criadas en macetas de plástico y sin podas de raíces, con alturas promedio de 20 cm.

Dado los pocos antecedentes con especies nativas para este tipo de metodología se ensayaron diferentes densidades y distanciamientos entre plantas y entre líneas expresadas en metros, como sigue: (2 x 3), (3 x 2), (4 x 3), (3 x 3), (2 x 2), (1 x 4) (3 x 1,5).

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 (DAP) y altura total se utilizaron, forcípula, vara graduada y observación directa y conteo para determinar el porcentaje de sobrevivencia. Se determinaron los promedios, desviación estándar para la variable diámetro y altura (**Tabla 1**).

Resultados

A los ocho años las especies de mayor altura promedio fueron *Pterogyne nitens* con 8,2 m, *Peltophorum dubium*, 6,08 m y *Tabebuia heptaphylla* de 5,05 m como los más trascendente (**Tabla 1**). La mayor variabilidad en los valores se registro en *Diplokeleba floribunda* y *Tabebuia heptaphylla*.

Las especies de mayor diámetro promedio fueron *Pterogyne nitens* 6,71 cm, seguido de *Peltophorum dubium* con 5,05 cm. y *Tabebuia heptaphylla* con 4,63 cm. La mayor variabilidad se dio en *Diplokeleba floribunda*, y *Tabebuia heptaphylla*.

En cuanto al porcentaje de sobrevivencia sobresalió *Patagonula americana* con 97 %, seguido por *Peltophorum dubium* con 95 %, *Schinopsis balansae* con 91 % y *Chlorophora tinctoria* con 90 %.

Tabla 1: Promedio de alturas, diámetros, y porcentajes de sobrevivencia por especies en fajas de enriquecimiento en el Instituto de Silvicultura, con sus respectivas desviación estándar. Experiencia realizada en el año 1.998.

Table 1: Average height, diameter, and survival rates for species enrichment strips at the Institute of Forestry, with their standard deviation. Experience took place in the year 1998.

Faja	Especie	Diámetro (cm)		Altura (m)		Sobrevivencia (%)
		Promedio	Desv. Est.	Promedio	Desv. Est.	
I	<i>Diplokeleba Floribunda</i>	3,51	(0,92)	3,35	(0,98)	45,0
I	<i>Ruprechtia polystachia</i>	3,85	(0,64)	2,00	(0,39)	82,0
II	<i>Peltophorum dubium</i>	6,08	(1,54)	5,05	(1,12)	95,0
II	<i>Patagonula americana</i>	3,25	(0,40)	2,90	(0,58)	97,0
III	<i>Chlorophora tinctoria</i>	4,81	(0,75)	2,81	(0,59)	90,0
IV	<i>Pterogyne nitens</i>	8,22	(1,94)	6,71	(1,82)	88,0
IV	<i>Tabebuia heptaphylla</i>	5,05	(1,29)	4,63	(1,32)	70,0
V	<i>Shcinopsis balansae</i>	3,15	(0,78)	3,02	(0,56)	91,0
VI	<i>Astronium balansae</i>	4,85	(1,04)	4,15	(0,71)	42,0
VI	<i>Caesalpinia paraguariensis</i>	2,15	(0,38)	1,65	(0,28)	70,0

De los resultados en los ensayos de densidades en el Instituto de Silvicultura se mencionan a *Pterogyne nitens*, *Peltophorum dubium* y *Tabebuia heptaphylla* como las especies mas trascendentes en crecimiento de altura y diámetro.

Tabla 2: Promedio de altura y diámetro en diferentes distanciamientos, de las especies más trascendentes en fajas de enriquecimiento del Instituto de Silvicultura. Experiencia realizada en el año 1.998.

Table 2: Average height and diameter at different spacings, the most significant species in enrichment strips of the Institute of Forestry. Experience took place in the year 1998.

Distancia (m)	1*4		2*2		2*3		3*2		3*3		4*3	
Especies	Altura (m)	DAP (cm)	Alt. (m)	Diam (cm)	Alt. (m)	Diam. (cm)	Alt. (m)	Diam. (cm)	Alt (m)	Diam (cm)	Alt. (m)	Diam. (cm)
<i>Pterogyne nitens</i>	9,2	7,05	9,1	7,01	9,3	7,0	7,5	5,04	7,1	5,02	7,0	4,86
<i>Peltophorum dubium</i>	6,54	5,28	6,56	5,45	6,49	5,19	4,59	4,65	4,51	4,66	4,47	4,41
<i>Tabebuia Heptaphylla</i>	5,24	5,25	5,38	5,27	5,46	5,29	5,10	5,11	5,05	5,07	4,57	5,00

Conclusiones

De los resultados obtenidos en el Instituto de Silvicultura, se concluye que las especies de mejor crecimiento en altura y diámetro en las fajas de enriquecimiento fueron *Pterogyne nitens*, *Peltophorum dubium* y *Tabebuia heptaphylla*. Sin embargo a pesar de tener menor crecimiento en altura y diámetro *Patagonula americana* es una especie a tener en cuenta por su alto porcentaje de sobrevivencia.

El crecimiento en altura y diámetro de *Diplokeleba floribunda* y *Astronium balansae*, presentaron porcentajes bajos de sobrevivencia por competencia del dosel superior.

En los casos de *Chlorophora tinctoria* y *Schinopsis balansae* el desarrollo en altura, diámetro y porcentaje de sobrevivencia, los ubican en un nivel medio de preferencias.

Los mejores crecimientos se han observado en aquellas fajas con buena apertura del dosel superior (80 %), seguidos por la capacidad de adaptación de la especie implantada.

De los ensayos realizados se concluye que los distanciamientos (1x 4), (2 x 2), (2 x 3) son los más adecuados, dado la menor competencia de la masa lateral remanente.

Ensayos como los realizados en el Instituto de Silvicultura dan como resultados una composición más heterogénea del bosque. Esta mayor diversificación resulta beneficiosa no solo desde el punto de vista ambiental.

Recomendaciones

Las fajas de enriquecimiento deben ser realizadas en bosques explotados cuya capacidad de regeneración sea escasa pero en especies de valor comercial; ya que la misma son importantes en cuanto a la regeneración de especies indeseables.

Debido a los requerimientos técnicos y económicos de apertura de fajas, plantación, reposición y mantenimiento, se sugiere que las especies utilizadas sean de valor económico y adaptado al medio.

Agradecimientos

Agradecemos la colaboración prestada por el personal del Instituto de Silvicultura de la Facultad de Recursos Naturales de la U.Na.F.

Bibliografía

- INTA, El Colorado, Formosa, Argentina. 2004 Mapa de suelo de la provincia de Formosa. Convenio Ministerio de la Producción E Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Agencia de extensión El Colorado.
- Oviedo, M., Sirka, C., Cañete M., 1.994. Revista AUFCADI. II. Edición. F.R.N – U.NaF.
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable Ar. 2004. Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos. (Proyecto de Bosques Nativos y Áreas Protegidas, BIRF 4085-AR. 1998-2005. República Argentina)
- Valentini. J.A. (1.978). Revista del Instituto de Silvicultura. III. Edición 1980. Formosa. Argentina
- Weaver *et al.* 1987. Weaver, P.L. 1987. Enrichment planting in tropical America. pp. 258-278 In: Figueroa Colon, I. c.,
- Wadsworth, F. H. and Branham, S. (Eds.).Management of the Forests of Tropical America: Prospects and Technologies. Institute of Tropical Forestry, USDA Forest Service ad University of Puerto Rico. Rios Piedras, Puerto Rico

ENRIQUECIMIENTO CON *Gleditsia amorphoide Griseb* Taub (Espina corona EN BOSQUE BAJO DEGRADADO, DEL PARQUE CHAQUEÑO ORIENTAL HUMEDO.

FORTIFICATION *Gleditsia amorphoides* (Griseb.) Taub (Espina corona) (THORN CROWN) AT LOW DEGRADED FOREST, PARK EAST Chaco WET

Oviedo, M. A¹.; Sirka, C. E².; Perez, W³. (At. quo)

¹ Ingeniero Forestal, Docente investigador. Asignatura Manejo de Areas Silvestres. Facultad de Recursos Naturales, UNaF. Av. Gutnisky 3200, CP 3600. Email: ma1_oviedo@yahoo.com.ar

² Ingeniero Forestal, Docente investigador. Asignatura Metodología de la Investigación. Facultad de Recursos Naturales, UNaF. Av. Gutnisky 3200, CP 3600. Email: cesirka@yahoo.com.ar

³Ingeniero Forestal, Docente investigador. Asignatura Manejo de Areas Silvestres. Facultad de Recursos Naturales, UNaF. Av. Gutnisky 3200, CP 3600. Email: ma1_oviedo@yahoo.com.ar

Resumen

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el crecimiento de diferentes densidades de *Gleditsia amorphoide Griseb* (Espina corona), en un bosque bajo degradado en la localidad de Villa Dos Trece (Formosa), en una superficie de 1 has. A los dos y cinco años para las densidades de (2x2), (3x3) y (4x4) se han registrado diferencias significativas en relación al (1x1), respecto a la altura total y diámetro a la altura del cuello. A los veintiocho años de edad se han detectado como significativa las diferencias en relación al diámetro a la altura del pecho (dap), con 11,65 centímetros para las tres primeras densidades y 6,8 para la última; no así en el porcentaje de sobrevivencia y la altura de fuste. En relación a la calidad de la planta no se han detectado diferencia entre los tratamientos estudiados, correspondiendo más de la mitad del total de plantas a la calidad 2.

Palabras clave: Bosques bajo degradado, técnica de recuperación, *Gleditsia amorphoide*, enriquecimiento.

Summary

The aim of this study was to evaluate the growth of a plantation of *Gleditsia amorphoide Griseb* (Thorn Crown) in a degraded forest under inserted in the Eastern Region of Chaco Park, located in the town of Villa Two Thirteen of the province of Formosa. This species was introduced in lines three feet wide by fifty long, with different densities and methods of implementation. We used a forest area of 1 ha, subdivided into 4 parcels of 2500 square meters, distributed at random in each of the 4 treatments (density of planting and direct seeding) with equal numbers of repetition, varying coverage overstory remaining 50 to 75% of the total according to planting density. For data analysis we used the univariate ANOVA and multiple comparison test. The response variables were: the percentage of survival, total height, diameter at the neck (dac) for the first two and last measurements, stem height, diameter at breast height (dbh), percentage of survival and quality of the tree. Regarding the results of the first two measurements at two and five years of trial and installed according to the variables studied, for the densities of (2x2) (3x3) and (4x4) have been recorded significant differences in to direct seeding (1x1). At twenty years of the trial installed, have been detected as significant differences in relation to diameter at breast height (dbh) with average values of the first three densities of 11.65 and 6.8 inches for the latest and not detected difference in survival rate and height of stem, with average values of 6.1% and 3.09 meters respectively. Finally in relation to the quality of the plant there were no statistically

significant difference between the treatments, corresponding to more than half of the total quality of plants 2.

Key words: Under degraded forests, recovery technique, *Gleditsia amorphoides*, enrichment

Introducción

En la provincia de Formosa los bosques nativos se estiman en 3.060.450 tipificadas como tierras forestales y 1.063.864 otras tierras forestales, en su gran mayoría en diferentes estados de degradación y alteración SAyDs (2.007).

Esta situación se debe en gran medida a que la actividad forestal sustentó su aprovechamiento durante décadas, en la aplicación de normas de diámetro mínimo de corta, que implicaba extracciones selectivas, sumado a ello, la ausencia de planes de manejo, sobre todo en aquellas especies de valor maderable, entre las que se encontraba la Espina corona.

En la zona donde se llevó a cabo el ensayo de enriquecimiento de la especie mencionada, los bosques nativos se encuentran degradados por explotaciones madereras y fragmentados por avance de la frontera agropecuaria, cubriendo 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.

Esta problemática de baja productividad y pérdida de capacidad de recuperación de sus bosques nativos, ha generado la búsqueda de alternativas válidas para su restauración

La técnica de enriquecimiento en fajas constituye una alternativa válida para mejorar la productividad de estos tipos de bosques, a través de la plantación en líneas, con anchos variables de fajas, practicadas en el bosque previamente despejado de vegetación, donde los ejemplares se plantan en una o más hileras con distancia a las interfajas, acorde a la composición y estrato vertical del mismo González et al. (1994).

La Espina corona es una especie de temperamento delicado, hidrófila y heliófila. Se encuentra localizada en mayor número en los montes altos de la región oriental húmeda, como constituyente soporte de los mismos, y en menor proporción, en los montes bajos y xerofíticos de la cuña boscosa santafesina acompañando al género *Prosopis* sp. (Hampel, T. 1994).

Estas prácticas, si bien presentan ventajas comparativas relacionadas a factores ecológicos y ambientales respecto a otras metodologías, sus posibles desventajas son los cuidados culturales posteriores a la plantación durante los dos primeros años de plantación.

Por los requerimientos de este tipo de especie en sus primeros estadios de crecimiento, necesitan de protección a través de las interfajas o bordes laterales del monte (Grance et al. 1995).

Por otra parte se ha comprobado en experiencias de otros ensayos de enriquecimientos en fajas (Oviedo, et al. 2.007) de 6 metros de ancho y largo variable, con orientación de este a oeste, que las mismas atenúan las temperaturas extremas, permitiendo un mayor aprovechamiento de la luz solar y generando un microclima que posibilita un mejor ambiente en los primeros estadios de este tipo de especies.

Estas aperturas de líneas de plantación, han sido realizadas con el apoyo de experiencias llevadas a cabo en el Instituto de Silvicultura con otras especies de características biológicas similares, con cuidados culturales posteriores hasta que los ejemplares logren alturas que permitan percibir niveles de luz, necesarias para su crecimiento.

Esta metodología, debe ser aplicada cuando la regeneración natural de la especie de interés u otras de valor comercial, es reducida, aspecto este que hace necesario la

intervención silvícola mediante siembra o plantación, si se trata de mejorar la productividad de la masa nativa

Materiales y métodos

Localización del área de estudio

Las parcelas de Espina corona, están instaladas en el Campo Experimental del Instituto de Silvicultura dependiente de la F.R.N. de la U.Na.F., ubicada en la Región Oriental Húmeda del Parque Chaqueño, al sur de la provincia de Formosa en el Departamento Pirané, definidas por las coordenadas: Latitud 26° 09' .390'' Longitud 59° 20' .968'' muy próximo a la localidad de Villa Dos Trece- Formosa.

El clima de la región es subtropical subhúmedo, presentando 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 1100 milímetros. SAyD S (2007)

Los suelos según INTA: (1997), 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. 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.

Material de estudio

Se utilizó semillas de Espina corona (previamente escarificada con ácido sulfúrico) y plantas producidas en vivero del Instituto de Silvicultura, con promedio de altura de 25 centímetros. La siembra y plantación se efectuó en el marzo de 1983, en una superficie total de 1 hectárea, subdividida en 4 parcelas de 0,25 hectáreas, con cuatro repeticiones, donde se instalaron en forma aleatoria los diferentes tratamientos (densidades de plantación y siembra directa).

Se efectuaron aperturas de líneas de plantación de de 0,5 a 1,0 metro de ancho por 50 de largo, en cada parcela. El ancho de interfaja, fue variable de acuerdo a la densidad de plantación, limpiándose en forma manual las líneas de plantación, extrayéndose especies, herbáceas, arbustivas, arbóreas indeseable y mal estado sanitario, con excepción de los ejemplares arbóreos jóvenes de valor comercial y de aquellos que reunían las condiciones de árboles semilleros.

De esta limpieza se obtuvo 0,95 toneladas de trozas cortas de 1 metros para leña, de una superficie efectiva de apertura de la masa de 3,955 metros cuadrado, sobre el total de superficie del ensayo.

Entre las especies arbustivas, de menor valor comercial y estado sanitario deficiente que fueron extraída de las fajas, se mencionan: Guabiyú, Garabato, Tala negra, Chañar, Ñangapirí.

Los tratamientos utilizados, el número de plantas y/o semillas, la superficie de apertura y la superficie total de las parcelas figuran en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 1 Densidad de plantación y siembra de *Gleditsia amorphoide* en líneas de enriquecimiento.

Table 1 Density of planting and sowing of *Gleditsia amorphoide* enrichment lines

Tratamiento	Densidad de plantación/ Siembra	Cantidad plantas o semilla	Superficie de apertura (m2)	Superficie total (m2)
A (Siembra)	1 x 1	1250	1250	2500
B (Plantación)	3 x 3	275	830	2500
C (Plantación)	4 x 4	156	625	2500
D (Plantación)	2 x 2	625	1250	2500
Total			3955	10.000

El mantenimiento y cuidado de la plantación, fue realizada durante los tres primeros años en forma periódica, consistiendo en limpieza de fajas, apertura del dosel superior en lugar de excesivo sombreado, y control de hormigas y otros insectos.

Se utilizaron para la medición de las variables de respuestas: Micrómetro, forcípula, vara graduada y observación directa.

Para determinar la calidad de la planta: Se observó a través de la combinación de categoría de sanidad y forma Donoso C (1993); Sanidad 1: Sin daño aparente; Sanidad 2: Hasta la mitad de la copa dañada y Sanidad 3: Hasta la mitad de la planta dañada. La categoría de forma se definieron: Forma 1: Fuste recto sin bifurcaciones; Forma 2: Sin ápice dominante y Forma 3: Bifurcado de 2 o mas ápices.

La categoría de calidad se definieron en Calidad 1: Sanidad y forma 1; Calidad 2: Sanidad o forma 2; Calidad 3: Sanidad o forma 3

Para detectar si existen diferencias estadísticas en las variables estudiadas para los diferentes tratamientos se utilizó el ANOVA y un test de comparación múltiple posterior.

Resultados y discusión

A los dos años y cinco años de instalada la plantación de Espina corona, se han detectado diferencias estadísticamente significativa en relación a las variables porcentaje de sobrevivencia, altura total y diámetro a la altura del cuello (dac) para un nivel de significación del 0.05 entre los tratamientos estudiados, mediante el Test: de Fisher se detectó que los tratamientos C, D y B son significativamente superior al A.

Cuadro N° 3: Valores promedios de Porcentaje de Sobrevivencia, (Dac), y Altura total en los tratamientos de *Gleditsia amorphoides* Griseb (2 y 5 años)

Table 3: Average values of Percent Survival (Dac) and total height *Gleditsia* treatments amorphoides Griseb (2 and 5 years)

Años	Variables	TRATAMIENTOS			
		A	B	C	D
2	(%) Sobrevivencia	59.37	83.87	83.7	81.95
	DAC (centímetro)	0,3925	1,28	1,4575	1,1775
	Altura total (metro)	0,29925	0,905	0,8375	0,8025
5	(%) Sobrevivencia	12,11	26,5	24,1	25,75
	DAC (centímetro)	0,7375	2,2	2,325	2,025
	Altura total (metro)	0,8425	2	2,2	2,025

A los 28 años de instalado el ensayo arrojaron los siguientes resultados: Para el porcentaje de sobrevivencia y la altura de fuste libre de rama no se han detectado diferencia estadística significativa entre los tratamientos estudiados para un nivel del 0,05.

En relación a los diámetros promedios para los diferentes tratamientos se detectaron que los tratamientos C, D y B son significativamente superior al A, para el mismo nivel de significación.

Cuadro N° 4 : Porcentaje de sobrevivencia, Altura de fuste y Dap en Espina corona a los 28 años de edad en bosque degradado

Table N° 4: Percent survival, stem height and Dbh in Thorn crown at 28 years of age in degraded forest

TRATAMIENTOS	Porcentaje de sobrevivencia		Altura de fuste (mts.)		DAP (cm)	
	Prom.	D.E.	Prom.	D.E.	Prom.	D.E.
A	5,01	10,48	6,98	2,55	2,92	7,82
B	6,23	6,89	12,9	2,96	3,28	0,99
C	7,19	7,01	11,6	3,99	3,05	1,02
D	6,89	5,98	11,44	3,49	3,45	0,91

Por último en relación a la calidad de la planta de Espina corona considerando la sanidad y forma de fuste predominó la calidad 2 con un 51,3% promedio para los diferentes tratamientos calidad 3: con un 30,1% de las plantas y calidad 1 con 28,6 %, no registrándose diferencias significativa entre estos, ($P < 0,05$).

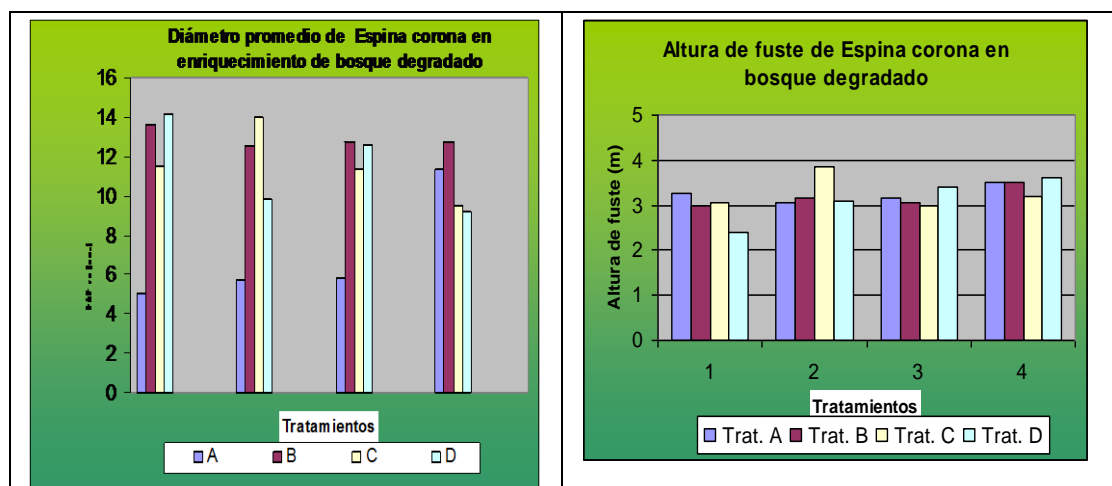


Grafico N° 1: Diámetro y altura de Espina corona (Gleditsia amorphoide) en enriquecimiento en fajas en bosque bajo degradado.

Chart No. 1: Diameter and height of crown Espina (Gleditsia amorphoide) in enrichment strips in degraded lowland forest.

Esta técnica, si bien inicialmente es de costo reducido ya que implica apertura de líneas de plantación, se torna costosa por los cuidados culturales que se le debe brindar, posteriores a la plantación, además requiere de conocimiento técnicos para determinar momento y grado de apertura del dosel superior, control de hormigas, de modo de brindar a la plantación los cuidados necesarios para su efectiva consolidación.

Esto permite plantear, que el establecimiento de esta especie bajo la técnica de plantación o siembra en fajas, representa una alternativa para la restauración ecológica y productiva en bosques bajos degradados. Estos resultados, permiten considerar como muy importantes las labores que se realizan en el establecimiento de la plantación, la época y el tipo de planta a emplear, ya que los principales problemas se registraron en la etapa inicial de establecimiento de las mismas.

Un aspecto que se debe profundizar o investigar con mas detalle, es el factor de cobertura, para ver la incidencia que tiene en las plantas instaladas, como también variar y aumentar el ancho de las fajas en futuras plantaciones experimentales, que permitan concluir sobre el ancho óptimo de faja para desarrollar al máximo, el potencial de crecimiento de esta.

Conclusión

En la primera medición, en su estadio iniciales, en relación al porcentaje de sobrevivencia, se han registrado diferencias estadísticas significativa de las densidades (2x2); (3x3) y (4x4) en relación a la siembra directa (1x1).

Estos valores se redujeron considerablemente de la primera medición con relación a la segunda, como consecuencia de dos años de intensas lluvias que han inundados la superficie del ensayo, por el termino de 6 meses, provocando la desaparición de muchas plantas.

En el año 2.011 estos porcentaje han arrojado un valor de 6,7 % promedio para las tres primeras densidades y 5,01 % para la última, no encontrándose diferencias estadísticas significativas, aspecto este puesto de manifiesto en estudios de Hampel, H. (1994) que la frecuencia de plantas de Espina corona mayores de 3 metros de altura, son notablemente menores, que plantas menores a esa altura.

Las dos primeras mediciones han arrojado valores superiores de diámetro a la altura del cuello y altura total para las 3 densidades de plantación en relación a la siembra directa.

Por último en cuanto a la calidad del fuste de las plantas, los resultados obtenidos permiten deducir que crece favorablemente en condiciones de mayor luminosidad, coincidente con lo expresado por Hampel H. (1994). Además, considerando la sanidad y forma de fuste predominó la calidad 2 con un 51,3% promedio para los diferentes tratamientos calidad 3: con un 30,1% de las plantas y calidad 1 con 28,6 %, no registrándose diferencias significativa entre estos, ($P < 0,05$). Estas variaciones se debe a que el grado de cobertura de la masa remanente, es variable en la superficie En aquellos lugares con menor grado de cobertura el número de plantas de calidad 1 era mayor.

Bibliografía

- DONOSO C. 1993 : Bosque templado de Chile y Argentina y su medio ambiente. Santiago de Chile. Universitaria. 369 pag. Doc. Trabajo N° 38 Universidad de Chile.
- HAMPEL, H 1994. Estructura de la vegetación de un bosque y regeneración natural en el Chaco oriental. I jornadas Técnica. Pcia. Roque Saenz Peña Chaco.
- 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.
- INTA. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Manual de Suelos de la Zona Sur de la Provincia de Formosa- Convenio INTA El Colorado- Ministerio de la Producción de Formosa. Año 1997.
- INVENTARIO FORESTAL. Ministerio de Asuntos Agropecuarios y Recursos Naturales de Formosa. Tomo III Zona A. 1976.
- OVIEDO, M.; PEREZ, W.; SIRKA, E. 2007. Fajas de enriquecimiento: Una alternativa para la recuperación de bosques nativos explotados de Provincia de Formosa. Revista de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Fomosa. pp. 61-67

SECRETARIA DE AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE DE LA NACIÓN. Primer Inventario Nacional de Bosques Nativos. Informe Regional Parque Chaqueño. BIRF 4085-AR. Enero 2007.

EFFECTO DEL CORTE DE LIANAS Y TACUARAS SOBRE LAS INCORPORACIONES, MORTALIDAD Y CRECIMIENTO EN UN BOSQUE APROVECHADO EN EL NORTE DE MISIONES, ARGENTINA.

EFFECT OF LIANAS AND BAMBOO CUTTING ON RECRUITMENT, MORTALITY AND GROWTH RATES OF A LOGGED FOREST IN NORTHERN MISIONES.

Pinazo, M.A.¹; Dummel, C.J.²; Moscovich, F.A.³; Knebel, O.E.⁴.

1. INTA EEA Montecarlo. Av Libertador 2472. CP (3384). Montecarlo. Misiones. Argentina. Email: mpinazo@montecarlo.inta.gov.ar.

2. Facultad Ciencias Forestales Eldorado. UNaM. Email: cdummel@yahoo.com.ar

3. INTA EEA Famailla. Email: fmoscovich@correo.inta.gov.ar

4. INTA EEA Montecarlo.

Resumen

Se analizó el efecto del corte de lianas y tacuaras sobre las incorporaciones, mortalidad, crecimiento a nivel de rodal y de árbol individual en un bosque aprovechado del norte de Misiones. Se instalaron 4 parcelas de 1 hectárea aplicando el tratamiento en 2 parcelas y las restantes permanecieron como testigo. El tratamiento tuvo un efecto significativo sobre las tasas de incorporaciones y tendencia positiva sobre la mortalidad y el crecimiento en área basal. A nivel de árbol individual, el tratamiento presentó crecimientos significativamente superiores al testigo con valores promedios de 0,44 y 0,29 cm/año respectivamente. Considerando especies individuales, la respuesta del crecimiento fue variable con valores promedios entre 0,7-1 cm/año para individuos con buenas condiciones de crecimiento. El tratamiento aplicado tiene un efecto positivo a nivel de rodal y árbol individual. Este tratamiento debe considerarse como parte de un sistema silvícola que permita la aplicación de ciclos de corta razonables.

Palabras clave: tratamiento silvícola, dinámica, Selva Misionera

Summary

The effect of cutting lianas and bamboo on the incorporations, mortality and growth at the stand level and individual tree was analyzed in a logged forest in northern Misiones. 4 plots of 1 hectare were installed by cutting lianas and bamboos into 2 plots and the other remained as a control plots. Treatment had a significant effect on incorporation rates and a positive trend on mortality and basal area growth. At single tree level, the treatment presented significantly higher growth than the control with average values of 0.44 and 0.29 cm/year respectively. Considering individual species, the growth response was variable for each species with average values of 0.7-1 cm/year for individuals with good growing conditions. Treatment of cutting lianas and bamboos has a positive effect at the stand level and individual tree. This treatment should be considered as part of a silvicultural system that allows the application of reasonable cutting cycles.

Keywords: silviculture, stand dynamic, Selva Misionera

Introducción

El aprovechamiento de la selva misionera es, como en la mayoría de los ambientes tropicales, del tipo selectivo (Mac Donagh y Ribero, 2006; Campanello *et al*, 2007). Este método consiste simplemente en la extracción de individuos de grandes dimensiones de especies comerciales. Este aprovechamiento se realiza sin la mas mínima planificación y sin técnicas de bajo impacto como la corta de lianas y el volteo dirigido (Mac Donagh y Ribero, 2006). Estas operaciones generan disturbios considerables en la masa remanente como claros de gran tamaño, vías de saca, daño a la regeneración avanzada e individuos remanentes (Lamprecht, 1990; Dawkins y Philip, 1998; Pereira *et al*, 2002). Los claros del dosel son un elemento clave en la dinámica de los bosques tropicales (Denslow, 1980; Brokaw, 1985; Whitmore, 1990). Sin embargo, grandes claros generados por causas naturales o antrópicas permiten la proliferación de lianas y cañas (Withmore, 1990; Schnitzer *et al*, 2002) que ocupan el claro disminuyendo el crecimiento de los individuos instalados, inhibiendo la regeneración y por lo tanto alterando los procesos de regeneración del bosque y de sucesión dentro de los claros (Putz, 1984; Oliveira-Filho *et al*, 1994; Tabarelli y Mantovani, 2000; Campanello *et al*, 2007; Schnitzer y Carson, 2010). La lianas generarían una gran competencia por agua y radiación junto con restricciones mecánicas con los renovales (Schnitzer y Carson, 2010), mientras que las tacuaras tienen un efecto combinado de restricción mecánica de acceso por parte de las semillas al suelo y competencia por luz con los renovales en las zonas de claros del dosel (Griscom y Ashton, 2006; Campanello *et al*, 2007). Respecto a los arboles del dosel superior, las lianas generan una intensa competencia por luz, nutrientes y agua ocasionando una disminución del crecimiento, aumentando además las tasas de mortalidad de los individuos (Pérez-Salicrup y Barker, 2000; Ingwell *et al*, 2010).

La selva paranaense posee una alta diversidad de especies de lianas (Hora y Soares, 2002) y es rica en especies de bambúseas, muchas de la cuales colonizan sitios disturbados y resultan dominantes (Judziewics *et al*, 1999) impidiendo la regeneración y retrasando el crecimiento de la regeneración avanzada en sitios sometidos a aprovechamientos selectivos (Campanello *et al*, 2007).

Técnicas tales como el corte de lianas y la limpieza de la vegetación competidora, en especial las bambúseas son practicas recomendadas y aplicadas en los bosques tropicales desde los años 1850 como medidas de manejo necesarias para el crecimiento de los bosques, limitar la mortalidad y liberar a la regeneración de las especies valiosas (Lamprecht, 1990; Dawkins y Philip, 1998; Pérez-Salicrup, 2001; Campanello *et al*, 2007).

La mayoría de las experiencias realizadas en la región se han enfocado principalmente en técnicas de enriquecimiento, estudios de dinámica de bosques secundarios y técnicas de aprovechamiento de bajo impacto (Rodriguez *et al*, 2004). Sin embargo, existen pocos antecedentes en la región de estudios centrados sobre técnicas de manejo de la masa remanente o de liberación de la regeneración pre existente. Este tipo de estudios resultan necesarios para determinar el efecto de estas prácticas con el objeto de recuperar bosques aprovechados con bajo potencial productivo.

Materiales y métodos

La experiencia se desarrolló en el Campo Anexo Manuel Belgrano, Departamento Manuel Belgrano (Provincia de Misiones), que depende administrativamente de la Estación Experimental Agropecuaria Montecarlo del INTA. El Campo cuenta con una superficie de 1677 ha, geográficamente se ubica a los 26° 04' de Latitud Sur y a los 53° 45' de 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. 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 (Correa *et al.*, 2003).

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 megapotamica* (Laurel negro), *Balfourodendron riedelianum* (Guatambú), *Ilex paraguariensis* (Yerba mate), *Patagonula americana* (Guayaibi-rá), entre otras. El estrato herbáceo se encuentra formado por varias especies del género *Doryopteris*, *Hydrocotyle*, *Olyra*, etc. Entre las epifitas se destacan los géneros *Polypodium*, *Peperomia*, *Asplenium*, entre otras.

Los bosques de esta propiedad han sido sometidos a aprovechamientos selectivos en los años 60-70, sin registrarse nuevas intervenciones ni prácticas de manejo hasta el presente. Durante los años 2006 y 2007 se instalaron parcelas de 1 ha con un tratamiento de corte de lianas y tacuaras más un testigo, totalizando 4 hectáreas de ensayo (2 repeticiones). La instalación se llevó a cabo mediante la generación sobre el terreno de una cuadrícula de 100 m x 100 m con subdivisiones de 10 m x 10 m. En cada subdivisión se mapearon, mediante cinta métrica, todos los individuos con DAP > 10 cm, se refirieron a un sistema de coordenadas x-y, se identificaron a nivel de especie, se midió el DAP y se estimó la clase de iluminación de copas de cada individuo de acuerdo a Dawkins y Field (1978). Todos los individuos fueron identificados mediante chapa numerada. En las parcelas correspondientes al tratamiento de corte de lianas y tacuaras, se procedió al corte de las mismas mediante el empleo de machete.

Posteriormente se realizaron mediciones anuales del diámetro, totalizando 4 años de mediciones y se registraron los individuos que superaron los 10 cm DAP y los individuos muertos.

Para el análisis de los datos se calculó el incremento diamétrico periódico por especie individual, grupo de especies comerciales y general de la parcela. Las especies comerciales fueron definidas en función al boletín de precios del Colegio de Ingenieros Forestales de Misiones (COIFORM).

Las tasas de mortalidad e incorporaciones en la clase diamétrica inferior se estimaron mediante las ecuaciones de Sheil *et al.* (1995) y Bellingham y Sparrow (2009).

$$M = \left[1 - \left[1 - \frac{(N_0 - N_1)}{N_0} \right]^{\frac{1}{t}} \right] * 100$$

$$R = \left[1 - \left(1 - \frac{N_r}{N_t} \right)^{\frac{1}{t}} \right] * 100$$

M: Mortalidad (%)

R: Regeneración (%)

N₀: Número de individuos en el primer censo (ind./ha)

N₁: Número de individuos que sobrevivieron al momento del segundo censo (ind./ha)

N_r: Número de individuos ingresados entre los censos (ind./ha)

N_t: Número de individuos presentes en el último censo (ind./ha)

t: Tiempo en años.

Para determinar en qué grado el incremento diamétrico a nivel de grupo de especies comerciales y general para el total de especies es influenciado por el tratamiento y el grado de iluminación copa se realizó un análisis de la covarianza (ANCOVA). Para este análisis, el incremento fue considerado como variable respuesta, la clase de iluminación de copa y el tratamiento como variables independientes y el DAP como covariable. Para lograr la homogeneidad de los datos de incremento se aplicó la transformación raíz cuadrada.

Debido al escaso número de individuos a nivel de especie para cada tratamiento y clase de iluminación de copa, el efecto del tratamiento a este nivel fue analizado mediante comparación de medias y solo para especies comerciales que presentaban más de 15 individuos en el tratamiento y testigo. En el caso del efecto de la clase de iluminación de copa sobre el crecimiento de las especies seleccionadas, este se analizó mediante análisis de covarianza. Para ello, el incremento fue considerado como variable respuesta, la clase de iluminación de copa como variable independiente y el DAP como covariable.

Resultados

Los valores iniciales de los rodales reflejaron una buena ocupación del sitio con valores de área basal entre 24 y 26 m²/ha, a excepción de la parcela correspondiente al tratamiento 2 que presentó 18,33 m²/ha (Tabla 1). Los valores al 4^{to} año mostraron valores de área basal similares al momento de instalación del ensayo en el caso de los testigos o sin tratamiento. Por su parte, las parcelas tratadas presentaron una mayor área basal respecto a la situación inicial, significando un aumento de 1,34 m²/ha y 2,75 m²/ha para las parcelas de tratamiento 1 y 2 respectivamente (Tabla 1).

Tabla 1. Parámetros estructurales y valores de las tasas de incorporación y mortalidad a nivel de rodal y de las especies comerciales consideradas.

Table 1. Structural parameters and incorporation and mortality rate values at stand and commercial species level.

	Densidad		Área Basal		Dinámica Rodal		Dinámica Sp. Comerc.	
	Inicial (ind/ha)	Actual (ind/ha)	Inicial (m ² /ha)	Actual (m ² /ha)	Mortalidad (%)	Ingresos (%)	Mortalidad (%)	Ingresos (%)
Testigo 1	388	399	24,68	24,87	1,72	2,40	1,40	1,13
Tratamiento 1	362	388	24,10	25,44	1,56	3,25	1,57	2,62
Testigo 2	500	482	26,23	26,24	2,17	1,27	1,81	1,40
Tratamiento 2	405	488	18,33	21,08	2,10	4,37	1,46	4,81

La dinámica de las parcelas presentó diferencias entre las tasas de mortalidad e ingresos a nivel general (todas las especies) y para las especies comerciales. A nivel de todas las especies los valores de mortalidad resultaron inferiores en las parcelas testigo 1 y tratamiento 1 respecto a las parcelas testigo 2 y tratamiento 2, con una leve tendencia a menores tasas de mortalidad en las parcelas con tratamiento de corte de lianas y tacuaras. Las tasas de ingreso a la clase diamétrica inferior mostraron mayores diferencias entre las parcelas testigo y tratamiento. La tasa de ingresos estimada en el tratamiento fue hasta 3,4 veces mayor que en el testigo (Tabla 1).

El análisis del incremento a nivel de árbol individual, considerando al total de especies, resultó influenciado de manera significativa por el tratamiento (f: 58,32; p ≤ 0,001), por la disponibilidad de luz o clase de iluminación de copa (f: 68,68; p ≤ 0,001) y al tamaño o DAP de los individuos (f: 84,59; p ≤ 0,001). El tratamiento presentó incrementos promedios

significativamente mayores al testigo con 0,43 cm/año y 0,29 cm/año respectivamente para un individuo promedio de 22,4 cm de DAP (Grafico 1A). La clase de iluminación de copa (CIC) presentó aumentos significativos del incremento a medida que aumentó la disponibilidad de luz o iluminación de la copa con valores de 0,62 cm/año para la clase 1 y 0,14 cm/año para la clase 5 (Grafico 1B). Agrupando y analizando el incremento de las especies comerciales, el tratamiento presentó incrementos significativamente mayores respecto al testigo (f: 17,60; $p \leq 0,001$). De igual manera, la iluminación de copa resultó significativa (f: 35,19; $p \leq 0,001$) como así también el tamaño o DAP de los individuos (f: 72,13; $p \leq 0,001$). Los incrementos del tratamiento y el testigo para las especies comerciales fue similar al presentado agrupando todas las especies con 0,44 cm/año y 0,29 cm/año respectivamente para un individuo promedio de 25,1 cm de DAP (Grafico 1C). La iluminación de copa para las especies comerciales presentó una tendencia similar al incremento de todas las especies agrupadas, con valores levemente superiores para las clases de mayor iluminación que oscilaron entre 0,72 cm/año, 0,58 cm/año y 0,42 cm/año para las clases 1,2 y 3 respectivamente para un individuo promedio de 25,1 cm/año. Las clases inferiores mostraron incrementos bajos de 0,20 cm/año y 0,1 cm/año para las clases 4 y 5 (Grafico 1D).

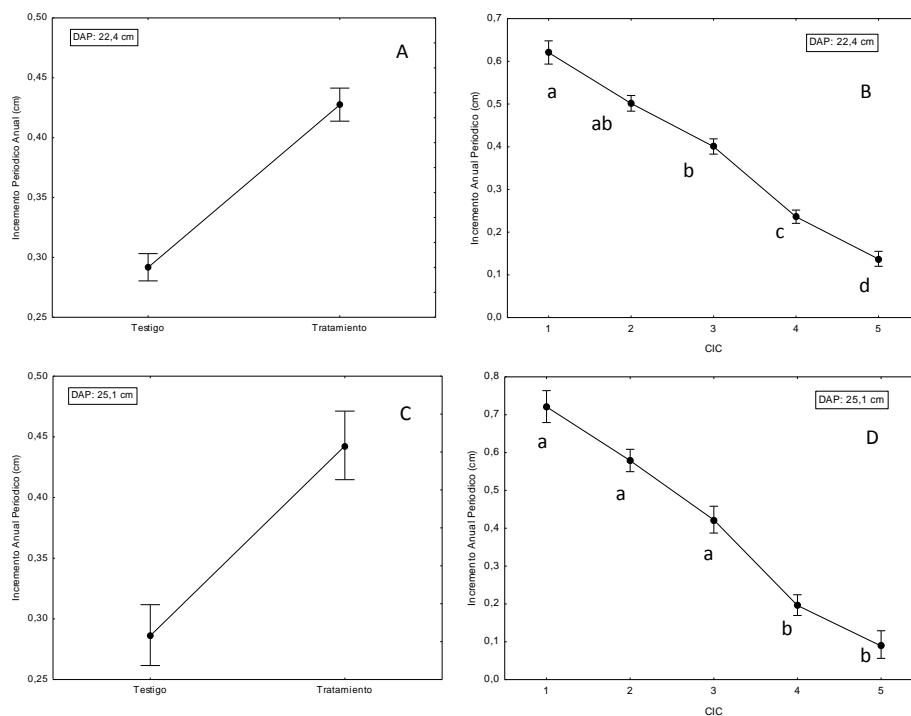


Grafico 1. Incremento periódico anual (cm/año) a nivel árbol individual para todas las especies (A) y por Clase de Iluminación de Copa (B), e incremento periódico anual (cm/año) a nivel de árbol individual para las especies comerciales (C) y por Clase de Iluminación de Copa (D). Los datos presentados son re transformados a partir de la raíz cuadrada y para un individuo de DAP estandarizado.

Figure 1. Periodic annual increment (cm/year) at individual tree level for all species (A) and for Crown Illumination Index (B), and periodic anual increment (cm/year) at individual tree for commercial species (C) and for Crown Illumination Index (D). Presented data are back-transformed and for a tree with a standardized DBH.

La comparación del incremento de árbol individual para las especies analizadas arrojó diferencias significativas solo en los caso de *Jacaranda micrantha* y *Cabralea canjerana*. A pesar de ello, es posible observar una tendencia a mayores incrementos en el testigo (Tabla 2).

Tabla 2. Incremento periódico anual (cm/año) a nivel de árbol individual para las especies consideradas.

Table 2. Periodic annual increment (cm/year) at individual tree level for analyzed species.

	Incr. Per. Anual (cm/año)		t	p
	Testigo	Tratamiento		
<i>Cedrela fissilis</i>	0,60	0,58	0,14	0,888
<i>Balfourodendron riedelianum</i>	0,36	0,46	0,833	0,382
<i>Didimopanax morototoni</i>	0,50	0,81	1,65	0,110
<i>Cabralea canjerana</i>	0,56	0,79	3,37	0,001**
<i>Ocotea diospyrifolia</i>	0,41	0,59	1,93	0,057
<i>Jacaranda micrantha</i>	0,53	0,77	2,05	0,048*

* $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$.

La iluminación de copa resultó significativa sobre el incremento individual de las especies seleccionadas, excepto para *Jacaranda micrantha* (f: 2,56; p: 0,06), mientras que el DAP solo fue significativo para *Cedrela fissilis* y *Ocotea diospyrifolia*. El incremento de *Cabralea canjerana* fue influido por la clase de iluminación de copa (f: 9,39; $p \leq 0,001$), mientras que el DAP resultó no significativo (f: 3,20; p: 0,08). Los valores de incremento para un individuo promedio de 16,3 cm DAP fueron 1,04 cm/año y 0,34 cm/año para las clases de iluminación de copa 1 y 5 respectivamente (Grafico 2A). *Cedrela fissilis* mostró significancia para el DAP (f: 9,80; p: 0,003) y la iluminación de copa (f: 8,12; $p \leq 0,001$), con incrementos de 0,92 cm/año y 0,01 cm/año para las clases 1 y 5 para un individuo promedio de 22,4 cm DAP (Grafico 2B). En el caso de *Didimopanax morototoni* resultó significativa la iluminación de copa (f: 4,72; p: 0,01), mientras que el DAP no fue significativo (f: 0,30; p: 0,58). A pesar de la significancia, los individuos de esta especie presentaron incrementos muy variables en las clases de iluminación inferiores principalmente (Grafico 2C). A pesar de ello, las estimaciones arrojaron valores de 0,95 cm/año y 0,12 cm/año para las clases de iluminación 1 y 4 para un individuo promedio de 22,6 cm DAP. *Balfourodendron riedelianum* mostró un comportamiento similar a *D. morototoni* con significancia para la iluminación de copa (f: 3,01; p: 0,003) y falta de significancia para el DAP (f: 1,84; p: 0,18). Los incrementos presentaron alta variabilidad en las clases de iluminación de copa inferiores y valores de 0,70 cm/año y 0,10 cm/año para las clases 1 y 5 para un individuo promedio de 18,4 cm DAP (Grafico 2D). En el caso de *Ocotea diospyrifolia*, tanto la iluminación de copa y DAP resultaron significativos (f: 3,78; p: 0,007) (f: 12,44; $p \leq 0,001$). Sin embargo, esta especie presentó una tendencia diferente al resto de las especies con un amesetamiento del incremento en las clases 1 y 2 en valores cercanos a los 0,60 cm/año y ausencia de diferencias significativas entre las clases de iluminación de copas (Grafico 2E).

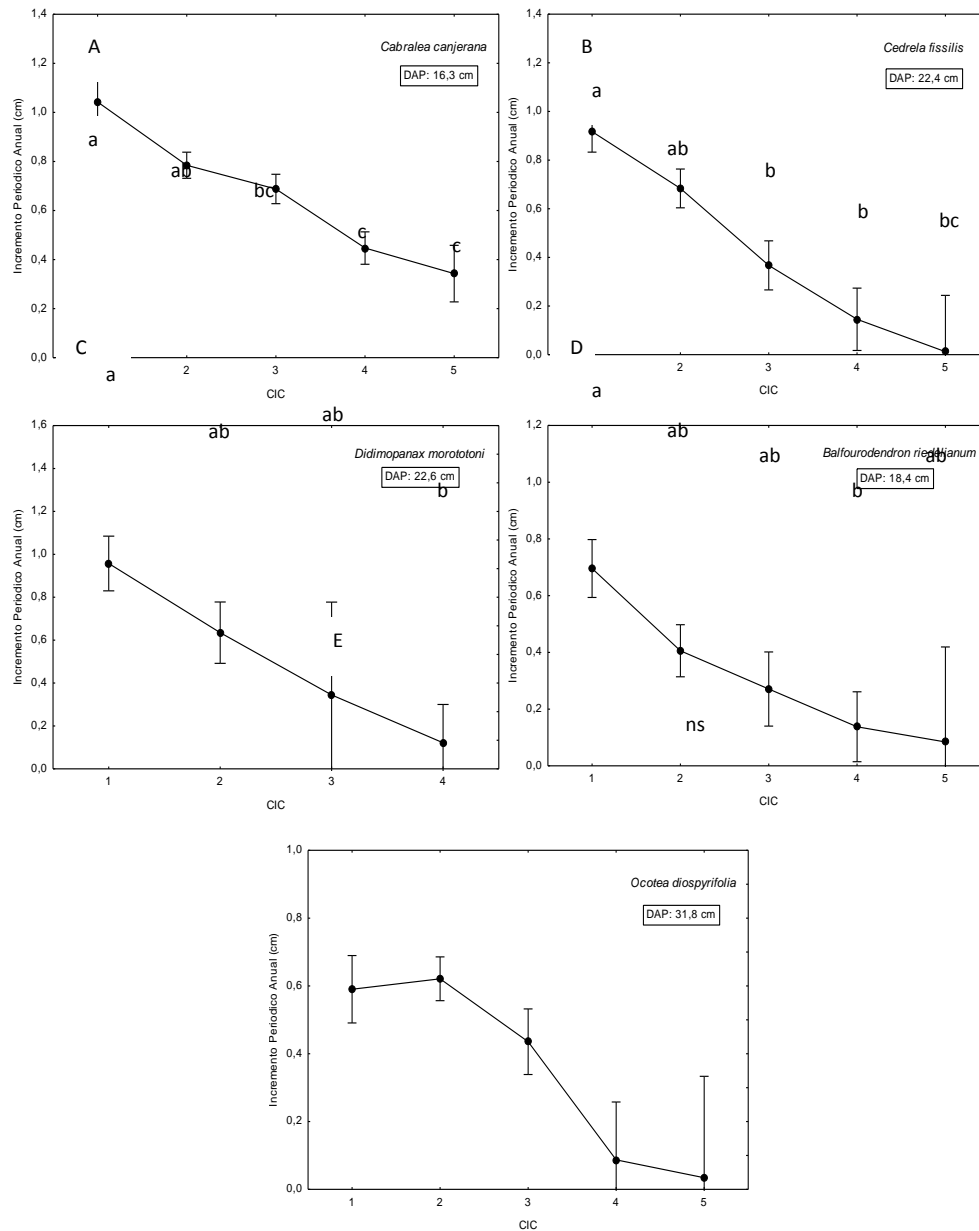


Grafico 2. Incremento periódico anual (cm/año) a nivel de árbol individual por Clase de Iluminación de Copa para las especies consideradas para un individuo con DAP estandarizado.

Figure 2. Periodic annual increment (cm/year) at individual tree level for Crown Illumination Index and for a tree with a standardized DBH.

Discusión

Diferentes estudios han probado el efecto del manejo sobre el crecimiento y la dinámica de los bosques tropicales (Lamprecht, 1990; Silva *et al*, 1995; de Graaf *et al*, 1999; Dauber *et al*, 2005; Peña-Claros *et al*, 2008; Villegas *et al*, 2008). El corte de lianas y de otro tipo de vegetación invasora, en este caso bambuceas, ha tenido un efecto positivo sobre las parcelas tratadas. A pesar que las experiencias de manejo documentadas incluyen tanto el corte de lianas y vegetación competidora, como así también la liberación de los individuos deseables o sobresalientes para futuras cosechas, los resultados aquí obtenidos reflejan la

importancia del tratamiento realizado como una herramienta silvícola para el manejo de los bosques.

El incremento en área basal en las parcelas tratadas es similar al obtenido en otros bosques tropicales manejados (de Graaf *et al*, 1999), aun si haber realizado liberaciones para regular la competencia de las parcelas. Las tasas de mortalidad estimadas se encuentran dentro de los valores normales para bosques tropicales (Phillips *et al*, 1994; Lewis *et al*, 2004) y la tendencia a disminuir en las parcelas tratadas refleja el efecto del tratamiento. Sin embargo, las mayores diferencias se manifiestan en las tasas de ingreso. Tanto las lianas como las cañas ejercen una gran competencia con los renovales, principalmente por agua (Griscom y Ashton, 2003; Schnitzer *et al*, 2005; Schnitzer y Carson, 2010) y además generan un gran estrés mecánico sobre los tallos y copas de los renovales e individuos de las clases diamétricas inferiores (Schnitzer *et al*, 2005; Griscom y Ashton, 2006) perpetuando la dominancia al inhibir la regeneración y el crecimiento de los renovales de especies arbóreas (Tabarelli y Mantovani, 2000; Griscom y Ashton, 2003; Schnitzer y Carson, 2010). Por lo tanto la eliminación de las lianas y cañas permitiría una mayor supervivencia de renovales e ingreso a la clase diamétrica inferior. Esto se refleja en las mayores tasas de ingreso en las parcelas tratadas respecto a las parcelas testigo. Los valores de regeneración en el tratamiento son superiores a los exhibidos en otros bosques tropicales manejados (Silva *et al*, 1995), aunque inferiores respecto a sitios recientemente aprovechados que presentaron valores de 5,4 estimados por Silva *et al*. (1995) y valores de 5,1 estimados por Blanc *et al*. (2009).

Los valores de incremento periódico anual a nivel de árbol individual para el total de las especies y su respuesta significativa en el tratamiento reflejaría la fuerte competencia ejercida por las lianas y tacuaras sobre los individuos mayores a 10 cm DAP. En sitios con una gran abundancia de cañas como una fuerte presencia de lianas se produce una intensa competencia por agua y luz con los arboles presentes que se traduce en menores tasas de crecimiento a nivel de individuo y a nivel de rodal (Pérez-Salicrup y Barker, 2000; Griscom y Ashton, 2003; Griscom y Ashton, 2006; Campanello *et al*, 2007; Schnitzer y Carson, 2010). La respuesta se visualiza en los valores de 0,43-0,44 cm/año para el tratamiento y valores de 0,29 cm/año para el testigo. Estos valores se encuentran dentro de los mencionados para bosques tropicales bajo manejo y sin manejo (Silva *et al*, 1995; de Carvalho *et al*, 2004; Dauber *et al*, 2005; Villegas *et al*, 2009; Hawthorne *et al*, 2012). Por otro lado, el aumento del incremento periódico anual a una mayor iluminación de copa muestra la potencialidad de la realización de actividades de manejo más intensivas como la liberación de individuos candidatos para futura cosecha con valores claramente superiores para las clases de iluminación superiores (Dauber *et al*, 2005). Estos valores son aún mayores a 0,7 cm/año para las especies comerciales que en su mayoría, son especies demandantes de luz o parcialmente demandantes de luz y por lo tanto es esperable un mayor crecimiento a mayor disponibilidad de luz. Sin embargo, los valores a nivel de especie individual muestran que la respuesta puede ser variable y relacionada a la especie considerada en concordancia con Campanello *et al*. (2007). Es importante tener en cuenta que en el presente trabajo solo se evalúa el corte de lianas como tratamiento general aplicado al rodal y que no se discrimina o analizan individuos que hayan poseído lianas versus individuos a los que se les haya eliminado las mismas. A pesar de ello, la tendencia es alentadora y los valores de crecimiento tanto de las especies comerciales en su conjunto como así también los de las especies individuales son elevados y rondan en muchos casos 1 cm/año como en el caso de *C. canjerana*, *C. fissilis* y *D. morototoni*. En algunos casos individuales se han registrado incrementos periódicos anuales de 1,5 cm/año (datos no presentados). Los resultados obtenidos y las tendencias observadas no solo permiten visualizar el efecto del tratamiento planteado, sino que además permite inferir la potencialidad de tratamientos como la liberación para aumentar el crecimiento de los individuos deseables para una futura cosecha. En este sentido, Macpherson *et al*. (2010)

estimaron ciclos de cortas de 120 años para recuperar el volumen comercial de la primer cosecha en bosques aprovechados con las técnicas selectivas actuales o “log and leave” mientras que la aplicación de técnicas de impacto reducido y manejo del rodal permitiría lograr ciclos de cortas de 40 años. El manejo forestal puede generar ciclos de cortas razonables, sin embargo es necesario continuar investigando y generando experiencias que permitan generar un manejo efectivo (Keller *et al*, 2007).

Conclusiones

El tratamiento de corte de lianas y tacuaras tiene un efecto positivo sobre el crecimiento, incorporaciones y mortalidad a nivel de rodal y árbol individual. Es por ello que resulta necesaria la aplicación de este tipo de técnicas para la recuperación del stock para un siguiente turno de corta. Los resultados presentados permiten suponer que la liberación de individuos podría generar mayores incrementos a nivel de árbol individual y por lo tanto son técnicas que deben ser evaluadas para poder cuantificar el efecto del manejo post aprovechamiento.

Bibliografía

- CABRERA, A.L. 1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. Buenos Aires: Enciclopedia Argentina de Agric. y Jardinería. 2º ed., Tomo II, 85p.
- CAMPANELLO, P.I.; Garibaldi, J.F.; Gatti, M.G.; Goldstein, G. 2007. Lianas in a subtropical Atlantic Forest: Host preference and tree growth. *Forest Ecology and Management* 242: 250-259.
- CORREA DE TEMCHUK, M; Olinuk, JA; Pedemonte, R. 2003. Contornos de lluvia para la provincia de Misiones. Análisis geoestadístico. Informe Técnico 85. EEA Cerro Azul. 23p.
- BELLINGHAM, P.J.; Sparrow, A.D. 2009. Multi-stemmed trees in montane rain forests: their frequency and demography in relation to elevation, soil nutrients and disturbance. *Journal of Ecology* 97: 472-483.
- BLANC, L.; Echard, M.; Herault, B.; Bonal, D.; Marcon, E.; Chave, J.; Baraloto Ch. 2009. Dynamics of aboveground carbon stocks in a selectively logged tropical forest. *Ecological Applications* 19: 1397-1404.
- BROKAW, N.V.L. 1985. Gap-phase regeneration in a tropical forest. *Ecology* 66: 682-687.
- DENSLOW, J.S. 1980. Gap partitioning among rainforest trees. *Biotropica* 12: 47- 55.
- DAUBER, E.; Fredericksen, T.S.; Peña, M. 2005. Sustainability of timber harvesting in Bolivian tropical forests. *Forest Ecology and Management* 214: 294-304.
- DAWKINS, H. C.; Field D. R. B. 1978. A long-term surveillance system for British woodland vegetation. Department of Forestry, Universidad Oxford, Oxford, Inglaterra. 106p.
- DAWKINS, H.C.; Philip, M.S. 1998. Tropical Moist Forest Silviculture and Management. A history of success and Failure. CAB International. Oxfordshire. Reino Unido. 359 p.
- DE CARVALHO, J.O.P.; Silva, J.N.M.; Lopes, J.C.A. 2004. Growth rate of a terra firme rain forest in brazilian amazonia over an eight-year period in response to logging. *Acta Amazonica* 34:209-217.
- DE GRAAF, N.R.; Poels, R.L.H.; Van Rompaey R.S.A.R. 1999. Effect of silvicultural treatment on growth and mortality of rainforest in Surinam over long periods. *Forest Ecology and Management* 124: 123-135.
- GRISCOM, B.W.; Ashton, P.M.S. 2003. Bamboo control of forest succession: *Guadua sarcocarpa* in Southeastern Perú. *Forest Ecology and Management* 175: 445-454.
- GRISCOM, B.W.; Ashton, P.M.S. 2006. A self-perpetuating bamboo disturbance cycle in a neotropical forest. *Journal of Tropical Ecology* 22: 587-597.
- HAWTHORNE, W.D.; Sheil, D.; Agyeman, V.K.; Abu Juam, M.; Marshall, C.A.M. 2012. Logging scars in Ghanaian high forest: Towards improved models for sustainable production. *Forest Ecology and Management* 271:27-36.
- HORA, R.C.; Soares, J.J., 2002. Estrutura fitossociológica da comunidade de lianas em uma floresta estacional semidecidual na Fazenda Cachim, Saõ Carlos. S.P. *Revista Brasileira de Botânica* 25: 323-329.
- INGWELL, L.L.; Wright, S.J.; Becklund, K.K.; Hubbell, S.P.; Schnitzer, S.A. 2010. The impact of lianas on 10 years of tree growth and mortality on Barro Colorado Island, Panama. *Journal of Ecology* 98: 879-887.
- JUDZIEWICS, E.J.; Clark, L.G.L.J.; Stern, M.J. 1999. American Bamboos. Smithsonian Institution Press, Washington.
- KELLER, M.; Asner, G.P.; Blate, G.; McGlocklin, J.; Merry, F.; Peña-Claros, M.; Zweede, J. 2007. Timber production in selectively logged tropical forests in South America. *Frontiers in Ecology and the Environment* 5: 213-216.
- LAMPRECHT, H. 1990. Silvicultura en los trópicos. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). República Federal Alemana.
- LEWIS, S.L.; Phillips, O.L.; Sheil, D.; Vinceti, B.; Baker, T.R.; Brown, S. y otros. 2004. Tropical forest tree mortality, recruitment and turnover rates: calculation, interpretation and comparison when census intervals vary. *Journal of Ecology* 92: 929-944.

- MAC DONAGH, P.; Ribero, L. 2006. ¿Es posible el uso sustentable de los bosques de la Selva Misionera?. En: La Situación Ambiental de la Argentina 2005. Brown, A., U. Martinez Ortiz, M. Acerbi y J. Corcuera (Eds.) Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires. 210-217.
- MACPHERSON, A.J.; Schulze, M.D.; Carter, D.R.; Vidal, E. 2010. A Model for comparing reduced impact logging with conventional logging for an Eastern Amazonian Forest. *Forest Ecology and Management* 260: 2002-2011.
- OLIVEIRA-FILHO, A.T.; Vilela, E.A.; Gavilanes, M.L.; Carvalho, D.A. 1994. Effect of flooding regime and understorey bamboos on the physiognomy and tree species composition of a tropical semideciduous forest in Southeastern Brazil. *Vegetatio* 113: 99-124.
- PEÑA-CLAROS, M.; Peters, E.M.; Justiniano, M.J.; Bongers, F.; Blate, G.M.; Fredericksen, T.S.; Putz, F.E. 2008. Regeneration of commercial tree species following silvicultural treatments in a moist tropical forest. *Forest Ecology and Management* 255: 1283-1293.
- PÉREZ-SALICRUP, D.R.; Barker, M.G. 2000. Effect of liana cutting on water potential and growth of adult *Senna multijuga* (Caesalpinioideae) trees in a Bolivian tropical forest. *Oecologia* 124: 469-475.
- PÉREZ-SALICRUP, D. R. 2001. Effect of liana cutting on tree regeneration in a liana forest in amazonian Bolivia. *Ecology* 82: 389-396.
- PUTZ, F.E. 1984. The natural history of lianas on Barro Colorado Island, Panama. *Ecology* 65, 1713-1734.
- RODRÍGUEZ, M.E.; Cardozo, A.; Ruiz Díaz, M.; Prado, D.E. 2004. Los bosques nativos misioneros: estado actual de su conocimiento y perspectivas. En *Ecología y Manejo de los bosques de Argentina. Investigaciones en Bosques nativos de Argentina*. Presentación Multimedia. Arturi, M.F.; Frangi J.L.; Goya, J.F. Editores. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata.
- SCHNITZER, S.A.; Bongers, F. 2002. The ecology of lianas and their role in forests. *Trends in Ecology and Evolution* 17: 223-230.
- SCHNITZER, S.A.; Kuzee, M.E.; Bongers, F. 2005. Disentangling above- and below-ground competition between lianas and trees in a tropical forest. *Journal of Ecology* 93: 1115-1125.
- SCHNITZER, S.A.; Carson, W.P. 2010. Lianas suppress tree regeneration and diversity in treefall gaps. *Ecology Letters* 13: 849-857.
- SHEIL, D.; Burslem, D.F.R.P.; Alder, D. 1995. The interpretation and misinterpretation of mortality rate measures. *Journal of Ecology* 83: 331-333.
- SILVA, J.N.M.; de Carvalho J.O.P.; Lopes J. do C.A.; de Almeida B.F.; Costa D.H.M.; de Oliveira L.C.; Vanclay, J.K.; Skovsgaard J.P. 1995. Growth and yield of a tropical rain forest in the Brazilian Amazon 13 years after logging. *Forest Ecology and Management* 71: 267-274.
- TABARELLI, M.; Mantovani, W. 2000. Gap-phase regeneration in a tropical montane forest: the effects of gap structure and bamboo species. *Plant Ecology* 148: 149-155.
- VILLEGAS, Z.; Peña-Claros, M.; Mostacedo, B.; Alarcón, A.; Licona, J.C.; Leño, C.; Pariona, W.; Choque, U. 2009. Silvicultural treatments enhance growth rates of future crop trees in a tropical dry forest. *Forest Ecology and Management* 258: 971-977.
- WHITMORE, T.C. 1990. *An Introduction to Tropical Rainforests*. Clarendon Press, Blackwell Publishing, Ltd., Oxford.

SIEMBRA DIRECTA DE *Enterolobium contortisiliquum* (Vell) Morong Y *Araucaria angustifolia* (Bertol) Kuntze EN UN BOSQUE DEGRADADO EN EL NORTE DE MISIONES.

DIRECT SEEDING OF *Enterolobium contortisiliquum* (Vell) Morong AND *Araucaria angustifolia* (Bertol) Kuntze IN A DEGRADED FOREST IN NORTHERN MISIONES.

Pinazo, M.A.¹; Dummel, C.J.²

1. INTA EEA Montecarlo. Av Libertador 2472. CP (3384). Montecarlo. Misiones. Argentina. Email: mpinazo@montecarlo.inta.gov.ar.

2. Facultad Ciencias Forestales Eldorado. UNaM. Email: cdummel@yahoo.com.ar

Resumen

El presente trabajo evalúa la siembra directa de *E. contortisiliquum* y *A. angustifolia* en un bosque degradado en el norte de Misiones. Los tratamientos fueron la eliminación de la vegetación existente y la eliminación de la vegetación y posterior escarificado del suelo en fajas. A los 18 meses, *A. angustifolia* presentó nula supervivencia en el tratamiento de escarificado y un valor de 50% respecto al 24 % de *E. contortisiliquum* en el tratamiento de macheteado. *E. contortisiliquum* sobrevivió en mayor proporción en el tratamiento de escarificado con valores de 62 %. En crecimiento en altura, *A. angustifolia* alcanzó 44,3 cm y *E. contortisiliquum* un valor de 49,8 cm de altura promedio en el tratamiento de macheteado. En el escarificado del suelo *E. contortisiliquum* alcanzó los 70 cm de altura promedio con valores máximos de 210 cm de altura total. Aunque los resultados no son concluyentes, las tendencias encontradas permiten poner en consideración a este método como una alternativa para la recuperación de bosques degradados.

Palabras clave: Recuperación, pino paraná, timbo, Misiones

Summary

This study evaluates the direct sowing of *E. contortisiliquum* and *A. angustifolia* in a degraded forest in northern Misiones. The treatments were the weeding of existing vegetation and the removal of vegetation and soil scarification in strips. At 18 months, *A. angustifolia* showed no survival in the treatment of scarification and a value of 50% compared to 24% of *E. contortisiliquum* in weeding treatment. *E. contortisiliquum* survived in greater proportion in the treatment of soil scarification with values of 62%. Height growth showed a high variability in both cases. At 18 months, in the weeding treatment, *A. angustifolia* showed a value of 44,3 cm in mean height and *E. contortisiliquum* a value of 49,8 cm of average height. In soil scarification treatment *E. contortisiliquum* reached 70 cm of mean height with maximum values of 210 cm of total height. While the results are not conclusive, the trends found allow to consider this method as an alternative for the restoration of degraded forests.

Keywords: Restoration, paraná pine, timbo, Misiones

Introducción

La Selva Paranaense es uno de los ecosistemas más biodiversos y considerado entre los más vulnerables por la iniciativa Global 200 de WWF (Olson y Dinerstein 2002). Actualmente solo el 7 % de la cobertura original permanece como remanente de una región de 1.700.000 ha consecuencia de la habilitación de tierras para la agricultura y ganadería (Di Bittetti *et al.* 2003). La provincia de Misiones posee *ca.* 1.200.000 ha (UMSEF, 2008) de cobertura boscosa siendo el mayor remanente de esta formación. Sin embargo, una gran parte de esta superficie se encuentra con diferentes grados de degradación y sometida a tasas de deforestación elevadas respecto al promedio mundial (UMSEF, 2005). Gran parte de esta superficie se encuentra bajo diferentes grados de degradación como resultado de el aprovechamiento forestal sin la aplicación de técnicas silvícolas que permitan la regeneración y recuperación del mismo (Mac Donagh y Ribero, 2006).

La recuperación de áreas degradadas a recibido atención en las últimas décadas como respuesta a la necesidad de recuperar las funciones de los ecosistemas y el potencial productivo de amplias áreas en el trópico (Kozłowski, 2000; Souza y Batista, 2003). Las estrategias de recuperación consideran la realización de plantaciones de enriquecimiento, plantaciones en macizo o siembra directa, descartando el abandono de estas áreas para que la recuperación se realice de manera espontánea debido a las limitaciones para la regeneración en estos ambientes (Parrota *et al.*, 1997; Kozłowski, 2000). Diferentes autores mencionan a la siembra directa como un procedimiento económico y con resultados satisfactorios para la implementación de planes de restauración de áreas degradadas (Engel y Parrota, 2001; Cole *et al.*, 2011). En líneas generales, la elección de especies aptas para la siembra directa incluye aspectos tales como disponibilidad de semillas, alta viabilidad, posibilidad de almacenamiento, tamaño de semilla, altas tasas de crecimiento de las plántulas, baja sensibilidad a la competencia, amplio rango de tolerancia a la sombra entre otros (Doust *et al.*, 2008).

Existen antecedentes exitosos en siembra directa de *Enterolobium contortisiliquum* y *Peltophorum dubium* (Meneghello y Mattei 2004; Soares y Ribeiro Rodrigues 2008; Ferreira *et al.*, 2009; Lacerda y Figueiredo 2009), mientras que en el caso de *A. angustifolia* estos antecedentes se refieren principalmente al establecimiento de forestaciones comerciales de la especie mediante siembra directa a campo (Jankauskis, 1972; Fassola *et al.*, 1999).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la supervivencia y desarrollo bajo siembra directa a campo de dos especies nativas bajo dos tratamientos de preparación del sitio.

Materiales y métodos

La experiencia se desarrolló en el Campo Anexo Manuel Belgrano, en el Departamento Manuel Belgrano (Provincia de Misiones), dependiendo administrativamente de la Estación Experimental Agropecuaria Montecarlo del INTA. El Campo cuenta con una superficie de 2.147 ha, geográficamente se ubica a los 26° 04' de Latitud Sur y a los 53° 45' de 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. 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 2137,5 mm (Correa *et al.*, 2003).

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 megapotamica* (Laurel negro), *Balfourodendron riedelianum* (Guatambú), *Ilex paraguariensis* (Yerba mate), *Patagonula americana* (Guayaibi-rá), entre otras. El estrato herbáceo se encuentra formado por varias especies del género *Doryopteris*, *Hydrocotyle*, *Olyra*, etc. Entre las epifitas se destacan los géneros *Polypodium*, *Peperomia*, *Asplenium*, entre otras. Los bosques de esta propiedad han sido sometidos a aprovechamientos selectivos en los años 60-70, sin registrarse nuevas intervenciones ni prácticas de manejo hasta el presente.

Se realizaron transectas de 2 m x 30 m orientadas este-oeste aplicando 2 tratamientos: a) macheteado de la vegetación y escarificado del suelo; b) macheteado de la vegetación lo más cercano al suelo posible. La vegetación consistía en un entramado de lianas, tacuaras, enredaderas y herbáceas. En cada una de ellas se sembraron semillas de *Enterolobium contortisiliquum*, *Peltophorum dubium* y *Araucaria angustifolia* en subparcelas de 5 m x 2 m intercaladas con parcelas del mismo tamaño y con el mismo tratamiento. Se colocaron 2 semillas por golpe cada 0,5 m en tres líneas separadas 0,5 m. Cada especie fue sembrada en una única línea. La siembra fue llevada a cabo en el mes de Agosto y se realizaron tres repeticiones con una separación de ca. 100 m entre ellas. En el mes de Septiembre se debió realizar una nueva siembra de *E. contortisiliquum* por la predación total de las semillas. Las semillas de *E. contortisiliquum* y *P. dubium* fueron escarificadas con papel de lija y sumergidas en agua durante 12 horas como tratamiento pre germinativo.

Se realizaron mediciones periódicas a fin de determinar porcentajes de supervivencia de las plántulas. En el caso de la medición a los 6 meses se determinó la altura de todos los individuos presentes de las especies consideradas.

Debido a la escasa germinación de *P. dubium* y a la rápida predación de las semillas de *A. angustifolia* en el tratamiento de escarificado los datos se analizaron mediante pruebas de comparación de medias de Tukey a los 6 meses y 18 meses de instalado el ensayo. En el caso de *E. contortisiliquum* se evaluó la supervivencia y crecimiento en los tratamientos de escarificado y macheteado. Posteriormente se realizaron comparaciones de supervivencia y crecimiento para *E. contortisiliquum* y *A. angustifolia* para el tratamiento de macheteado exclusivamente.

Resultados

Supervivencia a los 6 meses

La supervivencia de *E. contortisiliquum* fue variable, especialmente en el tratamiento de macheteado (Figura 1A) y no resultó significativa entre tratamientos ($t:1,56$; $p:0,19$). Sin embargo, se verificó una tendencia a una mayor supervivencia en el tratamiento de escarificado del suelo con un valor de 67 % respecto al 29% correspondiente al tratamiento de macheteado.

La supervivencia de *A. angustifolia* respecto a *E. contortisiliquum* en el tratamiento de macheteado no resultó significativa ($t:-1,34$; $p:0,25$). *A. angustifolia* presentó una supervivencia del 59 %, mientras que *E. contortisiliquum* presentó una supervivencia variable con un valor promedio de 29% (Figura 1B).

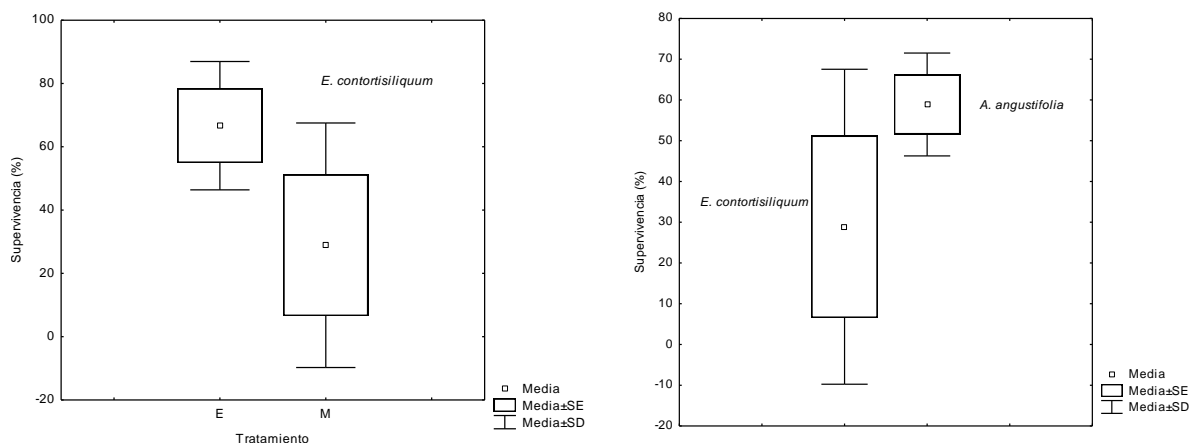


Figura 1. A) Supervivencia (%) a los 6 meses desde la siembra de *E. contortisiliquum* en los tratamientos de escarificado del suelo y macheteado de la vegetación; B) Supervivencia (%) de *E. contortisiliquum* y *A. angustifolia* a los 6 meses desde la siembra en el tratamiento de macheteado de la vegetación.

Figure 1. A) Survival (%) at 6 months from seeding of *E. contortisiliquum* in soil scarification and weeding treatments; B) Survival (%) at 6 months from seeding of *E. contortisiliquum* and *A. angustifolia* in weeding treatment.

Supervivencia a los 18 meses

La supervivencia de *E. contortisiliquum* fue variable, especialmente en el tratamiento de macheteado (Figura 2A) y no resultó significativa entre tratamientos ($t:1,72$; $p:0,16$). Sin embargo, se verificó una tendencia a una mayor supervivencia en el tratamiento de escarificado del suelo con un valor de 62 % respecto al 24% correspondiente al tratamiento de macheteado.

La supervivencia de *A. angustifolia* respecto a *E. contortisiliquum* en el tratamiento de macheteado no resultó significativa ($t:-1,34$; $p:0,24$). *A. angustifolia* presentó una supervivencia del 50 %, mientras que *E. contortisiliquum* presentó una supervivencia variable con un valor promedio de 24% (Figura 2B).

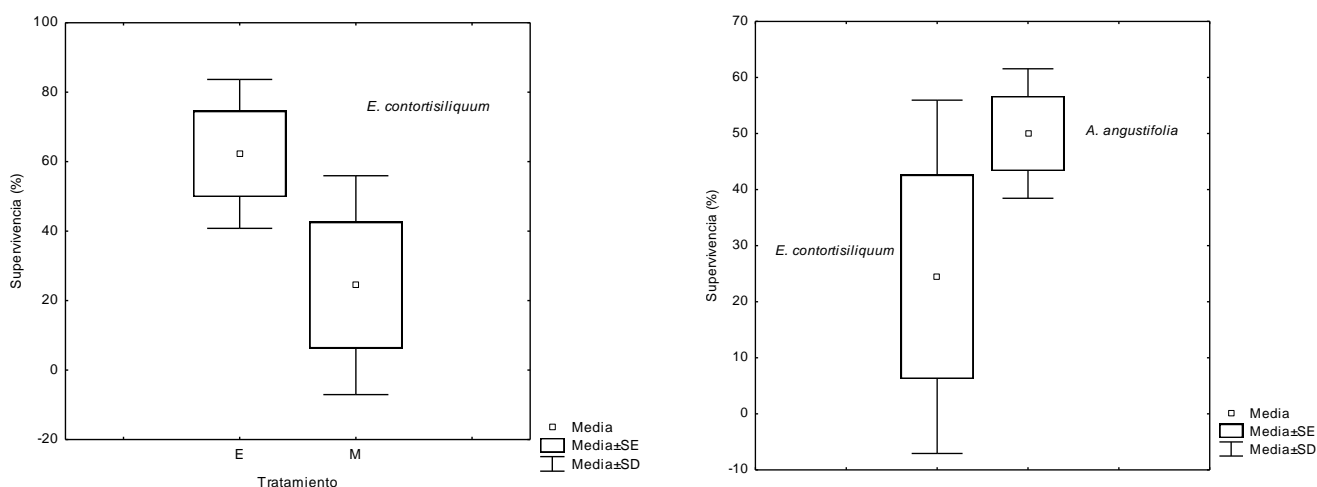


Figura 2. A) Supervivencia (%) a los 18 meses desde la siembra de *E. contortisiliquum* en los tratamientos de escarificado del suelo y macheteado de la vegetación; B)

Supervivencia (%) de *E. contortisiliquum* y *A. angustifolia* a los 6 meses desde la siembra en el tratamiento de macheteado de la vegetación.

Figure 2. A) Survival (%) at 18 months from seeding of *E. contortisiliquum* in soil scarification and weeding treatments; B) Survival (%) at 18 months from seeding of *E. contortisiliquum* and *A. angustifolia* in weeding treatment.

Crecimiento en altura a los 6 meses

El crecimiento de *E. contortisiliquum* resultó significativamente mayor ($t:3,03$; $p:0,003$) en el tratamiento de escarificado del suelo con 35,4 cm de altura respecto al crecimiento exhibido en el tratamiento de macheteado con 22,5 cm de altura (Figura 3A).

En el caso del tratamiento de macheteado, *A. angustifolia* presentó un crecimiento significativamente mayor ($t:-3,15$; $p:0,002$) respecto a *E. contortisiliquum* con 28,9 cm y 22,5 cm de altura respectivamente (Figura 3B).

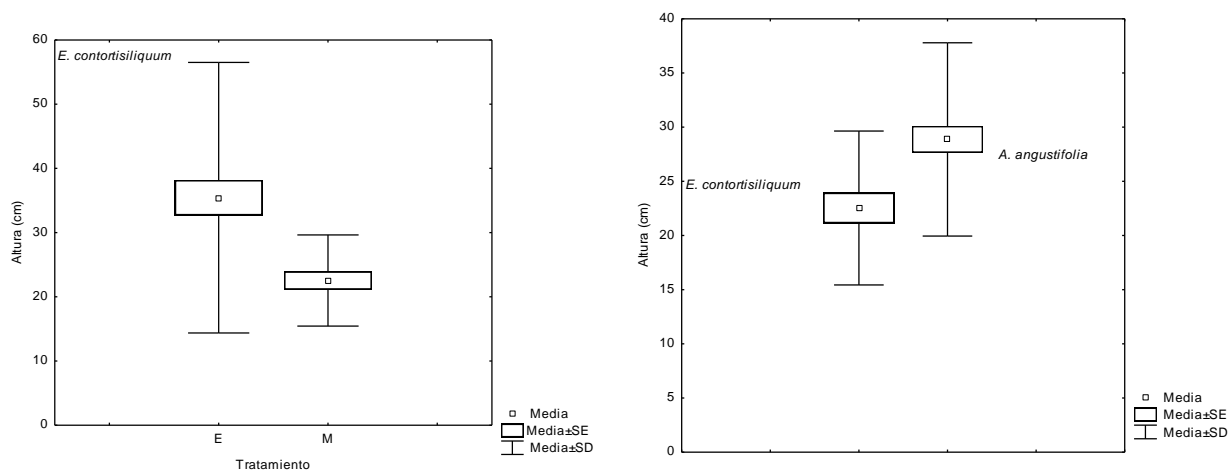


Figura 3. A) Altura (cm) a los 6 meses desde la siembra de *E. contortisiliquum* en los tratamientos de escarificado del suelo y macheteado de la vegetación; B) Altura (cm) de *E. contortisiliquum* y *A. angustifolia* a los 6 meses desde la siembra en el tratamiento de macheteado de la vegetación.

Figure 3. A) Hight (cm) at 6 months from seeding of *E. contortisiliquum* in soil scarification and weeding treatments; B) Hight (%) at 6 months from seeding of *E. contortisiliquum* and *A. angustifolia* in weeding treatment.

Crecimiento en altura a los 18 meses

El crecimiento de *E. contortisiliquum* resultó no significativo ($t:1,94$; $p:0,05$) en el tratamiento de escarificado del suelo con 71,0 cm de altura promedio respecto al crecimiento exhibido en el tratamiento de macheteado con 49,9 cm de altura (Figura 4A). Esta especie presentó valores máximos de 213 cm en el tratamiento de escarificado y 110 cm en el tratamiento de macheteado (datos no presentados).

En el caso del tratamiento de macheteado, *A. angustifolia* no presentó un crecimiento significativamente mayor ($t:1,29$; $p:0,202$) respecto a *E. contortisiliquum*. Sin embargo, los valores promedio de altura fueron mayores en *E. contortisiliquum* con 49,8 cm respecto a *A. angustifolia* con 44,3 cm en contrapartida a lo observado a los 6 meses de instalado el ensayo (Figura 4B).

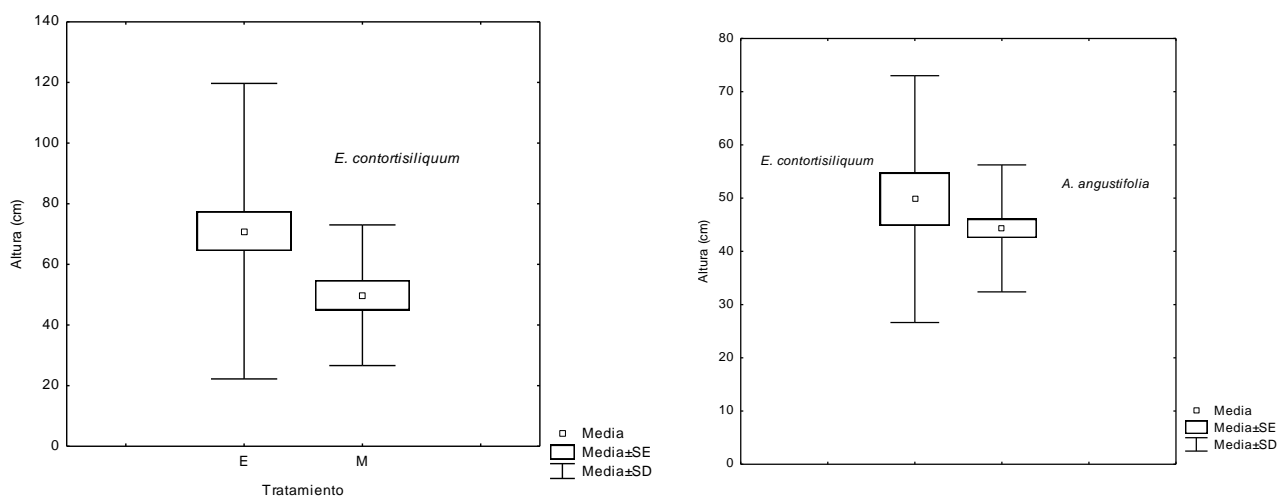


Figura 4. A) Altura (cm) a los 18 meses desde la siembra de *E. contortisiliquum* en los tratamientos de escarificado del suelo y macheteado de la vegetación; B) Altura (cm) de *E. contortisiliquum* y *A. angustifolia* a los 18 meses desde la siembra en el tratamiento de macheteado de la vegetación.

Figure 4. A) Hight (cm) at 18 months from seeding of *E. contortisiliquum* in soil scarification and weeding treatments; B) Hight (%) at 18 months from seeding of *E. contortisiliquum* and *A. angustifolia* in weeding treatment.

Discusión

Los valores de supervivencia presentados por *E. contortisiliquum* en los tratamientos de macheteado y escarificado del suelo reflejan la posibilidad de utilizar esta especie en situaciones de recuperación de bosques degradados. Los valores de supervivencia en el tratamiento de escarificado resultaron superiores a los presentados por Lacerda y Figueiredo (2009) quienes reportan valores de 31 % de supervivencia a los 6 meses de estudio para la misma especie en Brasil, mientras que los valores del tratamiento de macheteado fueron similares. Meneghello y Mattei (2004) informaron valores inferiores al 49 % y 31 % de supervivencia para *E. contortisiliquum* con la utilización de herbicida y carpidas como métodos de control de la vegetación competidora. En contrapartida, Ferreira *et al.* (2009) informaron valores de 100 % de supervivencia para la especie durante los 3 primeros meses. En todos los casos, los autores reportan bajas tasas de mortalidad para la especie a partir de las primeras semanas luego de la emergencia de las plántulas. En este estudio es posible observar que los valores no cambian de manera considerable entre los momentos de medición (6 y 18 meses). Esta situación permitiría suponer que la emergencia de las semillas y las primeras semanas post-emergencia resultan cruciales para el éxito de la siembra de esta especie. A pesar de la falta de significancia entre los valores de supervivencia entre los tratamientos, la tendencia a presentar una mayor supervivencia y una menor variación en el tratamiento de escarificado del suelo hace suponer que esta técnica permitiría lograr los mejores resultados. La baja supervivencia promedio en el tratamiento de macheteado resulta en una incertidumbre elevada al momento de evaluar este tratamiento.

En el caso de *A. angustifolia* la supervivencia en el tratamiento de macheteado fue similar o levemente superior a los valores de 44 % informados por Fassola *et al.* (1999) y similar a los valores presentados por Jankauskis (1972) para siembra de *A. angustifolia* para plantaciones comerciales. Al igual que *E. contortisiliquum*, esta especie presento valores

similares de supervivencia para las dos mediciones, indicando que la germinación y la supervivencia durante las primeras semanas post-emergencia son cruciales para el éxito de la siembra de esta especie.

Si bien las diferencias entre las dos especies en el tratamiento de macheteado no fueron significativas, la tendencia a una mayor supervivencia de *A. angustifolia* puede deberse a la mayor disponibilidad de sustancias de reserva en esta especie. Estas reservas le permitirían una mayor supervivencia en condiciones de competencia con el resto de la vegetación que no poseería *E. contorsiliquum* con semillas de menor tamaño (Doust *et al*, 2008)

A pesar de lo expuesto, tanto la predación de las semillas de *E. contortisiliquum* que obligo a la realización de una resiembra en el tratamiento de escarificado como la predación total de las semillas de *A. angustifolia* en el mismo tratamiento sugieren la necesidad de utilizar barreras físicas o repelentes para evitar predación de las semillas o plántulas.

La escasa o nula geminación de *Pelthophorum dubium* podría deberse a diferentes factores. Por un lado, es posible que las semillas no hayan tenido un buen poder germinativo, hayan sufrido una predación temprana no detectada o que las condiciones del sitio no hayan sido favorables para esta especie. Doust *et al.* (2006) señalan que el éxito de la siembra directa de arboles esta relacionada a las características del micrositio y el tamaño de las semillas. Estos autores mencionan a las semillas pequeñas o medianas como poco efectivas para la realización de siembras directas. En nuestro caso *P. dubium* podría considerarse una especie con semillas medianas y por lo tanto podría explicar parcialmente la nula germinación de la especie.

El mayor crecimiento en altura de *E. contortisiliquum* en el tratamiento de escarificado respecto al de macheteado hasta los 6 meses podría reflejar el efecto de la competencia del resto de la vegetación con las plántulas. Sin embargo, la dispersión de los datos reflejaría el efecto de los micrositios sobre el desarrollo de las mismas. El ensayo fue instalado en condiciones de bosque degradado y por lo tanto existen algunos arboles de diferentes alturas que podrían generar situaciones diferenciales de luminosidad y diferentes condiciones de temperatura y humedad del suelo. Estas situaciones influyen sobre el desarrollo de las plántulas, ya sea por diferenciales de radiación y situaciones de estrés térmico y/o hídrico que se manifiestan mediante diferentes tasas de crecimiento (Kozlowski, 2002; Dawling y Burslem, 2008). Posteriormente, la falta de diferencias significativas a los 18 meses estaría relacionada a un mayor crecimiento de los individuos del tratamiento de macheteado reflejado en la mayor dispersión de los datos. Posiblemente esto se deba a que algunos individuos del tratamiento del macheteado hayan podido superar la competencia de la vegetación remanente y que los individuos del tratamiento de escarificado hayan experimentado competencia con la abundante regeneración de especies pioneras (Obs.pers., datos no presentados) como *Trema micrantha* y *Solanum granulosum-leprosum*. A pesar de ello, las diferencias continuaron siendo marcadas reflejando la tendencia en el efecto del tratamiento.

El crecimiento de *A. angustifolia* en el tratamiento de macheteado resulto similar a los mencionados por la literatura (Mósen y Dillenburg, 2004; Coutinho y Dillenburg, 2010). Sin embargo, a los 18 meses fue superada por *E. contortisiliquum* posiblemente debido a menores tasas de crecimiento y a que los individuos de *E. contortisiliquum* hayan superado la competencia con la vegetación remanente. *A. angustifolia* es una especie que tolera la sombra y la competencia durante los estadios juveniles, presentando tasa de crecimiento bajas aun en condiciones de buena disponibilidad de luz. Por su parte *E. contortisiliquum* es una especie demandante de luz y exhibe crecimientos elevados en situaciones de alta disponibilidad de radiación.

En virtud a lo expresado ambas especies serian aptas para la realización de siembras directas a campo por presentar tasas de supervivencia aceptables, buenos crecimientos sumado a características como disponibilidad de semillas y facilidad en la cosecha de las

mismas. Asimismo deberían evaluarse técnicas de protección física o química de semillas y plántulas y su efecto sobre la supervivencia y el crecimiento de las especies involucradas.

Conclusiones

E. contortisiliquum presentó tasas aceptables de supervivencia y crecimiento en las condiciones ensayadas. *A. angustifolia* presentó una mejor performance de supervivencia y crecimiento en solo el tratamiento de eliminación o macheteado de la vegetación. Estos resultados hacen a estas especies potencialmente aptas para la recuperación de áreas degradadas mediante siembra directa. Sin embargo es necesario continuar con experiencias que incluyan un mayor número de especies y otras alternativas de preparación del sitio y de protección de los renovales para aumentar el abanico de especies y lograr tasas mayores de supervivencia y crecimiento.

Bibliografía

- BROKAW, N.V.L. 1985. Gap-phase regeneration in a tropical forest. *Ecology* 66: 682-687.
- CABRERA, A.L. 1976. Regiones Fitogeográficas Argentinas. Buenos Aires: Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. 2° ed., Tomo II, 85p.
- CAMPANELLO, P.I.; Gatti, M.G.; Ares, A.; Montti, L.; Goldstein, G. 2007. Tree regeneration and microclimate in a liana and bamboo-dominated semideciduous Atlantic Forest. *Forest Ecology and Management*. 252: 108-117.
- COLE, R.J.; Holl, K.D.; Keene, C.L.; Zahawi, R.A. 2011. Direct seeding of late-successional trees to restore tropical montane forest. *Forest Ecology and Management* 261: 1590-1597.
- CORREA DE TEMCHUK, M; Olinuk, JA; Pedemonte, R. 2003. Contornos de lluvia para la provincia de Misiones. Análisis geostatístico. Informe Técnico 85. EEA Cerro Azul. 23p.
- COUTINHO, A.L.; Dillenburg, L.R. 2010. Comparison of seedling growth among three co-occurring varieties of *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze under greenhouse conditions. *Acta Botánica Brasilica* 24: 567-570.
- DAWKINS, H.C.; Philip, M.S. 1998. Tropical Moist Forest Silviculture and Management. A history of success and Failure. CAB International. Oxfordshire. Reino Unido. 359 p.
- DAWLLING, J.W; Burlem, D.F.R.P. 2008. Anthropogenic disturbance in tropical forests: toward a functional understanding of seedling responses. En *Seedling Ecology and Evolution*. Editado por Leck, M.A.; Parker, V.T. y Simpson R.L. Cambridge University Press. Londres. P 332-351.
- DENSLOW, J.S. 1980. Gap partitioning among rainforest trees. *Biotropica* 12: 47- 55.
- DI BITETTI, M.S; Placci, G; Dietz, L.A. 2003. Una Visión de Biodiversidad para la Ecorregión del Bosque Atlántico del Alto Paraná: Diseño de un Paisaje para la conservación de la Biodiversidad y prioridades para las acciones de conservación. Washington, D.C., World Wildlife Fund.
- DOUST, S.J.; Erskine, P.D.; Lamb, D. 2006. Direct seeding to restore rainforest species: Microsite effects on the early establishment and growth of rainforest tree seedlings on degraded land in the wet tropics of Australia. *Forest Ecology and Management* 234: 333-343.
- DOUST, S.J.; Erskine, P.D.; Lamb, D. 2008. Restoring rainforest species by direct seeding: Tree seedling establishment and growth performance on degraded land in the wet tropics of Australia. *Forest Ecology and Management* 256: 1178-1188.
- FASSOLA, H.R.; Aleganza D.A.; Kuzdra, H.; Marquez, S. 1999. Resultados de un ensayo de producción de plantines de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O.K. en distintos tipos de envases. *Yvyreeta* 9: 4-9.
- FERREIRA, R.A.; Santos, P.L.; Guimarães de Aragão, A.; Silva Santos, T.I.; dos Santos Neto, E.M.; da Silva Rezende, A.M. 2009. Semeadura direta com espécies florestais na implantação de mata ciliar no Baixo São Francisco em Sergipe. *Scientia Forestalis* 37: 37-46.
- GRISCOM, B.W.; Ashton, P.M.S. 2003. Bamboo control of forest succession: *Guadua sarcocarpa* in Southeastern Perú. *Forest Ecology and Management* 117: 445-454.
- JANKAUSKIS, J. 1972. Ensaio de plantio de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. *Floresta* 4: 54-62.
- KOZLOWSKI, T.T. 2002. Physiological ecology of natural regeneration of harvested and disturbed forest stands: Implications for forest management. *Forest Ecology and Management* 158: 195-221.
- LACERDA, D.M.A.; Figueiredo, P.S. 2009. Restauração de matas ciliares do rio Mearim no município de Barra do Corda-MA: seleção de espécies e comparação de metodologias de reflorestamento. *Acta Amazonica* 39: 395-304.
- LAMPRECHT, H. 1990. Silvicultura en los trópicos. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). República Federal Alemana.
- MAC DONAGH, P.; Ribero, L. 2006. ¿ Es posible el uso sustentable de los bosques de la Selva Misionera?. En: La Situación Ambiental de la Argentina 2005. Brown, A., U. Martinez Ortiz, M. Acerbi y J. Corcuera (Eds.) Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires. Pp 210-217.

- MENEGHELLO, G.E.; Mattei, V.L. 2004. Semeadura direta de timbaúva (*Enterolobium contortisiliquum*), canafistula (*Peltophorum dubium*) e cedro (*Cedrela fissilis*) em campos abandonados. *Ciencia Florestal* 14: 21-27.
- MÓSENA, M.; Dillenburg, L.R. 2004. Early growth of brazilian pine (*Araucaria angustifolia* [Bertol.] Kuntze) in response to soil compaction and drought. *Plant and Soil* 258: 296-306.
- OLIVEIRA-FILHO, A.T.; Vilela, E.A.; Gavilanes, M.L.; Carvalho, D.A., 1994. Effect of flooding regime and understorey bamboos on the physiognomy and tree species composition of a tropical semideciduous forest in Southeastern Brazil. *Vegetatio* 113: 99-124.
- OLSON, D.M.; Dinerstein, E. 2002. The global 200: Priority ecoregions for global conservation. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 89: 129-224.
- PARROTA, J.A.; Turnbull, J.W.; Jones, N. 1997. Catalyzing native forest regeneration on degraded tropical lands. *Forest Ecology and Management* 99:1-7.
- PEREIRA Jr., R.; Zweede, J.; Asner, G.P.; Keller, M. 2002. Forest canopy damage and recovery in reduced-impact and conventional selective logging in eastern Para, Brazil. *Forest Ecology and Management*. 168: 77-89.
- PÉREZ-SALICRUP, D. R. 2001. Effect of liana cutting on tree regeneration in a liana forest in amazonian Bolivia. *Ecology* 82: 389-396.
- PUTZ, F.E. 1984. The natural history of lianas on Barro Colorado Island, Panamá. *Ecology* 65: 1713-1734.
- ROTHER, D.C.; Rodrigues, R.R.; Pizo, M.A. 2009. Effects of bamboo stands on seed rain limitation in a rainforest. *Forest Ecology and Management* 257: 885-892.
- SCHNITZER, S.A.; Bongers, F. 2002. The ecology of lianas and their role in forests. *Trends in Ecology and Evolution*. 17: 223-230.
- SCHNITZER, S.A.; Bongers, F. 2002. The ecology of lianas and their role in forests. *Trends in Ecology and Evolution* 17: 223-230.
- SOARES, P.G.; Ribeiro Rodrigues, R. 2008. Semeadura direta de leguminosas florestais: efeito da inoculação com rizóbio na emergência de plântulas e crescimento inicial no campo. *Scientia Forestalis* 36: 115-121.
- TABARELLI, M.; Mantovani, W. 2000. Gap-phase regeneration in a tropical montane forest: the effects of gap structure and bamboo species. *Plant Ecology* 148: 149-155.
- UMSEF. 2005. Mapa forestal provincia de Misiones. Actualización Año 2002. Dirección de bosques. Secretaría de ambiente y desarrollo sustentable. 24p.
- UMSEF. 2008. Pérdida de bosque nativo en el período 1998-2006 en la región selva misionera. Superficie deforestada, destino de las áreas y características dasométricas de los bosques sustituidos. Dirección de bosques. Secretaría de ambiente y desarrollo sustentable. 19 p.
- WHITMORE, T.C. 1990. *An Introduction to Tropical Rainforests*. Clarendon Press, Blackwell Publishing, Ltd., Oxford.

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LA MICRO-CUENCA DEL ARROYO GUIRAY (SAN VICENTE, MISIONES).

ENVIRONMENTAL DIAGNOSIS OF THE MICRO-BASIN OF THE CREEK GUIRAY (SAN VICENTE, MISIONES).

Alves Do Porto., M¹; Albarracín., S²& Sosa., A²

¹ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) – AER San Vicente. maadporto@hotmail.com

² Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) – EEA Cerro Azul, Misiones. CC 6, CP 3313.
albarracin_silvia@yahoo.com.ar

Resumen

El crecimiento de la población humana conjuntamente con el incremento en las actividades industriales y en el uso de recursos, han ocasionado un deterioro ambiental creciente. Es por lo tanto una necesidad, trabajar en el diagnóstico relativo a los cambios en los usos de la tierra. En este trabajo se presenta el diagnóstico ambiental de la micro-cuenca del arroyo Guiray con datos preliminares, y corresponde a la primera etapa de un proceso de ordenamiento territorial. Se emplearon fotografías aéreas y datos provenientes de INDEC e INTA. A partir de las imágenes se observó el incremento de la superficie fragmentada. Complementando esta información con la obtenida de las diversas fuentes, se corroboró la disminución de superficie ocupada por bosques, montes naturales y la de aprovechamiento. Se confirmó el incremento de superficie desmontada destinada para agricultura y/o ganadería. En agricultura, se destina mayor superficie a cultivos perennes, principalmente a yerba mate y té.

Palabras claves: fragmentación, aprovechamiento forestal, agricultura, desmontes.

Summary

The human population growth, the increment in industrial activities and use of resources, have caused a growing environmental deterioration. It is therefore an urgent need, to work in the diagnosis on land use changes. In this work we presented the environmental diagnosis of the micro-basin of the creek Guiray with preliminary information, and corresponds to the first stage of a process of territorial classification. We used aerial photographs and data from INDEC and INTA. We registered from the images the increment in fragmentation. This information together with the obtained from the other sources is in agreement with a decreasing in forests, shrublands and managed areas. There was an increasement in deforested area for agriculture and/or cattle grazing. Was confirmed the increase of dismantled surface destined for agriculture and / or livestock. In agriculture, there is destined major surface of perennial crops , principally to yerba mate and tea.

Key words: fragmentation, forest use, agriculture, deforestation.

Introducción

Durante el curso del siglo XX, los humanos han emergido como la mayor fuerza de cambio alrededor del mundo (Dale & Haeuber, 2000). El crecimiento de la población, el creciente aprovechamiento y explotación de los recursos influyen sobre la sustentabilidad de los sistemas de la tierra, manifestándose en la rápida velocidad de deforestación y alteración de cuencas hídricas; en la extinción de especies; en cambios en la atmósfera tales como el aumento de gases efecto invernadero, la atenuación de ozono y en la transformación extendida de tierras (Lubchenco et al, 1991; Dale & Haeuber, 2000).

La deforestación es uno de los principales vías de las extinción de las especies (Sala et al., 2000; Foley et al., 2005), emisiones de carbono (Houghton, 2003) y cambio climático a escala regional y global (Pielke et al., 2002). La deforestación no solo produce una reducción en el área forestada sino también cambios en la configuración del paisaje (Skole & Tucker, 1993), las cuales pueden contribuir con la degradación del hábitat, afectando las condiciones ecológicas de los bosques remanentes con las consecuencias sobre las migraciones de especies, energía y materia.

Las actividades humanas modifican sistemas naturales en una variedad de sistemas manejados, transformando el paisaje natural en mosaicos de tierras de cultivo, forestaciones y áreas abandonadas en distintos estados de sucesión (Lubchenco et al, 1991). Para prevenir o revertir la degradación de los recursos, su uso o explotación debe realizarse de forma sustentable, definiéndose desarrollo como la modificación de la biosfera y la aplicación de los recursos tanto humanos como financieros, vivos como inanimados, para la satisfacción de las necesidades humanas y para mejorar y enriquecer la calidad de la vida. Un proceso es sustentable, si puede ser mantenido sin interrupción ni pérdida de las cualidades valoradas. Finalmente, el desarrollo sustentable puede definirse como los procesos que tienden a asegurar la satisfacción de las necesidades y aspiraciones de las presentes generaciones sin comprometer las posibilidades de las futuras. Ampliando esta definición clásica, en la Agenda XXI se lo define como un proceso social que busca asegurar la capacidad de una comunidad en un territorio determinado para reproducir no sólo la riqueza (desarrollo económico) sino también la sociedad (desarrollo comunitario) y los recursos naturales (desarrollo ambiental). Por lo tanto, el desarrollo sustentable tiene como centro a los seres humanos presentes y futuros y las necesidades que éstos tienen para vivir plenamente su dignidad (Dale et al, 2000; de Viana, 2001; de Viana et al, 2005).

El presente trabajo identifica diferentes zonas de degradación ambiental mediante el diagnóstico cualitativo del estado actual de los recursos naturales del área de estudio.

Materiales y métodos

El diagnóstico se llevó a cabo en la micro-cuenca del arroyo Guiray, (municipio de San Vicente departamento Guaraní, Misiones). Esta cuenca surca sur-oeste, cubriendo una superficie de 2081 has.

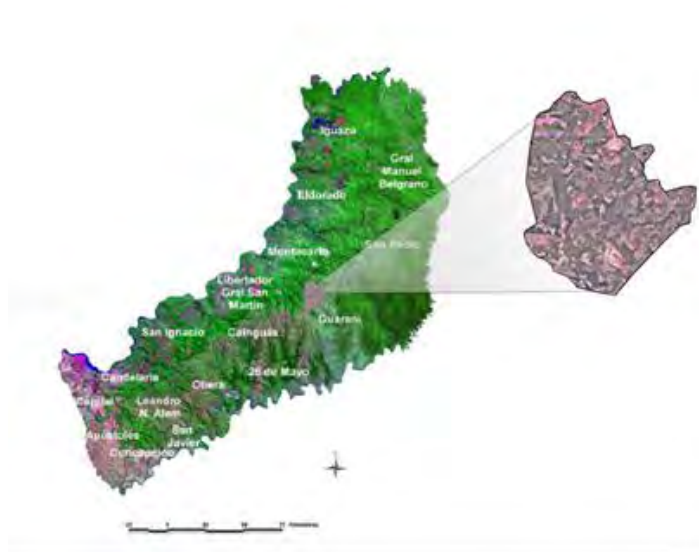


Figura 1. Ubicación de la micro-cuenca del arroyo Guiray (San Vicente).
Figure 1. Location of the micro-basin of the creek Guiray (San Vicente).

El diagnóstico ambiental se llevó a cabo en forma cualitativa mediante un relevamiento de campo (con apoyo de imágenes satelitales y fotografías aéreas) de aspectos tales como suelo, geología, drenaje, clima, rasgos destacados del paisaje, vegetación y uso actual del suelo. El diagnóstico se representó cartográficamente utilizando como herramienta de procesamiento al sistema de información geográfica Arc Gis 9.2

El clima es subtropical sin estación seca, con régimen pluviométrico isohigro. Las isohietas recorren el departamento en dirección norte sur variando en el este 2200 mm y en el oeste 1800 mm, las mayores deficiencias hídricas se dan en los meses de verano. La amplitud térmica es de 9,1 ° C, la temperatura media anual es de 16 ° C. Se presentan escasas heladas pero fuertes con cuatro meses de peligro en especial para lugares bajos. Los vientos son moderados predominado del Sur-Este y Nor-Este, también del Este. (Olinuck y Cardozo, 2011)

Este territorio pertenece a la zona agroeconómica homogénea Noreste (Gunther et. al, 2008). El relieve es montañoso, fuertemente disectado, ondulado. Existe una meseta central preservada. El relieve es escarpado e inclinado causado en parte por una disección de la meseta central preservada, cuyas geoformas típicas son cerros. En el noreste se abre ampliamente y enmarca los valles del Pepirí guazú y gran parte del Uruguay. Presenta numerosos arroyos y ríos, que corren confinados en valles profundos con un proceso de desgaste, en fase juvenil. La meseta central tiene relieve ondulado con pendientes medias y gradientes de 5 a 9% (Ligier et al., 1988).

Como resultado del proceso de erosión geológica activa, predominan suelos someros a moderadamente profundos, pedregosos y/o rocosos, que se extienden sobre las laderas de los cerros. Se trata de Entisoles y Molisoles muy poco evolucionados; en tanto que en pie de laderas, generalmente hacia los cursos de agua, se identifican Inceptisoles de evolución incipiente aunque con presencia de horizontes genéticos. Por último en los sectores cuspidales de los cerros son comunes los afloramientos rocosos de basaltos (Ligier et al., 1988)

Los suelos del área de San Vicente corresponden a los complejos del tipo 9 y 6 (Ligier et al 1988). Los primeros son denominados “tierra colorada”. Son suelos profundos, muy evolucionados, lixiviados, arcillosos, permeables, ácidos o ligeramente ácidos, medianamente fértiles, derivados del basalto y sus fases de erosión. Son aptos para la forestación, y convenientemente compactados para la construcción de terraplenes viales y presas de tierra.

Los segundos, denominados “suelos pedregosos”, son pocos evolucionados, jóvenes, derivados del meláfido alterado y fracturado hasta 2 metros, permeables, fértiles, ácidos. Se lo divide en dos fases: 6A y 6B.

La fase 6A se presenta en paisajes de relieves planos o pocos inclinados, con escaso peligro de erosión. Son los suelos de mayor difusión en Misiones, conocidos como la “tosca” o “toscos”. Son suelos muy fértiles, profundos, donde se encuentra frecuentemente actividad de vida y raíces a profundidades superiores a los 2 metros. Presentan una textura gruesa que dificulta la evaporación, pues su granulometría favorece la penetración del agua de lluvia.

Los suelos del complejo 6B, se extiende en el relieve fuertemente inclinado, con serio riesgo de erosión. Son los suelos menos evolucionados, poco profundos, en lo que la pedregosidad y rocosidad alcanzan sus grados máximos. Donde las condiciones desfavorables llegan a su máxima expresión debe considerarse solo apto para soportar bosques protectores.

La vegetación nativa de la cuenca, muy degradada por acción antrópica, pertenece a la selva subtropical. Las especies nativas dominantes son la *Apuleia leiocarpa*, *Peltophourm dubium*, *Ocotea puberula*, *Cedrela fissilis*. La degradación por efecto de la agricultura ha originado capueras o capuerones. La capuera se define como aéreas abandonadas para su recuperación y colonizadas por especies pioneras como *Solanum auriculatum*, *Baccharis sp.*, *Chusquea ramossisima*. El capuerón es la etapa siguiente, después de algunos años, en la que se produce la regeneración de la selva primitiva con aparición de diversas especies arbóreas como *Nectandra sp.*, *Cecropia adenopus*, *Bastardiopsis densiflora*, entre otras especies.

Resultados

En la micro-cuenca del arroyo Guiray se encuentra asentada la toma de agua potable que abastece al municipio de San Vicente (Figura 2) .

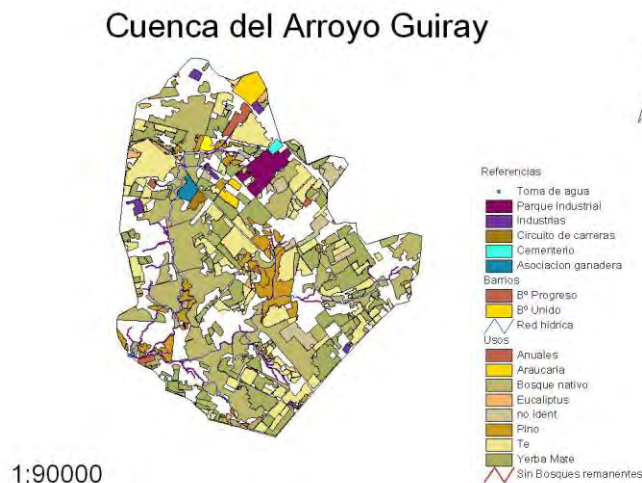


Figura 2. Distintos usos de suelo que se realizan en la micro-cuenca.
Figure 2. Different uses of soil that are realized in the micro-basin.

La actividad productiva principal es la agricultura, dominada por cultivos perennes, particularmente yerba mate y té, ocupando el 39% y el 37% respectivamente del total de la superficie de la cuenca (Gráfico 1).

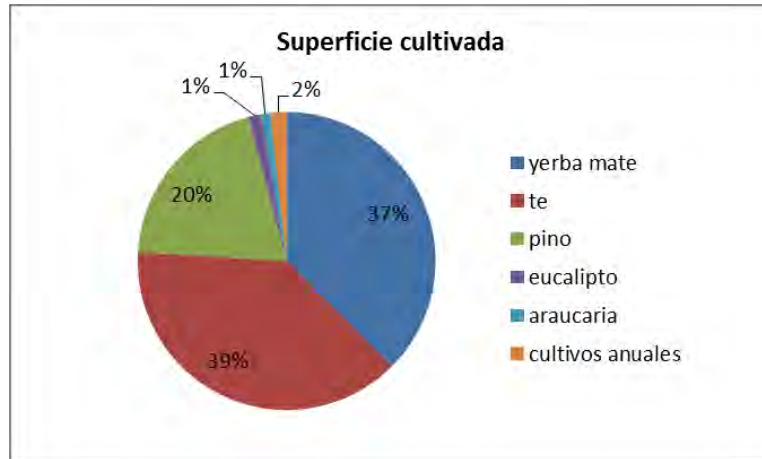


Gráfico 1. Porcentaje de la superficie cultivada en la micro-cuenca.
Figure 1. Percentage of the surface cultivates in the micro-basin

La actividad forestal representa el 20% de la superficie representada con especies de pino y eucalipto (Gráfico1). La agricultura de subsistencia (i. e. Uso Mixto) es dominada por cultivos anuales (tabaco, maíz y mandioca). Esta alta diversidad productiva genera un mosaico con gran heterogeneidad de estructuras en el paisaje (Imagen 1). Los cultivos anuales, principalmente tabaco, son áreas abiertas de pequeña extensión y con importante uso de agroquímicos. Los cultivos perennes están representados principalmente por yerba mate y té, los cuales se practican a campo abierto, aunque algunas veces los yerbatales son manejados con distinto grado y tipo de cubierta forestal.



Imagen 1. Diferentes sistemas productivos en la micro-cuenca.
Imagen 1. Different productive systems in the micro-basin.

En cuanto a la actividad industrial podemos mencionar que existe un sector destinado al parque industrial del municipio, situado en la parte alta de la micro-cuenca. En el mismo se encuentran asentadas industrias destinadas al sector forestal (como aserraderos de madera dura e implantadas) y secaderos de yerba mate.

También se puede apreciar otras industrias como aserraderos, secaderos, frigoríficos vacuno, porcino y avícola; distribuidos en toda la superficie estudiada (Figura 3).

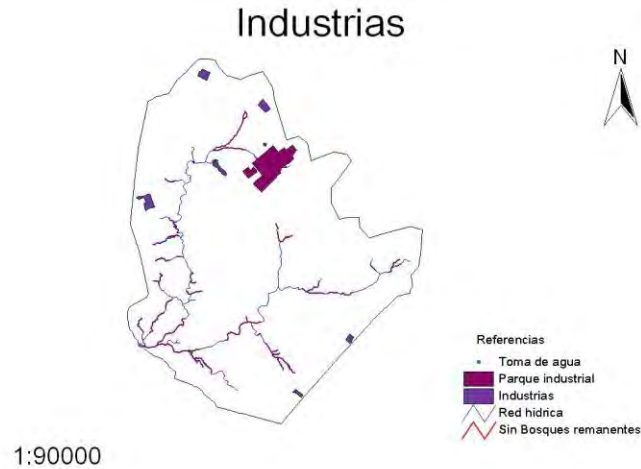


Figura 3. Ubicación de las industrias.
Figure 3. Location of the industries.

En la zona de estudio se encuentran dos asentamientos urbanos importantes. Los mismos se hallan ubicados en la parte alta de la micro-cuenca, los cuales vierten sus efluentes en el arroyo Guiray, constituyendo unos posibles focos de contaminación (Figura 4).



Figura 4. Localización de los asentamientos humanos.
Figure 4. Location of the human accessions

El barrio 25 de mayo está conformado por treinta casas prefabricadas otorgadas por municipio a través de un plan de reubicación de viviendas, con agua potable que lo suministra la cooperativa de agua potable del municipio. Dentro del mismo barrio existe un asentamiento sobre terrenos municipales con alrededor de setenta viviendas precarias, en su gran mayoría compuestas en su totalidad de maderas, con letrinas, el acceso al agua es por medio de pozos de balde sin tratamiento alguno, como así tampoco cuentan con las instalaciones correspondientes para almacenamiento y distribución del agua corriente.

La totalidad de los habitantes del barrio suman ciento diez familias, que por la constitución familiar se puede predecir que habitan entre seiscientos y seiscientos cincuenta personas (fuente: promotora de salud del Hospital Nivel 2 de San Vicente) .

En el barrio Unido sus viviendas son de material en su gran mayoría, pero se pueden encontrar casas de maderas y mixtas. Cuentan con abastecimiento de agua extraído de un pozo perforado con tanque elevado y redes de distribución.

Otras áreas importantes para mencionar que desarrollan sus actividades dentro de la micro-cuenca son: el predio de la Asociación Ganadera del Alto Uruguay del municipio, el circuito de automotokart San Vicente (circuito de carreras de motos y autos) y el cementerio municipal (Figura 5).

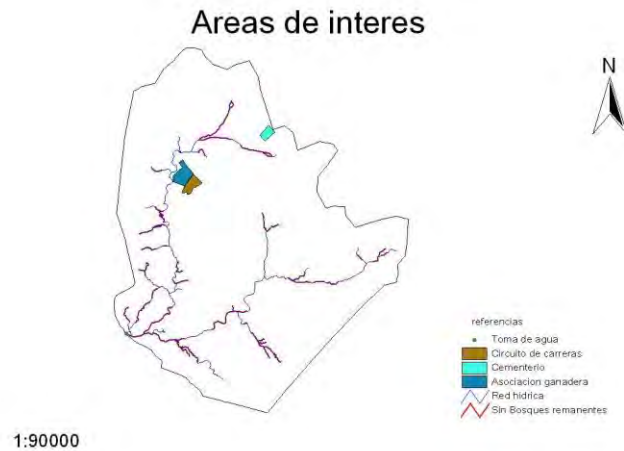


Figura 5. Localización de otras áreas de interés.
Figure 5. Location of other areas of interest.

Conclusiones

Las distintas actividades productivas (cultivos anuales, perennes y forestales) que se realizan en zonas inapropiadas dentro de la zona de estudio, impactan de manera negativa sobre los recursos naturales. Las mismas ocasionan degradación de los suelos (tanto física como química), pérdida de cobertura boscosa en las márgenes de los arroyos, contaminación de las aguas, disminución de los caudales, entre otros.

Otra actividad que tiene sus impactos sobre los recursos naturales es la actividad industrial, al no contar con tratamiento adecuado de sus residuos industriales.

El circuito autódromo (Automotokar San Vicente) está ubicado sobre el predio de un ex basural municipal, a cielo abierto. Esto representa un foco importante de contaminación ya que en el se encuentran depositados restos de metales, pilas, plásticos etc, arrojados durante dos décadas y acumulados en ese lugar sin tratamiento alguno.

La pérdida de los bosques protectores ocasionan en temporadas de lluvias torrenciales importantes daños de erosión en los suelos debido a las fuertes escorrentías, como así también afecta de manera negativa al nivel de los cursos de agua por falta de infiltración.

Bibliografía

Dale, V. & R. Haerber. 2000. Perspectives on land use. Ecological applications. Vol 10 N ° 3.

de Viana, M.L. 2001. Los vínculos humanidad-naturaleza: de los problemas puntuales al cambio global. En: Selección de trabajos, Encuentro de fin de siglo. Cap II: El hombre y el ecosistema: del dominio de la naturaleza a su destrucción. Pp 29-36. Ed. Milor.

de Viana, M.L., M. Quintana y R. Cornejo. 2005. Un mundo en permanente cambio. Temas de Filosofía 9:121-128.

15^{as} Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM - EEA Montecarlo, INTA. 7, 8 y 9 de Junio de 2012 -Eldorado, Misiones, Argentina

- Foley, J, DeFries, R., Asner, G., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S., Chapin, F., Coe, M., Daily, G., Gibbs, H., Helkowski, J., Holloway, T., Howard, E., Kucharik, C., Monfreda, C., Patz, J., Prentice, I., Ramankutty, N., Snyder, P., 2005. Global consequences of land use. *Science* 309, 570–574.
- Gunther, D., Correa, M y Lysiak, E. 2008. Zonas agroeconómicas homogéneas y sistemas de producción predominantes de la provincia de Misiones. Cerro Azul: INTA Cerro Azul. 24 p (Boletín técnico N° 9)
- Houghton, R., 2003. Revised estimates of annual net flux of carbon to the atmosphere from changes in land use and land management 1850–2000. *Tellus* 55B, 378–390.
- Ligier, HD; Matteio, HR; Polo, HL & Rosso, JR. 1988. Mapa de suelos de la provincia de Misiones In: INTA (Ed.), Atlas de suelos de la República Argentina, Buenos Aires, 107-154 pp.
- Lubchenco, Brubaker, Carpenter, Holland, Hubbel, Levin, Macmahon, Matson, Melillo, Money, Peterson, Pulliam, Real, Regal, Risser 1991. Iniciativa para una Biosfera Sustentable: una agenda de investigación ecológica. Prioridades de investigación en Ecología para alcanzar una *Biosfera sustentable*. Informes de la “Ecological Society of America” y del Comité Internacional para un Desarrollo Sustentable.
- Olinuck, J., Cardozo, A. 2011. Informe agrometeorológico de la localidad de Cerro Azul y análisis de las precipitaciones en la provincia de Misiones año 2011. Cerro Azul: INTA Cerro Azul. 24 p (Miscelánea N° 66).
- Pielke, R., Marland, G., Betts, R., Chase, T., Eastman, J., Niles, J., Niyogi, D., Running, S., 2002. The influence of land-use change and landscape dynamics on the climate system: relevance to climate-change policy beyond the radiative effect of greenhouse gases. *Philos. Trans. R. Soc. Lond.* 360, 1705 - 1719.
- Sala, O., Chapin III, F., Armesto, J., Berlow, E., Bloomfield, Dirzo, R., Huber-Sanwald, E., Huenneke, L., Jackson, R., Kinzig, A., Leemans, R., Lodge, D., Mooney, H., Oesterheld, M., Proff, N., Sykes, M., Walker, B., Walker, M., Wall, D., 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* 287, 1770–1774.
- Skole, D., Tucker, C., 1993. Tropical deforestation and habitat fragmentation in the Amazon: satellite data from 1978 to 1988. *Science* 260, 1905–1910.

IMPACTO POR FUEGO Y SUCESIÓN SECUNDARIA EN LA SELVA CON ARAUCARIA DE MISIONES, ARGENTINA.

FIRE IMPACT AND SECONDARY SUCCESSION IN ARAUCARIAN FOREST OF MISIONES, ARGENTINA.

Ríos R. C.

Ing. Forestal Dr., consultor ambiental y profesor de Botánica Tecnicatura Guardaparques UNAM e Instituto Superior San Pedro. Managua N°10, Km 10 Eldorado, Misiones. rioselvas@gmail.com

Resumen

El presente trabajo tiene por objetivo evaluar la estructura y composición de la regeneración natural en dos áreas del Parque Araucaria que sufriera eventos de incendio en los años 1999 y 2007. Fueron utilizados métodos fitosociológicos y estimadores no paramétricos de riqueza de especies. Los datos son discriminados en tres clases de altura y fueron muestreadas 50 (incendio 1999) y 33 parcelas (incendio 2007) con superficie de 20 metros cuadrados e instaladas en forma sistemática. Fueron registradas 45 especies a los 28 meses y 47 especies a los 120 meses después del fuego. El grupo de las pioneras predomina a los 28 meses con la especie *Solanum granuloso leprosum*. A los 120 meses, *Solanum granuloso leprosum* pierde espacio para *Myrsine umbellata* y *Myrsine lorentziana*. En el grupo de las secundarias iniciales *Ocotea puberula* y *Ocotea diospyrifolia* son las principales especies y en el grupo de las secundarias tardías *Araucaria angustifolia*.

Palabras clave: Regeneración natural, fitosociología, estimadores de riqueza.

Summary

The present work aimed the characterization of the natural regeneration structure of a Araucaria Forest in Araucaria Park, Misiones, Argentina. Data from 50 plots and 33 plots (1 x 20 m) were analyzed. All individuals lower than 4,8 cm (DBH) were measured and classified into three height classes. Measurement was taken in 2007 and 2009 and the structure was analyzed by estimating phytosociological parameters, richness and diversity index. It were registered forty-five species 28 months after fire and forty-seven species after 120 months from fire. Initial secondary and pioneer species showed the highest natural regeneration values. *Solanum granuloso leprosum* is the principal species into pioneer group after 28 months. After 120 months, *Myrsine umbellata* y *Myrsine lorentziana* are more important species. *Ocotea puberula* and *Ocotea diospyrifolia* will take space from *Myrsine* spp. and *Araucaria angustifolia* showed the highest values of natural regeneration.

Key words: Natural regeneration, phytosociology, richness estimators.

Introducción

Existe el consenso actual entre ecólogos, biólogos e ingenieros forestales que muchas formas de disturbio en las selvas son importantes componentes de los sistemas naturales y que los impactos provocados por el Hombre son cada vez más intensos, extensos y complejos. Estos impactos dan lugar a las formaciones secundarias, que van en aumento, debido a la

presión provocada por la agricultura, pecuaria, industria y las altas tasas de urbanización en los países tropicales y subtropicales. Según Guariguata y Ostertag (2001), la sucesión en las formaciones secundarias ha sido extensamente descripta pero el entendimiento de cómo las selvas recubren las áreas perturbadas es todavía un tema de estudio e investigación. Estos autores definen sucesión secundaria como la vegetación leñosa que recubre un lugar en sustitución de pasturas, agricultura u otras actividades humanas. La selva de la provincia de Misiones es de naturaleza estacional, pues gran parte de sus especies pierden las hojas en una época del año. La selva con araucaria es el principal tipo forestal del planalto del sur de Brasil y es caracterizado por la presencia de especies arbóreas fitogeográficamente relacionadas a la flora austral-antártica. Numerosos autores han publicado sobre la composición florística de la vegetación del planalto, entre ellos se puede mencionar a Hueck (1978) y Rambo (1953 y 1956). La distribución de la selva con araucaria está entre 24° y 30° S principalmente en elevaciones superiores a 500 msnm y en forma disjunta entre 18° y 24° S entre 1400 y 1800 msnm. La especie característica de esta selva y que además le confiere una fisonomía particular es el Pino Paraná *Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Kuntze. Son escasos los trabajos publicados sobre la regeneración natural de la especie y su posición en la escala sucesional es motivo de discusión. Klein (1960) la catalogó como especie pionera, sin embargo otros autores la consideran como no pionera. La dinámica de la selva con araucaria ya fue abordada por varios estudios paleoecológicos y según Behling (2007) la marcada expansión de la selva con araucaria se inició en el planalto, sustituyendo a los campos hace 930 años AP en el estado de Santa Catarina, 1100 años AP en Rio Grande do Sul, 1400 años AP en Paraná y según Gessert et al. (2011) hace 1860 años AP en Misiones Argentina. La provincia de Misiones está inmersa en la transición de las selvas estacionales y la selva con araucaria, entonces especies como *Araucaria angustifolia*, Canela layana (*Ocotea pulchella*), yerba mate (*Ilex paraguariensis*) y otros componentes típicos se mezclan con grapia (*Apuleia leiocarpa*), anchico colorado (*Parapiptadenia rigida*), rabo itá (*Lonchocarpus leuncanthus*), incienso (*Myrcarpus frondosus*), componentes de la selva estacional. Otros componentes típicos de la selva con araucaria están ausentes en la vegetación actual de Misiones como casca de anta (*Drymis brasiliensis*), piñeirño (*Podocarpus lambertii*), imbuia (*Ocotea porosa*) (RIOS, et al, 2010). Según la clasificación fitogeográfica de Cabrera (1976) en la región noreste de la provincia se encuentra el distrito del Guatambú, timbó y Pino Paraná, un ecotono entre la selva con araucaria y las selvas estacionales. El fuego es un fenómeno natural modelador de ambientes y que está actuando desde el inicio de la formación de los ecosistemas terrestres. En las selvas con araucaria de Brasil y Argentina, el fuego es utilizado por el ser humano desde antes de la colonización europea. Algunos autores discuten la posibilidad de que el Hombre haya participado, aún, de la expansión de la selva con araucaria (Bitencourt y Kraspenhar, 2006; Iriarte y Behling, 2007). El fuego pudo haber contribuido en la definición de los límites y servido de barrera para la expansión de la selva con Araucaria, pues plántulas e individuos jóvenes de araucaria son muy sensibles a las quemaduras (Aubreville, 1949; Klein, 1960). Quemaduras seguidas de varios años de cultivos y quemaduras muy frecuentes pueden eliminar no solo los nutrientes del suelo, sino también la capacidad de regeneración debido a la pérdida del banco de semillas y de micrositios adecuados para el establecimiento (Whitmore, 1983; Gómez-Pompa y Vázquez-Yanes, 1981). El objetivo del presente trabajo es contribuir con el conocimiento de la sucesión secundaria evaluando la regeneración natural en dos áreas afectadas por fuego. La hipótesis testada es que en los primeros 10 años luego de un incendio, las principales especies son de los grupos ecológicos de las pioneras y secundarias iniciales.

Material y métodos

El área de estudio se ubica en el Parque Provincial Araucaria en el municipio y departamento San Pedro, Misiones (23°38'S y 54°06' W). La superficie total del área es de 92 ha y tiene características de parque urbano debido a la proximidad en la ciudad de San Pedro. Según Rau (2005) la media anual de precipitación es de 2360 mm. La temperatura media anual es de 19°C y con pocas variaciones de temperatura de verano e invierno. El suelo del área es de tipo Complejo 9 de CARTA (1963) y se caracteriza por ser arcilloso, profundo, muy evolucionado. La vegetación natural de la región es clasificada como selva misionera (Cabrera, 1976). Fue evaluada la regeneración natural de árboles empleando el método de las parcelas múltiples (Mueller-Dombois y ElleMBERG, 1974). Fueron instaladas 33 parcelas de 20 m² en el área A (incendio 2007) y 50 parcelas de 20 m² en el área B (incendio 1999). Los datos fueron registrados en tres clases de altura; clase I: de 10 cm a 50 cm; clase II de 50,1 a 1 m y clase III de más de un metro de altura hasta 4,8 cm de Dap. Los parámetros analizados fueron: densidad, frecuencia e índice de regeneración.

Estimación de la regeneración natural

$$RNC_{ij} = \frac{DR_{ij} + FR_{ij}}{2}$$

En que:

RNC_{ij} = estimación de la regeneración natural de la i-ésima especie en la j-ésima clase de tamaño de planta en porcentaje; DR_{ij} = densidad relativa para a i-ésima especie en la j-ésima clase de tamaño de regeneración natural; FR_{ij} = frecuencia relativa de la i-ésima especie, en porcentaje, en la j-ésima clase de regeneración natural.

Siguiendo la metodología usada por Volpato (1994), fue realizada la estimativa da regeneración natural total por especie, o sea, la suma de los índices de regeneración natural por clase de tamaño, obteniendo se un índice por especie, come sigue

$$RNT_i = \sum_{j=1}^3 RNC_{ij}$$

En que:

RNT_i = estimativa de la regeneración natural total de la i-ésima especie; RNC_{ij} = estimativa de la regeneración natural de la i-ésima especie en la j-ésima clase de tamaño de planta. La suma de los índices de regeneración natural total (RNT) de todas las especies equivale a 100. La suficiencia de muestreo fue evaluada según la curva media de acumulación de especies, usando para tal fin el remuestreo (100 veces), de forma que el ingreso de las parcelas sea aleatorio. Para tal fue usado o aplicativo computacional EstimateS 7.5 (Colwell 1995).

Riqueza de especies

La riqueza de especies fue estimada mediante el uso del estimador no-paramétricos ICE (*Incidence coverage estimator*), calculado con el aplicativo computacional EstimateS 7.5 (Colwell, 1995), que estima la riqueza de especies que pueden ser registradas en la área muestreada. ICE, requiere el número de especies infrecuentes (que ocurren en pocas unidades de muestreo). Entretanto, este método permite al usuario determinar los límites para que una especie sea considerada rara o infrecuente. En general, son consideradas raras especie con abundancia entre 1 e 10 individuos, e infrecuentes especies con incidencia entre 1 e 10 muestras (Chazdon *et al.* 1998).

Estimador ICE:

$$S_{ICE} = S_{freq} + \frac{S_{infr}}{C_{ICE}} + \frac{Q_1}{C_{ICE}} \gamma_{ICE}^2$$

En que:

S_{freq} = número de especies comunes (encontradas en > 10 parcelas); S_{infr} = número de especies infrecuentes (encontradas en ≤ 10 parcelas); Q_1 = número de especies únicas;

$C_{\text{ICE}} = 1 - Q_1 / N_{\text{infr}}$; N_{infr} : número total de especies infrecuentes; m_{infr} = número de unidades de muestreo con especies infrecuentes.

Comparaciones entre áreas

Las comparaciones de riqueza de especies fueron realizadas con el procedimiento Jackknife 1 o de primer orden como propuesto por Heltshe y Forrester (1983) y Colwell y Coddington (1995).

Resultados y discusión

La composición florística del área incendiada en 2007 fue de 45 especies en regeneración y considerando en detalle los valores de regeneración natural (%) por grupo ecológico, se evidencia el predominio de las pioneras con 49,27% seguidas de las secundarias iniciales (35,54%) y por último las secundarias tardías y las especies clímax que presentan los menores porcentajes (Tabla 1). El área incendiada en 1999 presentó una riqueza de 47 especies y muestra un predominio de las secundarias iniciales (44,07%) cuando consideramos los valores de regeneración natural total (Tabla 2), a las que le siguen las pioneras (37,23%) y por último las secundarias tardías y las clímax.

Tabla 1: Valores de regeneración natural en porcentajes por grupo ecológico 28 meses después del fuego.

Table 1: Natural regeneration values in percentages per ecological groups, 28 months after fire.

Grupos ecológicos	Clase I	Clase II	Clase III	RNT
Pioneras	47,98	41,06	58,78	49,27
Secundarias iniciales	36,64	42,36	27,62	35,54
Secundarias tardías	13,12	8,44	3,92	8,50
Clímax	2,51	8,19	9,69	6,80

Clase I: 0-50 cm; Clase II: 50,5-100 cm; Clase III: 100,5 cm-4,8 cm DAP; RNT: regeneración natural total en porcentaje.

Tabla 2: Valores de regeneración natural en porcentajes por grupo ecológico 120 meses después del fuego.

Table 2: Natural regeneration values in percentages per ecological groups, 120 months after fire.

Grupos ecológicos	Clase I	Clase II	Clase III	RNT
Pioneiras	30,36	38,62	42,72	37,23
Secundárias iniciais	46,83	46,66	38,72	44,07
Secundárias tardias	19,02	6,83	9,08	11,65
Clímax	3,79	7,89	9,48	7,05

Clase I: 0-50 cm; Clase II: 50,5-100 cm; Clase III: 100,5 cm-4,8 cm DAP; RNT: regeneración natural total en porcentaje.

El grupo de las secundarias iniciales predomina en las clases I y II de altura, siendo que las pioneras predominan solo en la clase III de altura, lo que era previsible si consideramos que las secundarias iniciales están ganando espacio a las pioneras. Haciendo un análisis comparativo de las especies predominantes por grupo ecológico en las dos áreas bajo estudio tenemos que en el grupo de la pioneras, 28 meses después del incendio, Fumo bravo (*Solanum granuloso leprosum*) predomina con el 39,39% de la densidad relativa (DR) seguido de Pororo (*Myrsine lorentziana*) con 5,14%. A los 120 meses *Solanum granuloso*

leprosum decae en densidad hasta llegar a 0,51% de la DR, donde el predominio es de Pororoca (*Myrsine umbellata*) con el 28,20% de DR, *Myrsine lorentziana* continua en segundo lugar con 3,70% de DR. En el grupo de las secundarias iniciales tenemos que Camboatá blanco (*Matayba elaeagnoides*) con el 11,55% de DR es seguida de guaicá (*Ocotea puberula*) (8,01% DR) a los 28 meses. Ya a los 120 meses el predominio pasa a ser de *Ocotea puberula* con 16,15% de DR seguida de Laurel ayuí (*Ocotea diospyrifolia*) (12,86% DR) y *Matayba elaeagnoides* en tercer lugar con 4,15% de DR. En el grupo de las secundarias tardías *Araucaria angustifolia* y burro caá (*Casearia silvestris*) ocupan la primera posición con escasa diferencia de la segunda especie con 75 individuos /ha a los 28 meses del incendio. A los 120 meses, *Araucaria angustifolia* predomina en densidad con 1440 individuos /ha y 7,29% de DR. Considerando las especies clímax, tenemos a los 28 meses el por escaso margen de Cocón (*Erythroxylum deciduum*) con 1,60% de DR seguida de guazatunga (*Casearia decandra*) (1,43% DR). A los 120 meses comparten la primera posición *Casearia decandra* (0,71% DR) y *Coussarea contracta* (Tabla 3). Comparando las áreas según la riqueza de especies observamos que a los 28 meses de transcurrido el incendio el área alcanza similar riqueza que el área incendiada hace 120 meses. Se observa en la Figura 1 que el estimador no paramétrico ICE presenta estabilización de la curva de acumulación de especies según el criterio de suficiencia de muestreo propuesto por Cain (1938) y citado por Mueller-Dombois y ElleMBERG (1974). En la Figura 2, haciendo la comparación de las dos situaciones se verifica que no existe diferencia significativa entre ellas dado por el procedimiento JACKKNIFE 1 (Heltsh y Forrester, 1983). Se puede afirmar que la regeneración de la selva secundaria de 28 meses alcanza la riqueza de una formación de 120 meses de existencia.

Tabla 3: Valores de densidad absoluta y relativa por levantamiento y por grupo ecológico 28 y 120 meses después del fuego.

Table 3: Absolute and relative density values per survey and ecological groups 28 and 120 months after fire.

Grupo ecológico	28 meses		120 meses	
	DA	DR	DA	DR
Pioneras				
<i>Solanum granulosum leprosum</i> Dunal	3929	39,29	100	0,51
<i>Myrsine lorentziana</i> (Mez.) Arechav.	514	5,14	730	3,70
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	438	4,38	5570	28,20
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	320	3,20	360	1,82
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	143	1,43	-	-
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	33	0,34	-	-
Secundaria inicial				
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk	1155	11,55	820	4,15
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	801	8,01	3190	16,15
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	-	-	2540	12,86
<i>Allophylus edulis</i> (A.St-Hil., A.Juss.e Cambess) Radlk.	278	2,78	-	-
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	118	1,18	450	2,28
<i>Ocotea pulchella</i> (Nees) Mez	109	1,10	280	1,42
Secundaria tardía				
<i>Casearia silvestris</i> Sw.	75	0,76	240	1,22
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	75	0,76	1440	7,29
<i>Annona emarginata</i> Schltld	67	0,67	-	-
<i>Prunus myrtifolius</i> (L.) Urb.	50	0,51	-	-
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees et Mart. Ex Nees	33	0,34	230	1,16
Clímax				
<i>Erythroxylum deciduum</i> A. St.-Hil.	160	1,60	60	0,30
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	143	1,43	140	0,71
<i>Ilex brevicuspis</i> Rissek	101	1,01	80	0,41
<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.- Hil.	50	0,51	-	-
<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng) Mart.	33	0,34	-	-
<i>Coussarea contracta</i> (Walp.) Müll. Arg.	-	-	140	0,71

DA: densidad absoluta; DR: densidad relativa

Considerando los resultados expuestos se puede sostener que el proceso de regeneración natural luego de un disturbio por fuego en la selva estudiada es muy intenso y con una dinámica de fácil interpretación observando a las especies por grupos ecológicos. En áreas perturbadas, el inicio del proceso de sucesión secundaria está caracterizado por las especies pioneras y secundarias iniciales. Una característica notable y registrada en el presente estudio es la dominancia de pocas especies pioneras y secundarias iniciales como registrado en otras áreas de Misiones (Ríos et al, 1999) y de América, especialmente la región amazónica (Benítez-Malvido y Martínez Ramos, 2003). En términos de densidad, *Solanum granuloso leprosum* registró una caída estrepitosa desde los primeros estadios de la sucesión. La alta mortalidad es un proceso normal en esa etapa como comprobado por Saldarriaga y Uhl, 1991; Walschburger y Hildebrand, 1991. Deschamps y Ochoa (1987) en una cronosecuencia de formaciones secundarias en Misiones reportaron que a los 5 años del proceso sucesional, un predominio de *Solanum granuloso leprosum* y Chirca (*Baccharis dracunculifolia* DC). A los 15 años todavía estaba *Solanum granuloso leprosum* seguido de loro blanco (*Bastardiopsis densiflora* (Hook. E Arn.Hassl.) y mandioca brava (*Manihot flavilifolia* Pohl.). En este trabajo, transcurridos 120 meses del incendio, las especies de los grupos de las secundarias iniciales y pioneras son las que presentan mayores porcentajes de regeneración natural. Analizando las clases de altura, se percibe que las pioneras están cediendo espacio a las secundarias iniciales pues predominan en la clase III de altura siendo que las secundarias iniciales dominan en las dos primeras clases de altura.

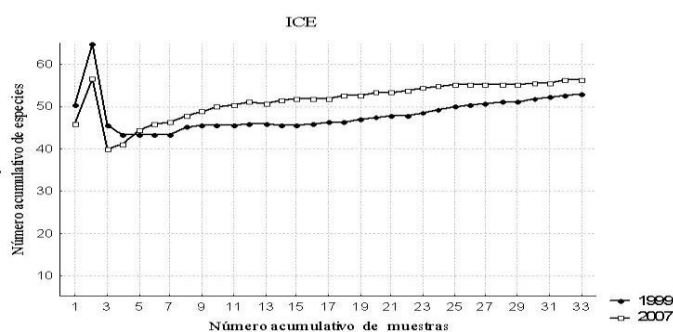


Figura 1: Estimador de riqueza ICE en número creciente de muestras en el Parque Araucaria.

Figure 1: Richness estimator ICE in crescent survey number in Araucaria Park.

Considerando las principales especies por grupo ecológico, se tiene que *Myrsine umbellata* e la más importante en porcentaje y es interesante observar como *Solanum granuloso leprosum* tiene una escasa participación, lo que indicaría que pasados 120 meses de la sucesión, esta especie no esta reclutando y que su ciclo en el proceso está terminando. Tal vez requieran 10 años más para desaparecer del área. En el grupo de las secundarias iniciales *Ocotea puberula* y *Ocotea diospyrifolia* alcanzan los mayores porcentajes, seguidas de *Matayba elaeagnoides*. Son esas especies las que van a dominar el dosel que va a suprimir a las pioneras. En el grupo de las secundarias tardías, *Araucaria angustifolia* inicio su reclutamiento en la primera clase de tamaño, aunque es difícil explicar por que todas las clases de tamaño no están ocupadas por esta especie pasados 10 años de sucesión. Se podría argumentar que hasta el año 2007, existía un sotobosque denso de tacuapí (*Merostachys clausenii* Munro) en el área. Esta gramínea floreció y murió naturalmente hasta 2007. Es decir que se puede considerar dos años el tiempo de reclutamiento de *Araucaria angustifolia* con sotobosque poco denso por ausencia de tacuara. Con una densidad de 1440 individuos/ha

la *Araucaria angustifolia* presenta el mayor número registrado hasta el momento en Misiones. Ríos (2006) reportó para el Parque Cruce Caballero solo 18 individuos/ha. En la actualidad el sotobosque de *Merostachys clausenii* está en pleno proceso de ocupación del área en estudio. La instalación y seguimiento de la regeneración natural por medio de parcelas permanentes permitirá tener una idea clara del efecto del sotobosque en el reclutamiento de las especies de la selva con araucaria de Misiones.

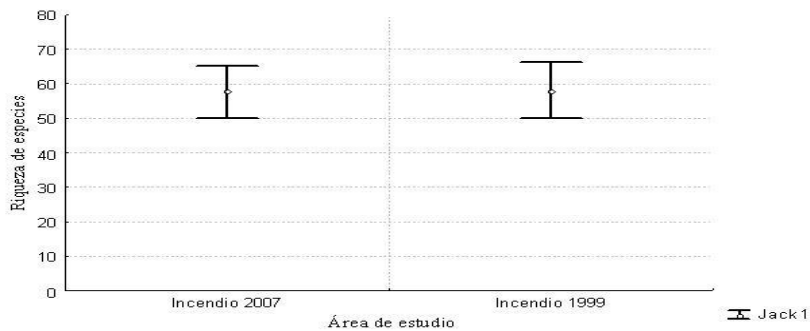


Figura 2: Comparación de las áreas incendiadas por el procedimiento JACKKNIFE 1.
Figure 2: Fired areas comparisson by JACKKNIFE 1 procedure.

Conclusiones

De acuerdo con los resultados presentados se puede decir que la vegetación del Parque Araucaria que fuera impactada por fuego está en la actualidad en fase inicial de sucesión. Las especies que dominan el área son de los grupos ecológicos de las pioneras y secundarias iniciales por lo que la hipótesis de trabajo es aceptada. Se evidencia un cambio en el juego de especies en el transcurso de la sucesión, así *Solanum granuloso leprosum* no está reclutando mas y en su lugar *Myrsine umbellata* ocupa los espacios disponibles. Las secundarias *Ocotea puberula* y *Ocotea diospyrifolia* están reclutando bien lo que indicaría que en pocos años van a dominar el dosel y van a suprimir a *Myrsine umbellata*. *Araucaria angustifolia* está reclutando satisfactoriamente en la primera clase de tamaño, resta investigar si este continuara a ritmo creciente con el aumento de densidad de bambúseas en esta misma área. El estudio por medio de parcelas permanentes es necesario.

Bibliografía

- AUBREVILLE, A. A Floresta de pinho do Brasil. In: **Anais Congresso Brasileiro de Economia Florestal**, v.2, n. 2, p. 21-36, 1949.
- BEHLING, H. Late Quaternary vegetation, fire and climate dynamics of Serra do Aracatuba in the Atlantic coastal mountains of Paraná State, Southern, Brazil. **Veget. Hist. Archaeobot.**, v.16, p. 77-85, 2007.
- BITENCOURT, A.L.V.; KRASPENHAR, P.M. Possible prehistoric anthropogenic effect on *Araucaria angustifolia* (Bertol.) O. Kuntze expansion during the Late Holocene. **Revista Brasileira de paleontologia**, n.1, p.15-26, 2006.
- BENITEZ-MALVIDO, J.; MARTINEZ-RAMOS, M. Impacto of Forest fragmentation on understory plant species richness in Amazonia. **Conservation biology**, v.17, n.2, p. 389-400. April. 2003.
- CABRERA, A. **Regiones fitogeográficas argentinas**. Enciclopédia Argentina de Agricultura y jardinería. Buenos Aires, Ed. ACME, S.A.C.I. 1976.
- C.A.R.T.A. Compañía Argentina de Relevamientos Topográficos y Aerofotogramétricos. **Mapa Edafológico de la Provincia de Misiones**. Esc.1:50.000. 1963.
- CHAZDON, R.L.; COLWELL, R.K.; DENSLOW, J.S.; GUARIGUATA, M.R. Statistical methods for estimating species richness of woody regeneration in primary and secondary rain Forest of northeastern Costa Rica. In:

- DALLMEIER, F.B.; COMISKEY, J.A. Forest biodiversity research, monitoring and modeling. Conceptual background and old world case studies. UNESCO, MAB, 1998.
- COLWELL, R.K. **EstimateS. Statistical estimation of species richness and shared species from samples.** Version 7.5, 2005.
- COLWELL, R.K.; CODDINGTON, J.A. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. In: HAWSWORTH, D.,L., CHAPMAN e HALL. **Biodiversity: Measurement and estimation**, 1995.
- DESCHAMPS, J.R.; OCHOA FERREIRA, M. **Estudios sobre las comunidades postclimáticas de Misiones.** I: Los campos abandonados o "capueras". In: Jornadas Técnicas De Bosques Nativos Degradados. 1987. Facultad Ciencias Forestales. Eldorado, Misiones, Argentina, p. 36-61.
- GUARIGUATA, M.R.; OSTERTAG, R. Neotropical secondary Forest succession: changes in structural and functional characteristics. **Forest Ecology and Management**, v.148, p.185-206, 2001.
- GOMEZ-POMPA, A.; VAZQUEZ-YANES, C. Successional studies of a rain forest in México. In: **Forest Succession: Concepts and applications.** SPRINGER-VERLAG Berlin. D.C. West, H.H. SHUGART e B. D. BOTKIN Eds., 1981, p.246-266.
- HELTSHE, J.F.; FORRESTER, N.E. Estimating species richness using the JACKKNIFE procedure. **Biometrics**, v.39, n.1, p.1-11, 1983.
- HUECK, K. **Los bosques de Sudamérica.** Ecología, composición e importância econômica. GTZ, 1978.
- IRIARTE, J.; BEHLING, H. The expansion of araucaria forest in the southern Brazilian highlands during the last 4000 years and its implications for the development of the Taquara/Itarare Tradition. **Environmental Archaeology**, v. 12, n. 2, p. 115-127, 2007.
- KLEIN, R.M. O aspecto dinâmico do pinheiro brasileiro. **Sellowia**, Anais Botânicos do H.B.R. n.12, p. 17-44, 1960.
- MUELLER-DUMBOIS, D., ELLEMBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology.** New York: John Wiley and Sons, 1974.
- RÍOS, R.C. Caracterização florística e fitossociológica da vegetação arbórea em três unidades pedológicas do Parque Provincial Cruce Caballero, Misiones, Argentina. Dissertação (Mestrado em engenharia florestal), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Brasil, 2006.
- RÍOS, R.C.; KELLER, H.; PORTILLO, J.; ZACARIA, R. Caracterización fitosociológica de un área del Parque Natural Municipal Saltos Küppers, Eldorado, Misiones. **IVIRARETA**, n.9, p.10-20, 1999.
- RÍOS, R.C.; GALVÃO, F.; CURCIO, G.R. Estructura de las principales especies arbóreas em el Parque Cruce Caballero y su similitud florística en áreas de Argentina e Brasil. **Ciencia Florestal**, v.20, n.2, p. 193-206, 2010.
- RAMBO, B. **A fisionomia do Rio Grande do Sul:** ensaio de monografia natural. Livraria Selbach, Porto Alegre: Ed. UNISINOS, 1956.
- RAMBO, B. História da flora do planalto riograndense. **Anais Botânicos do Herbário Barbosa Rodrigues** 5, p.185-232, 1953.
- RAU, M.F. **Land use change and natural araucária Forest degradation northeastern Misiones Argentina.** Tese doutorado, Faculty of Forestry Albert-Ludwigs University. 2005.
- SALDARRIAGA, e UHL, Recovery of Forest vegetation following slash-and-burn agriculture in the upper Rio Negro. Chapter 18. **Rain Forest Regeneration and Management**, v. 6, UNESCO MAB, 1991.
- VOLPATO, M.M.L. 1994. Regeneração natural em uma floresta secundária no domínio da mata atlântica: uma análise fitossociológica, 1994, 123 p. Dissertação (Mestrado em engenharia florestal). Ciências Florestais. Universidade Federal Viçosa, MG, 1994.
- WALSCHBURGER, T.; HILDEBRAND, VON P. **The first 26 year of Forest regeneration in natural and made man gaps in the colombian amazon.** Rain Forest regeneration and management. UNESCO MAB., 1991
- WHITMORE, T.C. Secondary succession from seed in tropical rain forests. **Commonw. For. Abs.**, v.44, p. 767-790, 1983.

DESCRIPCIÓN DENDROLÓGICA, TECNOLÓGICA Y ORGANOLÉPTICA DE TRES ESPECIES FORESTALES DE LA FAMILIA ANACARDIACEAE, DE LA PROVINCIA DE FORMOSA

DENDROLOGIC DESCRIPTION, AND SENSORY TECNOLÓGICA THREE FAMILY TREE SPECIES ANACARDIACEAE, OF THE PROVINCE OF FORMOSA

Sanchez, V⁽¹⁾; Bogado, D⁽²⁾; Gon, V.R.⁽³⁾

⁽¹⁾Ingeniero Forestal. Director. Docente Investigador. Facultad de Recursos Naturales. Universidad Nacional de Formosa. Av- Gdor. Gutnisky 3200. T.E. (054-03717) 452241. vsanchez30@hotmail.com

⁽²⁾Ingeniero Forestal. Docente Investigador. Facultad de Recursos Naturales. Universidad Nacional de Formosa. Av- Gdor. Gutnisky 3200. T.E. (054-03717) 452241. dm_bogado@yahoo.com.ar

⁽³⁾Ingeniero Forestal. Docente Investigador. Facultad de Recursos Naturales. Universidad Nacional de Formosa. Av- Gdor. Gutnisky 3200. T.E. (054-03717) 452241. pomevale@yahoo.com.ar

Resumen

En el presente trabajo se estudian los caracteres dendrológicos, de tres especies de interés forestal de la Familia Anacardiaceae, 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 (Espinás, estipulas, glándulas y presencia de exudados), los caracteres organolépticos de la madera y sus principales usos. Las principales diferencias entre los caracteres vegetativos de las tres especies se dan en el tipo y forma de la hoja, y solamente el Q. colorado Chaqueño, presenta algunas ramas jóvenes que terminan en espinas agudas.

Palabras clave: Caracteres – Dendrológicos - Fisonómicos – Organográficos – Suborganográficos-

Summary

In the present work are published dendrological characters, three forest species of interest of the Family Anacardiaceae, Province Formosa. The description of the Fisonomics characters was made (Bearing, glass and ramifications), Organografics (Leaves, fruits and Fuste), Suborganografics (Crust and branches) and Accessories (Thorns, stipulate, stipel, 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. The main differences between the vegetative characters of the three species occur in the type and shape of the blade, and only the Q. colorado Chaco, presents some young branches ending in sharp thorns.

Key words: Characters - Dendrologics - Fisonomics - Organografics - Suborganografics

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, más 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 Expeditivos, 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 y a las características de los árboles, cuyas alturas superan los 20 metros y donde existe un entrecruzamiento de las copas, lo que no permite una fácil identificación de dichos caracteres.

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

Si bien la Familia Anacardiaceae, posee alrededor de 400 especies, originarias de ambos hemisferios, existiendo numerosos representantes indígenas de gran valor forestal e industrial en Argentina, donde cuenta con 10 especies y 5 géneros, de los cuales 3 géneros y 4 especies se registran en la Provincia de Formosa (Dimitri, 1972), el presente trabajo abordará el estudio de las 3 especies que proporcionan madera de interés forestal y comercial, las mismas se incluyen en, ver Tabla 1.

Para las descripciones de las características tecnológicas de las maderas se tomaron antecedentes de estudios realizados por diferentes autores. (Tortorelli, 1956; Castiglioni, 1957; Tinto, 1978 y 1979), Rollet, 1980; Zuloaga, 1999 y Giménez, 2003).

En las formaciones forestales del Parque Chaqueño, sobre todo en el Bosque Alto, donde existe una gran diversidad de árboles de gran porte, lo que resulta dificultoso acceder a hojas, flores y frutos, sumado a esto el inconveniente de la estacionalidad y 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 expeditiva a nivel Zonal.

Por lo expuesto el presente trabajo tiene como objetivo el estudio de las características dendrológicas de las especies de la familia Anacardiaceae para contribuir con el conocimiento de la flora arbórea de la Provincia de Formosa.

Materiales y métodos

La provincia de Formosa desde el punto de vista fitogeográfico pertenece a la Región del Parque Chaqueño (Atlas de los Bosques Nativos Argentinos 2003), y se reconoce la presencia de dos Subregiones : el Chaco Húmedo al Este y el Chaco Semiárido hacia el oeste. Las muestras de las especies incluidas en este estudio, (ver Tabla 1), fueron recolectadas en el Parque Botánico “Lucas Tortorelli”, dependiente del Ministerio 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. En el Establecimiento “Santa Rosa”, ubicado a 52 km al noroeste de la ciudad de Formosa, con una formación de Sabana Parque, también característica del Chaco Húmedo y en la Reserva de Uso Múltiple “Teuquito”, del Ministerio de la Producción y Ambiente, ubicada a 22 km al sur de la localidad de Ingeniero Juárez, con especies representativas del Chaco Semiárido, (Quebrachales y palosantales).

Tabla 1: Especies arbóreas de interés forestal de la familia Anacardiaceae, de la Provincia de Formosa

Table 1: Species tree forest of interest of the Anacardiaceae family, in the Province of Formosa

Nombre Científico	Nombre común	Lugar de recolección
<i>Astronium balansae</i> Engl.	Urunday	Parque Botánico “Lucas Tortorelli”.
<i>Schinopsis balansae</i> Engl.	Quebracho colorado chaqueño	Establecimiento “Santa Rosa”
<i>Schinopsis lorentzii</i> (Griseb.) Engl.	Quebracho colorado santiagueño	Reserva de Uso Múltiple “Teuquito”.

El presente trabajo, se realizó sobre ejemplares adultos mayores a 25 cm de diámetro a la altura del pecho (D.A.P), siendo el tamaño de la muestra de 3 a 5 ejemplares por especie, dependiendo de la variabilidad de los caracteres de cada uno.

La ficha descriptiva elaborada incluye 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 de herbario y de corteza de las especies estudiadas, las mismas se hallan depositadas en el herbario de la Cátedra de Sistemática Forestal.

Las características organolépticas se describieron a partir de muestras de madera, de acuerdo a la nomenclatura de TORTORELLI, L. (1956) y CASTIGLIONI, J.(1957).

Las propiedades físicas, como los usos de las maderas se obtuvieron de la Clave de Identificación de Maderas Argentinas (TINTO, J. 1978) 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 levantar la imagen de algunos órganos un Escáner marca Artec, empleando a tal efecto una resolución de 600 dpi.

Resultados

A continuación se describen las características dendrológicas de cada una de las especies en estudio (ver tabla 1).

ESPECIE: Urunday

Nombre Científico: *Astronium balansae* Engl.

Distribución geográfica

En el país esta especie se encuentra en la Provincia Paranense (Selva Misionera), en el Distrito de las Selvas Mixtas, como componente de la comunidad climática denominada “Selvas con Urunday”, al sur de la provincia. En la Provincia fitogeográfica Chaqueña (Parque Chaqueño), en el Distrito Chaqueño Oriental, como integrante de la comunidad climática “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



Imagen N° 1. Vista del Árbol
Picture N° 1. Tree View

1. Caracteres Fisonómicos:

Porte, copa y ramificaciones.

Árbol 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 (Imagen N° 1).

2. Caracteres Organográficos.

a. Hojas. Hojas compuestas imparipinnadas, de 3 a 5 cm de largo y de 1 a 1,8 cm de ancho, de consistencia subcoriácea, folíolos opuestos, 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. (Imagen N° 2).



Imagen N° 2. Hojas



Imagen N° 3. Fuste y raíces

b. Tallo o Fuste y Raíces.

El fuste es recto, de tipo cilíndrico, con base reforzada, presentando raíces radiales. (Imagen N° 3)

3. Caracteres Suborganográficos

a. Corteza. Diseño de la corteza y color

Ritidoma persistente presenta un diseño

escamoso con placas isodiamétricas. Color castaño grisáceo.

(Imagen N° 4).



Imagen N° 4 - Ritidoma

b. Textura, estructura, color y exudados

Textura fibrosa. Estructura transversal laminar, con láminas de recorrido ondulado, con canales secretores. La coloración es castaño rosáceo en la parte exterior y más clara y de color amarillento en la parte interna. (Imagen N° 5).



Imagen N° 5. Corteza interna

II. Caracteres tecnológicos



Imagen N° 6. Corte transversal

La madera es dura y pesada, con un Peso específico de 1.100 kg/m³. Albura y duramen diferenciados, la albura es de color amarillo claro, que se oscurece con el tiempo, el duramen es de color castaño rojizo, que se oxida posterior al aserrado. (Imagen N° 6).

El diseño del vetado es pronunciado, resultando vistoso, la textura es fina y homogénea y el grano es oblicuo. (Imagen N° 7)



Imagen N° 7. Corte longitudinal

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: Quebracho colorado chaqueño

Nombre científico: *Schinopsis balansae* Engl.

Distribución geográfica

En el país esta especie se encuentra en la Provincia Chaqueña (Parque Chaqueño), Distrito Oriental, como integrante de la formación climática “Bosques de quebracho colorado y quebracho blanco”.

En la provincia de Formosa se localiza en la Zona Húmeda, constituyendo un elemento fundamental de la formación boscosa identificada como Bosque Bajo, como así también puede encontrarse en terrenos más o menos elevados, como “colonizadora”. También puede hallarse en el ecotono de la Zona Húmeda con la Zona Semiseca, entremezclado con el Quebracho colorado santiagueño.

I. Caracteres Dendrológicos



Imagen N° 8. Vista del Árbol

1. Caracteres Fisonómicos.

Porte, copa y ramificaciones

Árbol de temperamento heliófilo y crecimiento lento, de porte grande de hasta 22 m de altura, con fustes que pueden superar 1 m de diámetro. Presenta hábito de copa baja, de forma obcónica, paucifoliada y de tipo simple. Ramificación: simpodial o delicuescente. (Imagen N° 8)

2. Caracteres Organográficos

a. Hojas.



Hojas simples, alternas, oblongas u oblongo-lanceoladas de 3,8 a 8,5 cm de largo por 1,6 a 2,4 cm de ancho, obtusas o levemente apiculadas, con bordes enteros, a veces ondulados, de base redondeada o atenuada, coriáceas, glabras, con pecíolo corto. Las ramas jóvenes son de color grisáceo, a veces con espinas rectas y agudas de hasta 2 cm de largo. (Imagen N° 9).

Imagen N° 9. Hojas

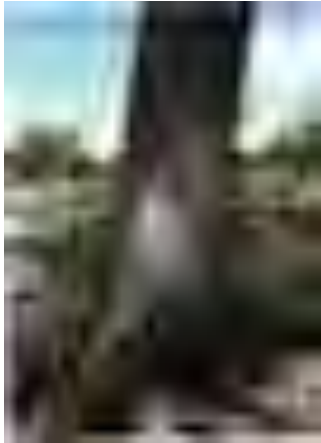


Imagen N° 10 - Fuste

b. Tallo o Fuste y Raíces

Presenta un fuste recto, de tipo cilíndrico, con base reforzada y raíces radiales. (Imagen N° 10)

3. Caracteres Suborganográficos

a. Corteza. Diseño de la corteza y color

Ritidoma persistente presentando un diseño de corteza con escamas isodiamétricas. Color castaño grisáceo. (Imagen N° 11)



Imagen N° 11 - Ritidoma

b. Textura, estructura, color y exudados.

Textura fibrosa, con canales secretores. Exudado color castaño de consistencia pegajosa. Estructura transversal laminar ondulada a reticulado difuso; de color castaño. (Imagen N° 12)



Imagen N° 12. Corteza

II. Caracteres Tecnológicos



Imagen N° 13. Corte transversal

La madera es muy dura y muy pesada, con un Peso específico de 1.250 kg/m³. Albura y duramen diferenciados, la albura es de color blanco amarillento a rosado, el duramen es de color castaño rojizo a rojizo oscuro. (Imagen N° 13)

El diseño es espigado suave, la textura es fina y homogénea y el grano es muy oblicuo y entrelazado. (Imagen N° 14)

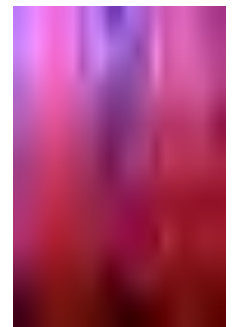


Imagen N° 14. Corte

Usos y aplicaciones:

En la actualidad el duramen es utilizado para la extracción de tanino, por constituir este producto un 35% del peso del leño. La madera por presentar una gran durabilidad natural, es utilizada para construcciones al aire libre y bajo el agua como vigas, pilotes para puentes, muelles, postes para alambrado, pisos. Históricamente se lo ha utilizado para la fabricación de durmientes.

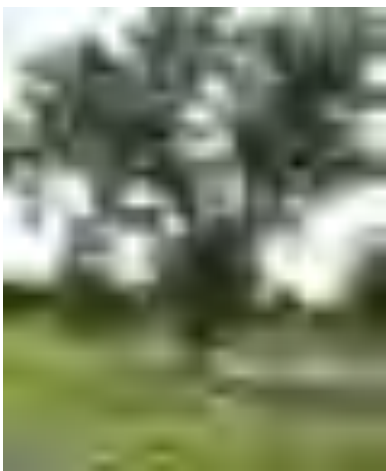
ESPECIE: Quebracho Colorado Santiagueño

Nombre científico: *Schinopsis lorentzii* (Griseb.) Engl. (= *S. quebracho colorado*)

Distribución geográfica

En el país esta especie se encuentra en la Provincia Chaqueña (Parque Chaqueño), en el Distrito Occidental, integrando la comunidad climácica denominada “quebrachal”, integrada además por el Quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho blanco*).

En la provincia de Formosa se localiza en la Zona Semiseca como componente fundamental de las formaciones boscosas que recibe su nombre de esta especie, es decir “quebrachales”. También puede encontrarse en el ecotono de la Zona Húmeda con la Zona Semiseca, entremezclado con el Quebracho colorado chaqueño.



I. Caracteres Dendrológicos

1. Caracteres Fisionómicos.

Porte, copa y ramificaciones

Árbol grande de más de 15 metros de altura. Presenta hábito de copa alta, de forma orbicular, paucifoliada, de tipo simple y ramificación simpodial o delicuescente. (Imagen N° 15)

Imagen N° 15. Vista del Árbol

2. Caracteres Organográficos

a. Hojas



Hojas alternas, compuestas, imparipinnadas, folíolos opuestos de forma lineal lanceolados de 2 a 3 cm de largo por 4 a 7 mm de ancho, sésiles, semicoriáceos, oblicuos en la base y agudos en el ápice, con el haz glabro, de color verde glauco, el envés más pálido y algo pubescente sobre las nervaduras, presentando borde entero. Ramas jóvenes puberulentas y adultas glabras. (Imagen N° 16).

Imagen N° 16. Hojas

c. Tallo o Fuste y Raíces.

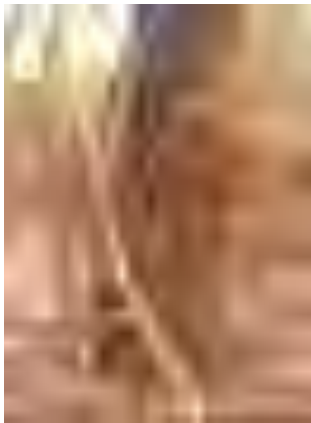


Imagen N° 17. Raíces

El fuste es recto, de tipo cilíndrico, con base reforzada, presentando raíces radiales. (Imagen N° 17).

3. Caracteres Suborganográficos

a. Corteza Diseño de la corteza y color

Ritidoma persistente presentando un diseño de corteza con escamas isodiamétricas de forma poligonal, reticuladas. Color castaño oscuro. (Imagen N° 18).



Imagen N° 18. Ritidoma

b. Textura, estructura, color y exudados

Textura fibrosa, presentando canales secretores. Exudado color castaño de consistencia pegajosa. Estructura laminar, con láminas onduladas. Color castaño rojizo en algunos sectores y castaño más claro en otros. (Imagen N° 19)

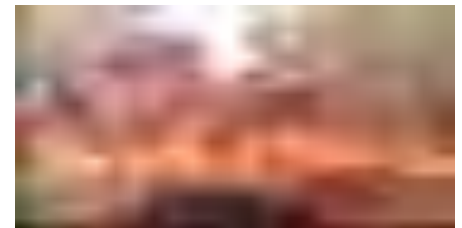


Imagen N° 19. Corteza interna

II. Caracteres Tecnológicos



Imagen N° 20. Corte transversal

La madera es muy dura y muy pesada, con un Peso específico de 1.165 kg/m³. Presenta diferencias de coloración entre albura y duramen. La albura es de color blanco amarillento, el duramen es de color castaño rojizo. (Imagen N° 20).

El diseño es suave, la textura es fina y homogénea y el grano es entrelazado. (Imagen N° 21)

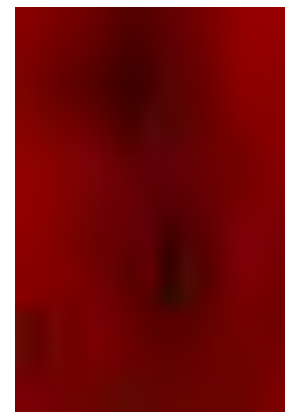


Imagen N° 21. Corte longitudinal

Usos y aplicaciones

En la actualidad el duramen es utilizado para la extracción de tanino (24% en peso del leño), o sea más bajo que el Quebracho colorado chaqueño. La madera es utilizada para construcciones a la intemperie, postes para alambrado, la obtención de este producto, está diezmando las poblaciones jóvenes de la especie. Históricamente se lo ha utilizado para la fabricación de durmientes.

Tabla N° 2. Cuadro comparativo de las características dendrológicas observadas.
Table N° 2. Comparative picture of the observed dendrológicas characteristics.

Urunday	Quebracho colorado chaqueño	Quebracho colorado santiagueño
a. Copa. hábito de copa baja, de forma obcónica, paucifoliada, de tipo simple. Ramificación simpodial o delicuescente, con ramas delgadas glabras, a menudo péndulas.	a. Copa. Presenta hábito de copa baja, de forma obcónica, paucifoliada y de tipo simple. Ramificación: simpodial o delicuescente	a. Copa. Presenta hábito de copa alta, de forma orbicular, paucifoliada, de tipo simple. y ramificación simpodial o delicuescente.
b. Hojas. Compuestas imparipinnadas, de 3 a 5 cm de largo y de 1 a 1,8 cm de ancho, 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.	b. Hojas. Hojas simples, alternas, oblongas u oblongo-lanceoladas de 3,8 a 8,5 cm de largo por 1,6 a 2,4 cm de ancho, obtusas o levemente apiculadas, con bordes enteros, a veces ondulados, de base redondeada o atenuada, coriáceas, glabras, con pecíolo corto. Las ramas jóvenes son de color grisáceo, a veces con espinas rectas y agudas de hasta 3 cm de largo.	b. Hojas. Hojas alternas, compuestas, imparipinnadas, folíolos opuestos de forma lineal lanceolados de 2 a 3 cm de largo por 4 a 7 mm de ancho, sésiles, semicoriáceos, oblicuos en la base y agudos en el ápice, con el haz glabro, de color verde glauco, el envés más pálido y algo pubescente sobre las nervaduras, presentando borde entero. Ramas jóvenes puberulentas y adultas glabras.
c. Ritidoma persistente presentando un diseño escamoso con placas isodiamétricas. Color castaño grisáceo.	c. Ritidoma persistente presentando un diseño de corteza con escamas isodiamétricas. Color castaño grisáceo.	c. Ritidoma persistente presentando un diseño de corteza con escamas isodiamétricas de forma poligonal, reticuladas. Color castaño oscuro.
d. Corteza interna. Textura fibrosa. Estructura con láminas de forma ondulada, presentando canales secretores.	d. Corteza interna. Textura fibrosa, presentando canales secretores. Exudado color castaño de consistencia pegajosa. Estructura laminar ondulada a reticulado difuso.	d. Corteza interna. Textura fibrosa, presentando canales secretores. Exudado color castaño de consistencia pegajosa. Estructura laminar, con láminas onduladas. Color castaño rojizo.
e. Madera. La albura es de color amarillo claro, que se oscurece con el tiempo, el duramen 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.	e. Madera. La albura es de color blanco amarillento a rosado, el duramen es de color castaño rojizo a rojizo oscuro. El veteado es espigado suave, la textura es fina y homogénea y el grano es muy oblicuo y entrelazado	e. Madera. La albura es de color blanco amarillento, el duramen es de color castaño rojizo. El veteado es suave, la textura es fina y homogénea y el grano es entrelazado.

Conclusiones

Dentro de las características dendrológicas estudiadas en las tres especies, se han observado numerosas diferencias que a continuación se describen:

El Urunday y Quebracho colorado chaqueño presentan hábito de copa baja, pero en el urunday se observan ramas delgadas glabras, a menudo péndulas. En cambio, el Quebracho colorado santiagueño presenta hábito de copa alta.

Las hojas del urunday y del quebracho santiagueño son pinnaticompuestas, en cambio las del quebracho chaqueño son hojas simples. En el urunday los folíolos presentan borde aserrado. En el quebracho santiagueño los folíolos presentan borde entero, al igual que en el quebracho chaqueño.

El urunday presenta “numerosas ramas tortuosas y ascendentes, arqueadas hacia afuera”. (LOPEZ, 1987).

El quebracho chaqueño presenta ramas jóvenes de color grisáceo, a veces con espinas rectas y agudas de hasta 3 cm de largo. El quebracho santiagueño presenta ramas jóvenes puberulentas y adultas glabras.

Estas características, observables a simple vista permitirán una rápida y eficiente identificación de las especies en el terreno.

Los resultados del presente trabajo, y los futuros que se realizarán, contribuirán sin duda a facilitar 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

- ATLAS DE LOS BOSQUES NATIVOS ARGENTINOS 2003. Proyecto Bosques Nativos y Áreas Protegidas BIRF 4085-AR. Dirección de bosques. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.
- BURKART, A. 1952. “Las Leguminosas Argentinas—Silvestres y Cultivadas”. Editorial ACME. 590 p.
- CABRERA, A. 1971. “Fitogeografía de la República Argentina”. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica. Vol. XIV. 43 pp.
- CASTIGLIONI, J. 1957. El diseño de las Maderas. Revista de Investigaciones Forestales. Administración Nacional de Bosques. Buenos Aires. T 1 (3). 21-44.
- 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.
- 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” – Eldorado (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”.
- GIMENEZ y MOGLIA (2003) “Árboles del Chaco Argentino”. Facultad de Ciencias Forestales (UNSE). Secretaria de Ambiente y Desarrollo Sustentable (Ministerio de Desarrollo Social de la Nación).
- HOLDRIDGE, R.L. 1953. “Dendrología Práctica de los Trópicos Americanos”. Turrialba, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas.
- 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. Mº de Agricultura y Ganadería del Paraguay.
- 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 forést des tropiques". 195:31-50.
- 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.
- 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". Missouri Botanical Garden Press. U.S.A. 1269 p.

AVALIAÇÃO INICIAL DE PLANTIO DE ESPÉCIES REGIONAIS PARA RESTAURAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS NO SUDOESTE DO PARANÁ, BRASIL

EARLY EVALUATION OF NATIVE TREE SPECIES FOR RESTORATION OF DEGRADED AREAS IN SOUTHWEST PARANÁ, BRAZIL

Stolarski, O.¹; Sgarbi, A. S.¹; Bechara, F. C.²; Gorenstein, M. R.²; Klein, A. W.¹; Estevan, D. A.²; Vuaden, E.²; Brizola, G. P.¹; Pastorio A. P.¹; Barddal, M.³; Silva, C. D.³

¹. Alunos de graduação em Engenharia Florestal da UTFPR Câmpus Dois Vizinhos. E-mail: oiliam_stolarski@hotmail.com.

². Professores do curso de Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Dois Vizinhos. Estrada para Boa Esperança, km 4 – CEP: 85660-000. Dois Vizinhos, PR. E-mail: bechara@utfpr.edu.br.

³. Departamento de Biodiversidade da Companhia Paranaense de Energia (COPEL-GET).

Resumo

Este estudo realizado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos, Brasil, avaliou o desenvolvimento inicial de plantio de 1.440 mudas de 70 espécies, verificando o seu potencial de recuperação de áreas degradadas na região sudoeste do Estado do Paraná. O plantio foi feito no modelo de linhas de preenchimento e diversidade (3 x 2 m) em uma área de 0,86 ha. Ocorreu mortalidade em apenas 5,1% das plantas. *Mimosa scabrella* Benth. apresentou mortalidade de 18,1% diferentemente do esperado. A geada ocasionou dano em 29% dos indivíduos. A deciduidade foliar esteve presente em 7,2% das mudas. *Solanum bullatum* Vell. e *Croton urucurana* Baill., foram as espécies que mais se destacaram em crescimento inicial, com respectivamente, 2,10 m e 1,86 m de altura total, 45,93 mm e 36,54 mm de diâmetro de colo, 0,84 m e 0,58 m de diâmetro de copa, 1,29 m² e 0,78 m² de área de copa.

Palavras-Chave: recuperação florestal, espécies arbóreas, linhas de preenchimento e diversidade, Bacia do Rio Iguaçu.

Summary

This study in the Federal Technological University of Paraná, Câmpus Dois Vizinhos, Brazil, evaluated the development of initial planting of 1,440 seedlings of 70 native tree species, checking its potential for restoration of degraded areas in the southwest region of Paraná. The plantation was done in the model filling and diversity lines (3 x 2 m) in an area of 0,86 ha. Deaths occurred in only 5,1% of the plants. *Mimosa scabrella* Benth. presented 18,1% of mortality, differently than expected. The frost caused damage in 29% of individuals. The deciduousness was present in 7,2% of the seedlings. *Solanum bullatum* Vell. and *Croton urucurana* Baill. were the species that had the best early growth, respectively, with 2,0 m and 1,86 m of total height, 45,93mm and 36,54 mm of diameter, 0,84 m and 0,58 m of canopy diameter, 1,29 m² and 0,78 m² of canopy area.

Key words: forest restoration, tree species, filling and diversity lines, Iguazu river basin

Introdução

Segundo o SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza/ Lei 9.985 - a restauração ambiental é a restituição de um ecossistema ou de uma população silvestre degradada a uma condição não degradada, que pode chegar o mais próximo possível de sua condição original (BRASIL, 2000). Nas últimas décadas, a restauração florestal tem sido aprimorada através de novas técnicas de produção de mudas, sementes, plantio e da combinação de grupos sucessionais no campo (NAVE & RODRIGUES, 2007; RODRIGUES et al., 2009). O plantio em linhas de preenchimento e diversidade é uma técnica empregada, recentemente no Brasil, para a recuperação de áreas degradadas. O plantio das linhas de preenchimento é composto por espécies pioneiras e secundárias iniciais, com um rápido crescimento e cobertura de área. As linhas de diversidade são compostas por espécies secundárias tardias e climáticas (CARPANEZZI & CARPANEZZI, 2006; IGNÁCIO et al., 2007; RODRIGUES et al., 2009). A presença das espécies pioneiras é fundamental para o sucesso do plantio, pois seu rápido crescimento fornece proteção ao solo, além de condições microclimáticas necessárias para o estabelecimento das espécies dos estágios sucessionais posteriores (BOTELHO et al., 1996). O grupo de preenchimento possui um rápido recobrimento e sombreamento da área, criando um ambiente favorável ao desenvolvimento dos indivíduos do grupo de diversidade e, ao mesmo tempo, desfavorecendo a colonização da área por espécies competidoras (NAVE & RODRIGUES, 2007). As linhas de preenchimento são intercaladas com as linhas de diversidade. Essas linhas são planejadas com a mais elevada diversidade possível o que aumenta as possibilidades de sucesso da restauração (RODRIGUES et al., 2009). Segundo Renner et al., (2010), nos plantios até 12 meses, as espécies pioneiras desenvolveram-se com maior rapidez em relação aos grupos de secundárias e espécies clímax. Schorn & Galvão (2009) observaram que o crescimento das mudas ocorre com diferentes intensidades, de acordo com a fase de desenvolvimento e grupos ecológicos. Os grupos sucessionais possuem a finalidade de facilitar a sucessão a partir do seu estabelecimento, através de espécies que sombreiam rapidamente o terreno, recobrando-o. Posteriormente, ocorre à abertura das copas, atraindo continuamente dispersores de sementes (CARPANEZZI & CARPANEZZI, 2006). Além das interferências antrópicas, alguns fatores podem influenciar no desenvolvimento das espécies nativas, como eventos climáticos (temperatura, insolação, geadas, precipitação, vento, entre outros), pedológicos (características físicas, químicas e biológicas dos solos), topográficos (exposição, inclinação, altitude), biológicos (pragas e doenças) e competição com outras espécies arbóreas e outros vegetais (ENCINAS et al., 2005). O presente estudo teve por objetivo avaliar o desenvolvimento inicial de 70 espécies nativas regionais da bacia do rio Iguazu, assim como o seu potencial de restauração nesta região.

Metodologia

A área experimental está situada no município de Dois Vizinhos, no *campus* da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, estado do Paraná, Brasil, entre as coordenadas 25°41'44" – 25°41'49"S e 53°06'23" – 53°06'07" W (TRENTIN et al., 2011). A região possui latossolo roxo de textura argilosa e uma classificação climática segundo Köppen como Cfa (sub-tropical, sem estação seca, com temperatura média do mês mais frio menor que 18°C e temperatura média do mês mais quente maior que 22°C). A precipitação média anual do município é de 2.044 mm, sendo agosto e março os meses mais secos do ano e

15^{as} Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM - EEA Montecarlo, INTA. 7, 8 y 9 de Junio de 2012 -Eldorado, Misiones, Argentina

outubro o mês mais chuvoso (POSSENTI et al., 2007). O plantio em linhas de preenchimento e diversidade foi feito em área de 0,86 ha, totalizando 1.440 mudas de 70 espécies regionais de forma sistemática, intercalando-se as espécies de preenchimento com as de diversidade. O plantio foi realizado em dezembro de 2010, com mudas de 30-50 cm de altura, em 4 parcelas aleatorizadas de 40 x 54 m. foram realizadas, após seis meses do plantio, avaliações de mortalidade, danos causados por geadas (queima de folhas, rebrotas) e deciduidade de folhas. Avaliou-se também as medidas de altura total (h), altura da copa (hc), diâmetro a altura do solo (das), diâmetro de copa (dc) e a área de copa (ac). Para o cálculo da área de copa foi utilizada a fórmula da área circular: $ac = \pi/4 \cdot dc^2$, considerando dc como a média aritmética entre quatro diâmetros.

Resultados e Discussão

A tabela 1 apresenta os resultados da avaliação qualitativa e quantitativa das setenta espécies.

Entre as 1.440 plantas avaliadas 5,1% morreram, valor relativamente baixo se comparado com o estudo de recuperação florestal de Renner et al., (2010), que apresentou uma mortalidade de 13,4%. Schorn & Galvão (2009), constataram que a mortalidade foi maior nos estágios iniciais e diminuíram gradualmente com o desenvolvimento da vegetação.

Vinte e cinco vírgula sete por cento das espécies apresentaram algum nível de mortalidade. Algumas espécies apresentaram mortalidade superior a 10%, sendo elas: araticum cagão (*Annona cacans* Warm.) (41,7%), capororoca (*Rapanea ferruginea* (Ruiz & Pav.) Mez) (33,3%), capixingui (*Croton floribundus* Lund ex Didr.) (26,4%), bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) (18,1%), Jacaratia spinosa (16,7%), pau-d'alho (*Gallesia integrifolia* (Spreng.) Harms (16,7%), pau jacaré (*Piptadenia gonoacantha* (Mart.) J.F. Macbr). Não era esperado que bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) apresentasse mortalidade elevada, pois é uma espécie que apresenta resistência a geadas. As demais espécies são espécies típicas de florestas estacionais semidecíduais, onde as geadas não são tão fortes.

As geadas de canela (Mendes et al., 2002; Vieira & Piculli, 2009) e de advecção (Pereira et al., 2002), precoces nos meses de maio a junho, ocasionaram danos a algumas espécies mais suscetíveis o que afetou o seu desenvolvimento. De todas as mudas plantadas, 29% sofreram algum dano decorrente das geadas. Analisando-se por espécie, apenas 15,7% não sofreram danos devido às geadas. Segundo Vieira & Piculli (2009), as geadas podem ocorrer, fora do inverno, no outono (de modo precoce) e, na primavera (tardia quando as plantas se encontram em reinício de crescimento vegetativo) apresentando nestas estações grande susceptibilidade às baixas temperaturas. Assim, sugere-se que os altos níveis de danos foram provavelmente resultado da precocidade das geadas. Segundo Mendes et al., (2008), no período de outono-inverno as espécies decíduas perdem as suas folhas, entrando em repouso vegetativo, fase em que a planta reduz seu metabolismo, consumindo menos energia. No total das mudas, apenas 7,2% apresentaram perda total das folhas. Entre as 70 espécies, 55,7% não apresentaram perda de toda a sua superfície foliar e 44,3% dos indivíduos que compunham as populações, apresentaram a perda de suas folhas. As espécies: canafistula (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.), caroba (*Jacaranda micrantha* Cham.) e o tarumã (*Vitex megapotamica* (Spreng.) Moldenke) apresentaram as maiores porcentagens de perda de suas folhas, com 50%, 41,7% e 41,7% respectivamente.

A queda das folhas e o posterior brotamento coincidiram com os resultados encontrados por Gama & Fisch (2003) em São José dos Campos, SP. Nesse estudo os autores constataram que nos meses mais frios e secos, as perdas das folhas tornaram-se acentuadas, e

o brotamento, na maioria dos casos, foi após a queda das folhas ou coincidiu com a elevação da temperatura e o início das chuvas.

Algumas espécies pioneiras apresentaram um melhor desenvolvimento em crescimento de altura, em espessura e cobertura foliar em relação aos demais grupos de sucessão. O que era esperado. As espécies que apresentaram os maiores valores em altura total foram: fumo-bravo (*Solanum bullatum* Vell.), sangra d'água (*Croton urucurana* Baill.), grandiuva (*Trema micrantha* (L.) Blume), branquilha (*Sebastiania commersoniana* (Baill.) L.B. Sm. & Downs) e *P. dubium*. Algumas plantas tiveram um crescimento bem elevado, chegando a passar de 3 m de altura. Isso ocorreu com indivíduos das espécies *S. bullatum* e *C. urucurana*. O crescimento em altura total das espécies *T. micrantha*, *P. dubium* também é citado por Renner et al., (2010) como espécies pioneiras de bom desenvolvimento.

Botelho et al., (1996) verificaram aos 5 meses, que a espécie *T. micrantha* obteve um dos melhores resultados na altura e diâmetro do caule, enquanto que para área de copa, *T. micrantha* apresentou o maior valor. Espécies como *S. bulatum*, aroeira pimenteira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) e *S. commersoniana*, foram as que apresentaram maior comprimento de copa. A partir da área de copa (ac), pode-se inferir sobre o sombreamento, característica desejada de espécies de preenchimento. Novamente *S. bulatum* obteve destaque, seguido por *C. fissilis* e *T. micrantha*. Podemos destacar também as espécies *C. urucurana*, *S. terebinthifolius*, entre outras. Ferreira et al., (2009), com o objetivo de avaliar o comportamento inicial de cinco espécies florestais, constatou em suas avaliações que *S. terebinthifolius* foi a espécie de maior crescimento relativo, tanto em altura como em diâmetro do colo.

Os resultados mostraram que plantas com maiores alturas tiveram também maiores diâmetro de colo. Nessa variável, *S. bulatum* foi a espécie que mais se destacou, seguida por *C. fissilis*, *C. speciosa*, *C. urucurana*, *T. micrantha*, e *S. terebinthifolius*.

Considerações Finais

A espécie que obteve o melhor desenvolvimento em todos os parâmetros avaliados até o momento, foi *S. bulatum*, assemelhando-se ao estudo de Carpanezzi & Carpanezzi (2006), que destacam como espécies promissoras e com um bom desempenho cultural, as plantas do gênero *Solanum* da família Solanaceae. Adicionalmente, *C. urucurana* apresentou o segundo maior potencial em desenvolvimento inicial. A mortalidade total foi pouco significativa, apenas 5,1% morreram. Porém, nas próximas avaliações esse número de indivíduos mortos tenderá a aumentar, devido à ocorrência das geadas que atingiu 30,35% dos indivíduos, acarretando sérios danos fisiológicos às plantas. Diversas espécies apresentaram um expressivo desenvolvimento, podendo se tornar futuramente indicativo de uso em programas de recuperação de áreas degradadas, servindo de fonte de coletas de sementes para a produção de mudas nos viveiros regionais. Contudo, esses resultados necessitam de mais avaliações que comprovem o bom desempenho no campo.

Agradecimentos

Agradecemos pelo apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq – Brasil e Companhia Paranaense de Energia (COPEL-GET).

Referências Bibliográficas

- BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; FARIA, J. M. R. 1996. Desenvolvimento inicial de seis espécies florestais nativas em dois sítios, na região sul de Minas Gerais. **Revista Cerne**, v.2, n.1. Lavras – MG, p.43-52.
- BRASIL. Lei n. 9985, de 18 de julho de 2000. **Sistema Nacional de Unidades de Conservação**. Brasília, MMA, 2000, cap. 1, p. 8.
- CARPANEZZI, A. A.; CARPANEZZI, O. T. B. 2006. **Espécies nativas recomendadas para recuperação ambiental no** ENCINAS, J. I. ; Silva, G.F. ; PINTO, J. R. R. 2005. **Idade e crescimento das árvores**. Brasília – DF. 1. ed. Brasília: Departamento de Engenharia Florestal da UnB. 40 p.
- Estado do Paraná: em solos não degradados**. Embrapa Florestas. Colombo – PR, 1. ed., p. 11 – 25. (Documentos / Embrapa Florestas, ISSN 1979-2599; 136).
- GAMA, F. L. A.; FISCH, S. T. V. 2003. Fenologia de Espécies Arbóreas de Áreas de Recuperação da Vegetação Ciliar do Córrego Alambari – São José Dos Campos/Sp. **Revista Biociência**. Taubaté - SP, v.9, n.2, p.17-25.
- IGNÁCIO, E. D.; ATTANASIO, C. M.; TONIATO, M. T. Z. 2007. Monitoramento de Plantios de Restauração de Florestal Ciliares: microbacia do ribeirão São João, mineiros do Tietê, SP. **Revista Instituto Florestal**. São Paulo – SP, v.19, n.2, p. 1 – 148.
- MENDES, A. N. G.; GUIMARÃES, R. J.; SOUZA, C. A. S. 2002. **Histórico e importância sócioeconômica da cafeicultura**. (Org.). Cafeicultura. Lavras – MG. Editora da Universidade Federal de Lavras, 1. ed., v. 1., p. 16-38
- MENDES, L. C. et al., 2008. Arborização Urbana Viária: aspectos de planejamento, implantação e manejo. In: CPFL Energia – Companhia Paulista de Força e Luz. **Revista Campinas**. Campinas – SP, p. 66 - 70.
- NAVE, A. G. ; RODRIGUES, R. R. 2007. Combination of species into filling and diversity groups as forest restoration methodology. In: Rodrigues, RR, Martins, SV, Gandolfi, S.. (Org.). **High diversity forest restoration in degraded areas: methods and projects in Brazil**. 1 ed. : Nova Science Publishers, v. 1, p. 103-126.
- PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. 2002. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Editora Agropecuária. Cuiabá – RS, p. 386 – 387.
- POSSENTI, A.C. et al., 2007. **Distribuição da Precipitação Pluvial em Dois Vizinhos, Paraná, Brasil**. In: I SEMINÁRIO SISTEMAS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA NA UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, Dois Vizinhos – PR. **Anais...** Dois Vizinhos – PR, p. 140 -142.
- RENNER, R. M. et al., 2010. **Comportamento de espécies florestais plantadas pelo Programa Mata Ciliar, no Estado do Paraná**. Embrapa Florestas. Colombo – PR, p. 14 – 28. (Documentos / Embrapa Florestas, ISSN 1517-526X ; 196).
- RODRIGUES, R. R.; BRANCALION, P. H. S.; ISERNHAGEN, I. 2009. **Pacto pela restauração da mata atlântica: referencial dos conceitos e ações de restauração florestal**. São Paulo: LERF/ESALQ: Instituto BioAtlântica. 256p.
- SCHORN, L. A.; GALVÃO, F. 2009. Dinâmica do Estrato Arbóreo em Três Estádios Sucessionais de uma Floresta Ombrófila Densa em Blumenau, SC. **Revista Cerne**. Lavras – MG, v. 15, n. 2., p. 221-235.
- TRENTIN, B. E et al., 2011. Caracterização ambiental e regeneração natural na região de Dois Vizinhos-PR. In: I CONGRESSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA UTFPR, Dois Vizinhos – PR. **Anais...** Dois Vizinhos – PR, p. 196 – 200.
- VIEIRA, L & PICULLI, F. J. 2009. **Meteorologia e Climatologia Agrícola**. Cidade Gaúcha – PR, p. 130 – 135. Disponível <<http://www.dea.uem.br/disciplinas/meteorologia/meteorologiaagricola.pdf>>. Acessado em: 10 fev. 2012.

Tabela 1: Avaliação qualitativa e quantitativa de setenta espécies arbóreas regionais utilizadas na recuperação da área degradada na UTFPR, Campus Dois Vizinhos aos seis meses após plantio.

Table 1: Qualitative and quantitative evaluation of parameters of development monitoring of seventy native tree species used in the restoration of degraded areas, UTFPR, Campus Dois Vizinhos in six months after planting.

Nome científico	N	%		hc		das		dc		cob.EL (%)	ac (m2)	cobert (%)					
		Mort.	d. geada	p. folhas	h (m)	cv(%)	(m)	cv(%)	hc/ht				(mm)	cv(%)	h/d	(m)	cv(%)
<i>Solanum bullatum</i>	72	0,0	50,0	0,0	2,10	3,8	1,24	5,6	0,59	45,9	2,6	45,7	1,19	38,7	28,0	1,29	9,3
<i>Croton urucurana</i>	72	0,0	47,2	1,4	1,86	7,0	1,28	84,4	0,69	36,5	6,1	50,9	0,89	50,1	50,1	0,78	18,0
<i>Sebastiania commersoniana</i>	12	0,0	16,7	0,0	1,45	4,1	0,78	10,3	0,54	23,6	5,4	61,4	0,67	16,1	22,3	0,36	6,0
<i>Trema micrantha</i>	72	6,9	44,4	1,4	1,37	7,3	0,75	10,7	0,55	29,4	6,7	46,5	0,93	66,8	20,3	0,97	4,9
<i>Peltophorum dubium</i>	12	0,0	25,0	50,0	1,29	0,8	0,59	16,9	0,46	22,8	4,6	56,7	0,27	113,5	2,3	0,01	0,1
<i>Ceiba speciosa</i>	12	0,0	33,3	33,3	1,22	7,4	0,67	19,4	0,55	37,9	9,4	32,2	0,20	104,5	4,7	0,06	0,3
<i>Cedrela fissilis</i>	12	0,0	50,0	0,0	1,21	10,7	0,94	11,7	0,78	42,6	11,7	28,4	1,05	48,7	9,0	1,05	1,0
<i>Albizia polycephala</i>	12	0,0	50,0	0,0	1,20	13,3	0,88	13,6	0,73	14,1	18,1	85,3	0,35	45,7	11,0	0,11	1,5
<i>Xylosma</i> sp.	12	0,0	16,7	0,0	1,20	15,8	0,63	30,2	0,53	16,5	7,2	72,8	0,50	50,8	19,0	0,25	4,5
<i>Balfourodendron riedelianum</i>	12	0,0	25,0	25,0	1,17	4,3	0,63	27,0	0,54	16,3	6,3	71,9	0,28	69,3	9,0	0,09	1,7
<i>Calliandra tweedii</i>	12	0,0	33,3	16,7	1,17	19,7	0,57	49,1	0,49	16,7	15,9	70,3	0,39	75,1	15,7	0,19	3,2
<i>Schinus terebinthifolius</i>	72	0,0	0,0	0,0	1,16	4,3	0,48	2,1	0,41	24,6	4,1	47,1	0,87	26,5	23,0	0,63	6,3
<i>Aspidosperma polyneuron</i>	12	0,0	25,0	25,0	1,14	6,1	0,53	35,8	0,46	13,6	8,2	83,9	0,27	67,0	11,7	0,08	2,2
<i>Parapiptadenia rigida</i>	12	0,0	41,7	8,3	1,11	11,7	0,47	27,7	0,42	17,8	8,7	62,4	0,48	57,8	18,0	0,24	4,3
<i>Lafoensia pacari</i>	12	0,0	50,0	0,0	1,11	5,4	0,54	14,8	0,49	23,0	8,8	48,3	0,52	38,5	19,0	0,24	4,3
<i>Podocarpus lambertii</i>	12	0,0	0,0	0,0	1,07	13,1	0,44	15,9	0,41	13,7	6,9	77,9	0,42	28,2	21,0	0,15	5,8
<i>Bauhinia forficata</i>	72	0,0	36,1	13,9	1,06	3,8	0,59	8,5	0,56	18,6	4,5	57,0	0,40	81,9	10,3	0,21	1,3
<i>Guazuma ulmifolia</i>	72	2,8	43,1	5,6	1,04	1,9	0,54	5,6	0,52	21,8	5,5	47,6	0,63	61,3	15,7	0,43	2,9
<i>Casearia decandra</i>	12	0,0	25,0	25,0	1,03	3,9	0,58	17,2	0,56	8,2	8,5	125,2	0,22	70,8	6,3	0,05	0,5
<i>Rapanea umbelata</i>	12	0,0	41,7	0,0	1,03	12,6	0,64	10,9	0,62	12,6	8,5	81,7	0,21	35,5	12,7	0,04	2,1
<i>Cordia americana</i>	12	0,0	33,3	0,0	1,02	10,8	0,53	5,7	0,52	18,0	7,1	56,7	0,26	35,3	16,3	0,06	3,6
<i>Lonchocarpus</i> sp.	12	0,0	8,3	0,0	0,99	6,1	0,67	4,5	0,68	14,6	7,3	67,8	0,27	20,5	10,3	0,06	1,3
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	12	0,0	8,3	8,3	0,96	11,5	0,47	14,9	0,49	15,9	16,4	60,5	0,39	61,2	15,0	0,16	2,7

15^{as} Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM - EEA Montecarlo, INTA. 7, 8 y 9 de Junio de 2012 -Eldorado, Misiones, Argentina

Nome científico	N	%			h (m)	cv(%)	hc		das		dc		cob.EL (%)	ac (m2)	cobert (%)		
		Mort.	d. geada	p. folhas			(m)	cv(%)	hc/ht	(mm)	cv(%)	h/d				(m)	cv(%)
<i>Randia ferox</i>	12	0,0	41,7	8,3	0,96	60,4	0,38	15,8	0,40	13,3	4,4	72,4	0,17	44,9	17,3	0,03	6,8
<i>Sebastiania schottiana</i>	12	0,0	25,0	8,3	0,95	13,7	0,36	19,4	0,38	15,4	11,5	61,5	0,66	58,1	17,3	0,45	4,0
<i>Celtis</i> sp.	12	0,0	50,0	0,0	0,95	6,3	0,41	26,8	0,43	17,1	10,4	55,7	0,69	21,9	18,0	0,39	3,9
<i>Inga cf. uruguensis</i>	12	0,0	50,0	0,0	0,94	11,7	0,41	17,1	0,44	20,1	14,9	46,8	0,59	32,0	11,0	0,30	1,6
<i>Ficus enormis</i>	12	0,0	50,0	0,0	0,91	8,8	0,58	25,9	0,64	21,1	32,7	43,2	0,41	71,1	11,0	0,19	1,6
<i>Capsicodendron dinisii</i>	12	0,0	0,0	0,0	0,90	13,3	0,56	21,4	0,62	17,5	7,4	51,5	0,41	22,3	17,3	0,14	3,6
<i>Eugenia uniflora</i>	12	0,0	50,0	0,0	0,89	19,1	0,56	21,4	0,63	11,3	22,8	78,6	0,36	28,9	9,7	0,11	1,7
<i>Cordia trichotoma</i>	12	0,0	25,0	25,0	0,88	37,5	0,31	74,2	0,35	13,8	21,2	63,7	0,15	117,4	9,7	0,04	1,7
<i>Prunus sellowii</i>	12	0,0	0,0	0,0	0,85	8,2	0,51	13,7	0,60	11,9	6,3	71,3	0,41	41,5	11,3	0,15	1,5
<i>Eugenia pyriformis</i>	12	0,0	8,3	0,0	0,78	11,5	0,57	15,8	0,73	9,2	9,4	84,9	0,26	40,8	7,3	0,06	0,6
<i>Ocotea porosa</i>	12	0,0	25,0	0,0	0,78	5,1	0,62	4,8	0,79	10,2	7,5	76,2	0,27	20,5	5,3	0,06	0,3
<i>Cassia leptophylla</i>	12	0,0	41,7	16,7	0,78	12,8	0,42	28,6	0,54	15,0	18,8	52,2	0,37	69,2	8,0	0,16	0,8
<i>Jaracatia spinosa</i>	12	16,7	0,0	33,3	0,77	19,5	0,47	74,5	0,61	23,3	21,1	33,1	0,12	144,6	2,0	0,03	0,1
<i>Gochnatia polymorpha</i>	12	0,0	0,0	0,0	0,76	10,5	0,29	24,1	0,38	15,4	21,6	49,3	0,47	39,3	15,7	0,20	3,0
<i>Machaerim stipitatum</i>	12	0,0	16,7	33,3	0,71	19,7	0,3	33,3	0,42	11,5	8,8	61,8	0,22	91,1	5,7	0,07	0,5
<i>Allophyllus edulis</i>	12	0,0	50,0	0,0	0,68	4,4	0,26	23,1	0,38	14,5	5,5	46,8	0,27	29,6	14,0	0,06	2,4
<i>Eugenia involucrata</i>	12	0,0	41,7	0,0	0,67	7,5	0,36	8,3	0,54	9,4	7,1	71,4	0,28	22,7	10,3	0,06	1,3
<i>Strychnos brasiliensis</i>	12	0,0	41,7	8,3	0,65	26,2	0,3	16,7	0,46	11,1	8,8	58,4	0,23	56,5	9,7	0,05	1,3
<i>Ruprechtia laxiflora</i>	12	0,0	33,3	16,7	0,65	16,9	0,28	28,6	0,43	13,1	13,3	49,7	0,24	58,0	9,3	0,06	1,2
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	12	0,0	41,7	0,0	0,65	7,7	0,32	15,6	0,49	16,8	94,4	38,6	0,25	37,3	11,0	0,06	1,6
<i>Myrciaria trunciflora</i>	12	0,0	50,0	0,0	0,65	10,8	0,47	8,5	0,72	9,2	17,9	70,5	0,22	48,3	9,3	0,04	1,2
<i>Alchomea triplinervia</i>	72	2,8	45,8	1,4	0,64	4,7	0,29	6,9	0,45	12,4	6,3	51,6	0,27	60,7	11,3	0,08	1,5
<i>Sloanea monosperma</i>	12	8,3	25,0	16,7	0,63	27,0	0,29	27,6	0,46	14,0	23,9	45,1	0,18	68,6	9,0	0,04	1,0
<i>Tabebuia chrysotricha</i>	12	0,0	50,0	0,0	0,63	12,7	0,45	15,6	0,71	9,8	30,2	64,2	0,17	27,0	6,0	0,02	0,4
<i>Myrceugenia euosma</i>	12	0,0	0,0	0,0	0,63	9,5	0,42	16,7	0,67	9,0	4,5	69,8	0,23	19,4	7,0	0,04	0,6
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i>	12	0,0	50,0	0,0	0,59	8,5	0,25	44,0	0,42	10,2	15,0	57,6	0,24	25,7	11,0	0,05	1,5

15^{as} Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM - EEA Montecarlo, INTA.
7, 8 y 9 de Junio de 2012 -Eldorado, Misiones, Argentina

Nome científico	N	% Mort.			h (m)	cv(%)	hc		das		dc		cob.EL		ac	cobert	
		d. geada	p. folhas				(m)	cv(%)	hc/ht	(mm)	cv(%)	h/d	(m)	cv(%)	(%)	(m2)	(%)
<i>Jacaranda micrantha</i>	12	0,0	8,3	41,7	0,56	12,5	0,17	64,7	0,30	10,7	6,0	52,3	0,10	120,4	5,0	0,02	0,5
<i>Mimosa scabrella</i>	72	18,1	2,8	0,0	0,55	7,3	0,31	16,1	0,56	7,7	8,1	71,5	0,20	82,6	7,7	0,05	0,7
<i>Araucaria angustifolia</i>	12	0,0	0,0	0,0	0,55	5,5	0,35	11,4	0,64	12,5	1,8	44,0	0,33	22,3	6,7	0,09	0,5
<i>Cupania vernalis</i>	12	0,0	50,0	0,0	0,54	13,0	0,36	13,9	0,67	5,8	20,7	93,3	0,24	40,1	6,0	0,05	0,4
<i>Trichilia clausenni</i>	12	0,0	50,0	0,0	0,51	7,8	0,25	24,0	0,49	8,9	3,8	57,2	0,21	31,6	8,7	0,04	0,9
<i>Erythrina falcata</i>	12	8,3	25,0	16,7	0,49	40,8	0,23	39,1	0,47	15,1	37,9	32,4	0,15	95,3	5,0	0,03	0,3
<i>Galesia integrifolia</i>	12	16,7	41,7	8,3	0,48	60,4	0,14	50,0	0,29	8,3	33,2	57,6	0,14	82,0	10,7	0,03	2,5
<i>Cabralea canjarana</i>	12	8,3	41,7	0,0	0,44	15,9	0,27	14,8	0,61	10,7	20,4	41,0	0,23	53,1	5,7	0,05	0,4
<i>Nectandra lanceolata</i>	12	8,3	41,7	0,0	0,43	14,0	0,27	29,6	0,63	8,1	65,1	53,4	0,16	62,9	5,3	0,03	0,4
<i>Campomanesia guazumifolia</i>	12	0,0	33,3	0,0	0,43	16,3	0,19	26,3	0,44	8,4	24,0	51,4	0,18	38,7	8,0	0,03	0,8
<i>Croton floribundus</i>	72	26,4	30,6	6,9	0,41	7,3	0,15	26,7	0,37	9,2	12,8	44,6	0,20	103,7	7,7	0,06	0,7
<i>Butia capitata</i>	12	8,3	0,0	0,0	0,40	25,0	0,13	46,2	0,33	37,3	16,9	10,7	0,46	57,9	9,0	0,22	1,0
<i>Vitex megapotamica</i>	12	0,0	16,7	41,7	0,40	22,5	0,11	54,5	0,28	7,9	21,2	50,8	0,09	118,3	3,7	0,01	0,3
<i>Ilex paraguariensis</i>	12	8,3	0,0	8,3	0,36	77,8	0,14	21,4	0,39	4,5	31,3	79,8	0,09	55,0	6,3	0,01	1,4
<i>Psidium cattleianum</i>	12	0,0	50,0	0,0	0,31	9,7	0,1	10,0	0,32	6,7	10,7	46,6	0,15	47,7	7,0	0,02	0,6
<i>Piptadenia gonoacantha</i>	72	15,3	23,6	25,0	0,30	10,0	0,1	50,0	0,33	5,0	16,7	59,6	0,11	124,4	4,0	0,02	0,2
<i>Rapanea ferruginea</i>	12	33,3	25,0	8,3	0,29	31,0	0,18	33,3	0,62	3,7	41,7	78,6	0,07	130,5	2,3	0,01	0,1
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	12	0,0	16,7	0,0	0,26	34,6	0,08	12,5	0,31	12,1	20,5	21,6	0,17	62,9	5,7	0,03	0,4
<i>Maytenus aquifolia</i>	12	8,3	41,7	0,0	0,22	27,3	0,12	25,0	0,55	5,0	48,3	44,1	0,14	54,4	3,7	0,02	0,2
<i>Myrcianthes pungens</i>	12	8,3	16,7	0,0	0,22	13,6	0,1	20,0	0,45	3,2	23,6	69,2	0,11	38,8	4,0	0,01	0,2
<i>Annona cacans</i>	12	41,7	0,0	33,3	0,13	38,5	0,05	140,0	0,38	2,3	38,3	56,5	0,02	193,4	0,7	0,00	0,0
TOTAL 70	MEDIA	3,5	29,0	8,2	0,80	15,3	0,4	25,7	0,5	15,0	16,2	58,3	0,33	59,7	11,0	0,16	2,1
	cv (%)	226,2	62,0	155,1	46,95	92,3	58,5	86,1	24,8	59,4	93,6	30,6	71,41	57,8	67,5	154,55	129,3

Onde: N – Número de indivíduos por espécie; Mort (%) – Mortalidade; d. geada (%) – Danos decorrente das geadas; p. folhas (%) – Perda total das folhas; h (m) – Altura total; cv(%) – Coeficiente de variância; hc - Altura da copa (m); das (mm) - Diâmetro a altura do solo; h/d - Relação entre altura e diâmetro de altura do solo; dc (m) - Diâmetro de copa; hc/ht (%) – Altura de copa em relação a altura total; cob.EL (%) – Cobertura entrelinha; ac (m²) - Área de copa; cobert – Cobertura.

ESPECIES ALTERNATIVAS PARA PLANTACIONES COMERCIALES EN LA PROVINCIA DE MISIONES. RESULTADOS A LOS 22 MESES.

ALTERNATIVES FOR COMMERCIAL PLANTATION SPECIES IN THE PROVINCE OF MISIONES. RESULTS FOR 22 MONTHS.

Vera, Norma ¹; Fara, Nazareno ¹; Korth, Silvia ¹; Paiva, Daniela ²; Cabral, José ³; Imbrogno, Luciana ³.

1: Docentes Investigadores Facultad de Ciencias Forestales, UNaM. E mail: nvera@facfor.unam.edu.ar

2: Becaria proyecto de investigación.

3: Biofábrica de Misiones

Resumen

El proyecto fue generado en el marco del convenio Facultad de Ciencias Forestales y Biofábrica de Misiones. Abarca un período de 3 años y culmina en diciembre de 2013. Tiene como objetivo generar información sobre el desarrollo de especies nativas de alto valor y de bajo impacto ambiental en sistemas de plantación mixtas bajo dosel protector y a cielo abierto, presentando una alternativa a las plantaciones mono específicas de las especies tradicionales en Misiones y a la vez opciones de sistemas productivos factibles económica, ecológica y económicamente. Consta de tres ensayos en bloques dispersos en distintas zonas de la Provincia. Se evalúan cinco especies nativas bajo cobertura de bosques nativos degradados, bajo dosel de plantaciones de *Pinus* y a cielo abierto. Se evalúa la sobrevivencia, el crecimiento y la silvicultura inicial de los sistemas bajo evaluación. La especie Cañafistola, creciendo en una situación de cielo abierto demuestra los mayores porcentajes de sobrevivencia, mayores diámetros a la altura del cuello y mayores alturas totales. Le siguen en orden de importancia y creciendo bajo las mismas condiciones de iluminación el cedro, el timbó y el anchico. Los destinatarios de los resultados son tanto el estado provincial como los productores particulares.

Palabras claves: especies nativas de alto valor, bajo cubierta protectora de plantaciones y bosques degradados, cultivo a cielo abierto.

Summary

The project was created under the agreement Faculty of Forestry Sciences and Biofábrica Misiones. Covers a period of three years and ends in December 2013. Aims to generate information of the development of high value and low environmental impact native species planted under mixed plantation systems, protective canopy and under open sky, presenting an alternative to monospecific plantations of traditional species in Misiones, at the same time options of productive systems feasible economically, ecologically and economically. It consists of a trial installed under a randomized complete block design distributed in different parts of the province. Five native species are evaluated under the cover of degraded forests, under *Pinus* sp. canopy and under the open sky. It evaluates the

survival, growth and initial silvicultural systems. The targets of the outcomes are the provincial government and private producers.

Keywords: high-value native species, under protective canopy of plantations and degraded forests, open culture.

Introducción

Históricamente, la selva misionera ha sido sometida a una fuerte presión, debido a la modalidad extractivista aplicada para aprovechamiento de las principales maderas de alto valor. La misma se caracteriza por la extracción selectiva de los mejores individuos, de unas pocas especies de interés, a través de ciclos de corta que no garantizan la recuperación de la productividad del bosque post aprovechamiento, en detrimento de la productividad de las siguientes cosechas. Dicho proceso, agravado por otras prácticas relacionadas al aprovechamiento del bosque (sistema de cosecha tradicional, distribución de cortas, no reserva de semilleros de calidad, etc.) ha generado que gran proporción de los remanentes actuales de selva se encuentren degradados en riqueza, diversidad composición y estructura originales. Un porcentaje importante de estos ecosistemas se halla en situación de abandono debido a su baja productividad actual y con serias amenazas de ser convertidos a otros usos. En otras situaciones presentan restricciones legales para la conversión, ya sea por su ubicación en zonas de medianas y fuertes pendientes o sobre suelos no aptos para tal fin, pero al igual que los primeros el factor común es la pérdida de productividad por degradación. Según el Inventario Nacional de Bosques Nativos (1998-2001) en la Provincia de Misiones, de la superficie total de estos ecosistemas (1.900.827 ha), más del 50 % se presenta como fragmentos de bosques de pequeña extensión o con escasa cobertura arbórea (menor al 40 %). La misma fuente cita además que, de la superficie de bosque continuo (aproximadamente 980.000 ha) solamente el 16% (incluyendo el Parque Nacional Iguazú) presenta una cobertura cerrada; la restante superficie corresponde a bosques de cobertura variable y abierta. Estas cifras, son extremadamente claras sobre el estado actual de los bosques misioneros y plantean una prioridad indiscutible que no solo hace referencia a cuánto conservar sino en qué estado y por sobre todas las cosas cómo recuperar los bosques y las tierras forestales que han perdido productividad, sin perder superficie forestal. La respuesta debe satisfacer la demanda urgente para la provincia de Misiones, que es la de recuperar bosques nativos y superficie forestal con especies alternativas al monocultivo de pino y a la vez proporcionar a productores pequeños y medianos la información sobre sistemas productivos factibles económica, ecológica y económicamente, apropiados para ser desarrollados en dichas situaciones.

Para ello es necesario ofrecer, tanto al estado como a particulares, información sobre el desarrollo de especies nativas y exóticas de alto valor (no invasoras y de bajo impacto ambiental) en sistemas de plantación pura a cielo abierto y/o mixtas bajo dosel protector.

Como antecedentes de plantación de especies nativas y exóticas latifoliadas en macizos y a cielo abierto en Misiones, se pueden citar los ensayos de la Empresa Danzer Forestaciones (en el Sur). Esta empresa en función a los resultados obtenidos, en los últimos tiempos han debido replantear sus ensayos debido a la elevada mortalidad por heladas; en la actualidad se encuentran investigando la factibilidad de la combinación de especies nativas

y exóticas bajo protección de *Pinus* con el objetivo de madera de alta calidad para faqueado y aserrado. Los métodos de enriquecimiento de áreas degradadas han sido ampliamente estudiados en diversas partes del mundo con similares situaciones que las que ofrece la provincia, donde se han ensayado especies nativas y exóticas a bajas densidades, pero con manejos no intensivos (sobre todo de dosel y podas) como los que muchas especies requieren.

A pesar de dichas experiencias, no existe aún hoy en Misiones un sistema productivo recomendable, ya sea puro o mixto, en base a experiencias técnicas exitosas que incluya la plantación de nativas y exóticas de alto valor maderable. Este proyecto tiene el objetivo de evaluar el establecimiento inicial de especies nativas de alto valor, bajo la cobertura de un dosel protector y los efectos del manejo silvícola (podas y raleos) para la obtención de madera de alta calidad.

Objetivos

Evaluar si existen diferencias estadísticas significativas en el desarrollo de cinco especies forestales nativas mediante un análisis de variancia las variables diámetro a la altura del cuello (DAC) y altura total (HT).

Determinar que combinación de especie y sitio produce mejores resultados promedios en cuanto a las variables biométricas DAC, HT, sobrevivencia y estado fitosanitario.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitios bajo estudio

Se establecieron parcelas de ensayo permanentes en 8 sitios diferentes de propiedad privada, procurando que los antecesores de uso de cada uno de ellos sean lo más representativo del uso actual del suelo en la provincia de Misiones, Argentina. Se establecieron parcelas con cubierta de monte nativo degradado (capuera) en el municipio de Comandante Andresito, Departamento General Manuel Belgrano; en el municipio de Colonia Victoria, Departamento Eldorado; en el municipio de Puerto Piray, Departamento Montecarlo y en el municipio y Departamento de San Pedro. Las parcelas bajo cubierta de pino se establecieron en el municipio de Wanda, Departamento Iguazú, y en el municipio de Gdor. Roca, Departamento San Ignacio. En tanto que las parcelas a cielo abierto se instalaron en el municipio de Comandante Andresito, Departamento General Manuel Belgrano y en el municipio de Puerto Esperanza, Departamento Iguazú. Los sitios correspondientes a las parcelas con cobertura de monte nativo degradado presentan diferencias entre sí en tanto su relieve y masa remanente, como así en lo que respecta al tipo de suelo. En el caso de la parcelas de Andresito se trata de un terreno de suelo 9, rojo profundo, plano, con una baja cobertura, irregularmente distribuida, compuesta por ejemplares de palmito (*Euterpe edulis*), lauráceas, leguminosas como ceibo (*Erythrina falcata*), anchico blanco (*Albizia hassleri*), otras como mora blanca (*Alchornea iricurana*), persigüero (*Prunus subcoriácea*).

La parcela de Colonia Victoria está ubicada en un terreno de suelo 6b, con una pendiente del 18 %, con una cobertura alta de diámetros gruesos, regularmente distribuida, compuesta lauráceas, leguminosas como ceibo, anchico blanco, otras como mora blanca y la presencia en manchones de tacuaras (*Chusquea* sp. y *Guadua* sp.)

La parcela de Puerto Piray está ubicada en un terreno de suelo 6b, con una pendiente del 5%, con una cobertura alta de diámetros finos, regularmente distribuida, compuesta principalmente por María preta (*Diatenopterix sorbifolia*) y Camboatá blanco (*Matayba eleagnoides*).

En el caso de la parcela de San Pedro, esta se encuentra ubicada en un terreno de suelo 6b, con una pendiente del 27 %, con una cobertura alta de diámetros gruesos, regularmente distribuida, compuesta lauráceas, leguminosas como ceibo, anchico blanco, otras como mora blanca, con claros ocupados por *Celtis tala Tala sp.*

Las parcelas con cobertura de pino presentaron las siguientes características. En el caso de la parcela instalada en Gobernador Roca se trata de una plantación de *Pinus taeda* de cerca de 10 años de edad, con unas 700 plantas por hectárea (pl/ha), podadas a 3,5 m. La parcela de Colonia Lanusse presenta similares características, con una edad de 13 años, con una poda de 5,2 m y una densidad de 500 pl/ha.

En el caso de la parcela a cielo abierto, la plantación se realizó al mismo momento que la plantación operativa de *Pinus taeda*, es decir, no existía cobertura al momento de la plantación de las especies nativas. Posteriormente se generó un efecto tunel de las especies bajo observación en la competencia lateral con los individuos de *Pinus taeda*. Se trata de un terreno de suelo 9, rojo profundo, plano.

En todos los casos, el clima se clasifica como Cfa en el sistema de Köppen, que corresponde a un clima subtropical húmedo sin estación seca, con precipitación media anual de 1.700 mm, distribuidas equitativamente a lo largo del año y con un promedio anual de T° de 21 ° C, con máximas absolutas para el mes de Enero de 39° C y mínimas absolutas del mes de Junio de – 6° C (Eibl, B. 2001).

Diseño experimental

El diseño experimental se corresponde con un diseño en bloques completos al azar, con el efecto de los bloques confundido con el efecto de los diferentes sitios (MONTGOMERY, 1991). En cada sitio se realizó la instalación de 1 (un) bloque de 5 parcelas, asignándose al azar una especie a cada parcela. Las especies en evaluación son *Cedrela fissili* (Cedro), *Cordia trichotoma* (Loro negro), *Peltophorum dubium* (Cañafistula), *Parapiptadenia rigida* (Anchico colorado) y *Enterolobium contortisiliquum* (Timbó). Cada parcela consta de 4000 m², la densidad inicial de plantación dentro de cada una de ellas fue de 150 plantas por parcela, equivalente a 357 plantas por hectárea. La distancia de plantación fue de 7 m entre líneas por 4 m entre plantas en monte nativo, para lo que se abrieron líneas de 1 y ½ m de ancho. En los casos bajo pino se trató de respetar la misma densidad a través de un distanciamiento promedio de 6,5 m por 4,2 m. En el caso de cielo abierto resultó una mezcla de individuos para la misma superficie final de trabajo y la misma cantidad de plantas de cada una de las especies. La plantación se realizó entre la última semana de abril y la primera de mayo de 2.010, utilizándose plantas en macetas. Las especies se evalúan en supervivencia y crecimiento inicial a través de las variables Diámetro a la altura del cuello (DAC) y Altura total (HT).

Análisis de Variancia

La evaluación estadística fue realizada a través del análisis de variancia de un experimento factorial de un modelo lineal de efectos fijos, evaluando simultáneamente los efectos del sitio y las especies, conformándose los tratamientos como combinaciones de ambos. Además se llevaron a cabo pruebas de comparaciones de medias utilizando la

prueba de Tukey. En todos los tests se considera un nivel de significancia del 5 % para identificar diferencias estadísticamente significativas entre las medias involucradas en cada prueba.

En todos los análisis de variancia (ANOVA) se comprobó el cumplimiento de los supuestos de homogeneidad de variancia y distribución normal de los errores, en algunos casos se verificaron leves apartamientos de los mismos. Según MONTGOMERY (1991), las pruebas realizadas con modelos de efectos fijos como los aplicados en este ensayo son robustas en caso de apartamientos leves de los supuestos.

Resultados

Se presentan los resultados obtenidos a partir del relevamiento biométrico realizado en el mes de marzo de 2.012 cuando el ensayo cumple 22 meses de instalado.

Sobrevivencia

En cuanto a la sobrevivencia se puede observar que la Cañafistola creciendo en una situación de cielo abierto presenta el mayor porcentaje, seguido por el Cedro y Anchico creciendo bajo cobertura de monte nativo.

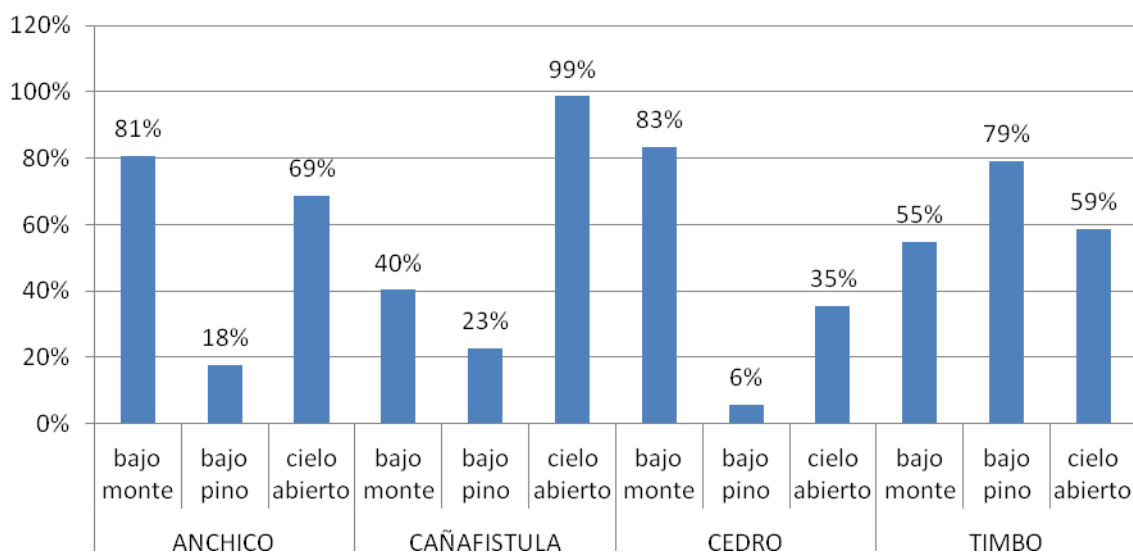


Gráfico 1. Porcentajes de sobrevivencia por especie y situación de cobertura.

Evolución DAC y HT

El análisis de variancia del experimento factorial, donde los factores son la especie y los sitios, indica que existe heterogeneidad estadística en cuanto al desarrollo del DAC para ambos factores y para su interacción a un nivel de significancia de 5% (tabla 1).

Tabla 1. Tabla de Análisis de Variancia de la variable DAC para los factores Sitio, Especie e Interacción.

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	p-valor
Sitio	670318,0	2	335159,0	3615,773	0,0000000
Especie	50782,5	3	16927,5	182,618	0,0000000
Sitio*Especie	131762,3	6	21960,4	236,914	0,0000000
Error	214122,2	2310	92,7		
Total	1066985,0	2321			

Posteriormente se realiza un test de Tukey para contrastar las medias de DAC de los 12 tratamientos resultantes de la combinación de las 4 especies y los 3 sitios (tabla 2). Seguidamente se presentan los resultados de los dos tratamientos individuales de Loro Negro evaluados como diseño completamente aleatorizado donde el factor bajo análisis es el sitio con solo dos niveles diferentes, bajo cobertura de monte y dosel protector de pino.

Tabla 2. Contraste de Medias de DAC para los doce tratamientos generados y para los dos tratamientos de Loro Negro.

Tratamiento		DAC (mm)		
Sitio	Especie	Promedio	Límite Inferior -95%	Límite Superior +95%
BAJO MONTE	ANCHICO	4,98 a	4,75	5,21
BAJO PINO	ANCHICO	5,40 b	4,89	5,91
BAJO MONTE	CAÑAFISTULA	8,39 b	7,66	9,13
BAJO PINO	CEDRO	8,47 b	6,45	10,49
BAJO PINO	CAÑAFISTULA	8,63 b	7,76	9,51
BAJO PINO	TIMBO	9,79 bc	9,22	10,35
BAJO MONTE	TIMBO	14,30 c	13,34	15,26
BAJO MONTE	CEDRO	14,94 c	14,20	15,69
CIELO ABIERTO	TIMBO	34,96 d	32,89	37,02
CIELO ABIERTO	ANCHICO	50,66 e	46,85	54,47
CIELO ABIERTO	CEDRO	66,02 f	58,62	73,42
CIELO ABIERTO	CAÑAFISTULA	84,82 g	81,80	87,85
BAJO PINO	LORO NEGRO	4,99 a	4,66	5,32
BAJO MONTE	LORO NEGRO	6,83 b	6,49	7,18

a, b, ..., g = grupos del test de Tukey a un nivel de 5% de significancia, en la vertical. Letras iguales indican que entre ellos no hubo diferencias dado $\alpha=0,05$.

Del test de contraste de medias se puede observar que el tratamiento que mayor DAC presenta es la especie Cañafistula creciendo en una situación de cielo abierto, arribando a valores promedios de 84,82 mm. La situación de cielo abierto genera para las cuatro especies bajo estudio mejores condiciones para su desarrollo en DAC.

De similar manera, la situación que demuestra mejores condiciones para el desarrollo en DAC, seguido al sistema de cielo abierto, es la de bajo cubierta de monte nativo degradado y finalmente el sistema de cobertura de pino.

La especie Loro Negro se analiza de manera independiente debido a la inexistencia de réplica de la misma bajo el sistema a cielo abierto, comparando su desarrollo en DAC y HT de manera individual bajo cubierta de monte nativo y pino, muestra un mejor comportamiento bajo cubierta de monte nativo que de pino.

Analizando la variable HT a través del ANOVA se identifican diferencias estadísticas significativas para un nivel de significancia de 5% (tabla 3), tanto para el sitio, la especie y la interacción.

Tabla 3. Tabla de Análisis de Variancia de la variable HT para los factores Sitio, Especie e Interacción.

Fuentes de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	p-valor
Sitio	656,874	2	328,437	759,756	0,0000000
Especie	131,264	3	43,755	101,215	0,0000000
Sitio*Especie	372,324	6	62,054	143,546	0,0000000
Error	998,596	2310	0,432		
Total	2159,1	2321,0			

Respecto del desarrollo en HT el test de contraste de medias indica que el tratamiento que mayor HT presenta fue nuevamente la especie Cañafistula creciendo a cielo abierto, llegando a HT promedios de 3,99 m. La situación de cielo abierto ofrece mejores condiciones para el desarrollo para las cuatro especies bajo estudio. De similar manera, el comportamiento que demuestra más incremento de la variable después del sistema de cielo abierto es el desarrollado bajo cubierta de monte nativo degradado.

La especie Loro Negro, que se analiza de manera independiente por no existir repetición en el sistema cielo abierto, demuestra una mayor evolución en HT bajo cubierta de monte nativo seguido por la de pino.

Tabla 4. Contraste de Medias de DAC para los doce tratamientos generados y para los dos tratamientos de Loro Negro.

Tratamiento		HT (m)		
Sitio	Especie	Promedio	Límite Inferior -95%	Límite Superior +95%
BAJO PINO	ANCHICO	0,29 a	0,11	0,46
BAJO PINO	CEDRO	0,34 abc	0,03	0,66
BAJO PINO	CAÑAFISTULA	0,65 abc	0,49	0,80
BAJO MONTE	ANCHICO	0,66 bc	0,60	0,71
BAJO MONTE	CEDRO	0,81 c	0,76	0,87
BAJO PINO	TIMBO	0,85 cd	0,77	0,94
BAJO MONTE	CAÑAFISTULA	1,02 d	0,94	1,11
BAJO MONTE	TIMBO	1,46 e	1,39	1,53
CIELO ABIERTO	TIMBO	1,56 e	1,42	1,69
CIELO ABIERTO	CEDRO	1,69 e	1,51	1,87
CIELO ABIERTO	ANCHICO	2,49 f	2,36	2,62
CIELO ABIERTO	CAÑAFISTULA	3,99 g	3,88	4,09
BAJO PINO	LORO NEGRO	0,26 a	0,24	0,29
BAJO MONTE	LORO NEGRO	0,56 b	0,49	0,63

a, b, ... g = grupos del test de Tukey a un nivel de 5% de significancia, en la vertical. Letras iguales indican que entre ellos no hubo diferencias dado $\alpha = 0,05$.

Estado fitosanitario

Respecto del estado fitosanitario y de forma en general más del 94% de todos los ejemplares evaluados en el ensayo presentaron un estado general bueno, seguido por un 4% de plantas atacadas en sus hojas, y un 1,2% decapitadas.

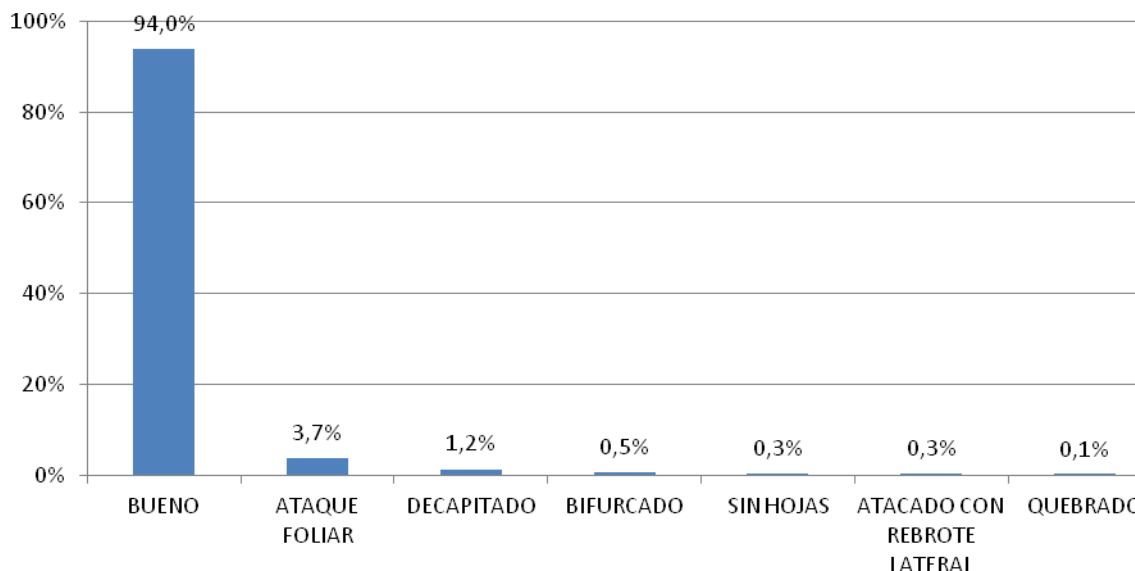


Gráfico 2. Estado fitosanitario y de forma para todas las especies y sitios en porcentajes.

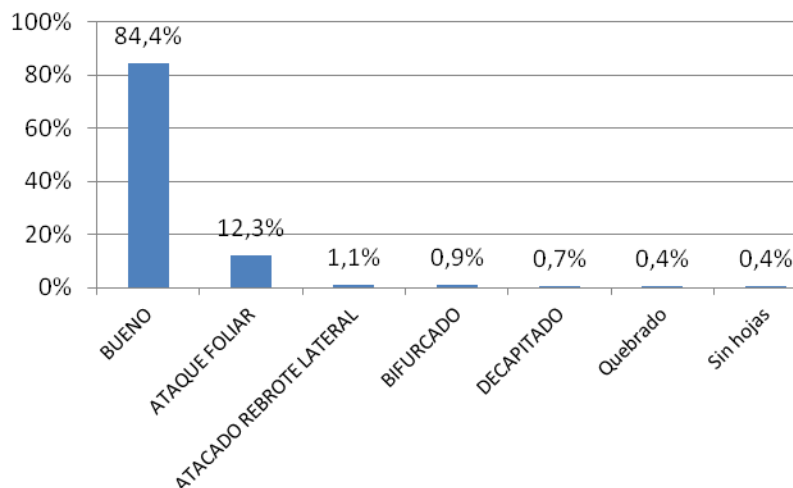


Gráfico 3. Estado fitosanitario y de forma para cedro en los tres sitios en porcentajes.

Respecto de la situación fitosanitaria del cedro se muestra en el gráfico 3 que un 84,4% de las plantas se encontraban en buenas condiciones y que un 12,3% demostraban ataque por la mariposa del cedro. Un 1,1% se encontraba brotando lateralmente luego del ataque del brote apical.

Conclusiones

Existen buenas referencias que las especies evaluadas se adaptan bien a la situación de cielo abierto, siendo la cañafistola la de mejor performance tanto en crecimiento en DAC, HT, sobrevivencia y estado fitosanitario. Las tendencias observadas indican un buen comportamiento de Cañafistula, Timbó y Cedro bajo cubierta de monte nativo degradado. Se podrán estimar mejores resultados de silvicultura particular al finalizar el proyecto en Junio de 2.013, tiempo en que se verá la necesidad de realizar podas de formación.

Recomendaciones

En el período que resta hasta cerrar el proyecto queda pendiente la evaluación de controladores biológicos y/o sintéticos de *Hypsypyla grandella* para el caso de cedro.

Agradecimientos

Es deseo de los autores agradecer a las siguientes personas, propietarias o responsables de los predios donde se han instalado las parcelas: al Sr. Juan Liebrez; al Sr. Marcos Moser, de Lowe Forestal S.R.L.; al Ing. Ftal. Oscar López; al Ing. Agr. Horacio Delgadino, en representación de Julio Cambilargio; al Ing. Ftal. Juan C. Barquinero, de la empresa Harriet; a la Sra. Teresa Muñoz; al Ing. Ftal. José Cabral; Daniel Malowski, en representación de Jorge Zallio.

Bibliografía

- Aguirre, N., Günter, S., Weber, M., y Stimm, B. Enrichment of *Pinus patula* plantations with native species in southern Ecuador. *Enriquecimiento de plantaciones de *Pinus patula* con especies nativas en el sur del Ecuador*. Lyonia, Volume 10 (1), Pages [33-45], March 2006
- Cozzo, D. 1994. Los intercambios e interacciones de especies arbóreas exóticas y nativas en la complementación y diversificación de sus respectivos sistemas forestales. *Quebracho* 2: 39-46.
- Eibl, B., Silva, F., Bobadilla, A. 2.001. Boletín Agrometeorológico Eldorado. Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales. Facultad de Ciencias Forestales. UNaM. Período 1.995-2.001
- Montagnini, F., Eibl, B., Fernández, R., Rehabilitation of degraded lands in Misiones, Argentina. *Bois et Forêts des Tropiques*, 2006, N° 288 (2)
- Montgomery, D.C. 1991. Design and Analysis of experiments. John Wiley & Sons, New York.
- Sánchez, J. R., Gotz, I., Segovia W., 1993. Enriquecimiento de bosques nativos. Implantación bajo cubierta. Tercera comunicación. In: VII Jornadas Técnicas: Ecosistemas Forestales Nativos. Uso, Manejo y Conservación. Inst. Subtrop. Invest. For., Fac. Cs. For., UNaM. Eldorado, Misiones, Argentina, 300-308.

www.ambiente.gov.ar/archivos/web/.../informe_nacional_pinbn.pdf. Inventario Nacional de Bosques Nativos (1998-2001)

**BIOMASA Y MACRONUTRIENTES DE *Peltophorum dubium*
(Sprengel) Taubert EN RIO GRANDE DO SUL, BRASIL.**

**BIOMASS AND MACRONUTRIENTS OF *Peltophorum dubium*
(Sprengel) Taubert IN RIO GRANDE DO SUL, BRAZIL**

Yuste; A. E. P.¹; Lopes; V. G.²; Schumacher; M. V.³; Witschoreck; R.⁴; Calil; F. N.⁵

¹ Académico del Curso de Ingeniería Técnica Forestal – Universitat de Lleida – Rovira Roure 191-25198, Lleida (Catalunya - España) – antonipalmero@hotmail.com

² Ingeniero Forestal, M.Sc., Doctorado en el Programa de Pos graduación en Ingeniería Forestal, Centro de Ciencias Rurales, Universidad Federal de Santa Maria, Av. Roraima, 1000, CEP 97015-900, Santa Maria (RS), Brasil. viguilopes@yahoo.com.br

³ Ingeniero Forestal, Dr., Profesor del Departamento de Ciencias Forestales, Centro de Ciencias Rurales, Universidad Federal de Santa Maria, Av. Roraima, 1000, CEP 97015-900, Santa Maria (RS), Brasil. mvschumacher@gmail.com

⁴ Ingeniero Forestal, M.Sc., Doctorado en el Programa de Pos graduación en Ingeniería Forestal, Centro de Ciencias Rurales, Universidad Federal de Santa Maria, Av. Roraima, 1000, CEP 97015-900, Santa Maria (RS), Brasil. rwitschoreck@yahoo.com.br

⁵ Ingeniera Forestal, Dr^a, Profesora del Curso de Ingeniería Forestal, Universidad Federal de Goias, Calle 1024, n. 434, Apt. 303, Bloque 64 - Lote 24/25, Sector Pedro Ludovico, CEP 74823-040, Goiânia (GO), Brasil. francine.calil@terra.com.br

Resumen

El presente estudio se llevó a cabo en la estación experimental de la FEPAGRO en Río Grande do Sul, Brasil, y tuvo como objetivo cuantificar la biomasa aérea y el contenido de macronutrientes de *Peltophorum dubium*, en plantación regular homogénea a los 28 años de edad. Se escogieron tres árboles para realizar el estudio de biomasa. La producción total de biomasa aérea de canafístula fue de 41,63 Mg ha⁻¹ siguiendo el orden de proporción siguiente: madera (56 %) > ramas vivas (19 %) > corteza (15 %) > ramas muertas (9 %) > hojas (1 %). El nutriente más abundante en la biomasa aérea de los árboles fue el Ca, seguido del nitrógeno y el potasio según el orden siguiente: Ca (47 %) > N (22 %) > K (17 %) > S (6,5 %) > Mg (5,5 %) > P (1,5 %).

Palabras clave: canafístula, biomasa aérea, nutrición forestal.

Summary

This study was conducted at Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária – Rio Grande do Sul, Brazil, and aimed to quantify the biomass and the content of macronutrients in *Peltophorum dubium* in 28 year homogeneous regular planting. Three trees were chosen for biomass study. They took samples of each of the components evaluated in the study for further analysis in the laboratory. Total aboveground biomass production of trees was 41.63 Mg ha⁻¹, in the following order: stem wood (56 %) > live branches (19 %) > bark (15 %) > dead branches (9 %) > leaves (1 %). The most abundant nutrient in the aboveground biomass was calcium, followed by nitrogen and potassium in the following order: Ca (47 %) > N (22 %) > K (17 %) > S (6.5 %) > Mg (5.5 %) > P (1.5 %).

Key words: canafístula, biomass above ground, forest nutrition.

Introducción

La especie *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub, conocida vulgarmente como canafistula fue una de las 15 especies forestales maderables que dominó el comercio de nativas para serrería en la región sur de Brasil (Ruchel, 2003). Ella es considerada como una de las especies de mayor potencial para reforestaciones en el sur de Brasil, siendo indicada para plantaciones homogéneas (Shimizu, 1987; Marchiori, 2004).

Los estudios sobre biomasa y macronutrientes de la especie son prácticamente inexistentes por lo que se hace difícil su comparación con otros trabajos. La mayoría de los estudios realizados con esta especie hacen referencia a cualidad de la madera, germinación y al vigor de las semillas (Perez et al., 2001). Igualmente, esos estudios abordan tipos de tratamientos químicos o mecánicos en vivero para inducir la emergencia de la planta y su establecimiento in vitro (Carvalho, 2003; Bassan, 2006), necesidades nutricionales, comportamiento de las plántulas en relación a la nutrición controlada en edades iniciales, (Moraes, 2004), o el desarrollo inicial de las plántulas de canafistula en campo (Portela et al., 2001). Sobre producción de biomasa los estudios presentes en relación a la especie hacen referencia a la biomasa obtenida en plantaciones jóvenes que no llegan a edades adultas del árbol (Queiroz et al., 2007).

Aunque siendo considerada la canafistula una de las especies de mayor importancia forestal, es muy escasa la información disponible sobre la cantidad y calidad de biomasa producida de la especie en plantaciones adultas regulares y homogéneas. El estudio tuvo como objetivo cuantificarla biomasa aérea y el contenido de macronutrientes en *Peltophorum dubium*, en plantación regular homogénea a los 28 años de edad.

Materiales y Métodos

La zona experimental se encuentra situada en la Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO), Santa Maria, en el estado de Rio Grande do Sul, Brasil. Según la clasificación climática de Köppen, la región presenta la variedad climática Cfa, caracterizada por la ocurrencia de lluvias durante todos los meses del año presentando una temperatura media del mes más cálido de 22 °C y del mes más frío de 10,5 °C, con precipitaciones variables entre 1700 y 1800 mm anuales (Buriol et al., 2007). La región se caracteriza por ser de las más frías del país y por pertenecer fitogeográficamente a la denominada Mata Atlántica en contacto directo con los llamados Campos Sulinos. La formación vegetal natural característica de ésta región es el Bosque Estacional Semidecidual (Embrapa, 2007). La altitud media se sitúa alrededor de unos 150 metros. El suelo del local de estudio pertenece a la unidad de suelos de São Pedro clasificado por "Podzólico vermelho amarelo" de textura media, relieve ondulado y sustrato arenita. Se caracteriza por presentar suelos profundos, rojizos, textura superficial arenosa, friables y bien drenados. Son suelos ácidos, con baja a media saturación de bases y pobres en materia orgánica y en la mayoría de los nutrientes (Streck, 2008).

Todos los datos fueron obtenidos en el año 2010 en la estación experimental de FEPAGRO en una plantación de *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. a la edad de 28 años. Para la evaluación y cuantificación de la biomasa aérea se realizó previamente un inventario del área. A partir de los resultados obtenidos se determinó la amplitud de clase diamétrica más apropiada (5 cm) y se representó dónde estaban centrados los diámetros de la mayor parte de los árboles (CD = 10-15 cm). Se escogieron tres árboles para realizar el estudio de biomasa y se abatió un árbol centrado en la media ($\pm 12,5$ cm), otro árbol del límite inferior de la clase diamétrica (± 10 cm), y un tercer árbol correspondiente al límite superior de la clase (± 15 cm).

La altura de los árboles estaba comprendida entre 8 y 12 m de altura, siendo la altura media total de 9,68 metros. El DAP medio obtenido en el estudio de la plantación fue de 14,6 cm. El número inicial de árboles plantados en las parcelas con marco de plantación de 2 m x 3 m en el año 1982 era de 1505 ár. ha⁻¹. En el año 2010, cuando se realizó el presente estudio, la densidad fue de 961 ár. ha⁻¹ y el área basal media de 17,08 m² ha⁻¹.

Los componentes evaluados en el estudio son los siguientes: hojas, ramas vivas, ramas muertas, corteza, madera (1,3 m) y el tercer corte a la mitad de la copa del árbol. Se tomaron muestras de cada una de esas alturas del árbol (rodajas) así como de las hojas, ramas vivas, ramas muertas y corteza y se pesaron con balanza de precisión (0,1 g) para su posterior análisis en el Laboratorio de Ecología Forestal de la Universidad Federal de Santa Maria. También se anotó el diámetro y el peso total de cada componente del árbol con ayuda de una balanza de gancho con precisión de 100 g y sacos para colocar el material vegetal. En el laboratorio las muestras fueron dispuestas en estufa con renovación y circulación de aire a 70 °C hasta que se obtuvo un peso constante y se pesó en balanza con 0,01 g de precisión. Después el material fue molido en molino tipo Wiley para el análisis químico de nutrientes. Los análisis de tejido vegetal son los descritos por Tedesco (1995).

Resultados y Discusión

Biomasa aérea

La plantación de canafistula de 28 años de edad presentó una biomasa media acumulada de 41,63 Mg ha⁻¹ considerando aquellos árboles comprendidos en la clase diamétrica de 10-15 cm de DAP. Comparando el valor obtenido con otros estudios de biomasa realizados con otras especies se puede observar como es un valor muy por debajo de la producción obtenida en otras plantaciones. Brun(2004), estimó que la biomasa aérea en un bosque estacional decidual en Sta. Teresa, RS era de 102 Mg ha⁻¹ aunque en éste caso se determinaron todos los estratos y especies presentes en el bosque. Barichello(2003) estimó que la biomasa aérea media en una plantación de *Acacia mearnsii* de 8 años de edad en Minas do Leão, RS era de 115 Mg ha⁻¹. La distribución de la biomasa aérea en función del componente vegetal siguió el siguiente reparto (**Tabla 1**): Madera > Ramas vivas > Corteza > Ramas muertas > Hojas. Las hojas comprenden una proporción del 1,23% del total de biomasa aérea producida por un árbol, las ramas muertas representan el 8,72%, la corteza un 15,13%, las ramas vivas un 18,83% y, por último, la madera del fuste un 56,1% del total de biomasa aérea.

En un estudio de biomasa de una población adulta de *Hoveniadulcis* realizado muy cerca de la plantación de canafistula Schumacher et al. (2008) se encontró una proporción y distribución de los componentes vegetales de biomasa bastante similar formada por un 68,65% en la madera del fuste, 15,54% por ramas (vivas y muertas), 11,16% por corteza y un 4,65% por hojas. Barichello (2003), en una población de Acacia negra de 8 años de edad en Minas do Leão – RS presentó la siguiente proporción de biomasa aérea: Madera > Ramas vivas > Corteza > Ramas muertas > Hojas. El porcentaje de biomasa en los diferentes componentes vegetales de un árbol varía significativamente, según autores, con la edad.

Tabla 1. Biomasa en plantación de *Peltophorumdubium* a los de 28 años de edad.
Table 1. Aboveground biomass in 28 year *Peltophorumdubium* plantation.

BIOMASA	Hojas	Ramas muertas	Ramas vivas	Corteza	Madera	TOTAL
Mg ha ⁻¹	0,51a*	3,63a	7,84a	6,30a	23,35b	41,63
Proporción (%)	1,2	8,7	18,8	15,1	56,1	100,0

* Medias seguidas por la misma letra no difieren por el test de Tukey con un nivel del 5 % de error.

Un aspecto que se puede mencionar en referencia a los valores de biomasa obtenidos es que el valor parcial de biomasa de ramas es muy variable en función de si se trata de las ramas vivas o de las muertas. La proporción de ramas vivas fue más del doble de la biomasa atribuida por las ramas muertas, aspecto que podría relacionarse por la capacidad de autopoda de la especie, característica ya mencionada por Carvalho (2003).

Contenido de macronutrientes en la parte aérea

La concentración de nutrientes puede variar bastante entre los diferentes componentes tal y como se muestra en la **Tabla 2**. De forma general, las hojas son el componente vegetal que presenta los mayores valores de N, P, K, Mg y S, por tanto, en las hojas es donde se acumula la mayor concentración de macronutrientes exceptuando el Ca que se encuentra principalmente en la corteza del árbol.

Los altos valores de nutrientes presentes en las hojas se justifican por su elevada actividad metabólica, de forma que, los tejidos que presentan funciones más estructurales, de sustentación de la planta, generalmente presentan los valores más bajos de nutrientes (Schumacher et al., 2008), como en el caso de la madera o de las ramas muertas. La madera del fuste fue el componente que presentó los menores valores de nutrientes en la biomasa aérea en relación a los demás.

La proporción entre los distintos nutrientes en la biomasa puede estar determinada en gran medida según Larcher (2004), por la especie y familia a la cual pertenece la planta, componente analizado o por el estado de desarrollo de la planta. No se detectaron diferencias significativas entre las muestras de madera extraídas a diferentes alturas. El componente vegetal que presentó más variación fue el de ramas vivas.

El N, P, K y Mg, puesto que son elementos muy móviles, es lógico que se encuentren en mayor concentración en la fracción hojas al tratarse del órgano en el que se produce la fotosíntesis. Especialmente importante, en relación a la concentración de nutrientes, los bajos valores encontrados en la madera del fuste de canafistula. Éste componente vegetal fue el que registró las menores concentraciones en todos los macronutrientes de la biomasa aérea.

En referencia al nitrógeno, su coeficiente de variación fue bastante estable menos en el componente ramas vivas. Comparando los valores generales obtenidos de nitrógeno en Canafistula con los propuestos en el estudio de Barichello (2003), con otra leguminosa (*Acacia mearsii*) a los 8 años de edad se aprecia un valor medio más alto para la Acacia negra. Este resultado puede ser debido a la capacidad que tiene la Acacia negra de fijar nitrógeno gracias a su asociación con *Rhizobium* frente a la incapacidad de la Canafistula (Campelo, 1976). Schumacher et al. (2008), trabajando con biomasa y nutrientes en *Hovenia Dulcis* Thumb relató valores para el nitrógeno levente superiores para las hojas y madera e inferiores para los demás componentes vegetales.

Tabla 2. Valores medios de macronutrientes (g kg⁻¹) en los diferentes componentes de la biomasa aérea de *Peltophorum dubium* a los 28 años de edad.

Table 2. Average values of macronutrients (g kg⁻¹) in different components of 28 year *Peltophorum dubium* biomass.

Componente vegetal	N	P	K	Ca	Mg	S
	g kg ⁻¹					
Hojas	21,45 (55,5)*	1,50 (58,4)	10,50 (46,9)	6,79 (14,2)	2,75 (39,2)	2,62 (34,7)
Ramas vivas	6,19 (16,0)	0,59 (23,0)	5,47 (24,4)	10,07 (21,0)	1,59 (22,6)	1,82 (24,1)
Ramas muertas	4,26 (11,0)	0,19 (7,4)	1,50 (6,7)	8,66 (18,1)	0,83 (11,8)	0,72 (9,5)
Corteza	5,35 (13,8)	0,20 (7,8)	3,60 (16,1)	19,86 (41,5)	1,49 (21,2)	1,92 (25,4)
Madera	1,42 (3,7)	0,09 (3,5)	1,31 (5,9)	2,53 (5,3)	0,36 (5,1)	0,47 (6,2)

*Los valores entre paréntesis se refieren a los porcentajes relativos de cada componente

Para el fósforo y el potasio los valores obtenidos en estudios para otras especies son bastante variables. El valor de fósforo en Acacia negra (Barichello, 2003) fue inferior en la fracción hojas y madera y muy parecida para las ramas. Los valores de potasio fueron superiores para Acacia en todas las fracciones. En Uva de Japón (Schumacher et al., 2008) resalta la baja concentración encontrada de los macronutrientes en las hojas (0,18 g kg⁻¹/Hovenia dulcis frente a 1,5 g kg⁻¹/Peltophorum dubium para el fósforo y 0,7 g kg⁻¹/Hoveniadulcis frente a 10,5 g kg⁻¹/Peltophorum dubium para el potasio) siendo su estimación más de 8 veces inferior para el P y 15 veces inferior para el K a la obtenida en el presente estudio.

Para el elemento magnesio, los valores estimados fueron muy similares a los obtenidos por Barichello (2003) para Acacia y Schumacher et al. (2008) para Uva de Japón, exceptuando el componente hojas que fue superior para Hovenia dulcis. Las hojas fueron el componente vegetal con más concentración de Mg. Este elemento, según Kramer y Kozlowski (1972), hace parte de la composición de la clorofila, siendo común su mayor proporción en este componente. El magnesio, junto con el nitrógeno, fue de los macronutrientes que menos variabilidad presentó. El calcio, elemento menos móvil en el árbol, presentó valores inferiores a los obtenidos para Uva de Japón (principalmente en las hojas) menos en la fracción madera que es superior para canafistula. En el estudio de Acacia negra la concentración de calcio fue inferior para todas las fracciones (especialmente en la corteza ya que la canafistula presenta el doble de concentración) excepto en las hojas.

La concentración de azufre fue superior para canafistula en todas las partes del árbol en comparación con Acacia negra especialmente en la corteza (0,49 g kg⁻¹ "Acacia mearsii" frente a 1,92 g kg⁻¹ "Peltophorum dubium") que para canafistula fue 4 veces superior.

En la **Tabla 3** se muestra el contenido de macronutrientes por hectárea y la participación relativa de cada uno de ellos en la plantación de canafistula estudiada. El nutriente más abundante en la biomasa aérea de los árboles fue el Ca, seguido del nitrógeno y el potasio según el orden siguiente: Ca > N > K > S > Mg > P. Los resultados obtenidos por otros autores en cuanto al orden de concentración de los macronutrientes fueron muy parecidos a los presentados en este estudio aunque normalmente la concentración de Mg era superior a la de S (Vogel, 2004; Schumacher et al., 2008). Los resultados obtenidos por Barichello (2003) trabajando con Acacia negra fueron bastante diferentes especialmente en las concentraciones

de potasio (valores muy superiores) y calcio (valores muy inferiores) debido, posiblemente, a la poca edad de la plantación (8 años), características edáficas o a otros factores.

Si nos fijamos en los porcentajes del contenido de macronutrientes por componente vegetal el orden fue el siguiente: Corteza > Ramas vivas > Madera del fuste > Ramas muertas > Hojas. Las fracciones de corteza y ramas vivas fueron muy similares (32,4 y 32% respectivamente) y si contabilizamos las dos fracciones de ramas (vivas y muertas) como un solo componente el resultado es de un 41,3 %. Se puede decir que las ramas, especialmente las vivas, son importantes compartimentos de acumulación de nutrientes. Sumando los porcentajes de los componentes con menor valor económico como son las hojas, ramas y corteza, resulta una conservación del 77,4% de los macronutrientes del sistema, un valor considerablemente alto que se tendría que tener en cuenta a la hora de realizar los aprovechamientos forestales.

Tabla 3. Contenido (kg ha⁻¹) de macronutrientes en la parte aérea de *Peltophorumdubium* a los 28 años de edad.

Table 3. Macronutrients content (kg ha⁻¹) in 28 year *Peltophorumdubium* aboveground biomass.

Biomasa (Mg ha ⁻¹)	Componente vegetal	(kg ha ⁻¹)					
		N	P	K	Ca	Mg	S
0,513	Hojas	11,0 (7,8)*	0,8(8,4)	5,4(5,1)	3,5(1,2)	1,4(4,1)	1,3(3,2)
7,837	Ramas vivas	48,5(34,5)	4,6(48,4)	42,9(40,3)	78,9(26,5)	12,5(36,0)	14,3(34,6)
3,630	Ramas muertas	15,5(11,0)	0,7(7,4)	5,4(5,1)	31,4(10,5)	3,0(8,6)	2,6(6,3)
6,299	Corteza	33,7(24,0)	1,3(13,7)	22,7(21,3)	125,1(42,0)	9,4(27,1)	12,1(29,3)
23,351	Madera	31,7(22,6)	2,1(22,1)	30,1(28,2)	59,1(19,8)	8,4(24,2)	11,0(26,6)
41,630	TOTAL	140,4 (100)	9,5 (100)	106,5(100)	298,0(100)	34,7(100)	41,3(100)

*Los valores entre paréntesis se refieren a los porcentajes relativos de cada componente

Un dato importante a la hora de evaluar el tipo de explotación a realizar en la plantación de canafistula es la baja concentración de macronutrientes contenida en la madera del fuste, a pesar de ser el componente más importante en el aporte total de biomasa. En la siguiente figura se representa la exportación de macronutrientes realizando una explotación retirando la corteza y sin retirarla del sistema (Fig. 1).

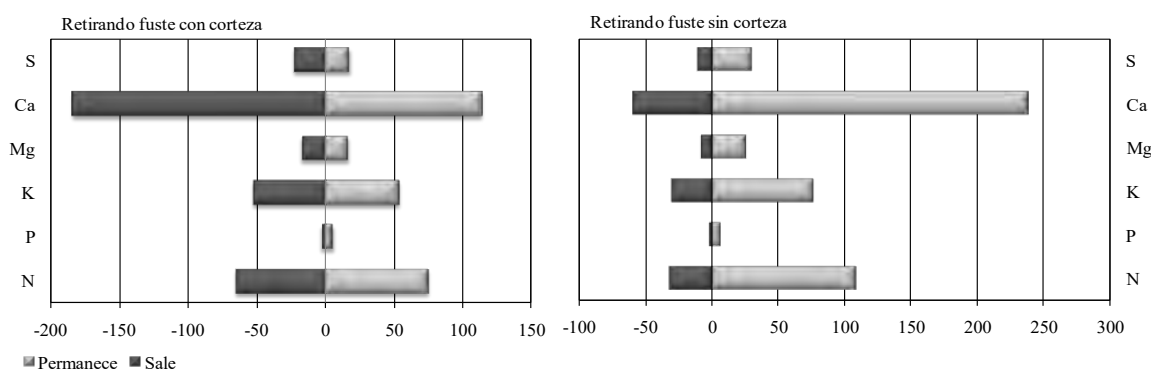


Figura 1. Comparación de los impactos de extracción de nutrientes del sistema entre la extracción y no extracción de la corteza con madera en una población de *Peltophorum dubium* de 28 años de edad.

Figure 1. Nutrients export impacts comparing different systems: bark removal and bark maintenance in 28 year *Peltophorum dubium*.

Se puede observar como la retirada de la corteza del sistema causa la exportación de la mayor parte del calcio contenido en los árboles. Impactos significativos también pueden ocurrir con la retirada de la corteza para los demás nutrientes. Sería importante a la hora de hacer una explotación forestal, evitar la retirada de los residuos (hojas, corteza y ramas), contribuyendo con la sustentabilidad tanto ambiental, permitiendo incrementar el reciclaje de nutrientes, como económica, disminuyendo el uso de fertilizantes. De ésta forma, si se realiza el aprovechamiento extrayendo únicamente la madera del fuste (componente con mayor valor económico) se retirará del sistema una cantidad de macronutrientes muy baja (22,6%) en comparación con una extracción de fuste con corteza (55%) disminuyendo en gran medida el impacto en el balance de nutrientes de la plantación.

Conclusiones

La biomasa encima del suelo fue de 41,63 Mg ha⁻¹ siguiendo el orden de proporción siguiente: Madera (56%) > Ramas vivas (19%) > Corteza (15%) > Ramas muertas (9%) > Hojas (1%). Las hojas fueron el componente vegetal con las mayores concentraciones de N, P, K, Mg y S con excepción del Ca que se encontró en mayor proporción en la fracción corteza. La madera fue el componente vegetal con las menores concentraciones en todos los macronutrientes. Las ramas (vivas y muertas) son el componente vegetal que más cantidad de macronutrientes aporta a la biomasa aérea de la canafistula (41%), el segundo componente fue la corteza (32%). El nutriente más abundante en la biomasa aérea de los árboles fue el Ca, seguido del nitrógeno y el potasio según el orden siguiente: Ca (47%) > N (22%) > K (17%) > S (6,5%) > Mg (5,5%) > P (1,5%).

Bibliografía

- BARICHELLO, L. R. 2003. Quantificação da biomassa e dos nutrientes em floresta de *Acaciamearnsii* de wild. na região sul do Brasil: UFSM. 75 p. (Dissertação de mestrado em Engenharia Florestal)- Universidade Federal de Santa Maria.
- BASSAN, J. S. 2006. Oxidação fenólica, tipo de explante e meios de cultura no estabelecimento in vitro de *CanafistulaPeltophorumdubium* (Spreng.) Taub. *Ciência Florestal*, v. 16, n. 4, p.381-390.
- BRUN, E. J. 2004. Biomassa e nutrientes na Floresta Estacional Decidual em Santa Tereza, RS, Santa Maria: UFSM. 136 p. (Dissertação/Mestrado em Engenharia Florestal)- Universidade Federal de Santa Maria.
- BURIOL, G. A. et al. 2007. Clima e vegetação natural do estado do Rio Grande do Sul segundo o diagrama climático de Walter e Lieth. *Revista Ciência Florestal*, vol. 17 núm. 002. Universidade Federal de Santa Maria, Brasil. p. 91-100.
- CAMPELO, A. B. 1976. Caracterização e especificidade de *Rhizobium spp.* de leguminosas florestais. 122 f. Disertación (Maestrado en Ciencias) Universidad Federal Rural de Rio de Janeiro, Itaguaí.
- CARVALHO, P. E. R. 2003. Espécies arbóreas brasileiras. Brasília : Embrapa Informação Tecnológica ; Colombo: Embrapa Florestas. 1v. (1039p). (Coleção Espécies Arbóreas Brasileiras).
- EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. 2007. Locais de ocorrência natural de canafistula: mapa. Colombo: Embrapa Florestas.
- KRAMER, R. J. e KOZLOWSKI, T. T. 1972. Fisiologia das árvores. Lisboa: Fundação Kalouste Goulbenkian. 745p.
- LARCHER, W. 2004. Ecofisiologia vegetal. Sao Carlos : Rima, 531 p.
- MARCHIORI, J. N. C. 2004. Fitogeografia do Rio Grande do Sul. Campos Sulinos. Porto Alegre. Ed. EST, p. 13-18.
- MORAES, P. R. 2004. Geografia Geral do Brasil: São Paulo. Harba. p.97
- PEREZ, S.C.J.G.A. et al. 2001. Influência da luz na germinação de sementes de canafistula submetidas ao estresse hídrico. *Bragantina*, v.60, n.3, p.155-166.
- PORTELA, R. C. Q. et al. 2001. Crescimento inicial de mudas de *Clitoriafairchildiana* Howard e *Peltophorumdubium* (Sprengel) Taub em diferentes condições de sombreamento. *Ciência Florestal*, v.11, n.2, p. 163-170.
- QUEIROZ, L. R. et al. 2007. Avaliação da produtividade de fitomassa e acúmulo de N, P e K em leguminosas arbóreas no sistema de aléias, em Campos dos Goytacazes, RJ. *Rev. Árvore* vol.31 no.3 Viçosa.
- RUCHEL, A.R. 2003. Evolução do uso e valorização das espécies madeiráveis da floresta estacional decidual do alto Uruguai. *Ciência Florestal*, v.13, n.1, p 153-166.
- SCHUMACHER, M. V. et al. 2008. Biomassa e nutrientes em um povoamento de *Hoveniadulcis* Thunb., plantado na FEPAGRO FLORESTAS. Santa Maria, RS. *Revista Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 18, n. 1, p. 27-37, jan.-mar.
- SHIMIZU, J.Y. et al. 1987. Variações inter e intrapopulacionais em canafistula. Colombo: Embrapa Florestas, p. 19-27. (Boletim de Pesquisa Florestal ; n.14)

- STRECK, E. V. et al. 2008. Solos do Rio Grande do Sul. 2. ed, revisada e ampliada, Porto alegre: EMATER/RS, UFRGS, 222 p.
- TEDESCO, M. J. et al. 1995. Análise de solos, plantas e outros materiais. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Departamento de Solos. 174p. (Boletim Técnico, 5).
- VOGEL, H. L. 2004. Quantificação da biomassa e nutrientes em uma Floresta Estacional Decidual em Itaara – RS, Brasil: UFSM.. 94 p. (Tesis de doctorado en Ingeniería Forestal)- Universidade Federal de Santa Maria.

CARACTERIZAÇÃO DA FAUNA EDÁFICA EM UMA ÁREA REMANESCENTE DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA

SURVEY IN AN AREA REMAINING ENTOMOFAUNA IN BETWEEN ARAUCARIA FOREST

Bertolini, Í. C.¹; Balin, N. M.¹; Candiotto, G.¹; Sgarbi, A. S.¹; Gallo, J. C.¹; Toffoli, E.¹; Tessaro, D.².

¹ Acadêmicos do curso de Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Dois Vizinhos. Email: Iris_cristinabertolini@hotmail.com

² Professora Mestre da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Dois Vizinhos.

Resumo

Este trabalho teve como objetivo de analisar a variabilidade de espécies da entomofauna do solo em um remanescente em transição de Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Semidecidual. O estudo foi realizado na trilha ecológica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná Câmpus Dois Vizinhos - PR, no período de outubro a novembro de 2011, utilizando as armadilhas do tipo pitfall traps, contendo solução conservante. Ao longo da trilha foram instaladas 10 armadilhas, com três repetições por armadilha, num intervalo de quatro dias cada coleta. Foram encontradas 14 ordens de insetos, totalizando 3468 organismos, sendo que destes 1347 pertencem à ordem Coleoptera e 777 da ordem Hymenoptera.

Palavras-chave: classe insecta, armadilha Pitfall, fragmento florestal.

Summary

This study aimed to analyze the variability of soil insect species in a remnant in transition between Araucaria forest and semideciduous forest. The study was conducted in the ecological path of Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Dois Vizinhos - PR in the period from October to November 2011, using traps pitfall traps containing a preservative solution. Along the trail were installed 10 traps, with three replicates per trap in an interval of four days each collection. We found 14 insect orders, totaling 3468 organisms, and of these 1347 belong to the order Coleoptera and 777 of the order Hymenoptera.

Key-words: Class Insecta, pitfall trap, forest fragment.

Introdução

Os estudos da diversidade e abundância da Classe Insecta presente no solo são de grande importância, pois estão relacionados com os processos de decomposição e ciclagem de nutrientes que ocorrem no ecossistema, interação com as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, além de manter o equilíbrio entre as populações dentro de um determinado habitat (WINK et al., 2005).

Com base nestas características, a fauna edáfica apresenta elevado potencial em atuar como indicadora da qualidade do solo em áreas naturais e antropizadas.

A interação dos insetos com as propriedades do solo associadas com a ação antrópica e o manejo inadequado do solo, pode interferir na composição da fauna do solo que é sensível e pode ser afetada por diversos fatores: climáticos, edáficos, presença e/ou ausência de

vegetação natural, topográficos, etc (DERENGOSKI, et al. 2011). Dentre estes aspectos, o tipo de solo e a vegetação são fatores importantes que determinam a composição e a riqueza de insetos (AQUINO et al., 2006).

Para que se possa compreender o funcionamento das comunidades e ecossistemas, são necessários trabalhos de levantamento faunístico, considerando a relevante importância de estudos comparativos entre ambientes naturais e antrópicos (MEDRI & LOPES, 2001).

Neste sentido, a região Sudoeste do Paraná apresenta dois tipos de vegetação, sendo: Floresta Estacional Semidecidual com predomínio da Floresta Ombrófila Mista, também conhecida como Mata de araucárias. Sendo assim, este estudo vem auxiliar na compreensão da funcionalidade destes organismos dentro de um ecossistema devido a sua importância.

O objetivo do presente estudo foi realizar um levantamento da riqueza e abundância da entomofauna presente nessa área remanescente de Floresta Ombrófila Mista.

Material e métodos

O presente estudo foi realizado na trilha ecológica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná- campus Dois Vizinhos, com localização, latitude-25°41'50''sul e longitude de -53°05'56''W e altitude média de 530,59 metros. O solo é classificado como um nitossolo vermelho e o clima, segundo a classificação de Koppen é do tipo Cfa subtropical úmido mesotérmico com verão quente, sem estação seca definida, com temperatura média do mês mais frio, inferior a 18°C e o mês mais quente, acima de 22° C. A formação vegetal é caracterizada como floresta ombrófila mista em estágio médio de regeneração.

Nessa área foi realizado um levantamento da meso e macrofauna edáfica utilizando armadilhas do tipo Pitfall, com o intuito de avaliar o nível de abundância de organismos em cada ordem encontrada, bem como determinar a riqueza ou o número de ordens encontrada por armadilhas. Para isso foram instaladas sistematicamente na floresta 10 armadilhas do tipo Pitfall (A) com três repetições por armadilha. As armadilhas do tipo Pitfall são confeccionadas a partir de garrafas pet que dispõem de aberturas laterais, as quais são a porta de acesso dos espécimes para dentro das armadilhas. Em cada armadilha foi adicionado 200 mL de solução conservante formulada com álcool 70% e 4 gotas de formol. A solução tem por finalidade matar os espécimes capturados bem como conservar por alguns dias até serem totalmente classificadas e contabilizadas.

Para a determinação da abundância, foram somadas todas as armadilhas e suas respectivas repetições, totalizando 30 armadilhas para expressar o número de organismos por ordem. A riqueza foi expressa com base em uma armadilha individual em que foi sistematizada a coleta que mais apresentou diversidade para serem trabalhados graficamente os resultados.

A classificação foi realizada em nível de ordem, com auxílio de pinças, vidrarias e a olho nu, no laboratório da instituição.

Resultados e discussão

Observa-se nas figuras I e II, grande variabilidade e diversidade de organismos agrupados em diferentes ordens.

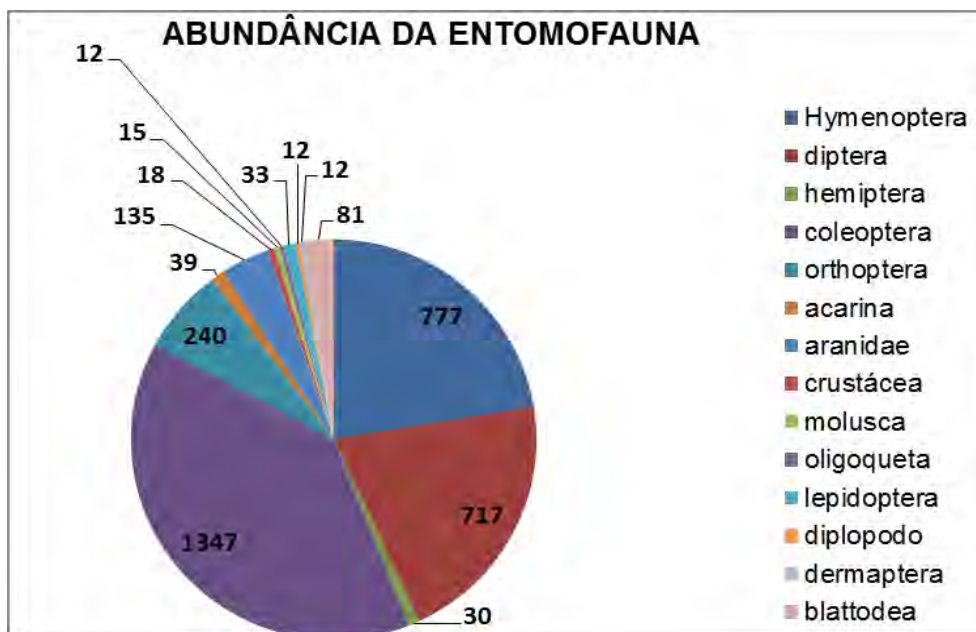


Figura I. Abundância da entomofauna edáfica em três capturas, com 10 armadilhas do tipo Pitfall

Figure I. Abundance of insect on three catches, with 10 pitfall traps

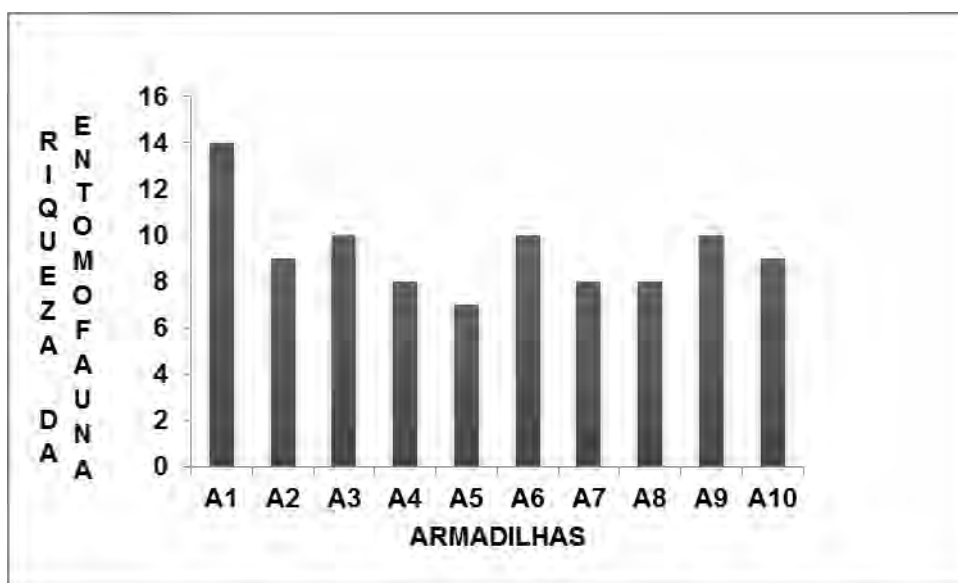


Figura II. Numero de ordens encontradas por armadilha, referente a uma média entre as três capturas

Figure II. Number of orders per trap found, referring to an average of the three catches

No presente levantamento foi constatada dominância da ordem Coleoptera, a qual correspondeu a 1347 indivíduos, seguido da ordem Hymenoptera com 777 e da ordem Diptera com 717 organismos, conforme mostra a figura 1.

Segundo estudo realizado por BALIN, et al. (2010), a ordem Coleoptera é uma das mais expressivas da região quando realizado a captura com armadilhas do tipo Pitfall, seguida pela ordem Hymenoptera e Diptera. Contudo, embora seja observada esta predominância de organismos pertencentes a estas ordens, outras, como a ordem Oligochaeta não podem ser desmerecidas, embora ocorram em menor número, pois o grupo das minhocas é essencial para o sistema do solo, promovendo a movimentação das partículas, fragmentação da matéria

orgânica, aeração do solo e, conseqüentemente, infiltração de água e movimentação de nutrientes no perfil do solo.

A avaliação da riqueza de ordens presente nesse remanescente de floresta Ombrófila mista revelou a presença de 14 ordens conforme mostra a figura 2, especificamente na armadilha 1 (A1). A vegetação na qual foi realizada a avaliação é do tipo Ombrófila Mista em estágio médio de regeneração, mas mesmo assim apresentou evidências de sua recuperação na biodiversidade edáfica.

O número de ordens encontrado variou entre: 7 a 14 ordens, nas 10 armadilhas instaladas, sendo elas: Hymenoptera, Diptera, Hemiptera, Coleoptera, Orthoptera, Acarina, Aranidae, Crustacea, Molusca, Oligoqueta, Lepidoptera, Diplopoda, Dermaptera e Blattodea.

Na ordem Hymenoptera foram observados e contabilizados organismos como formigas, formigões e vespas, onde elas são encontradas em grande escala na natureza. Na ordem Diptera foram contabilizados todos os organismos como mosquitos, moscas e pernilongos. Para a ordem Coleoptera foram contabilizados todos os espécimes de besouros. Em geral, nas demais ordens foram encontradas nomes comuns como: grilos, gafanhotos, ácaros, aranhas, minhocas, borboletas, percevejos, cigarrinhas, tatuzinhos, caramujos, piolho de cobra, tesourinha, baratas, entre outros.

Esta grande diversidade de ordens, segundo Moço et al (2005), deve-se a diversidade de espécies arbóreas, proporcionando uma serapilheira com qualidade nutricional e orgânica bastante distinta. Os recursos alimentares disponíveis, bem como a estrutura do microhabitat gerado, possibilitam, desta forma, a colonização da área por diversas espécies da fauna do solo com diferentes estratégias de sobrevivência.

Conclusão

O presente levantamento realizado na trilha ecológica do campus da UTFPR Campus Dois Vizinhos revelou que o remanescente de Floresta Ombrófila Mista em estágio médio de regeneração, apresentou grande abundância e riqueza de grupos pertencentes à fauna do solo, portanto mostra que essa área está recuperando seu equilíbrio natural e com o decorrer do tempo, garantirá melhores condições para a conservação e manutenção da sua entomofauna, que é um bioindicador de qualidade do sistema.

Referências bibliográficas

- AQUINO, A. M.; AGUIAR-MENEZES, E. L.; QUEIROZ, J. M. recomendações para Coleta de Artrópodes terrestres por armadilhas de queda (“Pitfall-Traps”). Circular Técnica, n 18. Seropedica. RJ. Dezembro 2006.
- BALIN, N. M. ; CONCEIÇÃO, P.C. ; GUGINSKI, C.A. ; ROSA, J.A. ; POTRICH, M. . Avaliação da Fauna edáfica em área sob diferentes sistemas de manejo de solo. In: IV Seminário Sistemas de Produção Agropecuária - Ciências Agrárias, Animais e Florestais, 2010, Dois Vizinhos. **Anais...** do IV Seminário Sistemas de Produção Agropecuária, 2010.
- DERENGOSKI, J. A.; PINHEIRO, L. B. A.; FIGUEIRA, F. C.; DUARTE, E.; BECHARA, F. C. Utilização de armadilhas do tipo “pitfall” para avaliação da atividade da macrofauna epígea na trilha ecológica do campus da UTFPR - Dois Vizinhos. **Anais...** do I congresso de Ciencia e Tecnologia da UTFPR – Câmpus Dois Vizinhos, IV Seminário Sistemas de Produção Agropecuária, I Simpósio de Ciencias Florestais e Biologicas, 2011, Dois Vizinhos.
- MEDRI, Í. M.; LOPES, J. Coleopterofauna em floresta e pastagem no norte do Paraná, Brasil, coletada com armadilha de solo. **Revta bras. Zool.** 18 pag 125-133. 2001.
- MOCO, M. K. da S.; GAMA-RODRIGUES, E. F. da; GAMA-RODRIGUES, A. C. da and CORREIA, M. E. F. Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região norte Fluminense. **Rev. Bras. Ciênc. Solo** [online]. 2005, vol.29, n.4 [cited 2012-03-19], pp. 555-564. Available from: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010006832005000400008&lng=en&nrm=iso>. ISSN 0100-0683. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832005000400008>.
- WINK,C.et AL.Insetos como indicadores da qualidade Ambiental. **Revista Ciências Agroveterinarias**,V.4,N.1,P.60-71,2005.

DESCRIPCIÓN DE PATÓGENOS PRESENTES EN PLANTACIONES DE *Pinus spp.*

PATHOGEN DESCRIPTION FROM *Pinus Spp.* PLANTATIONS

Dummel¹ D.M.; Agostini¹ J. P.

¹Técnicos INTA EEA Montecarlo, Misiones. jpagostini@montecarlo.inta.gov.ar

Resumen

En plantaciones comerciales de *Pinus spp.*, se han detectado dos tipos de sintomatologías por las cuales se recibieron varias consultas desde distintos lugares de la Mesopotamia. En el primero se detectaron árboles cuyos ápices presentan secado de acículas y finalmente muerte regresiva durante los meses de otoño; el secado se produce en forma descendente, pero no produce la muerte de los árboles. En el segundo se observa el secado de acículas de ramas apicales superiores y laterales que provocan defoliación de los árboles. Con el objeto de determinar el organismo causal de estas sintomatologías se analizaron muestras provenientes de distintas zonas afectadas. El material vegetal afectado fue colocado en cámara húmeda con el fin de facilitar la determinación del agente causal. Las muestras provenientes desde árboles que presentaban la primer sintomatología formaron sobre las acículas cuerpos fructíferos pertenecientes al patógeno *Sphaeropsis sapinea*. Aquellas muestras correspondientes al segundo síntoma formaron cuerpos fructíferos sobre las acículas, conocidos como apotecios y corresponden a *Lhopodermium pinastri*.

Palabras claves: *Sphaeropsis sapinea*, *Pinus spp.*, muerte regresiva, secado de ápice, *Lophodermium pinastri*.

Summary

In commercial groves of *Pinus spp.*, have been detected two types of symptomatology for which disease samples were received from different parts of the Mesopotamia in the laboratory. The first symptom type was found in trees whose tips have died back with browning needles mainly during the autumn months, the drying occurs in descending order, but does not cause death of trees. In the second symptom type shows a needles drying in the top and lateral branches that cause defoliation of the trees. In order to determine the causative organism of both symptoms vegetal samples from different affected areas were keep in moist chambers. The samples from the first symptom type showed on the needles fungi fruiting bodies belonging to the pathogen *Sphaeropsis sapinea*; whereas those samples for the second symptom type formed also fungi fruiting bodies on needles, known as apothecia and classified as *Lhopodermium pinastri*.

Key words: *Sphaeropsis sapinea*., *Pinus, spp.*, dieback, drying apices, *Lophodermium pinastri*.

Introducción

La Argentina cuenta con 1.000.200 Ha forestadas, de las cuales 850.000 Ha corresponden a la región Mesopotámica y 400.000 Ha a la Provincia de Misiones, siendo la principal especie forestada el *Pinus spp.*

En los últimos años, en plantaciones comerciales de *Pinus spp.*, se han observado diversos problemas sanitarios, de los cuales se han solicitado diagnósticos y corresponden a dos tipos de sintomatología.

En el primero se observaron árboles cuyos ápices presentaban secado de acículas y finalmente muerte de las mismas durante los meses de otoño; el secado se produce en forma descendente, pero no produce la muerte de los árboles. Generalmente luego de observado este síntoma y al inicio de la primavera se generan nuevos brotes apicales y uno de ellos recupera la dominancia, y por lo tanto no se observan signos de la enfermedad. Las principales características de la enfermedad son la presencia de ápices muertos, levemente curvados hacia uno de sus lados y acículas amarronadas. Se lo encuentra asociado a plantaciones jóvenes, menores a 5 años.

En el segundo tipo de síntoma se observó el secado de acículas de ramas apicales superiores y laterales que provocan defoliación de los árboles. El inicio del síntoma ocurre como una clorosis en el tejido de las acículas, manchas redondas que se tornan amarillentas y luego amarronadas, generalmente en la parte central de las acículas.

Con el objeto de determinar el organismo causal de estas sintomatologías se analizaron muestras vegetales provenientes de distintas zonas afectadas.

Materiales y Métodos

Se recibieron muestras desde distintas zonas de la Provincia de Misiones: Puerto Esperanza, Cerro Azul, Andresito, Puerto Piray, San Antonio. También se tomaron muestras desde plantaciones comerciales de la Provincia de Corrientes en Gobernador Virasoro y Esquina, generalmente en plantaciones de *Pinus spp.*, principalmente en *P. taeda*. El material vegetal constituido por ramas y/o acículas sintomáticas fue recepcionado en laboratorio entre los meses de julio a septiembre desde árboles de hasta 5 años de edad.

En laboratorio fue colocado en cámara húmeda a fin de facilitar la formación y maduración de cuerpos fructíferos del posible patógeno y su posterior esporulación para ser utilizado en la determinación del agente causal. Transcurridos unos 10 días se observó bajo lupa binocular de 40X la formación de cuerpos fructíferos sobre los distintos materiales vegetales en observación.

En todos los casos donde se observó formación de cuerpos fructíferos se realizaron preparados microscópicos para observar la estructura de los mismos y el tipo de esporas que producen para su clasificación sistemática. Para la identificación de los patógenos se utilizó la guía ilustrada de géneros de hongos imperfectos para Sphaeropsis y Fungi of Ukraine, Rhytismatales para Lophodermium, según características morfológicas de los cuerpos fructíferos y las esporas producidas.

Resultados

Las muestras provenientes desde árboles que presentaban la primer sintomatología (Foto 1), formaron sobre acículas y ramas cuerpos fructíferos conocidos como picnidios, desde los cuales se realizaron preparados microscópicos y se observaron bajo microscopio binocular a 400X la presencia de conidios hialinos oscuros, ovales, piriformes y elipsoidales rectos o ligeramente curvados, aseptados cuando inmaduros, los cuales corresponden con la descripción dada por Cedeño et al. Los conidios maduros se mostraron oscuros y con 1 a 2 septos (Foto 2). Los mismos corresponden al patógeno *Sphaeropsis sapinea*.

Aquellas muestras correspondientes al segundo síntoma (Foto 3), formaron cuerpos fructíferos sobre las acículas ya amarronadas, conocidos como apotecios, los cuales crecieron en forma perpendicular a las mismas y produciendo una hendidura longitudinal en aquellas

desde donde surgía una masa que contenía las esporas del hongo. En las acículas aún verdes se pudo observar la formación de pequeñas manchas circulares de color marrón claro, las cuales exudaban resina y que con el paso de los días se iban tornando de color marrón oscuro para finalmente formar los apotecios que contienen las ascas cilíndricas con 8 ascosporas en su interior (Foto 4). Se lo suele diferenciar de otras especies del género *Lophodermium* más patogénicas porque el apotecio se encuentra rodeado de una especie de labio de color naranja. Observaciones en microscopio evidenciaron la presencia de ascas conteniendo ascosporas correspondientes al hongo *Lophodermium pinastri*.

Ambos patógenos ya fueron descritos en trabajos anteriores para la provincia de Misiones y Corrientes como posibles focos epidémicos (Agostini, *et. al.*, 2005). En ambos casos en la primavera siguiente se observa una recuperación de dichos árboles mediante la dominancia de algunos de los brotes laterales que se vuelven dominantes y por lo tanto no se registra mortandad de árboles con esta sintomatología descrita.



Foto 1. Sintomatología observada a campo. Ápices de los árboles curvados hacia un costado, con posterior secado de acículas hasta llegar a una coloración amarronada.
Photo 1. Field symptoms. Apical part of the pines bent to one side, with needles drying and a brownish color.

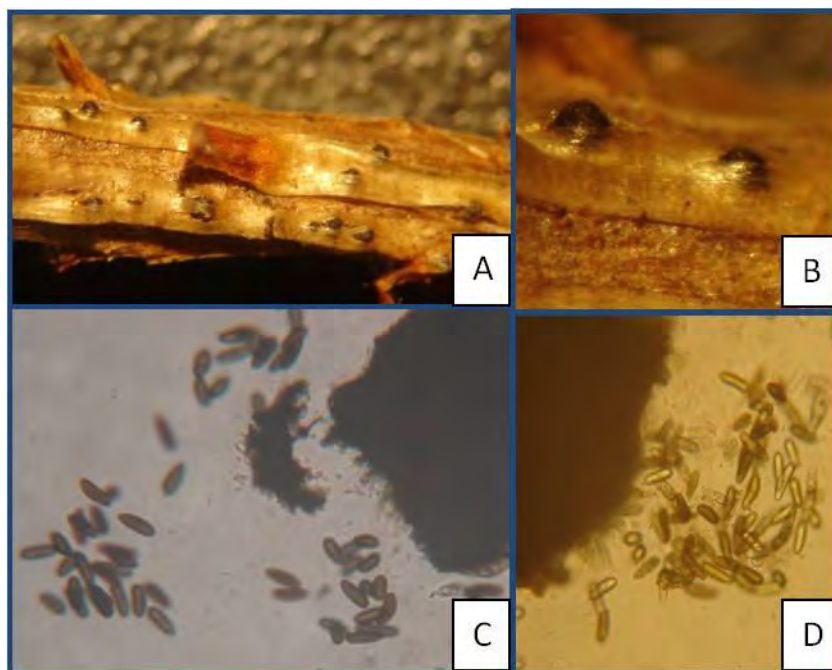


Foto 2. A) Formación de cuerpos fructíferos luego de 10 días en cámara húmeda. B) Vista cuerpos fructíferos a 40X. C y D) Cuerpos fructíferos de *Sphaeropsis sapinea* vistos con microscopio binocular a 400X.

Photo 2. A) Fruiting bodies formation after 10 days in a moist chamber. B) View at 40X of fruiting bodies. C and D) Fruiting bodies of *Sphaeropsis sapinea* at 400X of optic microscope.



Foto 3. Sintomatología observada a campo para el segundo tipo de síntoma. Acículas quemadas en distintos sectores del árbol. Luego se tornan amarronadas y posteriormente caen.

Photo 3. Symptoms observed to field for the second type of symptom. Needles burned in different parts of the tree. Then turn brownish and fall.

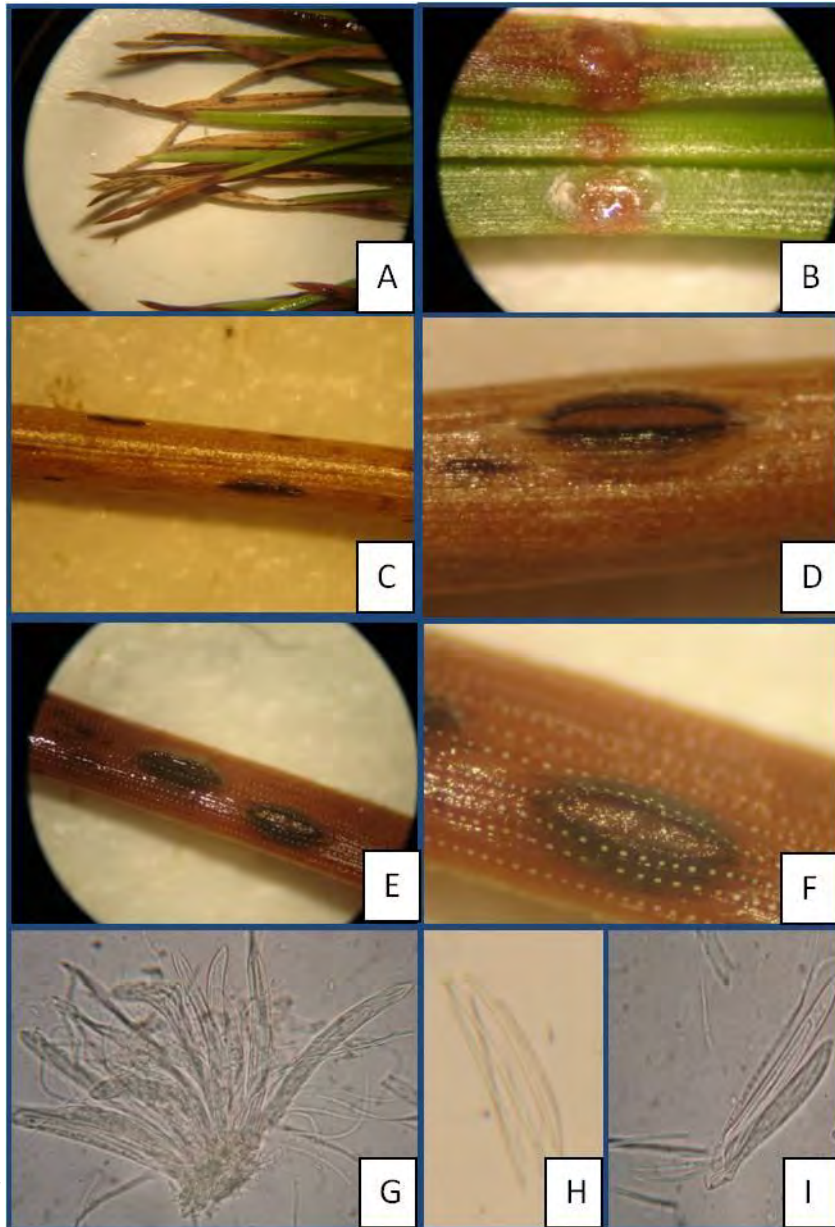


Foto 4. A) Observación a lupa binocular del quemado de acículas con formación de cuerpos fructíferos. B) Inicio de la enfermedad en acículas verdes, aparentemente sanas. C, D, E y F) Observación a lupa binocular de formación de apotecios, estructuras típicas de reproducción del hongo, en forma longitudinal a las acículas. G) Grupo de ascas de *Lophodermium pinastri*. H) Ascosporas de *Lophodermium pinastri* liberadas de las ascas. I) Momento en que se produce la liberación de las ascosporas del hongo *Lophodermium pinastri* de un asca.

Photo 4. A) Brownish needles with the formation of fruiting bodies as observed by stereoscopic microscope. B) Initial symptoms of the disease in green needles, apparently healthy. C, D, E and F) Longitudinally apothecia formation through the needles as observed with stereoscopic microscope; G) A group of asci of *Lophodermium pinastri*. H) Ascospores of *Lophodermium pinastri* released from asci. I) Timing of ascospores release of the fungus *Lophodermium pinastri* from an ascus.

Conclusiones

Si bien *Sphaeropsis sapinea* se encuentra asociado con la muerte regresiva de ápices de pinos en plantaciones jóvenes la misma no provoca mortandad de árboles. Con las nuevas brotaciones de primavera uno de los ápices toma la dominancia apical y sin manifestarse síntomas de la enfermedad.

Lophodermium pinastri es considerado de menor agresividad y patogenicidad que *Lophodermium seditiosum*, por lo cual no constituye un problema para las plantaciones comerciales de *Pinus spp.* y los árboles no alcanzan la muerte por esta causa.

Bibliografía

- Agostini, J. P.; Stehr, A. M.; Toloza, R. R. y Eskiviski, E. 2005. "Problemas fitosanitarios en plantaciones de *Pinus spp* en el norte de Corrientes y Misiones". X Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Eldorado-Misiones.
- Barnett, H. y Hunter, B. 1972. "Illustrated Genera of Imperfect Fungi". 1972. 3rd Edition. Minnesota, USA. Pág. 183.
- Cedeño, L.; Carrero, C.; Franco, W. y Lezama Torres, A. 2001. *Sphaeropsis sapinea* asociado con la quema del cogollo, muerte regresiva y cáncer en troncos, ramas y raíces del Pino Caribe en Venezuela. Interciencia, Vol. 26. N° 5. Pág. 210-215
- Mattes Fernández, H.; V. Fontana; H. Álvarez Mansilla y G. Soto. 2010. Primera cita de *Sphaeropsis sapinea* en *Pinus ponderosa* en Neuquén, Argentina. Quebracho Vol.18 (1,2):120-125.
- Fungi of Ukraine, Rhytismatales. <http://www.biodiversity.ac.psiweb.com/papers/rhytukra/lophodum.htm>. Año de consulta 2012.

EVALUACIÓN DEL GEL DE POLIACRILATO DE POTASIO COMO INÓCULO PARA EL NEMATODO *Beddingiasiricidicola* B. EN ARBOLES ATACADOS POR LA AVISPA DE LOS PINOS *Sirexnoctilio* F.

EVALUATION OF POTASSIUM POLYACRYLATE GEL AS INOCULUM FOR THE NEMATODE *Beddingiasiricidicola* B. IN TREES ATTACKED BY THE WOOD WASP *Sirexnoctilio* F.

Eskiviski, E.¹; Mikkelsen, E.²; Faraldo, G.³; Figueredo, I.⁴

1-Ing. Ftal. M.Sc. Técnico Investigador. INTA EEA Montecarlo. Av. El Libertador 2472 (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina. E-mail: eeskiviski@montecarlo.inta.gov.ar

2- Ing. Ftal. SENASA. Oficina local Iguazú. Centro de Fronteras (3370) Iguazú. E-mail: zmikkel@gmail.com

1-Tec. Saneamiento Ambiental. Técnico Laboratorio INTA EEA Montecarlo. E-mail: gfaraldo@montecarlo.inta.gov.ar

1-Tec. Saneamiento Ambiental. Técnico Laboratorio INTA EEA Montecarlo. E-mail: irisfigueredo@gmail.com

Resumen

El inóculo a base de gelatina es el método utilizado para lograr el ingreso de los nematodos *Beddingiasiricidicola* en la madera atacada por *Sirexnoctilio* y provocar la esterilidad de las hembras del insecto. Este inóculo tiene limitaciones referidas a las condiciones ambientales en el momento que se realizan las tareas, requiriendo además de una serie de cuidados durante el proceso de su preparación. En 30 árboles de *Pinustaeda* atacados por *S. noctilio* se evaluó el ingreso y dispersión de los nematodos introducidos por inóculos a base de gelatina y de poliacrilato de potasio. No se encontraron diferencias significativas en la cantidad de nematodos en la madera entre los tratamientos evaluados, observándose una media superior de nematodos en los árboles tratados con inóculo de poliacrilato de potasio. Este gel se presenta como una alternativa, con igual eficiencia y uso en un rango de temperaturas superior.

Palabras clave: *Sirex*, *Beddingia*, poliacrilato, gel

Summary

The gelatin-based inoculum is the method used to gain entry of nematodes *Beddingiasiricidicola* in the wood attacked by *Sirexnoctilio* and cause sterility in females of the insect. This inoculum has limitations regarding the environmental conditions at the time tasks are performed, requiring a series of care during preparation. In 30 trees of *Pinus taeda* attacked by *S. noctilio* was evaluated ingress and nematode dispersion introduced by gelatin-based and potassium polyacrylate inoculum. There were no significant differences in the number of nematodes in the wood between treatments, showing a higher average of nematode treated with potassium polyacrylate. This gel is presented as an alternative, with equal efficiency and use in an upper temperature range.

Key words: *Sirex*, *Beddingia*, polyacrylate, gel

Introducción

La avispa *Sirexnoctilio* es originaria del Europa y Norte de África, y se encuentra introducida en Sudamérica causando serios problemas en las plantaciones del género *Pinus*. Para bajar los niveles poblacionales de esta plaga se realiza el control biológico por medio del nematodo *Beddingiasiricidicola*. Este nematodo es específico de la familia de *S. noctilio* (Siricidae) y provoca la esterilidad de las hembras del insecto, las cuales se ven imposibilitadas de reproducirse y a la vez diseminan el controlador biológico en el ambiente. *B. siricidicola* es el principal agente de control para *S. noctilio*, que a la vez es considerada como el principal problema sanitario de las plantaciones de pinos a nivel mundial. (Bedding, 2007).

Para el ingreso de los nematodos en la madera atacada por *S. noctilio* y poder esterilizar las hembras del insecto, en los países de Sudamérica se utiliza la metodología propuesta por EMBRAPA (Iedeet al; 2005), que está basada en la desarrollada en Australia por Bedding (1979). Esta metodología consiste en utilizar una solución de gelatina al 10% como inóculo para los nematodos. La función de la gelatina es brindar un ambiente en que los nematodos permanezcan humectados y se puedan movilizar hasta la madera e introducirse a través de las fibras cortadas con un martillo perforador. Según Bedding (2009) actualmente en Australia como en Sudáfrica se utiliza gel de poliacrilamida como vehículo para el ingreso de los nematodos en la madera, en una concentración del 1%.

En Argentina las inoculaciones de *B. siricidicola* se realizan por medio de la utilización del inóculo de gelatina, siendo una de las recomendaciones para lograr una alta efectividad del tratamiento, no realizar las operaciones de control cuando la temperatura ambiente alcance o supere los 20° C. Esto se debe que a temperaturas superiores a la mencionada, la gelatina se licúa, dificultándose el ingreso de los nematodos en la madera y aumentando rápidamente la mortandad de los mismos (Iedeet al; 2005).

Las actividades de control biológico con el nematodo requieren una planificación previa, ya que la cría de estos agentes de control demanda aproximadamente 45 días y una vez obtenidas las dosis de nematodos el período de utilización de las mismas es de 7 días. En las provincias mesopotámicas y en mayor medida en Misiones y Corrientes es común no contar con la suficiente cantidad de horas de trabajo por debajo de 20° C durante la época de liberación de los nematodos, que es entre abril y julio.

El poliacrilato de potasio es un polímero utilizado para almacenar y regular el agua en el suelo, es de uso frecuente como retenedor de agua en las raíces de especies forestales en momentos de su implantación. Cada gramo del producto absorbe 250 ml de agua con lo cual aumenta el volumen hasta 100 veces. Según datos del fabricante es totalmente biodegradable y no tiene toxicidad en las plantas (Gelforest, 2012). En pruebas realizadas en condiciones controladas de laboratorio se determinó que individuos de *B. siricidicola* en gel de poliacrilato de potasio a 23°C mostraron una sobrevivencia promedio de 22,6% a los 6 días y de 5,8% a los 14 días (Eskiviski, 2011; datos no publicados).

Teniendo en cuenta que sería beneficioso para la operatividad de las labores de control biológico con *B. siricidicola* el uso de un inóculo a base de un gel que presente una mayor sobrevivencia de los nematodos en temperaturas superiores a 20°C y a la vez tenga otras ventajas como reducciones de costos por el ahorro de tiempo invertido en la preparación de inóculo, es que en el presente trabajo se evalúan la capacidad de ingreso y dispersión en la madera de los nematodos a partir del uso de inóculos a base de gel de poliacrilato de potasio y método tradicional de gelatina. Se evalúa también la dispersión de nematodos en tres alturas relativas de los árboles atacados.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en una plantación de 10 años de edad de *P.taeda*, con una densidad de 1100 árboles por ha., localizada en el Municipio de Colonia Delicia, Misiones. Esta forestación presentaba árboles atacados por *S. noctilio*, siendo el nivel de ataque de 0,5% de árboles afectados por la plaga.

Para realizar el presente estudio se seleccionaron 30 árboles afectados por la avispa (**Figura 1**). Estos fueron apeados y se tomó el largo total del árbol desde la base hasta los 5 cm en punta fina y se dividió ese fuste en tres partes. De cada una de ellas se tomó una muestra por medio de barreno de Pressler de 12 mm de diámetro, las que fueron acondicionadas en bolsas de polietileno cerradas, identificadas y llevadas a laboratorio para determinar si presentaban dispersión natural del nematodo *B.siricidicola*.



Figura 1: Distribución de los árboles en la plantación.
Figure 1: Distribution of trees in plantation.

Estos 30 árboles se agruparon aleatoriamente en tres grupos de 10, y en cada uno de estos grupos se aplicó uno de los siguientes tratamientos:

T1: Control. Sin inoculación de nematodos

T2: Gel. Aplicación de nematodos *B. siricidicola* utilizando como inóculo gel de poliacrilato de potasio (Gelforest) al 0,7 % de concentración.

T3: Gelatina. Aplicación de nematodos *B. siricidicola* en inóculo de gelatina al 10% según técnica recomendada por EMBRAPA (Iede, *et al.*, 2005).

La preparación del gel de poliacrilamida consistió en la mezcla de 7 gramos de poliacrilato de potasio disueltos en 1000 ml de agua. Para ello se pesó en balanza electrónica esta cantidad del producto y se lo colocó en un recipiente. Luego se vertió lentamente agua y se fue mezclando la solución gelatinosa evitando la formación de agregados del producto. Una vez obtenido el gel se procedió a la disolución en el recipiente una dosis de nematodos. Una dosis es una solución de 20 ml de agua destilada conteniendo 1 millón de nematodos *B. siricidicola*.

Para la preparación del inóculo de gelatina se mezcló por medio de una batidora 30 gramos de gelatina corriente (sin sabor) en 300 ml de agua, según la metodología propuesta por Iede, *et al.* (2005).

La aplicación de los tratamientos se realizó durante una misma mañana del mes de junio de 2010, siendo la temperatura ambiente al inicio de las actividades de 10° C.

Pasados 30 días de realizados los tratamientos se procedió a tomar muestras con barreno de Pressler de 12 mm de diámetro en las tres alturas relativas (tercio inferior, tercio

medio y tercio superior) de cada uno de los árboles. Los tarugos fueron embalados, identificados, refrigerados y llevados a laboratorio para determinar la presencia de nematodos.

En laboratorio se tomaron dos sectores de 3 cm para evaluar la presencia de nematodos en la madera. Los tarugos se colocaron en recipientes de vidrio sumergidos en 100 ml de agua por un período de 24 hs. Pasado ese tiempo se extrajo la muestra de madera y se dejó decantar la solución por al menos dos horas. Luego por medio de una pipeta se extrajo el líquido excedente de la parte superior y dejando una solución de 30 ml conteniendo los nematodos, desde donde se tomaron las muestras para el conteo. Fueron tomadas tres muestras de 1 ml de este líquido, llevándose cada una a una Caja de Petri donde bajo lupa estereoscópica marca Leica Modelo S4E (40x) se observó la cantidad de nematodos presentes y se calculó la cantidad de nematodos por ml de solución. Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el Programa InfoStat.

Resultado y discusión

En la evaluación de los tarugos extraídos previamente a la inoculación de los nematodos no se observó la presencia de estos organismos en los 30 árboles evaluados. Por lo tanto se determinó la ausencia de individuos de *B. siricidicola* de dispersión natural presentes en la madera.

En los tarugos extraídos 30 días después de la inoculación de nematodos se registró la presencia de nematodos en los provenientes de los dos tratamientos de inoculación evaluados.

El Análisis de la Varianza de los datos demostró diferencias significativas en los niveles de tratamiento y alturas evaluadas. Si bien la cantidad media de nematodos en la madera en los árboles inoculados con gel de poliacrilato de potasio fue superior a los que se aplicó los nematodos por medio de inóculo de gelatina, el test de Tuckey determinó que estas medias no se diferenciaron significativamente entre sí (**Cuadro 1**). Los mismos valores se presentan gráficamente en el **Gráfico 1**.

Cuadro 1: Test de Tukey de las medias (nematodos por ml) de tratamientos evaluados.

Table1: Tukey test of means (nematodes per ml) of treatments evaluated

Tratamiento	Medias	N	EE	
Control	0	126	0,69	A
Gelatina	1,56	126	0,69	B
Gel	3,44	126	0,69	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Con respecto a la cantidad de nematodos presentes en las distintas alturas relativas del tronco, se determinó una mayor dispersión de nematodos en los tercios medios y superior del tronco, diferenciándose significativamente del tercio inferior con una menor presencia de nematodos (**Cuadro 2**). Esto se debe a que en las inoculaciones de nematodos se realizaron en iguales cantidades a lo largo del tronco, el extremo inferior es la menos preferida por *S. noctilio* y sus enemigos naturales (Penteado, *et al.*, 1998), motivo por el cual hay una menor presencia del hongo simbionte *A. areolatum*, que también es alimento del nematodo *B. siricidicola*. Gráficamente estos valores se presentan en la **figura 2**.

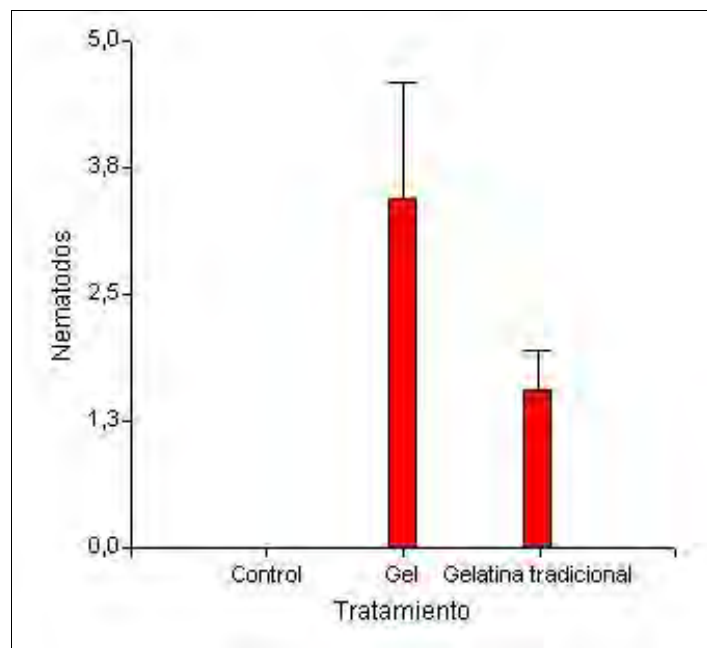


Gráfico 1: Nematodos *B. siricidicola* por ml de solución obtenidos a partir de tarugos de madera correspondientes a los tres tratamientos evaluados.

Graphic 1: Nematodes *B. siricidicola* (ml of solution) made from wooden dowels for the three treatments.

Cuadro 2: Test de Tukey de las medias (nematodos por ml) de las alturas de troncos evaluadas.

Table 2: Tukey test of means (nematodes per ml) of log height evaluated.

Altura	Medias	n	EE	
Inferior	0,9	126	0,69	A
Media	2,22	126	0,69	B
Superior	2,70	126	0,69	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

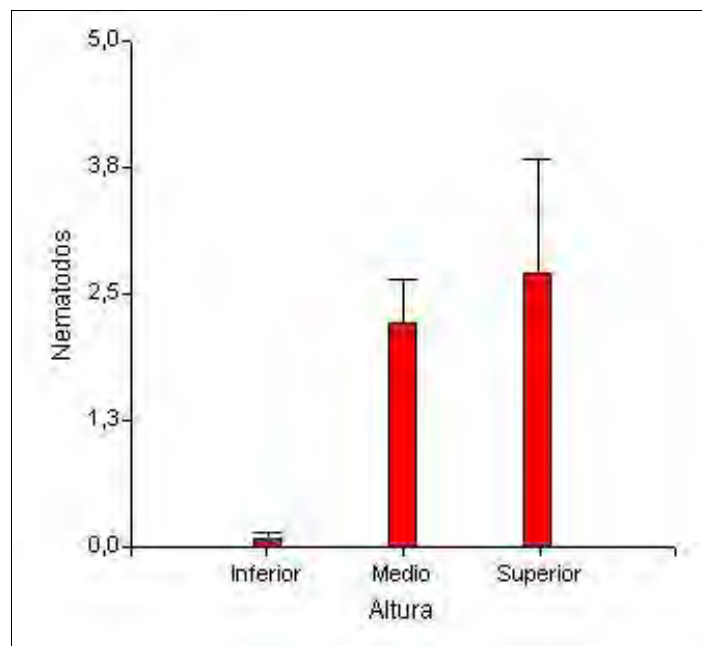


Gráfico 2: Nematodos *B. siricidicola* por ml de solución obtenidos a partir de tarugos de madera correspondientes a los tres alturas relativas de troncos evaluadas.

Graphic 2: Nematodes *B. siricidicola* (ml of solution) made from wooden dowels from of tree log heights evaluated

Conclusiones

A partir de los resultados observados se determina que el ingreso de los nematodos *B. siricidicola* utilizando el inóculo a base de poliacrilato de potasio no se difiere significativamente de la cantidad de nematodos observados en los árboles tratados con inóculo de gelatina. Estos resultados permiten suponer que el uso de los inóculos de geles de poliacrilamida es una alternativa para mejorar la eficiencia y operatividad en las tareas de control biológico con *B. siricidicola*. Además la preparación del inóculo es sencilla y rápida, pudiéndose realizar en condiciones de campo y las condiciones de temperatura ambiente no sería limitante como en el caso del inóculo a base de gelatina.

Bibliografía

- BEDDING, R. 1979. Manipulating the entomophagous-Mycetophagous nematode, *Deladenussiricidicola* for biological control of the woodwasp *Sirexnoctilio* in Australia. pp. 144-147. In: Current Topics in Forest Entomology, USDA-Forest Service Gen. Tech. Rep. WO-8.
- BEDDING, R. 2007. Nematodes for the biological control of the woodwasp, *Sirexnoctilio*. In: Gottschalk, Kurt W., ed. Proceedings, 17th U.S. Department of Agriculture interagency research forum on gypsy moth and other invasive species 2006; Gen. Tech. Rep. NRS-P-10. Newtown Square, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station: 21-23.
- BEDDING, R. 2009. Controlling the pine-killing woodwasp, *Sirexnoctilio*, with nematodes, pp. 213-235. In: A.E. Hajek, T.R. Glare & M. O'Callaghan (eds.) Use of Microbes for Control and Eradication of Invasive Arthropods. Springer, Dordrecht, NL.
- GELFOREST. 2012. Almacenador y regulador de agua en el suelo. Disponible en: <http://www.gelforest.com.ar>. Acceso: 01/03/2012.
- IEDE, E.; PENTEADO, S.; REIS FILHO, W. 2005. Uso do nematoide no controle da vespa da madeira. Material de difusión. EMBRAPA Florestas. 6 p.
- PENTEADO, S.; Batista de Oliveira, E.; Iede, E. 1998. Sampling methods for evaluating *Sirexnoctilio* attack levels in Pinustaeda stands and for monitoring the efficiency of its natural enemies. pp 53 -59. In: Proceedings of a Conference: Training in the Control of *Sirexnoctilio* by the use of natural enemies. E. Iede, E. Schaitza, S. Penteado, R. Reardon and S. Murphy Editors.

15^{as} Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM - EEA Montecarlo, INTA. 7, 8 y 9 de Junio de 2012 -Eldorado, Misiones, Argentina