

REGENERACIÓN NATURAL Y ENRIQUECIMIENTO CON ÁRBOLES DE ESPECIES NATIVAS EN BOSQUES PROTECTORES DE LAS ÁREAS DE CONSERVACIÓN DE LIPSIA S.A.

NATURAL REGENERATION AND ENRICHMENT PLANTING OF NATIVE TREE SPECIES IN GALLERY FORESTS OF LIPSIA SA CONSERVATION AREAS .

Bruno Acevedo ¹

¹Lipsia S.A., Av. Victoria y ruta 12, Puerto Esperanza, Misiones, Argentina. bacevedo@lipsia.com.ar

SUMMARY

In the year 2001, a plan management was developed for the areas of conservation of the company Lipsia S.A. The main objectives of this plan were to define future areas of conservation of the company, and to recover all those areas of protective forests and marshlands that had been whole or partially replaced with pine plantations. For restoring these areas pines were eliminated by logging or ringing, and an enrichment planting with woody native species was carried out. The results of monitoring the restored areas showed a major survival and growth of the planted saplings, as well as major natural regeneration, in the areas where the pines were gradually eliminated. The microclimatic conditions generated by the partial shading of pine canopy and the gradual entry of light when ringed-pines are dying might be an important mechanism of facilitation for the recovery of the native forest in pine plantations.

Key words: Atlantic Forest, Misiones, pine plantation, native species.

RESUMEN

En el año 2001 se desarrolló un plan de manejo para las áreas de conservación de Lipsia SA cuyos objetivos fueron delimitar las futuras áreas de conservación de la empresa, y recuperar aquellas áreas de bosques protectores de cursos de agua y bañados que habían sido reemplazados con plantaciones de pinos. Para la restauración de estas áreas se eliminó los pinos en forma total o gradual por anillamiento, se realizó un enriquecimiento con especies leñosas nativas y conducción de la regeneración natural. Los resultados de los monitoreos de las áreas restauradas muestran una mayor supervivencia y crecimiento de los renovales plantados, así como una mayor regeneración natural, en las áreas donde se eliminó los pinos gradualmente. El microclima producto del sombreado generado por la copa de los pinos, y la entrada gradual de luz, podría ser un importante mecanismo de facilitación para la recuperación del bosque nativo en plantaciones.

Palabras clave: Bosque Atlántico, Misiones, pinos, especies nativas.

INTRODUCCIÓN

La Selva Misionera es el ecosistema forestal de mayor complejidad funcional e importancia económica de Argentina, y constituye el sector más meridional del Bosque Atlántico semideciduo. Este bioma se extiende desde el NE de Brasil hasta Argentina y Paraguay, y posee una alta prioridad de conservación a nivel internacional siendo uno de los ecosistemas con mayor riesgo de extinción en Sudamérica (Myers et al., 2000).

Originalmente, el Bosque Atlántico semideciduo tenía una extensión de 1.000.000 a 1.500.000 de km². Sin embargo, en la actualidad gran parte de su cobertura ha desaparecido, quedando tan sólo el 8 % de su cobertura original en forma muy fragmentada (Galindo-Leal & Gusmão Camara, 2003).

En este contexto, el aumento de la cobertura boscosa a través de la recuperación de áreas degradadas sería clave para la conservación de este ecosistema. El proceso de recuperar de forma activa un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido se denomina restauración ecológica (SER, 2004). La restauración ecológica implica la realización de actividades que inician o aceleran la recuperación de aspectos funcionales y estructurales de los ecosistemas.

En el año 2001, LIPSIA S.A. desarrolló un plan de manejo (AGUILAR, 2001) cuyos principales objetivos eran definir y delimitar las futuras áreas de conservación de la empresa, y recuperar todas aquellas áreas de bosques protectores de cursos de agua y bañados que habían sido reemplazados total o parcialmente. La recuperación de estas áreas degradadas adquiere importancia por dos razones: por un lado, la protección de cuencas y calidad de los recursos hídricos y, por otro, el aumento de la cobertura de bosque nativo y conectividad entre remanentes de bosque dentro de una matriz dominada por plantaciones de pino.

OBJETIVOS

En este trabajo se evalúan los resultados obtenidos en el enriquecimiento y eliminación de la cobertura de pinos, como un primer paso en la restauración ecológica de los bosques protectores de las áreas de conservación de la empresa Lipsia S.A.

MATERIALES Y MÉTODOS

En total de las 642.47 ha de áreas de conservación se restauraron 16 sectores, equivalente a una superficie de 48.08 ha. Los sectores restaurados se agruparon en tres grupos según el contexto en que se encontraban:

1. *bosques protectores plantados con pinos (BPP)*: donde se había forestado hasta el borde del arroyo y no existía cobertura de bosque nativo;
2. *bosques protectores con bosque secundario y ejemplares de pinos (BSP)*: se habían forestado bosques protectores de bañados y cursos de agua, pero con un alto porcentaje de fallas en la plantación de pino, y por lo tanto había presencia de bosque secundario con ejemplares de pinos.
3. *bosques protectores de suelos de bañados con ejemplares de pinos, sin bosque secundario (Bañados)*.

En los bosques protectores con pinos (BPP), se efectuó el anillado del 33 % anual de los pinos y el enriquecimiento con especies leñosas nativas; para el caso de los (BSP) se efectuó la extracción de la totalidad de los pinos de una sola vez y el enriquecimiento de los claros producidos; y en los bañados se efectuó la eliminación de pinos y el enriquecimiento con especies nativas. En todos los casos se efectuaron anualmente la limpieza de los renovales de regeneración natural y enriquecimiento (AGUILAR, 2001).

Los enriquecimientos se efectuaron en tres etapas, en los años 2001, 2003 y 2004, se realizó sobre líneas paralelas a los cursos de agua. Se colocaron estacas cada 5 pasos, en donde se plantaron renovales de diferentes especies nativas seleccionadas al azar en cada punto. Cada 5 estacas se colocó una planta numerada la cual fue relevada en monitoreos posteriores.

Por cada tipo de área restaurada se seleccionaron 3 réplicas que se utilizaron para monitorear la supervivencia y crecimiento en altura de los renovales plantados, y la regeneración natural (BACALINI, 2003). Para el monitoreo de la regeneración natural se

instalaron parcelas permanentes de forma circular de 100 m² de superficie. Se instalaron 3 parcelas por cada área (27 parcelas en total). En cada parcela se identificaron, marcaron y midieron todos los renovales mayores a 1.5 m de altura (y menos de 10 cm. de DAP). En el centro de las parcelas de regeneración se instalaron subparcelas circulares de 30 m², en las cuales se identificaron todos los individuos de especies arbóreas menores a 1.5 cm. de altura y mayores a 50 cm.

Se calculó la tasa de crecimiento anual y la supervivencia por especie de los enriquecimientos y se comparó el número de individuos y especies presentes de regeneración natural entre los años 2003 y 2006 para cada grupo. Además se calculó el índice de diversidad de Shannon-Wiener.

RESULTADOS

En los casos de los BPP la supervivencia de las plantas fue del 77,01 %, registrándose la mortalidad de todos los individuos de 2 especies (palmito (*Euterpe edulis* Mart.) y cancharana (*Cabrlea canjerana* (Vell.) Mart.)). Más del 90 % de las especies presentaron un porcentaje de supervivencia mayor al 50 %, y de las 28 especies utilizadas 13 presentaron un porcentaje mayor a 90 %. La mayoría de las especies superaron los 40 cm de crecimiento anual, algunas alcanzando los 100 cm, como por ejemplo el loro negro (*Cordia trichotoma* (Vell.) Arráb. ex Steud.) (Figura N°1).

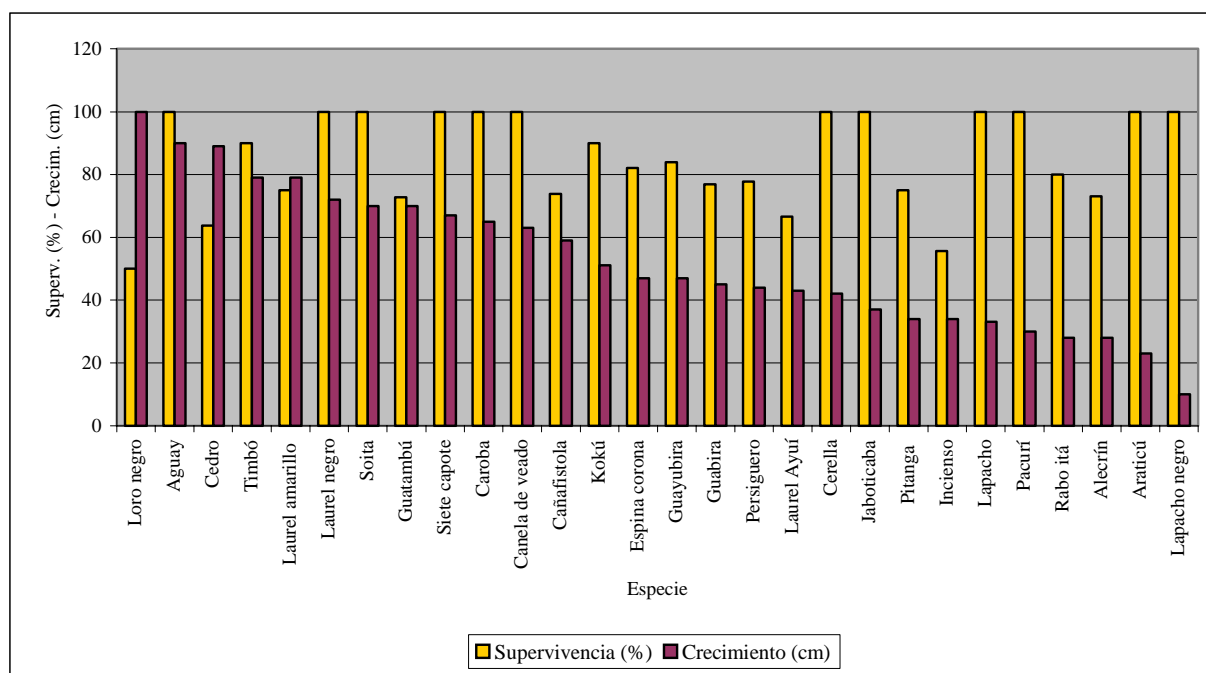


Figura N° 1. Crecimiento en altura y supervivencia de las especies utilizadas para el enriquecimiento de los sectores incluidos en el grupo BPP.

Figura N° 1. Growth in height and survival of the species used for the enrichment of the BPP sectors.

Para los BSP el porcentaje de supervivencia general fue del 43 %. En este grupo se utilizaron 10 especies, de las cuales tres presentaron 100 % de mortalidad (cedro (*Cedrela fissilis* Vell.), laurel ayuí (*Ocotea diospyrifolia* (Meisn.) Mez), timbó (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong). Sólo 3 de las especies superaron el 50 % de supervivencia La especie que presentó mayor crecimiento anual fue la cañafístola (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.) con 55 cm. (fig. N° 2).

La menor supervivencia y tasa de crecimiento en los BSP comparada con los BPP se debió en parte a la invasión de malezas como pasto macho (*Paspalum urvillei* Steud.), mata campo (*Vernonia scorpioides* (Lam.) Pers.), y chilca (*Baccharis dracunculifolia* DC.), las cuales cubrieron gran parte de los sitios, afectando negativamente a los renovales. Una de las posibles causas determinantes de la abundancia alta de estas especies fue la creación de claros grandes debido a la extracción de los pinos.

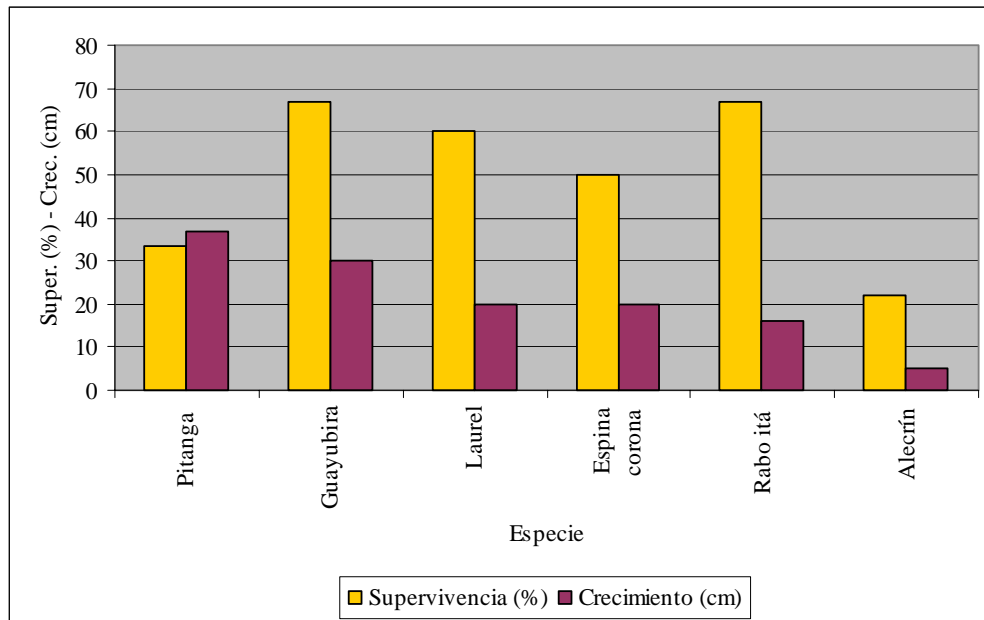


Figure N° 2. Growth in height and survival of the species used for the enrichment of the BSP.

Figura N° 2. Crecimiento en altura y supervivencia de las especies utilizadas para el enriquecimiento de los BSP

Las zonas de bañados monitoreadas presentaron una supervivencia del 44.64 %. De las 17 especies utilizadas, 5 presentaron 100 % de mortalidad: guatambú (*Balfourodendron redelianum* (Engl.) Engl.), lapacho (*Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Toledo), palmito (*Euterpe edulis* Mart.), persiguero (*Prunus subcoriacea* (Chodat & Hassl.) Koehne) y pacurí (*Rheedia brasiliensis* (Mart.) Planch. & Triana). El porcentaje de supervivencia en algunas especies se vio afectado probablemente por las condiciones edáficas particulares que presentan los bañados. En cuanto a la tasa de crecimiento, el timbó (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong), tuvo un incremento de más de 124 cm, seguido por la cañafístola (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.) (más de 100 cm.), el incienso (*Myrocarpus frondosus* Allemão) (90 cm) y el kokú (*Allophylus edulis* (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) con 90 cm (fig. N° 3). Si comparamos la supervivencia de las especies leñosas utilizadas para el enriquecimiento en las 3 situaciones planteadas observamos que el 88 % de las especies han tenido mayor éxito en los BPP (Fig. N° 4).

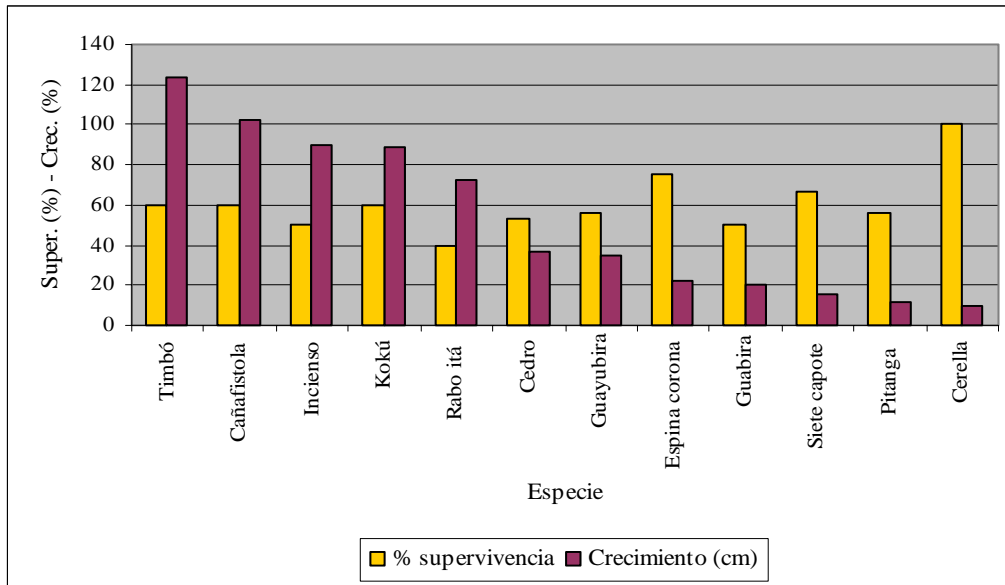


Figura N° 3. Growth in height and survival of the species planted in marshlands.

Figura N° 3. Crecimiento en altura y supervivencia de las especies utilizadas para el enriquecimiento efectuado en los bañados.

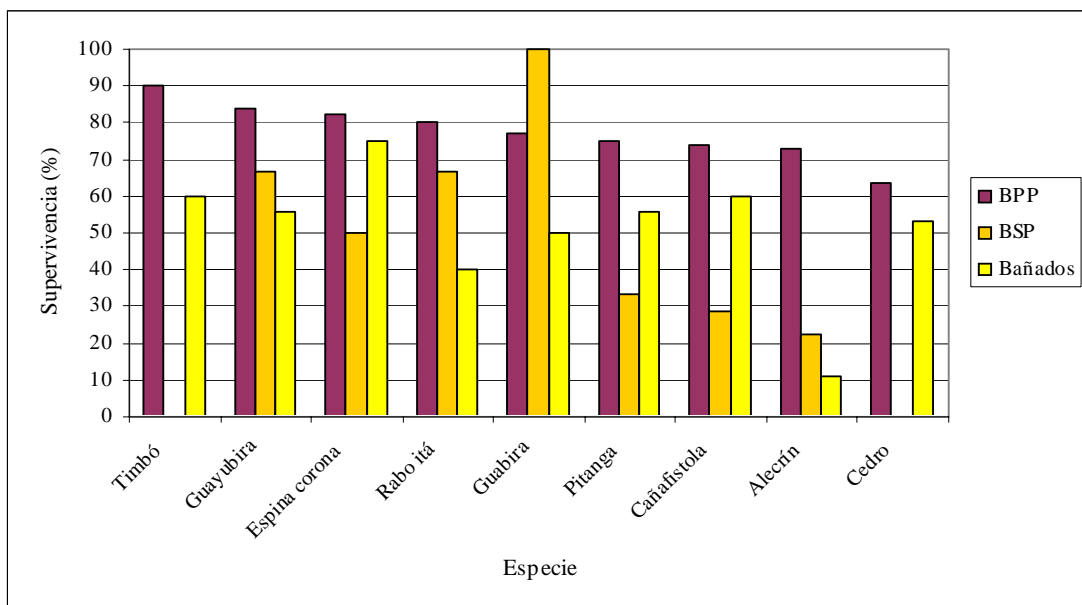


Figure N° 4. Percentage of survival for the species planted in 3 types of enriched forests.

Figura N° 4. Porcentaje de supervivencia de las especies utilizadas en los 3 tipos de bosques enriquecidos.

Para los bosques protectores con pinos (BPP) hubo un ingreso de 14 especies y 124 individuos desde el 2003 al 2006, siendo los sitios correspondientes a este grupo los que presentaron mayor regeneración natural (fig. N° 5).

En el caso de los bosques protectores con bosques secundarios y pinos (BSP) ingresaron 10 especies y 21 individuos (fig. N° 6). Al igual que en los enriquecimientos efectuados en estas áreas la regeneración natural se vio afectada por la invasión de pastos y chilcas.

En los sitios con suelos hidromórficos ingresaron 3 especies y 9 individuos, como es común en estos sitios ha predominado la regeneración de pastos como cola de zorro (*Hordeum leporinum* Link) y herbáceas, con menor regeneración de especies leñosas, como lo demuestran los resultados (fig. N° 7).

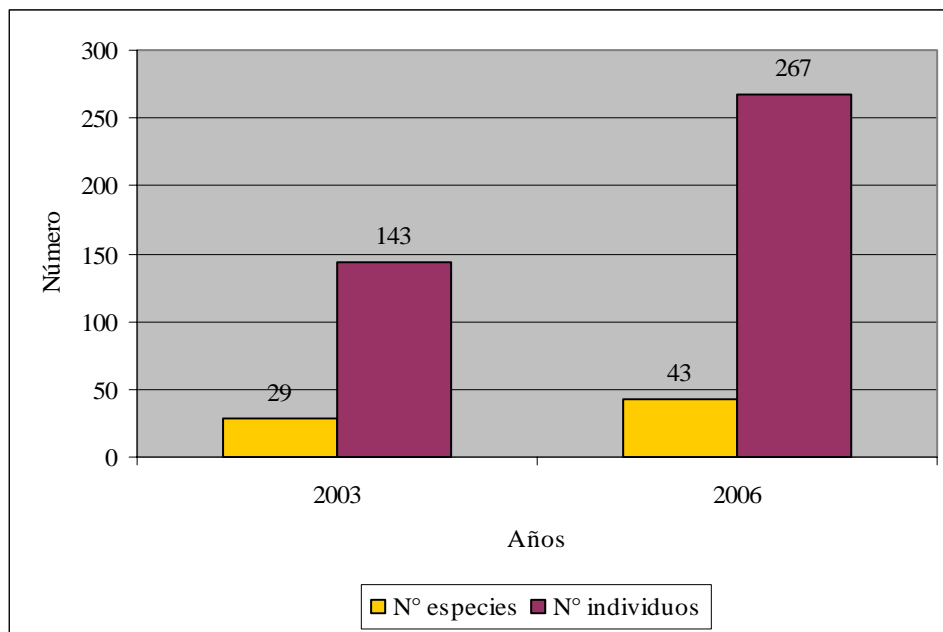


Figura N° 5. Número de individuos y riqueza de especies en la regeneración natural para los años 2003 y 2006 en los BPP.

Figure N° 5. Number of individuals and species richness of natural regeneration in the year 2003 and 2006 for the BPP.

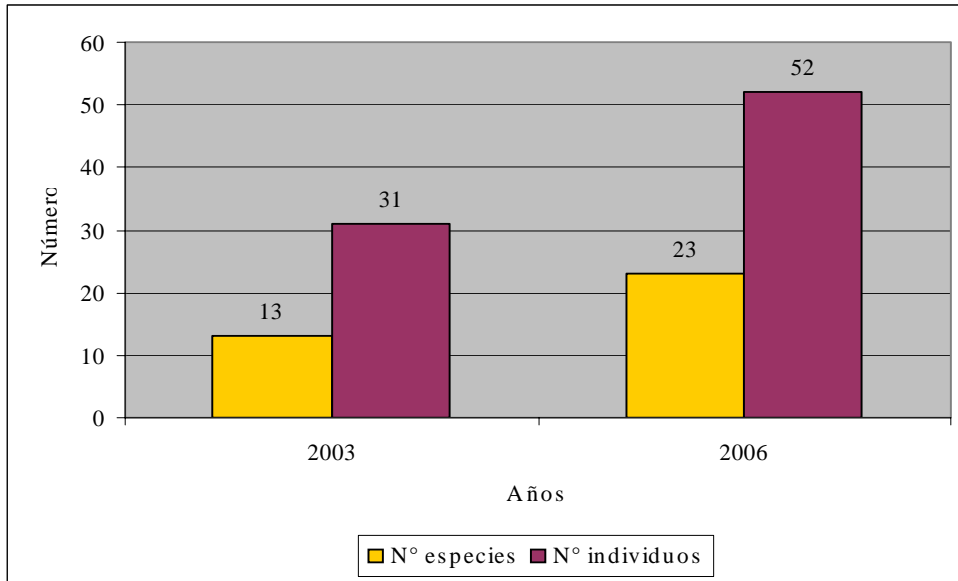


Figura N° 6. Número de individuos y riqueza de especies presentes en la regeneración natural para los años 2003 y 2006 en los BSP.

Figure N° 6. Number of individuals and species richness of natural regeneration in the years 2003 and 2006 for the BSP.

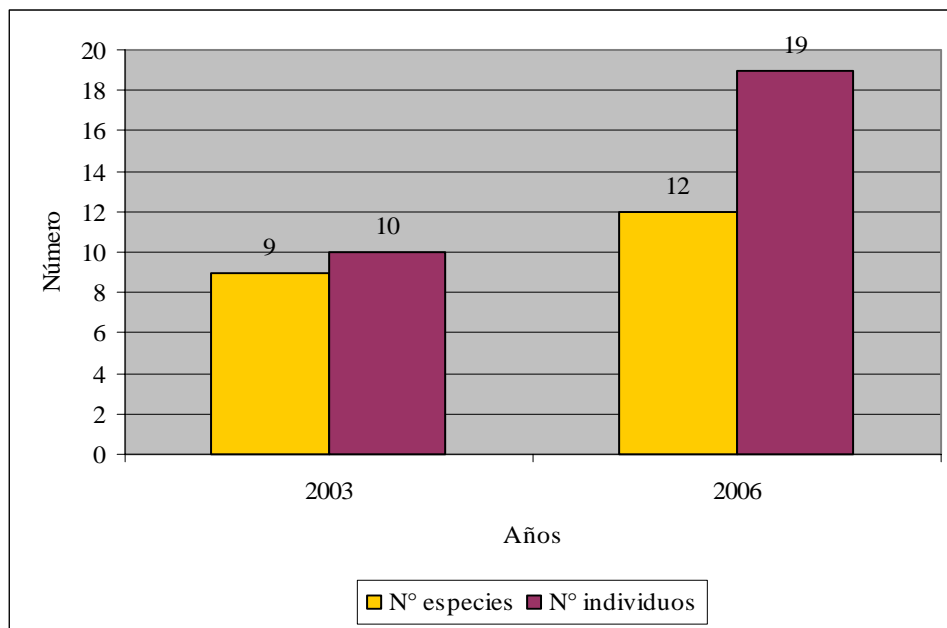


Figura.. N° 7. Número de individuos y riqueza de especies leñosas presentes de regeneración natural para los años 2003 y 2006 en áreas con suelos de bañados.

Figure N° 7. Number of individuals and species richness in the years 2003 and 2006 in the marshlands.

Los sectores que más han aumentado su diversidad son los sitios correspondientes a bosques protectores con pinos. En estos casos la eliminación del dosel de pinos en forma gradual parecería facilitar la regeneración natural de especies arbóreas nativas.

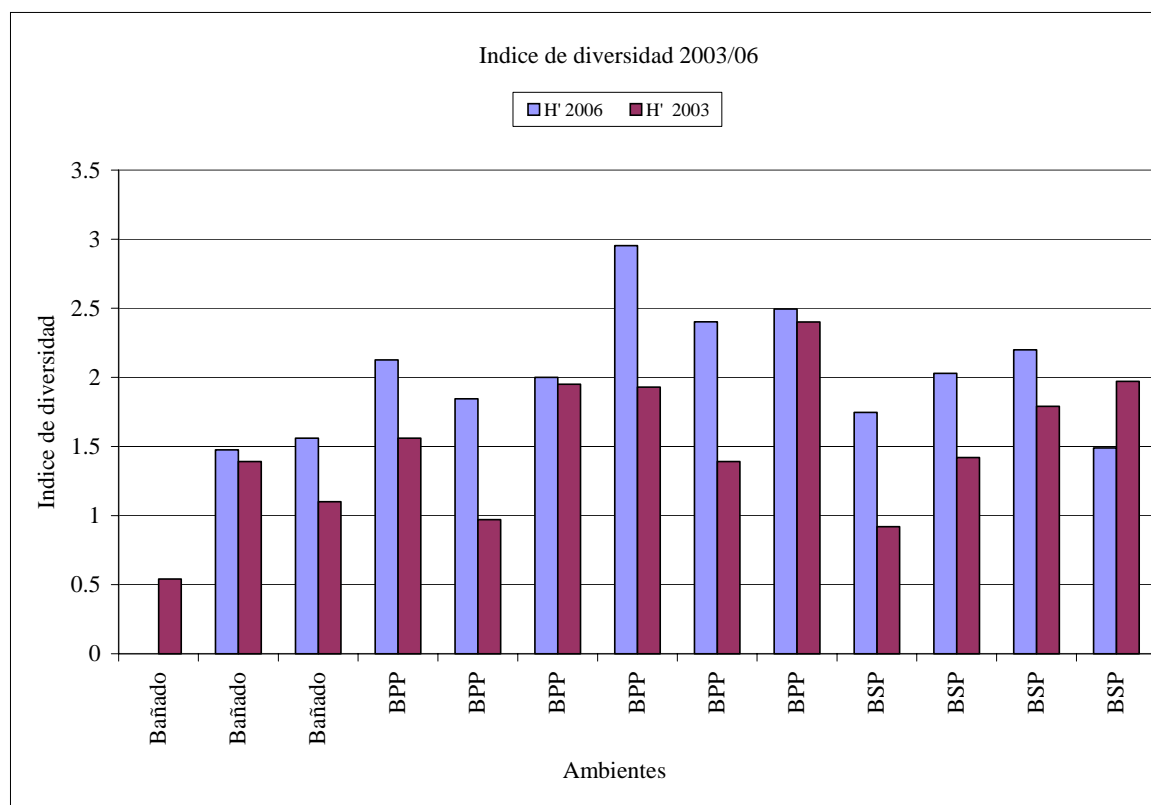


Figura N° 8. Comparación del índice de diversidad de Shannon-Wiener (H') para los años 2003 y 2006 en los sectores que se han efectuado tareas de restauración.

Figure N° 8. Shannon-Wiener (H') diversity index for the years 2003 and 2006 in areas being restored.

CONCLUSIONES

Al cabo de 6 años la supervivencia de las especies utilizadas en el enriquecimiento ha sido hasta dos veces mayor en los bosques protectores con pinos, en donde la eliminación de pinos es gradual (BPP), en comparación con aquellas áreas en donde se extrajeron los pinos de una sola vez (BSP). En el caso de los bañados los resultados deberían ser comparados con datos de áreas similares, debido a las restricciones que impone el tipo de suelo en estas circunstancias. Respecto a la regeneración natural no hubo diferencia en cuanto al número de especies ingresadas en el período 2003-2006, el número de individuos en cambio fue hasta 6 veces mayor en los BPP que en los BSP. Una de las causas identificadas que explican en parte estos resultados es que en el caso de los BSP, la extracción total de los pinos generó claros que fueron invadidos por pastos, chilcas y otras especies invasoras de rápido crecimiento que compiten por luz, agua y espacio con los renovales de árboles.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR, M.I. 2001. Plan de restauración y manejo de las áreas de conservación en las propiedades de LIPSIA S.A.
- BACALINI, P.A. 2003. Red de parcelas permanentes para el monitoreo de la restauración y la regeneración natural. Informe técnico. 26 pp.
- GALINDO-LEAL, C., I. Gusmão Camara. 2003. Atlantic forest hotspot status: an overview. In: Galindo-Leal and Gusmão Camara (Eds.), *The Atlantic Forest of South America: Biodiversity Status, Threats and Outlook*. 1st ed. Island Press, Washington, pp. 3-11.
- MYERS, N., R.A. Mittermeier, C.G. Mittermeier, G.A.B. Da Fonseca, J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priority. *Nature* 403: 853-858.

SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION INTERNATIONAL SCIENCE & POLICY WORKING GROUP, 2004. The SER International Primer on Ecological Restoration. Society for Ecological Restoration International, Tucson www.ser.org.

**CRECIMIENTO EN ALTURA Y DIÁMETRO Y MORTALIDAD EN
PLANTACIONES DE ESPECIES NATIVAS DE LAS YUNGAS
EN VALLE MORADO, SALTA.**

**HEIGHT AND DIAMETER GROWTH AND MORTALITY IN PLANTATIONS OF
NATIVE SPECIES OF THE YUNGAS
IN VALLE MORADO, SALTA.**

**Marcelo, F. Arturi ¹
Juan, F. Goya ²
Ezequiel, D. Balducci ³**

¹ Laboratorio de Investigación de Sistemas Ecológicos y Ambientales, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (U.N.L.P.) Diagonal 113 N° 469 (1900) La Plata, Buenos Aires, Argentina.

talares@ceres.agro.unlp.edu.ar

² Laboratorio de Investigación de Sistemas Ecológicos y Ambientales, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (U.N.L.P.) Diagonal 113 N° 469 (1900) La Plata, Buenos Aires, Argentina.

jgoya@ceres.agro.unlp.edu.ar

³ Fundación ProYungas. 25 de Mayo N° 519 (4530) San Ramón de la Nueva Orán, Salta, Argentina.

proyungasoran@arnet.com.ar

SUMMARY

Because of years of irrational management in the Argentine subtropical native forests, currently, the same presented an advanced degree of degradation, and in many cases serious problems in the regeneration of valuable species. One of the possible tools to overcome this problem, is the reforestation with native species in clear areas. In the Experimental Plantation Valle Morado, in the piedmont of Yungas in Salta, testing different native species valuable since 2000. Through the analysis of the growth and mortality data, obtained until 2005, can be seen high growth potential of these species in the area, justifying the continuation of these trials and the expansion of the variables studied for the development of forest plantations models in the region.

Key words: growth, native species, mortality, Yungas

RESUMEN

Debido a años de manejo irracional de los bosques nativos subtropicales de Argentina, actualmente los mismos presentan un avanzado grado de degradación y en muchos casos serios problemas en la regeneración de especies valiosas. Una de las herramientas posibles para sortear esta problemática es la plantación de especies nativas en áreas desmontadas. En la Plantación Experimental Valle Morado, en el pedemonte de las Yungas, en Salta, se ensayan distintas especies nativas valiosas desde el año 2000. A través del análisis de los datos de crecimiento y mortalidad obtenidos hasta el año 2005, se puede observar un alto potencial de crecimiento de estas especies en la zona, que justifica la continuidad de estos ensayos y la ampliación de las variables estudiadas para el desarrollo de modelos de plantaciones forestales en la región.

Palabras clave: crecimiento, especies nativas, mortalidad, Yungas.

INTRODUCCIÓN

Muchas áreas boscosas subtropicales de Argentina presentan un alto nivel de degradación debido a la extracción de los productos madereros de mayor precio seguida de la recuperación espontánea de la estructura sin intervenciones silvícolas. La rentabilidad del manejo forestal depende de manera directa del crecimiento individual y del precio de las maderas en el mercado. El bajo crecimiento de los ejemplares de interés en los bosques degradados representaría una desventaja para el planteo de proyectos de manejo de esas áreas, que sean económicamente atractivos y evite su reemplazo por otro tipo de uso de la tierra. En algunas situaciones la óptima regeneración natural de las especies de interés, resulta suficiente, aunque en otros casos es necesario recurrir a técnicas de plantación en bosques degradados, bajo la forma de enriquecimiento, o plantaciones en tierras deforestadas con especies arbóreas nativas de interés también constituye una alternativa viable.

Sin embargo una de las principales dificultades que se presenta al formular proyectos de plantaciones forestales de este tipo, la constituye la escasez de información disponible, fundamentalmente en lo que respecta a tasas de crecimiento de las especies nativas, que permitan proyectar turnos de cosecha y análisis económicos confiables.

En este sentido, la plantación experimental Valle Morado, brinda una valorable fuente de información silvicultural sobre un grupo de especies nativas de las Yungas.

La plantación experimental Valle Morado está situada en el departamento Orán en la provincia de Salta, resultado de una acción conjunta de la empresa energética Shell CAPSA y la Fundación ProYungas. Cuenta con 46,5 ha de ensayos de especies forestales nativas de importante valor comercial, y exóticas con buenas perspectivas de crecimiento en la región. Dicha plantación se realizó en dos etapas, una primera en el verano 2000-2001, y la segunda en el verano 2001-2002.

Características ambientales

La plantación experimental Valle Morado se encuentra en el sector pedemontano de las Yungas, a unos 385 m s.sm, con una precipitación media anual que varía entre los 1000 y 1500 mm, de marcada distribución estival.

Tipos de ensayos

En la plantación, se desarrollan cuatro tipos de ensayos:

- *Ensayos de restauración*: mezcla de especies nativas, como proceso de Cicatrización de áreas desmontadas
- *Ensayos silviculturales*: ensayos puros o mixtos de especies nativas y exóticas
- *Ensayos de progenies*: para *Cedrela balansae* (40 familias) y *Toona ciliata* (110 familias)
- *Ensayos de procedencias*: para tres especies; *Corymbia maculata* 11 procedencias; *Grevillea robusta* 9 procedencias y *Corymbia citriodora* 7 procedencias.

Dentro de las especies nativas ensayadas y que son de interés en este trabajo se encuentran afata (*Cordia trichotoma*), tipa blanca (*Tipuana tipu*), tipa colorada (*Pterogyne nitens*), lapacho rosado (*Tabebuia impetiginosa*), urundel (*Astronium urundeuva*), cedro orán (*Cedrela balansae*), pacará (*Enterolobium contortisiliquum*) y jacarandá (*Jacaranda mimosifolia*). Entre las exóticas, *Grevillea robusta*, *Eucalyptus grandis* y *Toona ciliata*.

El objetivo del presente trabajo es indagar a cerca del crecimiento de las especies nativas ensayadas luego de 5 años y comparar estos resultados con otras experiencias similares, con la finalidad de conocer las posibilidades de forestación con especies nativas en la región de las Yungas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron los datos obtenidos de las mediciones realizadas en los ensayos de especies nativas en los años 2003 y 2005 en Valle Morado. Estas mediciones fueron efectuadas sobre parcelas permanentes, donde se registró Dap y Altura Total de cada árbol dentro de la parcela.

Para el análisis de los diámetros y alturas alcanzados por los diferentes ensayos se realizó una comparación entre parcelas. Estas comparaciones tuvieron un carácter exploratorio para establecer las tendencias de los valores medios, la variabilidad a nivel individual y las diferencias entre parcelas. Se llevó a cabo un análisis de la varianza para un diseño completamente al azar. En todos los casos la homogeneidad de la varianza fue apreciada de manera descriptiva evaluando la magnitud de las diferencias de variabilidad a través del desvío estándar que indica el alejamiento promedio de las observaciones con respecto a la media expresado en las mismas unidades que la variable medida. Dado que en estos análisis se utilizó la medida individual de cada árbol, la variabilidad expresada es la existente entre árboles. En ningún caso se aplicaron transformaciones. Luego se realizó un análisis comparativo entre el crecimiento entre especies nativas.

RESULTADOS

En los ensayos de especies nativas se observaron importantes diferencias en diámetro y la altura. Al comparar los valores promedio de las parcelas correspondientes a diferentes ensayos, los diámetros menores corresponden a afata, jacarandá, tipa colorada, urundel y lapacho cuyas medias se encontraron aproximadamente entre 6 y 8 cm. Las especies con mayores diámetros fueron pacará, tipa blanca y cedro cuyas medias se encontraron por encima de los 10 cm de Dap.

Las diferencias entre especies respecto de la altura, fueron parcialmente coincidentes con las observadas para el diámetro. Las menores altura correspondieron a afata, urundel y lapacho con medias inferiores a los 5 m de altura, entre 5 y 7 m se encontraron cedro, jacarandá, pacará y tipa colorada. La especie que mejor se diferenció del resto por sus mayores alturas fue tipa blanca con una media superior a los 9 m. Los desvíos estándar en diámetro fueron en la mayor parte de los casos iguales o menores a 2,5 cm. En pocos casos se observaron desvíos mayores de 3 cm. La variabilidad en altura fue similar en todas las parcelas con desvíos estándar entre 1 m y 1,5 m excepto en la parcela de plantación pura de jacarandá, en la que el promedio de desvíos individuales respecto de la media fue de 2 m.

Los porcentajes de mortalidad de las especies nativas variaron entre menos de 5 % y valores cercanos a 30 %.

Los crecimientos observados resultaron mayores que los estimados en bosques nativos para muchas de las especies analizadas (**Tabla 1**). Para *Cedrela balansae*, el incremento medio anual en diámetro varió aproximadamente entre 1 y 4 cm.año⁻¹. Sin embargo los valores indicados para bosques nativos no superan el valor de 1 cm por año (Pichi et al. inédito). Esta misma especie en otras plantaciones experimentales a cielo abierto presentó incrementos medios anuales en diámetro de alrededor de 2 cm por año que supera al valor observado en el bosque nativo e iguala a los crecimiento más bajos observados en Valle Morado. Los crecimientos observados para esta especie en una plantación sobre fajas abiertas

en bosques nativos (enriquecimiento) fueron similares a los de individuos del bosque nativo. *Cedrela lilloi* presentó en el bosque nativo valores crecimiento entre 0,3 y 2,0 cm.año⁻¹ siendo uno de los valores más altos observados para especies forestales valiosas creciendo sin manejo junto a *Alnus acuminata* con un rango de entre 0,5 y 1,4 cm por año. *Enterolobium contortisiliquum* también presentó altos crecimientos en el bosque nativo (1,4 cm.año⁻¹) que fueron similares a los observados en plantaciones de Misiones. En la plantación de Valle Morado esos valores fueron ampliamente superados ya que el IMA en diámetro varió entre 3 y 4 cm por año. *Tabebuia impetiginosa* presentó valores similares de incremento diamétrico entre ejemplares del bosque nativo (Pichi et al. inédito) y los observados en los ejemplares plantados en una ensayo de enriquecimiento en Salta. Esos valores, de aproximadamente 0,7 cm por año, resultaron muy inferiores a los observados en la plantación de Valle Morado que fueron de entre 1,2 y 1,8 cm de diámetro por año. Similares diferencias se observaron para *Pterogine nitens* que presentó incrementos de 0.6 cm por año en el bosque nativo (Pichi et al. inédito), entre 0,7 y 0,8 cm por año en ejemplares plantados en un ensayo de enriquecimiento en Salta y creció entre 1 y 2 cm por año en la plantación de Valle Morado. Tanto los incrementos diamétricos como en altura fueron mayores en las plantaciones a cielo abiertos y que en la prácticas de enriquecimiento, aunque estas últimas presentaron mayores crecimiento que los observados en el bosque nativo. Resultados similares en la comparación de plantaciones a cielo abierto respecto de ensayos de enriquecimiento se observaron para experimentos realizados con diferentes especies nativas en Misiones.

Tabla 1: Incrementos en diámetros y en altura para diferentes especies subtropicales de Argentina.
Table1: Increases diameters and heights for different subtropical species in Argentina

Especie	IMA DAP (cm.año ⁻¹)	IMA altura (m.año ⁻¹)	Plantado/ Espontáneo	Condiciones	Provincia	Fuente
Rango para 18 especies de las Yungas	0,3 - 0,6		Espontáneo	Bosque nativo	Jujuy	Pichi et al. Inedito
Rango para 14 especies de las Yungas	0,6 - 1,0		Espontáneo	Bosque nativo	Jujuy	Pichi et al. Inédito
Rango para 6 especies de las Yungas	1,2 - 1,7		Espontáneo	Bosque nativo	Jujuy	Pichi et al. Inédito
<i>Cedrela balansae</i>	1,4 - 2,0	0,9 - 1,0	Plantado	Enriquecimiento 8 a 10 años	Salta	del Castillo et al. 2006.
<i>Cedrela balansae</i>	1,9 - 2,0	0,8 - 2,0	Plantado	A cielo abierto 10 años	Salta	del Castillo et al. 2006.
<i>Cedrela lilloi</i>	0,3 - 2,0		Espontáneo	Bosque nativo	Salta	Gasparri y Goya 2006.
<i>Juglans australis</i>	0,1 - 0,4		Espontáneo	Bosque nativo	Salta	Gasparri et al. 2003.
<i>Pterogine nitens</i>	0,7 - 0,8	0,6	Plantado	Enriquecimiento 8 años	Salta	del Castillo et al. 2006.
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	0,5 - 0,7	0,5 - 0,7	Plantado	Enriquecimiento 8 años	Salta	del Castillo et al. 2006.
<i>Alnus acuminata</i>	0,5 - 1,4	0,3 - 1,2	Espontáneo	Bosque nativo	Tucumán	Belloso et al. 1996
<i>Astromium balansae</i>	0,9 - 1,0	0,7 - 0,8	Plantado	A cielo abierto 10 años	Misiones	Montagnini et al. 2006
<i>Balfourodendron riedelianum</i>	0,6	0,7	Plantado	A cielo abierto 4 años	Misiones	Crechi et al. 2002.
<i>Balfourodendron riedelianum</i>	0,5	0,8	Plantado	Bajo pino 4 años	Misiones	Crechi et al. 2002.
<i>Balfourodendron riedelianum</i>	0,8 - 1,3	0,6 - 0,9	Plantado	A cielo abierto 10 años	Misiones	Montagnini et al. 2006

Especie	IMA DAP (cm.año ⁻¹)	IMA altura (m.año ⁻¹)	Plantado/ Espontáneo	Condiciones	Provincia	Fuente
<i>Bastardiopsis densiflora</i>	1	0,8	Plantado	Enriquecimiento 13 años	Misiones	Montagnini et al. 2006
<i>Cordia trichotoma</i>	0,8	0,5	Plantado	A cielo abierto 4 años	Misiones	Crechi et al. 2002.
<i>Cordia trichotoma</i>	0,4	0,6	Plantado	Bajo pino 4 años	Misiones	Crechi et al. 2002.
<i>Cordia trichotoma</i>	11	0,7	Plantado	Enriquecimiento 13 años	Misiones	Montagnini et al. 2006
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	0,9	0,9	Plantado	Bajo pino 4 años	Misiones	Crechi et al. 2002.
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	0,8	0,3	Plantado	A cielo abierto 4 años	Misiones	Crechi et al. 2002.
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	1,4 - 1,8	0,6 - 0,8	Plantado	A cielo abierto 10 a 14 años	Misiones	Montagnini et al. 2006
<i>Lonchocarpus muhelbergianus</i>	0,5	0,3	Plantado	A cielo abierto 10 a 14 años	Misiones	Montagnini et al. 2006
<i>Mezlea</i>	1,05	0,7	Plantado	A cielo abierto 4 años	Misiones	Crechi et al. 2002.
<i>Mezlea</i>	0,6	0,8	Plantado	Bajo pino 4 años	Misiones	Crechi et al. 2002.
<i>Ocotea puberula</i>	1,5	0,8	Plantado	Enriquecimiento 13 años	Misiones	Montagnini et al. 2006
<i>Tabebuia heptaphyla</i>	1,4	0,7	Plantado	A cielo abierto 10 a 14 años	Misiones	Montagnini et al. 2006

CONCLUSIONES

A través del análisis de los datos obtenidos hasta el momento en la Plantación Experimental Valle Morado, se puede prever que la forestación con especies nativas puede ser una buena herramienta de manejo forestal en las Yungas.

Si bien aquí no se analizaron importantes aspectos tales como forma de fustes y ramificación, las tasas de crecimiento obtenidas, alientan a continuar la investigación de estos ensayos, avanzando en prácticas silviculturales y en mejoramiento genético de especies nativas.

Las importantes diferencias halladas entre los ensayos de Valle Morado y otros registros, tanto en bosque nativo o en enriquecimiento, indican una cierta ventaja de la forestación con estas especies en las zonas pedemontanas de las Yungas.

Conocer los crecimientos y la evolución de estas especies, permitirá desarrollar proyectos forestales en la región, incorporando las plantaciones forestales como una medida mas en el manejo de los bosques nativos.

BIBLIOGRAFÍA

- BELLOSO W.O., Chávez M., García J.A., Montefinale E.D. y Goya J.F. 1996. Estructura y crecimiento de *Alnus acuminata* en el noroeste de la provincia de Tucumán, Argentina.
- BONAN, G. B., 1988. The size structure of theoretical plant populations: spatial patterns and neighborhood effects. *Ecology* 69(6): 1721-1730.
- CRECHI E.; C. Domecq; A. Hennig ; R. Fernández; B. Eibl. 2002. Silvicultura inicial de 3 especies latifoliadas nativas de interés económico en Misiones *Cordia trichotoma* (Vell.)

- Jhonst., *Balfourodendron riedelianum* (Engl.) Engl., *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.)
- DEL CASTILLO, E M, M A Zapater y M N Gil. 2006. Resultados comparativos de plantaciones experimentales de *Cedrela balansae* en INTA - Yuto, Jujuy. En: Ecología y producción de cedro (género *Cedrela*) en las Yungas australes, Pacheco y Brown (Eds.). Edición conjunta del Laboratorio de Investigaciones Ecológicas de las Yungas, UNT y la Fundación Proyungas, Argentina.
- GASPARRI N.I.; M.A Pinazo J.F Goya. 2003. Crecimiento individual y Diametro mínimo de corta de *Juglans australis* : simulación de intervención en un rodal maduro en el Noroeste de Argentina.
- GASPARRI y Goya. 2006. Modelos de crecimiento de *Cedrela lilloi* en el sector norte de las Yungas Argentinas. En: Ecología y producción de cedro (género *Cedrela*) en las Yungas australes, Pacheco y Brown (Eds.). Edición conjunta del Laboratorio de Investigaciones Ecológicas de las Yungas, UNT y la Fundación Proyungas, Argentina.
- GASPARRI, NI, M Pinazo y JF Goya. 2003. Crecimiento individual y diámetro mínimo de corta de *Juglans australis*, simulación en un rodal maduro en el noroeste de Argentina. *Yvyrareta* 11: 27-32.
- MONTAGNINI, F., Eibl, B., Fernandez, R. 2006b. Rehabilitation of degraded lands in Misiones, Argentina. *Bois et Forets des Tropiques* 288: 51-65.

**ESTUDIO COMPARATIVO DE METABOLITOS SECUNDARIOS EN
POBLACIONES SILVESTRES Y CULTIVADAS DE *Baccharis trimera* (Less.)
(CARQUEJA)**

**COMPARATIVE STUDY OF SECONDARY METABOLITES IN WILD AND
CULTIVATED POPULATIONS OF *B. Trimer*a (Less.) (CARQUEJA)**

**Maricel Bálsamo¹
Laura Barbieri²**

¹ Plantas Medicinales. EEA. INTA Cerro Azul Misiones, CC 101, 3315 L.N.Alem (Misiones). Correo electrónico: marisel@cerro.inta.gov.ar

² Desarrollo Rural. EEA. INTA Cerro Azul Misiones, CC 101, 3315 L.N.Alem (Misiones). Correo electrónico: lbarbieri@cerro.inta.gov.ar

SUMMARY

Baccharis genus belongs to the *Asteraceae* family and includes a wide variety of species that are used in popular medicine. It is widely spread in Argentina and the rest of South America. It has natural components, such as *diterpenes*, *flavonoids*, *saponins* and essential oils. The pharmacological activity of this species is given by the synergic effect of these components. The objective of this study was to determine the variation of secondary metabolites in wild and cultivated populations of *B. trimera*. The study was performed in Cerro Azul, Misiones. The cultivated and wild samples were dehydrated, until constant weight was achieved. Chromatographic (TLC) analysis method was used. Hexane-Ether in two concentrations was used as mobile phase; *Quercetin* and *Rutin* were used as comparison standards. Samples were analyzed by direct visualization (without developer) and Vanillin/H₂SO₄ (as a developer). Both populations revealed the same chromatographic profile. The higher content of dry *B. Trimer*a extract in the wild samples was due to the presence of contaminants such as finely divided metals, dust, ash, pesticides residues, etc.

Key words: *B. Trimer*a, wild growths, cultivated populations, natural components.

RESUMEN

El género *Baccharis* perteneciente a la familia *Asteraceae*, abarca una gran cantidad de especies que se utilizan en medicina popular. Está ampliamente difundida en Argentina y el resto de Sudamérica. Posee compuestos naturales, tales como diterpenos, flavonoides, saponinas y aceites esenciales. La actividad farmacológica de esta especie está dada por el efecto sinérgico de dichos compuestos. El objetivo del trabajo fue determinar la variación de metabolitos secundarios en poblaciones silvestres y cultivadas de *B. trimera*, en la localidad de Cerro Azul, Misiones. Las muestras provenientes de cultivo y poblaciones silvestres fueron deshidratadas a temperatura ambiente hasta llegar a peso constante. El método de análisis utilizado fue Cromatográfico (TLC). Se empleó como fase móvil Hexano: Eter en dos concentraciones, Quercetina y Rutina como estándar de comparación. Se analizaron mediante visualización directa (sin revelador) y Vanillin/H₂SO₄ (como revelador). Las dos poblaciones presentaron el mismo perfil cromatográfico. El mayor contenido de extracto seco de *B. Trimer*a en estado silvestre se debió a la presencia de contaminantes pudiendo ser estos metales finamente divididos, polvo, cenizas, residuos de pesticidas, etc.

Palabras clave: *B. Trimer*a, cultivo, hábitat natural, compuestos naturales.

INTRODUCCIÓN

El género *Baccharis* perteneciente a la familia Asteraceae, abarca una gran cantidad de especies que se utilizan en medicina popular. Particularmente *B. trimera*, conocida con el nombre de carqueja, está ampliamente difundida en Argentina y el resto de Sudamérica. Ensayos biológicos con el objetivo de atribuirle acciones farmacológicas fueron desarrollados evidenciando efectos hepatoprotector (Soicke y Leng-Peschlow, 1987), antiinflamatorio y analgésico (Gené *et al.*, 1996.b), antimutagénico (Nakasugi y Komai, 1998), antiviral (Abad *et al.*, 1999), vasorelajante de la musculatura lisa (Torres *et al.*, 2000), gastroprotector (González *et al.*, 2000) y hipoglucemiante (Matos y Lorenzi, 2002; Barbosa-Filho *et al.*, 2005).

Sometida a estudios químicos, evidenció compuestos naturales tales como diterpenos (Herz *et al.*, 1997; Torres *et al.*, 2000), flavonoides (Soicke y Leng-Peschlow, 1987; Gené *et al.*, 1996.b), saponinas (Gené *et al.*, 1996.b; Chicourel *et al.*, 1998) y aceites esenciales (Agostini *et al.*, 2005). Según estudios realizados por Hatsuko Baggio *et al.*, (2003), la actividad farmacológica es debido al efecto sinérgico de todos los componentes. Estas sustancias, producto del metabolismo secundario y posiblemente elaborado para la adaptación al medio donde se desarrollan, por lo que se supone son esenciales para la supervivencia de la especie. Por otra parte, la calidad y cantidad de principios activos presentes en una determinada especie vegetal varían en función del clima, suelo, condiciones de cosecha y temperaturas de secado a las que son sometidas como con el estado fisiológico de la planta (Dewick, 1997; Dey y Harborne, 1989) correlacionándose negativamente con el índice de crecimiento y vigor de la planta (Scogings *et al.*, 2004). (esto último es dudoso, pensar en el eucalipto).

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar la variación (cualitativa, cuantitativa) de metabolitos secundarios de *B. trimera* en poblaciones silvestres y cultivadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras de *B. trimera* fueron obtenidas de la Estación Experimental Agropecuaria INTA Cerro Azul, Misiones, Argentina ubicada a 27° 39' S, 55°, 26' W y 283 m.s.n.m. El clima es subtropical húmedo, con un régimen pluviométrico isohigro, las deficiencias hídricas se producen a fines de primavera y primera mitad del verano. El invierno es relativamente benigno, aunque suelen producirse heladas de moderada intensidad (Olinuck, 1998).

Las muestras fueron extraídas de un cultivo de *B. trimera* de dos años de implantación con un marco de plantación de 0,70 x 0,70 cm, (20408 plantas ha⁻¹). El material silvestre fue recogido a poco más de 100 m de distancia de la especie cultivada. Se tomaron tres muestras a partir de individuos que crecían dentro de un área de 20 m, en una comunidad donde la especie abundaba, dichas muestras fueron unificadas. La cosecha de ambas poblaciones se realizó el 4 de septiembre de 2007, dejando 10 cm de parte basal. Todas las muestras fueron secadas a la sombra.

En las muestras vegetales se cuantificaron metabolitos secundarios siguiendo la metodología de Wagner (2001). Una alícuota de los extractos metanólicos (5µ) fue sembrada en las placas de TLC para ser sometida a Cromatografía en Capa Delgada (TLC) empleando como fase móvil Hexano:Eter (50:50), Hexano: Eter (30:70); Quercetina y Rutina como estándar de comparación (FOTO 1). Nueve fracciones fueron reunidas al monitorear las muestras (manchas de diferente colorimetría). (TABLA 3). Las fracciones generadas (Rf) se analizaron usando dos técnicas de revelado, visualización directa (sin revelador) y Vainillin/H₂SO₄ (FOTO 3). Los perfiles cromatográficos y espectros UV-visible fueron

obtenidos mediante luz UV 365 nm (FOTO 2). Para su interpretación se utilizó la carta de colores de Microsoft office.

Para determinar cualitativamente si algún compuesto presentaba mayor concentración en alguna de las muestras, se diluyó cada uno de los extractos metanólicos hasta alcanzar concentraciones de 5,0-1,0 y 0,1 mg de extracto ml⁻¹ respectivamente (FOTO 4 y 5). Se utilizó quercetina al 1,0 y 0,1 mg ml⁻¹ como estándar. Se compararon las muestras a través de la visualización directa de los coeficientes de partición.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contenido total de metabolitos secundarios en las dos poblaciones de *B. trimera* (cultivo y hábitat natural) presentaron el mismo perfil cromatográfico.

Las hierbas silvestres utilizadas en este trabajo, fueron recolectadas a la orilla del camino, presentando las mismas una concentración de extractos muy superior a las de cultivo (Tablas 1 y 2). Este excedente se debió a la presencia de contaminantes según datos proveniente del laboratorio donde se analizaron las muestras. El lugar de extracción de hierbas medicinales, es de fundamental importancia.

La Tabla 3 resume el perfil cromatográfico de las diferentes muestras. Los Rf fueron calculados a partir de las placas de TLC que se muestran en las Fotos.

Tabla 1. Peso seco y Porcentajes de extractos luego de la dilución en 30 ml de metanol.

Muestra	Peso Seco (g)	Porcentaje de Extractos (%)
Cultivo secado sombra	0,176	16,65
Hábitat natural secado sombra	0,310	29,45

Tabla 2. Concentración de los distintos extractos obtenidos en la segunda dilución con etanol.

Muestra	Concentración de Extractos (mg ml ⁻¹)
Cultivo secado sombra	58,7
Hábitat natural secado sombra	103,7

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Silva *et al.* (2004) para el contenido total de fenoles donde no existen diferencias entre poblaciones salvajes y cultivadas, independientemente del tiempo de cosecha. Sin embargo, difieren con lo expuesto por Castro *et al.* (1999) que trabajaron con *Baccharis myrioccephala*, verificando que el contenido de tanino expresado a través del total de fenoles cambió considerablemente (de 0.26% a 12.18%) en plantas provenientes de cultivo, en contraposición a las de su hábitat natural.

Tabla 3. Colores de manchas detectadas por TLC en diferentes muestras.

Compuestos Mancha	Color (% saturación de bases)	Rf	Habitat natural	Cultivo
1	RGB(255-255-153)	0,94	+	+
2	RGB(204-153-255)	0,82	++	+
3	RGB(51-102-255)	0,70	++	+
4	RGB(128-128-0)	0,60	+	++
5	RGB(102-102-153)	0,42	+	+
6	RGB(128-128-128)	0,30	+	+
7	RGB(51-51-0)	0,20	++	+
8	RGB(128-128-0)	0,10	+	+
9	RGB(128-128-15)	0	+	+
		Quercetina		
		Rutina		

Referencias: R, red; G, green; B, blue. Presencia de mancha, +; presencia de mancha de mayor intensidad, ++. La constante Rf: Ratio of Front.

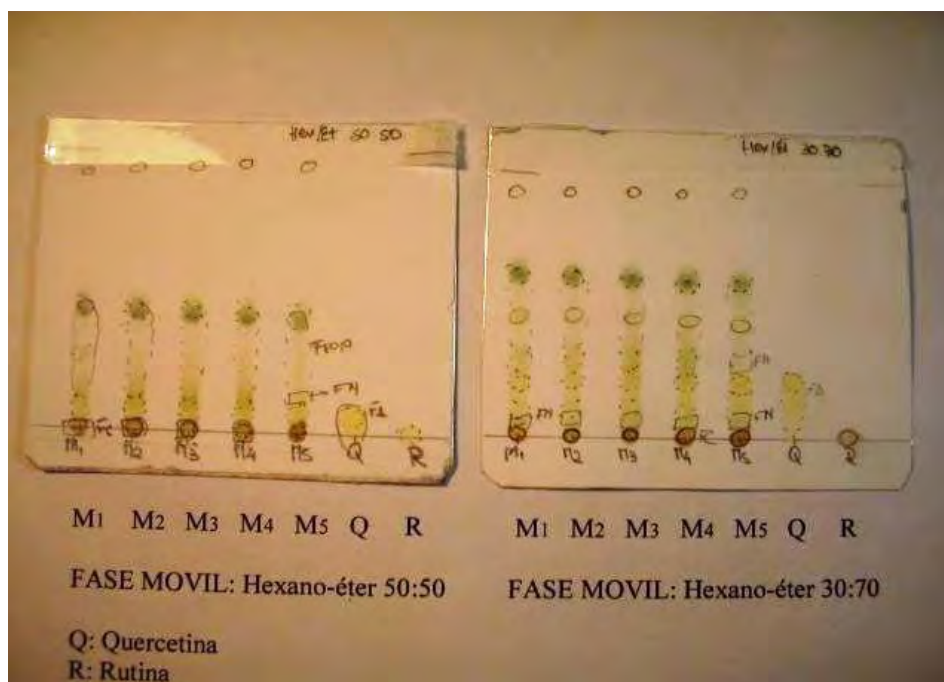


Foto 1. Placas TLC con corrida de muestras a distinta concentración de 2 fases móviles. M4: Cultivo Secado natural, M5: Habitat natural, Secado natural.

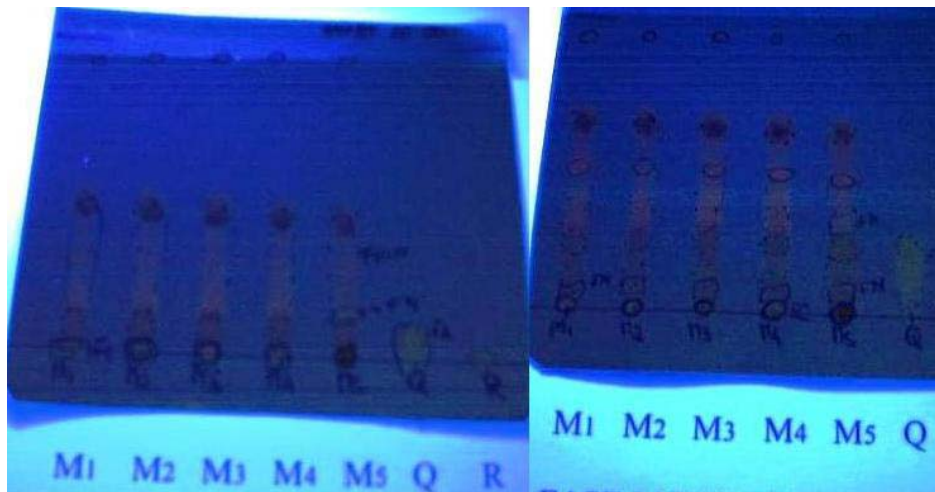


Foto 2. Placas de TLC con corrida de muestras con las 2 fases móviles visualizadas con UV 365 nm. M4: Cultivo Secado natural, M5: Habitat natural, Secado natural.

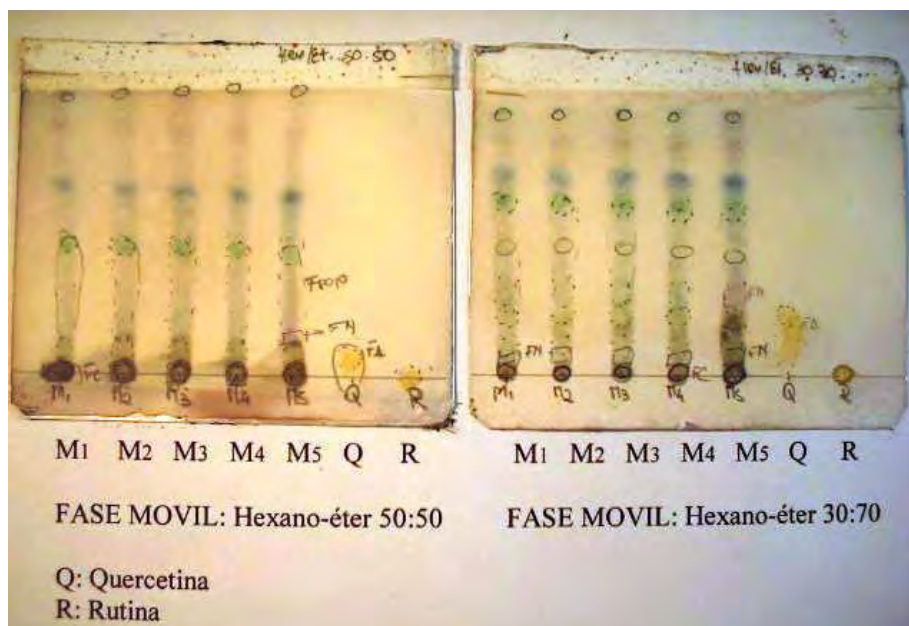


Foto 3. Placas de TLC visualizadas mediante revelado vainillín/ H₂SO₄. M4: Cultivo Secado natural, M5: Habitat natural, Secado natural.

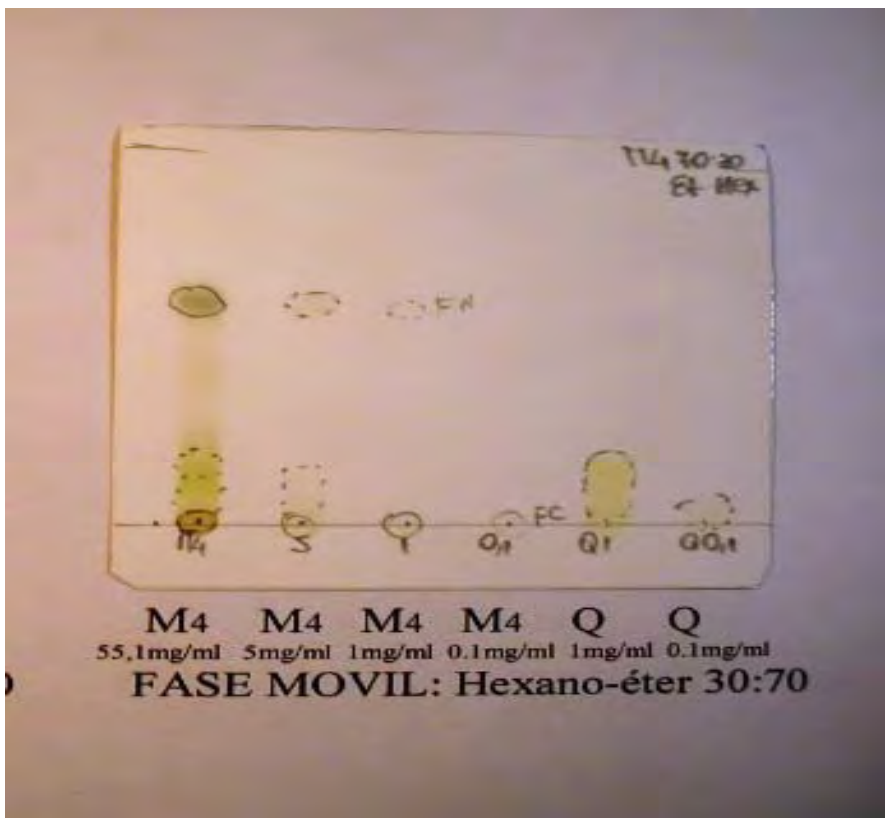


Foto 4: Muestras Cultivo a distintas diluciones.

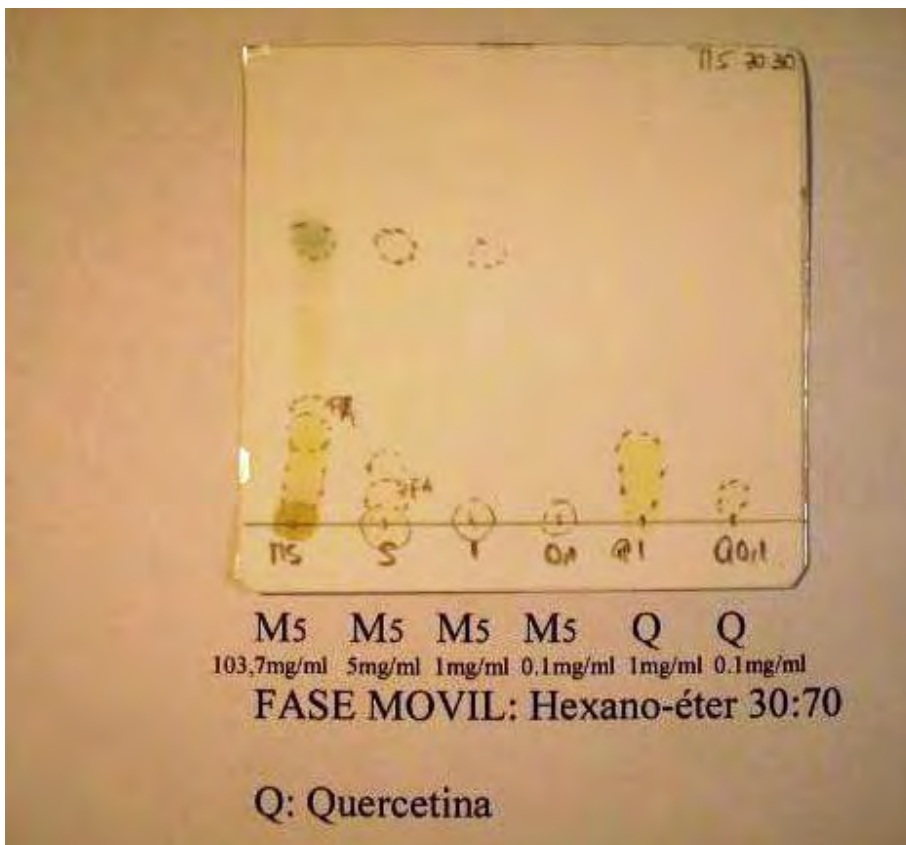


Foto 5: Muestra Hábitat Natural secado a la sombra en distintas diluciones.

XIII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM – EEA Montecarlo, INTA. Eldorado, Misiones, Argentina. “2008 Año de las Ciencias”

CONCLUSIONES

Bajo nuestras condiciones, el contenido total de metabolitos secundarios en *B. trimera* no ha demostrado variación en las dos poblaciones analizadas.

B. trimera no pierde su cualidad terapéutica al ser sometida a cultivo.

AGRADECIMIENTOS

Se expresa especial agradecimiento al Dr. Gabriel Píccolo por la revisión crítica del manuscrito.

BIBLIOGRAFIA

- ABAD, M.J., Bermejo P., Gonzáles E., Iglesias I., Irutzum A., Carrasco L. 1999. Antiviral Activity of Bolivian Plant Extracts. *Gen Pharmacol* 32: 449-503.
- AGOSTINI, F., Santos, A.C.A., Rossato, M., Pansera, M.R., Zattera, F., Wasum, R., Serafín, L.A. 2005. Estudo do óleo essencial de algumas espécies do gênero *Baccharis* (Asteraceae) do sul do Brasil. *Rev Bras Farmacogn* 15: 215-220.
- BARBOSA-FILHO, J.M., Vasconcelos, T.H.C., Alentar. A.A., Batista, L.M., Oliveira, R.A.G, Guedes, D.N., Falcão, H.S., Moura, M.D., Diniz, M.F., Modesto-Filho, J. 2005. Plants and their active constituents from South, Central, and North America with hypoglycemic activity. *Rev Bras Farmacogn* 15: 392-413.
- CASTRO, H.G. et al. 1999. Rendimento de tanino em dois acessos de carqueja (*Baccharis myriocephala* D. C.), em diferentes épocas de colheita em Viçosa -MG. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v.1, n.2, p.29-33.
- CHICOUREL, E.L., Pimenta, D.S., Jorge, L.I.F, Ferro, V.O. 1997-1998. Contribuição ao conhecimento analítico de três compostas mediciniais. *Revista Brasileira de Farmacognosia* 7/8: 59-66.
- DEWICK, P.M. 1997. *Medicinal Natural Products: A Biosynthetic Approach*, John Wiley & Sons, West Sussex, England .
- DEY, P. M., Harborne, J.B. (1989) *Methods in Plant Biochemistry*. Vol. I: Plant Phenolics. Academic Press. 540 p.
- GENÉ, R. M., Cartañá, C., Adzet, T., Marín, E., Parella, T., Cañigüeral, S. 1996 (a). Anti-inflammatory effect of aqueous extracts of three species of the genus *Baccharis*. *Planta Medica*. v. 58, p. 565-566.
- GENÉ, R. M. Cartañá, C., Adzet, T., Marín, E., Parella, T., Cañigüeral, S. 1996 (b). Anti-inflammatory and analgesic activity of *B. trimera*: identification of its active constituents. *Planta Medica*. v. 62, p.232-235.
- GONZÁLEZ E, Iglesias I, Carretero E, Villar A. 2000. Gastric cytoprotection of Bolivian medicinal plants. *J Ethnopharmacol* 70: 329-333.
- Herz, W., Pilotti A.M., Soderholm, A.C., Shuhanal, K., Vichnewski, W. 1997. New clerodane type diterpeneids from *Baccharis trimera*. *J.Org. Chem* 42:3913-3917.
- MATOS, F.J.A, Lorenzi, H. 2002. *Plantas mediciniais no Brasil - nativas e exóticas*. Nova Odessa: Ed. Plantarum.
- HATSUKO BAGGIO, C et al. (2003), Gastroprotective effects of a crude extract of *Baccharis illinita* DC in rats. Elsevier, London, ROYAUME-UNI. vol. 47, no1, p. 93-98
- NAKASUGI T., Komai K. 1998. Antimutagens in the Brazilian folk medicinal carqueja (*Baccharis trimera* Less). *J Agric Food Chem* 46: 2560-3564.
- OLINUCK, J.A. 1998. El clima de la localidad de Cerro Azul, período 1967-1996. INTA EEA Cerro Azul. Informe Técnico N° 68.

- SILVA, F.G.; Januário, A.H.; Pinto, J.E.B.P.; Nascimento, V.E.; Barizan, W.S.; Sales, J.F.; França, S.C. 2006. Teor de flavonóides em populações silvestre e cultivada de carqueja [*Baccharis trimera* (Less.) DC.] coletadas nas estações seca e úmida. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*. v8 n2. artigo 4.
- SCOGINGS, P.F.; Dziba, L.E.; Gordon, I.J. 2004. Leaf chemistry of woody plants in relation to season, canopy retention and goat browsing in a semiarid subtropical savanna. En: *Austral Ecology*, v.29, n.3, p.278-86.
- SOICKE y Leng-Peschlow, 1987. Characterisation of flavonoids from *Baccharis trimera* and antihepatotoxic properties. En: *Planta Medica*, v.53, p.37-9.
- TORRES, L.M.B., Gamberini, M.T., Roque, N.F., Landman, M.T.L., Souccar, C., Lapa, A.I. 2000. Diterpene from *Baccharis trimera* with a relaxant effect on rat vascular smooth muscle. *Phytochemistry* 55: 617-619.
- WAGNER, H., and Bladt, S. *Plant drug analysis, a thin layer chromatography atlas*, Springer, 2001, pp195-244.

ADAPTABILIDAD Y CRECIMIENTO DE ESPECIES NATIVAS EN ÁREAS EN RECUPERACIÓN DEL NOROESTE DE LA PROVINCIA DE MISIONES

ADAPTABILITY AND GROWTH OF NATIVE SPECIES IN RECOVERY AREAS IN THE NORTHWEST OF THE PROVINCE OF MISIONES

Sara Regina Barth¹
Beatriz Irene Eibl¹
Florescia Montagnini²

¹ Docente Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. Bertoni 124 (C.P. 3380). Eldorado. Misiones. e-mail: sbarth@arnet.com.ar

² Yale University School of Forestry and Environmental Studies. U: S. A.

SUMMARY

In view of the increasing demand to recover degraded forestry ecosystems some tests trying to identify native species that could adapt to plantation systems: in the open s, under a protective cover of capueras and to agro forestry and agro forestry with cattle rearing. We also tried to look for forest species that could have a commercial use to justify in this way the investments to short, medium and long terms The evaluated species were: *Enterolobium contortisiliquum* (Timbó colorado), *Cedrela fissilis* (Cedro), *Gleditsia amorphoides* (Espina corona), *Peltophorum dubium* (Cañafístola), *Myrocarpus frondosus* (Incienso), *Tabebuia heptaphylla* (Lapacho negro), and *Cordia trichotoma* (Peteribí) planted in strips of land of capuera. Using mathematical patterns that express the development of the species in time, species like *Enterolobium contortisiliquum* (Timbó colorado), *Peltophorum dubium* (Cañafístola), *Lonchocarpus muehlbergianum* (Rabo molle), *Astronomium balansae* (Urunday), *Tabebuia heptaphylla* (Lapacho negro) and *Balfourodendron riedelianum* (Guatambú) were evaluated, and planted in a pure form and in combination (mixed plantations with *Ilex paraguariensis* (Yerba mate) and a mixture of forest species). The implementation of a productive diversification makes up a promising tool for the recovery of areas that suffer from a species impoverishment and difficulties in the process of natural forest succession, adding to the degradation of physical aspects like soil and water. In the province of Misiones, the reforestation projects and the forest enrichment of degraded woods using native species are viable strategies in order to keep the biodiversity and to recover the forestry ecosystem as well as the productive activity. Growth models presented are usefull to take management decisions.

Key words: Native species, recovery of degraded areas, survival, growth.

RESUMEN

Ante la creciente demanda de recuperar ecosistemas forestales degradados se llevó adelante ensayos tendientes a identificar especies nativas que puedan adaptarse a sistemas de plantación a cielo abierto, bajo cubierta protectora de capueras y en sistemas agroforestales o agrosilvopastoriles. Se buscó además, el que dichas especies arbóreas sean de uso comercial con el fin de tratar de justificar inversiones a corto, mediano y largo plazo. Mediante el empleo de modelos matemáticos que expresan el desarrollo de las especies a través del tiempo fueron evaluadas las especies *Enterolobium contortisiliquum* (Timbó colorado), *Peltophorum*

dubium (Cañafístola), *Lonchocarpus muehlbergianum* (Rabo molle), *Astronomium balansae* (Urunday), *Tabebuia heptaphylla* (Lapacho negro) y *Balfourodendron riedelianum* (Guatambú); implantadas en forma pura y en combinación (plantaciones mixtas con *Ilex paraguariensis* (Yerba mate) y mezcla de especies arbóreas entre sí). La implementación de la diversificación productiva constituye una herramienta promisorio para la recuperación de áreas que sufran empobrecimiento de especies y dificultades en el proceso de sucesión forestal natural, sumado a la degradación de aspectos físicos como ser suelo y agua. En la provincia de Misiones, los proyectos de reforestación y de enriquecimiento forestal de bosques degradados empleando especies nativas son estrategias viables para mantener la biodiversidad y recuperar el ecosistema forestal acompañando a la actividad productiva. Los modelos presentados son una herramienta útil para la toma de decisiones respecto a su implementación.

Palabras clave: Especies nativas, recuperación de áreas degradadas, sobrevivencia, crecimiento.

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 perpetuidad 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 agrosilvoforestales.

Además de poseer las especies arbóreas nativas madera de alto valor comercial pueden brindar otros uso múltiples y presentar mejor aclimatación a las condiciones medioambientales reinantes, aunque no es posible garantizar que todas ellas soportarán las nuevas condiciones edáficas. 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.

Las especies forestales exóticas implantadas en la región ya tienen su uso preestablecido, a diferencia en las especies nativas queda aun mucho para conocer. Principalmente, en aspectos sobre como crecen, en comunidades y/o aisladas, cuales presentan mayor aptitud para ser aprovechadas como materia prima para las diversas industrias locales y cuales a proyectos de conservación de suelo y agua o fines recreacionales. En función a esto surge la necesidad de saber que existe y que existirá en una determinada área en cuestión. Es útil conocer, dentro de un determinado horizonte de planeamiento, estimaciones de altura y diámetro de los ejemplares arbóreos implantados.

Existen aun pocos datos científicos sobre el crecimiento de especies nativas implantadas en diversos sistemas forestales de la Provincia de Misiones, más aun, son pocas las experiencias de plantaciones con especies forestales nativas a cielo abierto. La Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones (UNaM), en colaboración con la Universidad de Yale (U. S. A.), mantiene desde 1989 investigaciones sobre la ecología de especies forestales nativas de la selva subtropical misionera, y su utilización en sistemas de producción (EIBL y MONTAGNINI 1998). En el presente trabajo se analiza los resultados obtenidos en cuanto al desempeño de especies forestales nativas de potencial productivo con posible adaptación a sitios degradados. Se evaluó la adaptación y crecimiento de las especies

ensayadas en sitios degradados bajo diferentes condiciones de plantación, como cultivo puro o mixto y en combinaciones agroforestales.

En el presente estudio son presentados modelos o ajustes de curvas de crecimiento en diámetro y altura total en base al procesamiento de una serie histórica de datos obtenidos a lo largo de los años transcurridos desde la implantación de ensayos instalados con tal fin. A través de una serie histórica de datos fue posible proyectar el crecimiento para a futuro planificar acciones de control y/o de corrección en proyectos de esta índole que se instalaren de aquí en más. Los modelos matemáticos de crecimiento son utilizados como herramienta para escoger metodologías o manejos silviculturales, constituyen un importante apoyo en la toma de decisiones de la actividad forestal. Tales modelos son una síntesis de observaciones y/o fenómenos biológicos, aplicables a las condiciones en las cuales fueron tomados los datos empleados en su ajuste. Un modelo es una formulación, en este caso matemática, que simula un fenómeno del mundo real, de tal forma de lograr una simplificación que permita hacer determinadas previsiones. No se pretende que un modelo sea una copia exacta del mundo real, más sí, una simplificación que revele los procesos o fenómenos ocurridos permitiendo percibir y prever nuevas situaciones dentro del universo de estudio. Siendo así, un buen modelo es un espejo eficiente de la realidad. Un modelo puede entonces ser definido como una formulación matemática basada en hipótesis que intentan representar fenómenos físicos o sistemas biológicos con la finalidad de generar una ecuación que pueda representar los fenómenos ocurridos a un determinado nivel de confiabilidad fijado.

Con esta herramienta al alcance del productor, cabe remarcar el hecho que, tal lo mencionado al inicio, todo proyecto de restauración de ecosistemas forestales degradados debe encararse con la implementación de estrategias de diversificación productiva que maximicen la generación de ingresos económicos disminuyendo riesgos y aumenten de esta manera la factibilidad de adopción por parte de los agricultores. Las estrategias 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. En Misiones, los proyectos de reforestación y el enriquecimiento forestal de bosques degradados empleando especies nativas, son estrategias viables para mantener la biodiversidad y recuperar el ecosistema forestal.

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 1700 mm, distribuidas equitativamente a lo largo del año y promedio anual de temperatura de 21°C, con máximas absolutas de 39 °C (Enero) y mínimas absolutas de - 6 °C (Julio) (EIBL et al. 2001).

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, es una propiedad particular medianamente degradada que había sido abandonada luego de aproximadamente 20 años de agricultura mecanizada intensiva. Se trató de en 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 antes de la implantación de las especies forestales ensayadas.

Table 1. Chemical characteristics of the soil in plots 2 and 3, 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

Especies ensayadas

Las especies ensayadas fueron *Enterolobium contortisiliquum* (Vellozo). Morong (Timbó colorado) familia Fabaceae; *Lonchocarpus muehlbergianum* Hassler (Rabo molle), Fabaceae; *Astronomium balansae* Engl. (Urunday), Anacardiaceae; *Peltophorum dubium* (Sprengler) Taubert (Cañafístola), Fabaceae; *Balfourodendron riedelianum* (Engler) Engler (Guatambú blanco), (Rutaceae) y *Tabebuia heptaphylla* (Vellozo) Toledo (Lapacho negro), (Bignoniaceae). 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. Dos de estas especies están referenciadas como fijadoras de nitrógeno, Timbó colorado y Rabo molle.

Diseño experimental

En el Sitio 1 (E. A. E.), el diseño consistió de cuatro bloques al azar con seis parcelas cada una, con cuatro repeticiones por tratamiento. Tratamiento 1: *Enterolobium contortisiliquum* (Timbó colorado), fecha de plantación agosto de 1990. Tratamiento 2: *Peltophorum dubium* (Cañafístola), agosto de 1995. Tratamiento 3: *Astronomium balansae* (Urunday), agosto de 1993. Estas dos últimas especies reemplazaron a *Bastardiopsis densiflora* (Hooker&Arnott) Hassler (Loro blanco) y a *Balfourodendron riedelianum*, las cuales no se adaptaron al sitio y fueron descartadas luego haberse realizado reposiciones por tres años consecutivos. Tratamiento 4: *Lonchocarpus muehlbergianum* (Rabo molle), agosto de 1990. Tratamiento 5: Mezcla de las cuatro especies intercaladas (Timbó colorado, Cañafístola, Urunday y Rabo molle). Tratamiento 6: Testigo con pasto natural (sin árboles). Los tamaños de las parcelas fueron de 18 x 18 m y las distancias de plantación de los ejemplares 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, familia Aquifoliaceae) (Eibl et al. 1997, 1998, 2000). La fecha de plantación fue agosto de 1991 y agosto 1993 para *Tabebuia heptaphylla*. El diseño consistió de cuatro bloques con cuatro parcelas cada una y con cuatro repeticiones por tratamiento. Tratamiento 1: *Enterolobium contortisiliquum* (Timbó) plantados a 3 m x 6 m, ó 555 plantas por hectárea, en

líneas alternadas con yerba. Tratamiento 2: *Balfourodendron riedelianum* (Guatambú) plantado a 3 m x 6 m, ó 555 plantas por hectárea, en líneas alternadas con yerba. Tratamiento 3: *Balfourodendron riedelianum* (6 m x 6 m) y *Enterolobium contortisiliquum* (6 m x 6 m). Que se dispusieron en líneas mixtas alternadas con líneas de *Ilex paraguariensis*. Tratamiento 4: Testigo, *Ilex paraguariensis* sola como cultivada tradicionalmente en la zona (3 m x 1,5 m, 2222 plantas por hectárea). Además, se incluyó *Tabebuia heptaphylla* (Lapacho negro) (3 m x 6 m) en líneas alternadas en plantaciones de yerba. 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).

Procedimientos

Con los datos recolectados anualmente en ambos sitios 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 en centímetros y edad en años. Los datos fueron analizados utilizando análisis de covariancia, se comparó dos o más líneas de regresión que expresaran el crecimiento o desarrollo de las especies ensayadas. Se buscó la existencia de diferencias significativas en pendientes y/o interceptos de funciones generadas en base a las variables observadas. Snedecor Cochran (1979), Schneider (1997) y Zar (1999). El objetivo de este procedimiento fue detectar la existencia de diferencias significativas entre sitios (E. A. E – Km 11) y entre sistemas de implantación (una sola especie arbórea por parcela o combinación de varias de ellas entre sí). De este modo, al no existir diferencias estadísticas significativas, se procedió al ajuste de un solo modelo de crecimiento en diámetro y otro de altura por especie, en caso contrario fue necesario modelar cada situación en forma separada. Se evaluó un conjunto de modelos matemáticos presentándose aquí, por motivo de síntesis, únicamente los de mejor performance para cada caso en particular.

RESULTADOS

Sitios 2 (E.A.E.) y 3 (Km. 11)

Sobrevivencia

Los resultados obtenidos de la evaluación de sobrevivencia con datos de la medición del año 2007 son presentados en tabla 2.

Tabla 2. Supervivencia según especie y sitio de implantación.
Table 2. Surviving according to species and sites of implantation

Especie	E. A. E.		Km. 11	
	Edad	Supervivencia	Supervivencia	Edad
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> puro	17	46 ^a	46 ^a	16
<i>Lonchocarpus muehlbergianum</i> puro	17	48 ^a		
<i>Peltophorum dubium</i> mixto	12	56 ^a		
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> mixto	17	70 ^b		16
<i>Astronomium balansae</i> mixto	14	78 ^b		
<i>Peltophorum dubium</i> puro	12	78 ^b		
<i>Astronomium balansae</i> puro	14	59 ^c		
<i>Lonchocarpus muehlbergianum</i> mixto	17	28 ^d		
<i>Balfourodendron riedelianum</i>			92 ^b	16
<i>Tabebuia heptaphylla</i>			90 ^b	14

La supervivencia fue mayor en plantación mixta. Las especies *Enterolobium contortisiliquum* y *Lonchocarpus muehlbergianum*, consideradas fijadoras de nitrógeno, presentaron las menores supervivencias a pesar de que se realizó replante durante los tres primeros años. Como tratamiento silvicultural, se realizó podas correctivas de fuste en *Enterolobium contortisiliquum*, *Tabebuia heptaphylla* y *Peltophorum dubium*, aunque el crecimiento de esta última especie es más bien monopódico, al igual que el de *Balfourodendron riedelianum*. La totalidad de las especies debió ser protegida de las heladas hasta alcanzar una altura de aproximadamente 1,5 m, para ello se empleó material vegetal disponible en las parcelas. *Astronomium balansae* se destacó por ser la especie más tolerante a heladas meteorológicas y sequías.

Modelos de crecimiento

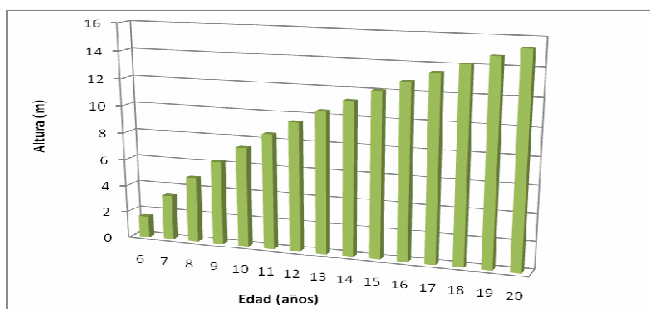
Con el objetivo de modelar la evolución de las especies implantadas en cuanto a altura (H) y diámetro a altura de pecho (dap) se procedió al ajuste de modelos por especie y/o, de ser necesario, por especie y por tratamiento. En el caso de *Enterolobium contortisiliquum* fue además necesario modelar sitios en forma separada por la existencia de diferencias estadísticas significativas entre los mismos.

Variable altura total expresada en metros

Enterolobium contortisiliquum. (Timbó)

El modelo de mejor desempeño para representar la variable altura en Timbó en las parcelas del Sitio 2 (E. A. E.) resultó ser el logarítmico, cuya expresión matemática es: $Y = a + b \cdot \ln(X)$. Con sus correspondientes coeficientes resulta:

$$H = -18,8452 + 11,4079 \cdot \ln(\text{Edad}) \quad (\text{Ver figura 1})$$



R² ajustado: 79,71 %
 Coeficiente de Correlación: 0,89
 (S_{yx}):1,32

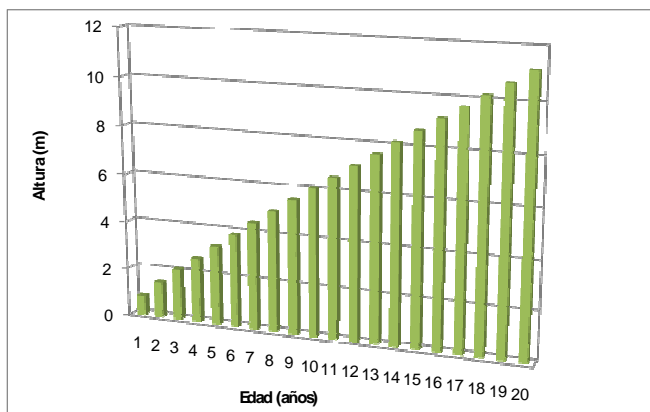
Figura 1. Crecimiento en altura total de *Enterolobium contortisiliquum*. (Timbó). Sitio E.A.E.
Figure 1. Growth in total height of *Enterolobium contortisiliquum*. (Timbó) Site E.A.E

La función de crecimiento en altura de mejor performance para el Sitio 3 (km. 11) resultó ser:

Modelo Multiplicativo: $Y = a \cdot X^b$. La expresión de trabajo empleada resultó ser:

$$H = 0,794875 \cdot \text{Edad}^{0,881942}, \text{ ó su expresión linealizada,}$$

$$\ln(H) = -0,22957 + 0,881942 \cdot \ln(\text{Edad}) \text{ (Ver figura 2)}$$



R² ajustado: 79,01 %
 Coeficiente de Correlación: 0,89
 (S_{yx}): 0,33

Figura 2. Crecimiento en altura total de *Enterolobium contortisiliquum*. (Timbó). Sitio Km. 11.
Figure 2. Growth in total height of *Enterolobium contortisiliquum*. (Timbó). Site Km.11.

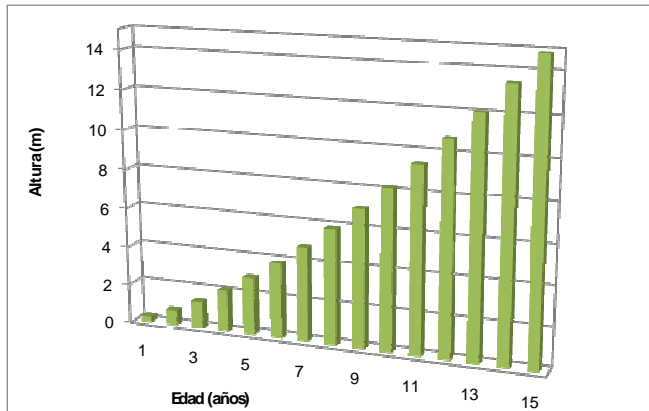
***Peltophorum dubium* (Cañafístola)**

Se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre plantación pura y mixta por lo que se procedió a modelarlas en forma separada.

Plantación Pura:

El modelo que expresa el crecimiento en altura de Cañafístola en cultivo monoespecífico resultó ser: Modelo Multiplicativo: $Y = a \cdot X^b$

$$H = 0,275297 \cdot \text{Edad}^{1,47281} \text{ (Ver figura 3)}$$



R² ajustado: 75,57 %
 Coeficiente de Correlación: 0,87
 (S_{yx}): 0,36

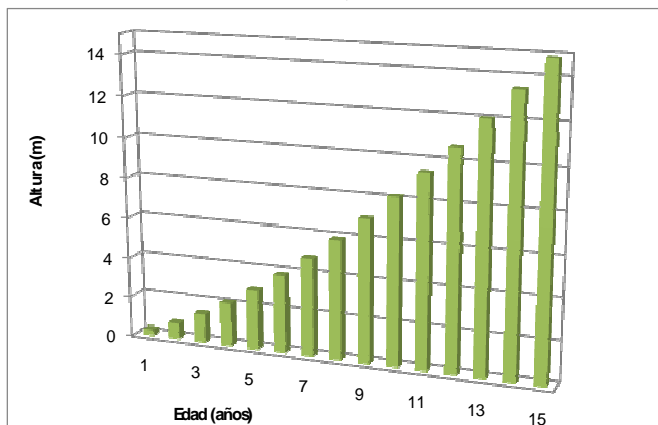
Figura 3. Crecimiento en altura total de *Peltophorum dubium* (Cañafístola). Plantación pura.
Figure 3. Growth in total height of *Peltophorum dubium* (Cañafístola). Pure plantation.

Plantación Mixta:

El mejor ajuste lo presentó el modelo Raíz cuadrada de Y, cuya expresión matemática es:

Y = (a + b*X)², su expresión de trabajo resultó ser:

$$H = (0,47643 + 0,246588 * \text{Edad})^2 \text{ (Ver figura 4)}$$



R² ajustado: 70,07 %
 Coeficiente de Correlación: 0,84
 (S_{yx}): 3,12

Figura 4. Crecimiento en altura total de *Peltophorum dubium* (Cañafístola). Plantación mixta.
Figure 4. Growth in total height of *Peltophorum dubium* (Cañafístola). Mixed plantation.

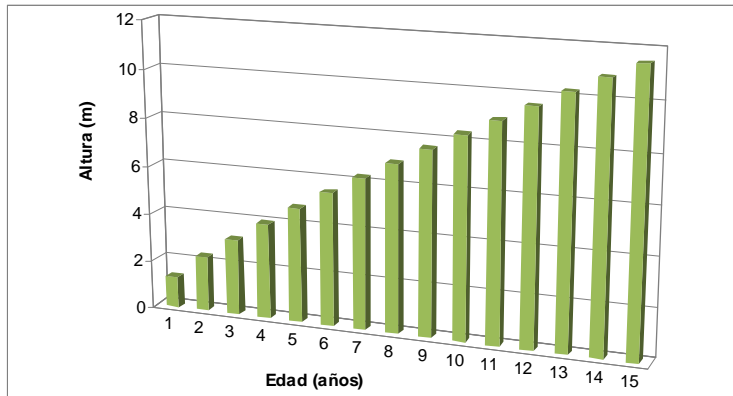
***Tabebuia heptaphylla* (Lapacho negro)**

No presenta diferencia estadísticamente significativa en altura entre plantación pura o en consociación con otras especies.

La función preseleccionada para expresar el crecimiento de Lapacho negro resultó ser:

Modelo multiplicativo: Y = a*X^b, cuya expresión de trabajo es:

$$H = 1,30825 * \text{Edad}^{0,803173} \text{ (Ver figura 5).}$$



R² ajustado: 85,20 %
 Coeficiente de Correlación: 0,92
 (S_{yx}): 0,32

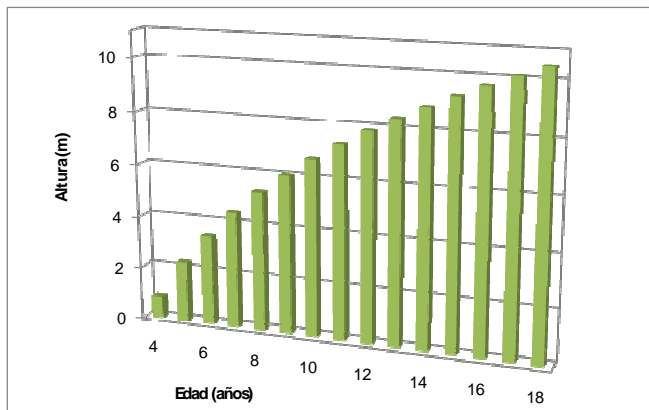
Figura 5. Crecimiento en altura total de *Tabebuia heptaphylla* (Lapacho negro).
Figure 5. Growth in total height of *Tabebuia heptaphylla* (Lapacho negro).

Astronomium balansae (Urunday)

No presenta diferencia estadísticamente significativa en altura en cuanto a plantación pura o mixta por lo que se ajusta un solo modelo de altura para ambas situaciones.

La función logarítmica demostró ser la más adecuada para expresar el desarrollo de Urunday en altura. La ecuación general de modelo es: $Y = a + b \cdot \ln(X)$, siendo su expresión de trabajo:

$$H = - 8,026 + 6,39515 \cdot \ln(\text{Edad}) \quad (\text{Ver figura 6})$$



R² ajustado: 80,97 %
 Coeficiente de Correlación: 0,90
 (S_{yx}): 0,34

Figura 6. Crecimiento en altura total de *Astronomium balansae* (Urunday).
Figure 6. Growth in total height of *Astronomium balansae* (Urunday)

Analizando el desempeño de las distintas especies hasta aquí consideradas en lo relativo a la variable altura, Timbó y Urunday no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre plantación pura y mixta, tal lo demostrado en su correspondiente análisis estadístico, tabla 3. En Timbó se evidenció diferencias entre sitios considerados, ya que ambos tenían diferente estado de degradación. Cañafístola presentó mejor crecimiento en altura en plantación mixta que en pura. Ver análisis gráfico comparativo en figura 7.

Tabla 3. Análisis de varianza de los coeficientes de los modelos desarrollados para la comparación de desarrollo en altura para Urunday.

Table 3. Analyses of coefficients variance of the patterns developed for the comparison of height development for Urunday.

	Suma de cuadrados	F	Valor P
Edad	2342,32	1384,4	0,0000
Intercepto	0,29956	0,18	0,6739
Pendiente	0,946755	0,56	0,4544
Modelo	2343,57		

Esta tabla permite probar la importancia estadística de los términos del modelo ($Y=a+b*X$). Dado que el valor para las pendientes es mayor o igual a 0,10; no hay diferencias estadísticamente significativas entre las pendientes para los diferentes valores de “Diseño de plantación” al 90 % de nivel de confianza o superior. Es además posible forzar puntos de corte o interceptos iguales.

Con idéntico procedimiento, análisis de covarianza, se comparó dos o más líneas de regresión que expresaran el crecimiento o desarrollo de las especies ensayadas, Timbó demostró igual comportamiento en ambos diseños de plantación (pura y mixta).

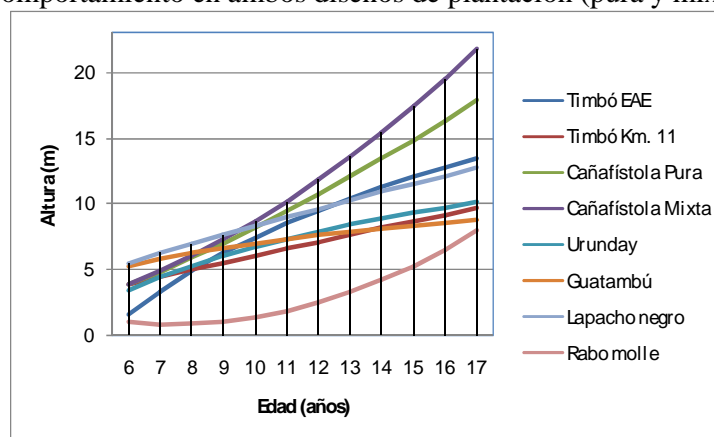


Figura 7. Comparación del crecimiento en altura total de los distintos tratamientos ensayados.
Figure 7. Comparison of Growth in total height of the different treatments used.

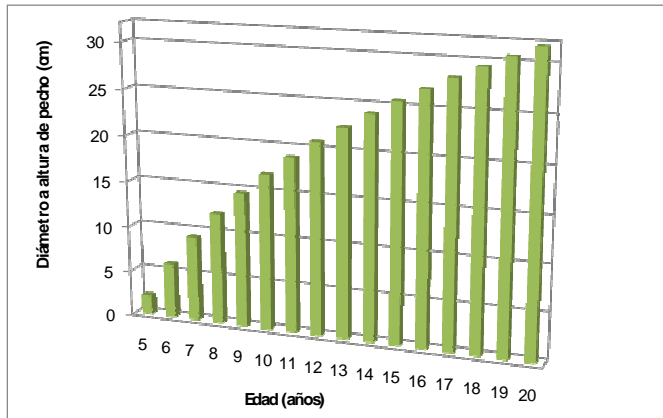
Variable diámetro a altura de pecho expresado en centímetros

Enterolobium contortisiliquum. (Timbó)

Al igual que para la variable altura, en la variable diámetro a altura de pecho (1,30 m) el mejor ajuste se obtuvo con algoritmos de regresión lineal simple. El modelo para dap en Timbó para el Sitio E. A. E. resultó ser:

$Y = a + b*\ln(X)$, cuya expresión de trabajo resultó ser:

$$\text{dap} = - 32,2132 + 21,3191*\ln(\text{Edad}) \quad (\text{Ver figura 8})$$



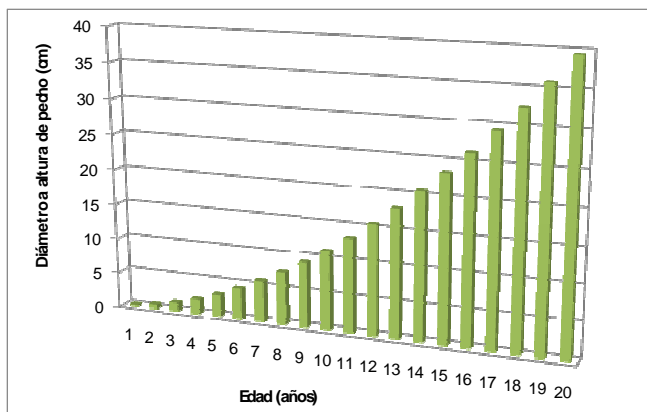
R² ajustado: 85,02 %
 Coeficiente de Correlación: 0,92
 (S_{yx}): 0,34

Figura 8. Crecimiento en diámetro de *Enterolobium contortisiliquum*. (Timbó). Sitio E. A. E.
Figure 8. Diameter Growth of *Enterolobium contortisiliquum*. (Timbó) Site E.A.E.

La función mejor performance para expresar crecimiento en dap para el Sitio 3 (km. 11) resultó ser:

Modelo Multiplicativo: $Y = a \cdot X^b$. La expresión de trabajo empleada es:

$$\text{dap} = 0,175659 \cdot \text{Edad}^{1,8063} \text{ (Ver figura 9)}$$



R² ajustado: 74,68 %
 Coeficiente de Correlación: 0,87
 (S_{yx}): 0,50

Figura 9. Crecimiento en diámetro de *Enterolobium contortisiliquum*. (Timbó). Sitio Km. 11.
Figure 9. Diameter Growth of *Enterolobium contortisiliquum*. (Timbó). Site km 11.

***Peltophorum dubium* (Cañafístola)**

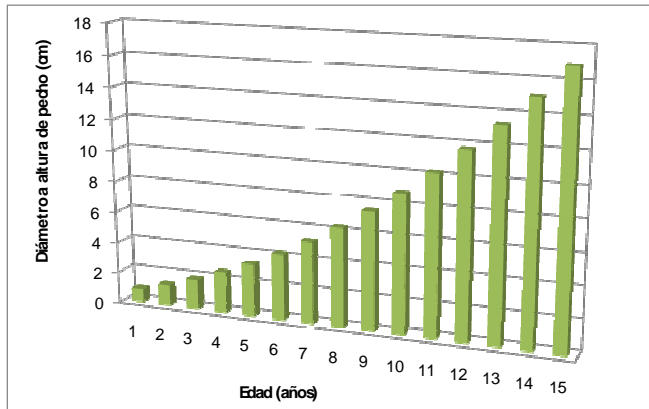
Se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre plantación pura y mixta por lo que se procedió a modelarlas en forma separada.

Plantación Pura:

El mejor ajuste lo presentó el modelo Raíz cuadrada de Y, cuya expresión matemática es:

$Y = (a + b \cdot X)^2$, su expresión de trabajo es:

$$\text{dap} = (0,695442 + 0,22755 \cdot \text{Edad})^2 \text{ (Ver figura 10)}$$



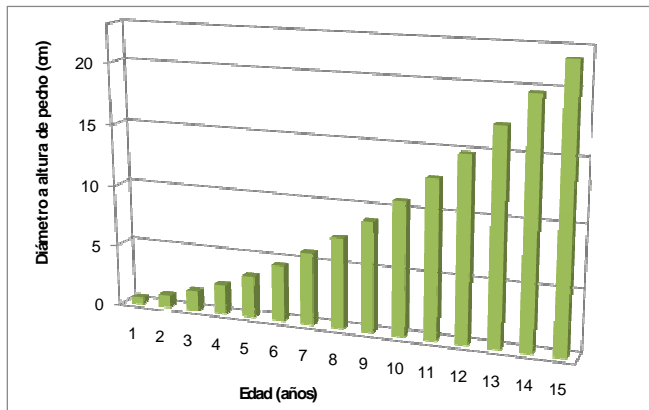
R² ajustado: 70,37 %
 Coeficiente de Correlación: 0,84
 (S_{yx}): 1,19

Figura 10. Crecimiento en diámetro de *Peltophorum dubium* (Cañafístola). Plantación pura.
Figure 10. Diameter Growth of *Peltophorum dubium* (Cañafístola). Pure plantation.

Plantación mixta:

El modelo que expresa el crecimiento en dap de la especie Cañafístola en cultivo monoespecífico resultó ser: Modelo Raíz Cuadrada de Y: $Y = (a + b \cdot X)^2$, cuya expresión de trabajo es:

$$\text{dap} = (0,427517 + 0,285434 \cdot \text{Edad})^2 \text{ (Ver figura 11)}$$



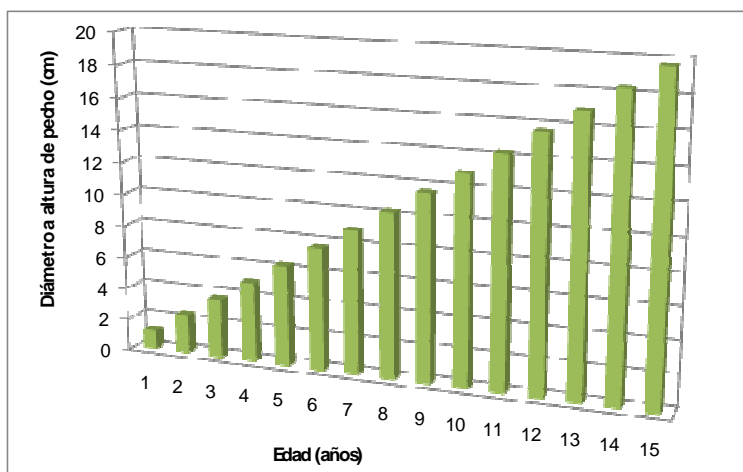
R² ajustado: 70,85 %
 Coeficiente de Correlación: 0,84
 (S_{yx}): 0,34

Figura 11. Crecimiento en diámetro de *Peltophorum dubium* (Cañafístola). Plantación mixta.
Figure 11. Diameter Growth of *Peltophorum dubium* (Cañafístola). Mixed plantation.

***Tabebuia heptaphylla* (Lapacho negro)**

El modelo más adecuado para representar el desarrollo en diámetro a altura de pecho a través del tiempo en Lapacho negro resultó ser el multiplicativo: $Y = a \cdot X^b$, su expresión de trabajo resulta:

$$\text{dap} = 1,19983 \cdot \text{Edad}^{1,03272} \text{ (Ver figura 12)}$$



R² ajustado: 80,00 %
 Coeficiente de Correlación: 0,89
 (S_{yx}): 0,34

Figura 12. Crecimiento en diámetro de *Tabebuia heptaphylla* (Lapacho negro)
Figure 12. Diameter Growth of *Tabebuia heptaphylla* (Lapacho negro)

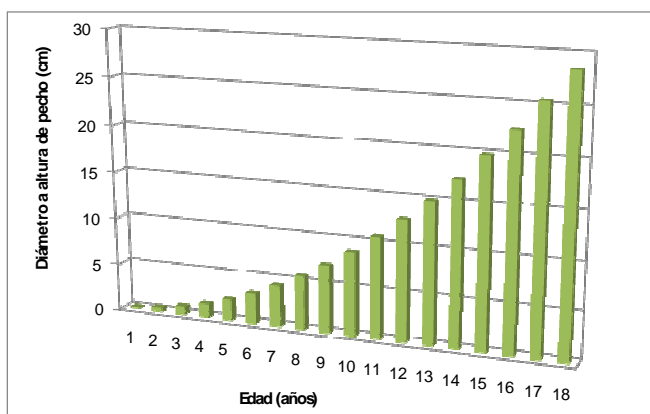
Astronomium balansae (Urunday)

Si bien como se expresó anteriormente no presenta diferencia estadísticamente significativa en altura en cuanto a plantación pura o mixta, sí la presenta en la variable diámetro a altura de pecho, por lo que se ajusta un modelo de dap para cada situación en particular.

Plantación Pura:

La función Raíz cuadrada de Y demostró ser la más adecuada para expresar el desarrollo de Urunday en dap. La ecuación general de modelo es $Y = (a + b \cdot X)^2$, siendo su expresión de trabajo:

$$\text{dap} = (0,0273769 + 0,294984 \cdot \text{Edad})^2 \quad (\text{Ver figura 13})$$



R² ajustado: 82,26 %
 Coeficiente de Correlación: 0,91
 (S_{yx}): 1,59

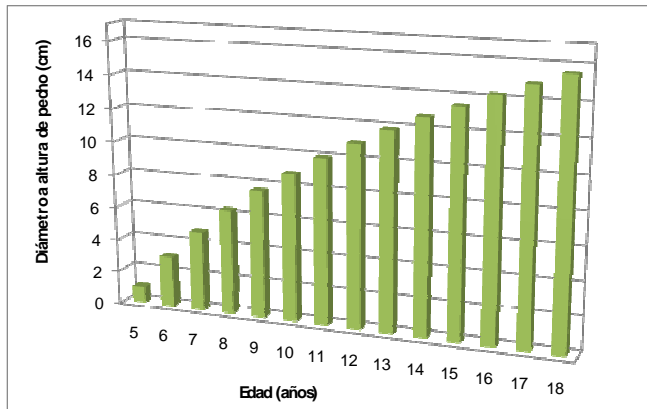
Figura 13. Crecimiento en diámetro de *Astronomium balansae* (Urunday). Plantación pura.
Figure 13. Diameter Growth of *Astronomium balansae* (Urunday). Pure plantation.

Plantación Mixta:

El mejor ajuste para expresar dap en Urunday en implantación mixta lo presentó el modelo Logarítmico:

$Y = a + b \cdot \ln(X)$, cuya expresión matemática es:

$$dap = -17,3697 + 11,3973 * \ln(\text{Edad}) \quad (\text{Ver figura 14})$$



R² ajustado: 71,51 %
 Coeficiente de Correlación: 0,85
 (S_{yx}): 0,36

Figura 14. Crecimiento en diámetro de *Astronomium balansae* (Urunday). Plantación mixta.
Figure 14. Diameter Growth of *Astronomium balansae* (Urunday). Mixed plantation

Al igual que lo efectuado para la variable altura, en la figura 15 se presenta una comparación gráfica del desarrollo de las especies ensayadas considerando además sus situaciones particulares, sitio y diseño de plantación.

El crecimiento en diámetro de Timbó no se vio afectado por el diseño de plantación, pura o mixta, sí por el sitio. Cañafístola se benefició de la consociación de especies alcanzando en esas circunstancias diámetros mayores.

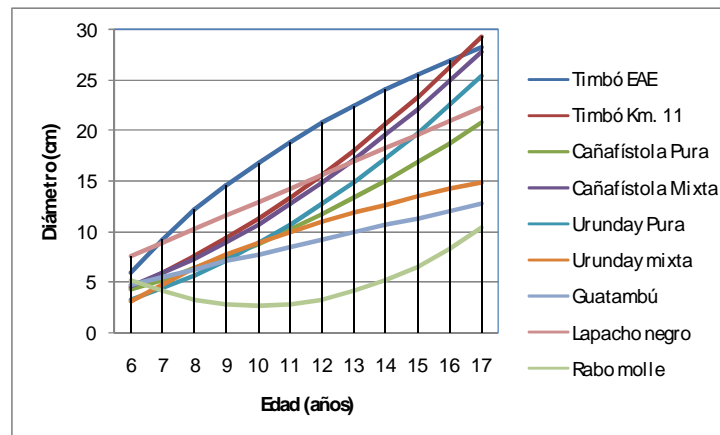


Figura 15. Comparación del crecimiento en diámetro a altura de pecho (1,30 m) de los distintos tratamientos ensayados.
Figure 15. Comparison of d.b.h. diameter growth (1,30m) of the different treatments used.

Guatambú y Rabo Molle demostraron menor adaptabilidad a las condiciones de sitio reinantes en las parcelas instaladas en E. A. E. y Km. 11 Eldorado. En forma particular, Rabo molle presentó una importante mortalidad inicial. Por ello el comportamiento decreciente en la curva de crecimiento de la figura 15, a partir del momento de estabilización de la misma el número de ejemplares se mantuvo constante. Sobreviven ejemplares de menor desarrollo inicial (evidenciado por media de menor valor) pero de mayor adaptabilidad a la degradación del sitio.

CONCLUSIONES

La sobrevivencia es buena en los 2 sitios bajo ensayo, exceptuando *Lonchocarpus muehlbergianum* y *Peltophorum dubium* en plantación mixta que solo alcanzó un valor de sobrevivencia de 56 %. (sitio 2, E. A. E.). De todas maneras, en implantación de especies nativas, años después de llevadas las plantas a campo, suele aceptarse sobrevivencias superiores a 50 %.

Enterolobium contortisiliquum se destacó por tener el mejor crecimiento en el sitio más degradado (Sitio 1), sugiriendo su utilización para recuperación de suelos pobres. La susceptibilidad del *Enterolobium contortisiliquum* al ataque de *Epicauta adspersa* (bicho moro) hizo surgir dudas acerca de la posibilidad de establecer esta especie en condiciones de plantación a cielo abierto. Sin embargo los ataques fueron intensos únicamente para el caso del sitio de menor degradación y solamente afectaron a los árboles en sus estadíos iniciales. En otros experimentos de la región, *Enterolobium contortisiliquum* presenta buen crecimiento en ensayos de enriquecimiento (Montagnini et al, 1997).

Tabebuia heptaphylla demostró un comportamiento satisfactorio en el Sitio 2.

La elevada mortandad de árboles de *Astronomium balansae* y *Peltophorum dubium* en el Sitio 1 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. Ambas especies presentaron rebrote de cepa de aproximadamente el 20% de los ejemplares muertos en pie, con fustes de 1,50 metros en promedio al año. Esto sugiere la posibilidad de conducción de ambas especies a partir del rebrote de cepa

Balfourodendron riedelianum crece bien en buenas condiciones de suelos (fertilidad y manejo adecuado), pero no se adaptó al sitio 1, a pesar de realizarse reposiciones por un total de tres años, debido a la alta degradación del mismo, tampoco fue sobresaliente su desempeño en el sitio 2 y *Lonchocarpus muehlbergianum* en el Sitio 1.

Las plantaciones mixtas fueron benéficas para todas las especies consideradas en el presente trabajo. Las plantaciones mixtas de *Enterolobium contortisiliquum* y *Astronomium balansae* fueron las de mayor sobrevivencia, mientras que *Peltophorum dubium* en plantación mixta presentó mayor diámetro y altura. Otro aspecto positivo de las plantaciones mixtas es su mayor diversidad, con el consecuente beneficio para la restauración de las propiedades del ecosistema.

En cuanto a las predicciones de los modelos presentados para análisis de desempeño de las especies ensayadas, cabe acotar que los modelos logarítmicos presentan como restricción un límite inferior de edad de 5 años, considerando edades menores obtendríamos un comportamiento no biológico (valores negativos). No obstante, un análisis de los diferentes estadísticos de los distintos modelos presentados, con su correspondiente evaluación de distribución de residuos, indica que los mismos son aptos para representar la realidad bajo estudio y por ende empleables en la toma de decisiones.

BIBLIOGRAFIA

- EIBL, B.; SILVA, F.; BOBADILLA, A. 2001. Boletín Agrometeorológico Eldorado. Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales. Facultad de Ciencias Forestales. UNaM. Periodo 1985/2001.
- 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. ISIF. 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.; 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.
- MONTAGNINI, F.; EIBL, B.; FERNANDEZ, R. 2006 b. 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. *Yvyrareta* (Argentina) 6(6): 5-12.
- SCHNEIDER, P. R. 1997. Análise de regressão aplicada à Engenharia Florestal. Universidade Federal de Santa María. Santa María. Brasil. 217 p.
- 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.

**COMPOSICIÓN FLORÍSTICA Y ESTRUCTURA DEL COMPONENTE ARBÓREO
DE BOSQUES REMANENTES DE LA CUENCA DEL ARROYO ELENA –
ELDORADO – MISIONES – ARGENTINA**

**FLORISTIC AND STRUCTURAL COMPOSITION OF TREES OF THE REMNANT
FORESTS IN THE ELENA STREAM BASIN
ELDORADO-MISIONES-ARGENTINA**

**Sara Regina Barth¹
Beatríz Eibl¹
Palavecino José¹
Martínez, Ariel²**

¹ Docente Facultad de Ciencias Forestales (U.Na.M.) Bertoni n°124 (3380) Eldorado, Misiones, Argentina. E-mail: sbarth@arnet.com.ar

² Alumno Ingeniería Forestal. Facultad de Ciencias Forestales (U.Na.M.) Bertoni n°124 (3380) Eldorado, Misiones, Argentina.

SUMMARY

Having as an aim to characterize floristically and structurally the remnant native forests in the arroyo Elena basin, in Eldorado, Misiones Argentina, a survey of them was done, identifying in the sample zone 22 families and 42 species. The families with a major specific richness were Fabaceae (17 %), Myrtaceae (10%), Lauraceae y Sapindaceae (3 %). Considering the number of individuals per hectare Lauraceae presented 111 individuals/ha.(14%) and Fabaceae y Sapindaceae 95 trees /hectare (12 each one). The species with a major number of individuals per hectare were *Allophylus edulis* (St. Hil.) Radlk. (74) y *Nectandra lanceolata* Nees & Mart. ex Nees. (47). The mean index of Shannon diversity (H) was of 1,36, with a maximum value of 2,07 and a minimum of 0,63 having a deviation between plots of 0,41. The density is of 816 individuals /hectare, with a basal area of 30,44 m²/ha.

Key words: Phytosociological structure, remnant forests, Elena Stream Basin.

RESUMEN

Con el fin de caracterizar florística y estructuralmente los bosques nativos remanentes de la cuenca del Arroyo Elena, Eldorado, Misiones, Argentina, se procedió a la realización de un inventario de los mismos, identificando en las zonas de muestreo 22 familias y 42 especies. Las familias con mayor riqueza específica fueron Fabaceae (17 %), Myrtaceae (10%), Lauraceae y Sapindaceae (3 %). Al considerar el número de individuos por hectárea, Lauraceae presentó 111 ejemplares/ha (14 %) y Fabaceae y Sapindaceae 95 árboles /ha (12 % cada una). Las especies con mayor número de individuos por hectárea fueron *Allophylus edulis* (St. Hil.) Radlk. (74) y *Nectandra lanceolata* Nees & Mart. ex Nees. (47). El índice de diversidad de Shannon (H') medio fue de 1,36; con un valor máximo de 2,07 y un mínimo de 0,63; presentando entre parcelas un desvío de 0,41. La densidad es de 816 individuos /ha, con un área basal de 30,44 m²/ha.

Palabras clave: Estructura fitosociológica, bosques remanentes, cuenca Arroyo Elena.

INTRODUCCIÓN

La vegetación es una de las variables que más sufren con las presiones antrópicas, máxime en remanentes de bosques ubicados en cercanías de áreas urbanas y suburbanas. El presente trabajo se lleva a cabo en la Cuenca del Arroyo Elena ubicada en el Municipio Eldorado, Provincia de Misiones. Su espacio geográfico se enmarca entre los 26° 23' 21'' y 26° 26' 37'' de Latitud Sur y 54° 37' 21'' y 54° 41' 53'' de Longitud Oeste. La eficiente conservación de los relictos boscosos de esta y otras cuencas solo será posible a partir del conocimiento integrado de su distribución espacial, su florística y estructura así como aspectos de su dinámica de regeneración natural. El objetivo planteado fue caracterizar el área a través de un estudio florístico y fitosociológico del estrato arbóreo de la misma.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Fisiografía

La Unidad geomorfológica predominante corresponde a un pediplano parcialmente disectado, caracterizado por presentar un relieve ondulado, lomas bien definidas e inclusiones de sectores escarpados con pendientes cortas hacia los cursos de agua.

Los suelos predominantes son rojos, profundos y arcillosos correspondiente a los órdenes Alfisoles y Ultisoles, en relieves escarpados e inclinados, aparecen suelos someros y pedregosos de los órdenes Entisoles e Inceptisoles. El mapa edafológico ejecutado por la compañía CARTA (1964) revela aproximadamente un 80% de suelos rojos profundos; suelos aluvionales, hidromórficos en algunos sectores de la alta cuenca y en su desembocadura, al igual que en la mayor parte del Río Paraná se presentan suelos someros, pedregosos con relieve fuertemente inclinado. La altitud media de la cuenca es de 175 m, con una pendiente media de 7.6%. El relieve da lugar a la conformación de una densa red de cursos de agua que, en un patrón dendrítico, converge en el Arroyo Elena hasta su desembocadura final en el Río Paraná. (PALAVECINO, 2007).

Clima

El clima para la localidad de Eldorado, provincia de Misiones, se identifica con la fórmula Cfa, según Köpen, correspondiente a un clima subtropical húmedo sin estación seca y verano muy caluroso. La fórmula de Thornthwaite - B2 B'4 r a' - a su vez lo identifica como un clima húmedo mesotermal, con poca o nula deficiencia de agua y escasa concentración de la eficiencia térmica en el trimestre más cálido del año.

La totalidad de la cuenca del Arroyo Elena se encuentra comprendida en el municipio Eldorado, responde a las fórmulas mencionadas, con temperaturas medias anuales de 21° C; 1959 mm de precipitación media anual, niveles de evapotranspiración potencial de 1100 mm anuales (ETP) y 1050 mm anuales de evapotranspiración real (EPR). SILVA et al, 2007. En figura 1 se presenta el Climatograma para la localidad de Eldorado – Misiones en el periodo 1985 – 2006.

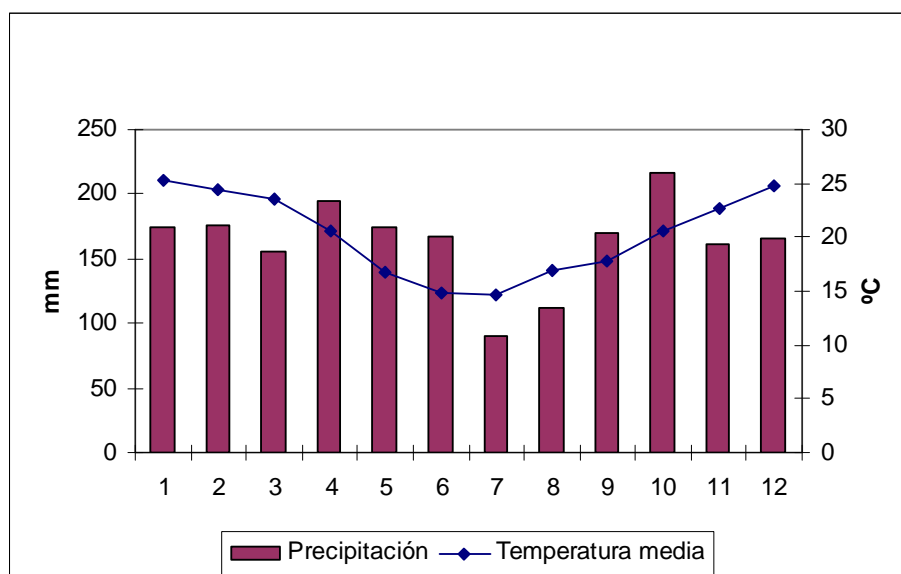


Figura 1. Climatograma para la localidad de Eldorado – Misiones. Periodo analizado 1985 – 2006. (Fuente: boletín agrometeorológico Eldorado. SILVA et al, 2007).

Figure 1. Climatogram for Eldorado city –Misiones. Analyzed period 1985-2006. (Source: agrometeorological reports. Eldorado SILVA et al, 2007).

Recolección y análisis de los datos

Teniendo como objetivo diagnosticar la situación actual de los bosques remanentes de la cuenca seleccionada se realizó el levantamiento de datos para el posterior análisis de los parámetros florísticos y estructurales. Para ello se empleó el método de parcelas aleatorias. La metodología mencionada es adoptada en base a reconocimiento preliminar del área de estudio y bibliografía disponible sobre estudios de casos análogos (CONTENTE BARROS, 1986; NAPPO, 1999; MACEDO IVANAUSKAS, 1997; AQUINO SANTANA, 2002; Projeto Microbacia, ARACRUZ CELULOSE S. A., 2000; EIBL et al 1999).

El área total a muestrear fue definida en base a la curva especie - muestra. Se utilizaron parcelas cuadradas de 10 m de lado agrupadas en bloques conformados por 3 parcelas cada uno; se relevó el estrato arbóreo de 19 parcelas. Se consideraron las especies con individuos mayores o iguales a 0,05 m de diámetro a la altura de pecho midiendo en los mismos dap y altura total.

Los datos fueron analizados utilizando para ello los parámetros florísticos usuales. La diversidad florística, que posee dos componentes básicos: la riqueza, que es el número de especies presentes en una comunidad y la uniformidad en la distribución de las abundancias de las especies de la comunidad, (ODUM, 1983).

La diversidad fue evaluada a través del índice de Shannon-Weaver, calculado en base a la relación entre el número de individuos por especie y el número total de individuos muestreados, expresando un valor que combina los componentes de riqueza y uniformidad de distribución y abundancia de las especies presentes en la comunidad. (MAGURAM, 1988; MARTINS, 1979; citados por NAPPO, 1999).

Los principales parámetros a analizar, después de la identificación de los individuos de la muestra son diversidad, densidad, frecuencia, dominancia e importancia, estimados en base a las fórmulas presentadas por MUELLER – DOMBOIS & ELLEMBERG (1974), MARTINS (1978 y 1979) y CAVASSAN et al. (1984); citados por NAPPO, 1999.

La densidad específica mide la participación de las diferentes especies dentro de la comunidad vegetal, propiciando el análisis del comportamiento de cada especie (LAMPRECHT, 1962) y cambios que pudieran ocurrir en la distribución espacial (CAIN et al., 1956, citado por SILVA JÚNIOR, 1984).

La dominancia expresa la tasa de ocupación del ambiente por los individuos de una especie (SILVA JÚNIOR, 1998). La especie vegetal dominante dentro de una población será aquella que contribuye con mayor área basal (BARBOUR et. al., 1980, citado por SILVA JÚNIOR, 1998). Una de las formas más comunes de calcular la dominancia para comunidades arbóreo arbustivas es la razón entre el área total por especie y el área muestreada. Este parámetro puede ser estimado en las formas absoluta y relativa (LAMPRECHT, 1964).

La frecuencia expresa como los individuos de una especie determinada están distribuidos en el área muestreada y es dada en porcentaje de unidades muestrales que contienen la especie. Este parámetro puede ser estimado en las formas absoluta y relativa (LAMPRECHT, 1964).

La sumatoria de los valores relativos de densidad (número de individuos), frecuencia (distribución de los individuos) y dominancia (área basal) por especie es calculada como índice de valor de importancia (IVI), introducido por CURTIS y McIntosh (1951).

La estructura sociológica informa sobre la composición florística de los diferentes estratos y sobre la condición de las diferentes especies de cada uno de ellos. La posición sociológica para cada especie es dada en porcentaje del total de los valores absolutos (FINOL, 1971). Cuanto más regular fuera la distribución de los individuos de una especie en la estructura vertical de una masa forestal, tanto mayor será su valor en cuanto a posición relativa.

RESULTADOS

Puede notarse en el ploteo de datos observados de la figura 2, que la curva especie muestra llegó a estabilizarse a partir de 17 parcelas. Matemáticamente, existe un máximo de la función que mejor expresa los datos observados a dicha superficie, ya que existe un intervalo (a,b) que contienen a "c" tal que $f(x) \leq f(c)$ es mayor que cualquiera de los valores de $f(x)$ que le anteceden o le siguen inmediatamente en el intervalo dado. (ROJO, 1980; SADOSKI et al, 1974). En este punto la primera derivada de la función correspondiente al modelo de mejor desempeño se hace cero, siendo negativa la segunda derivada de la misma confirmando la presencia de un punto máximo. Este comportamiento indica que aumentando el tamaño de la muestra el patrón de diversidad hallado no sufrirá mayores cambios.

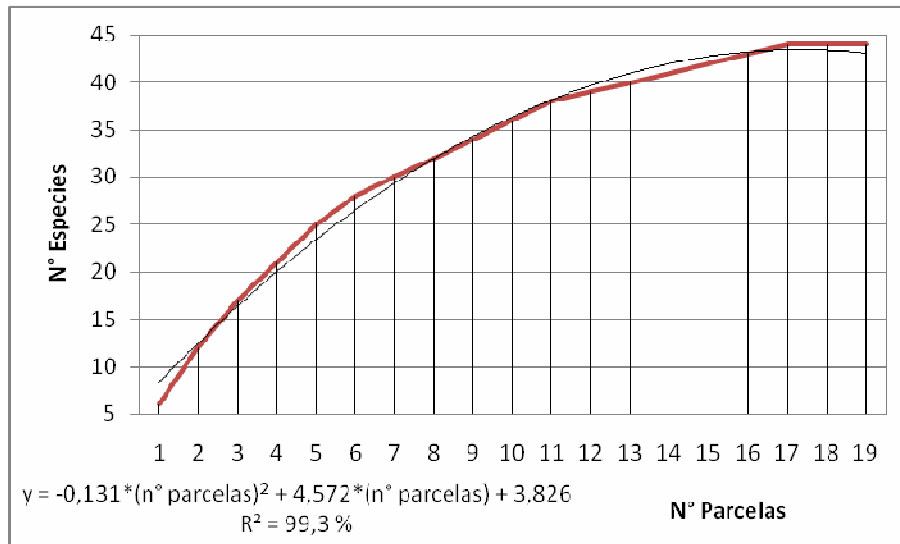


Figura 2. Curva especie- muestra correspondiente a remanentes de bosque nativo de la cuenca del Arroyo Elena.

Figure 2. Curve species - sample corresponding to remnant native forests in the Elena Stream Basin.

En el inventario fueron identificadas 42 especies arbóreas pertenecientes a 22 familias. La riqueza específica por familia (número de especies / familia) puede ser observada en la figura 3, presentándose en la figura 4 la representatividad de cada familia en cuanto a número de individuos presentes por hectárea.

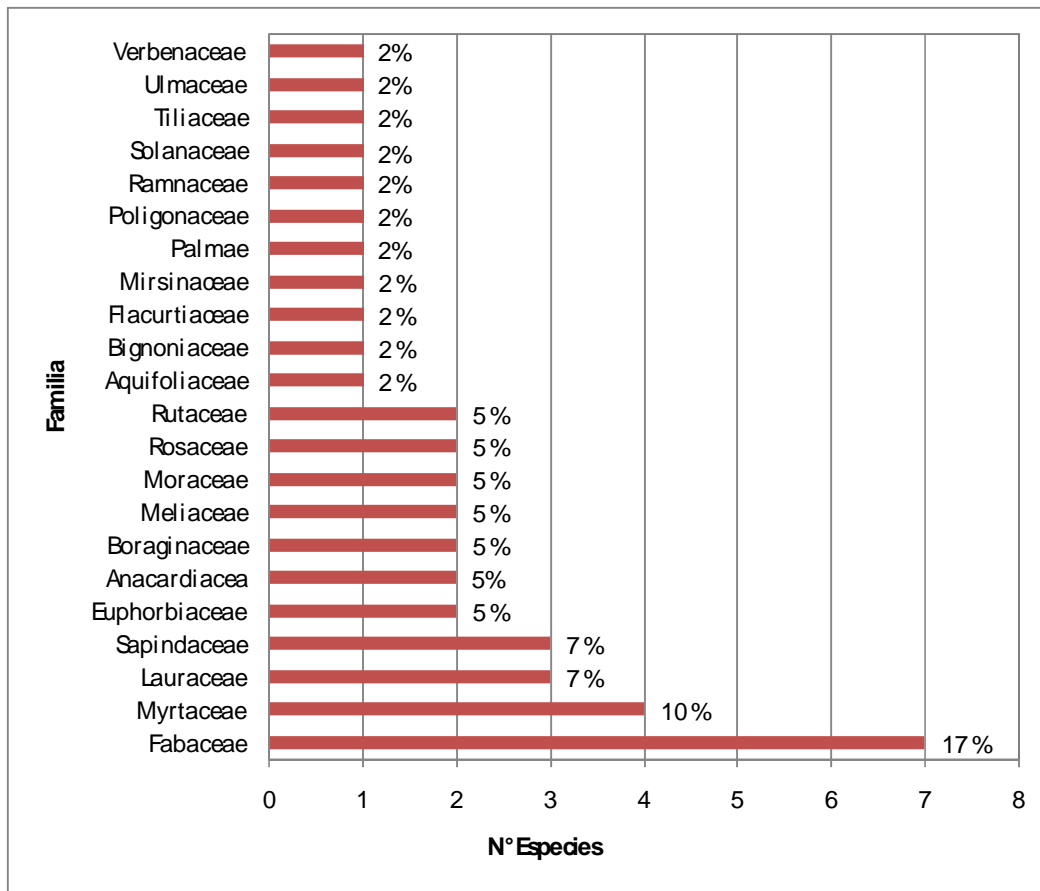


Figura 3. Riqueza específica por familia.
Figure 3. Specific richness per family.

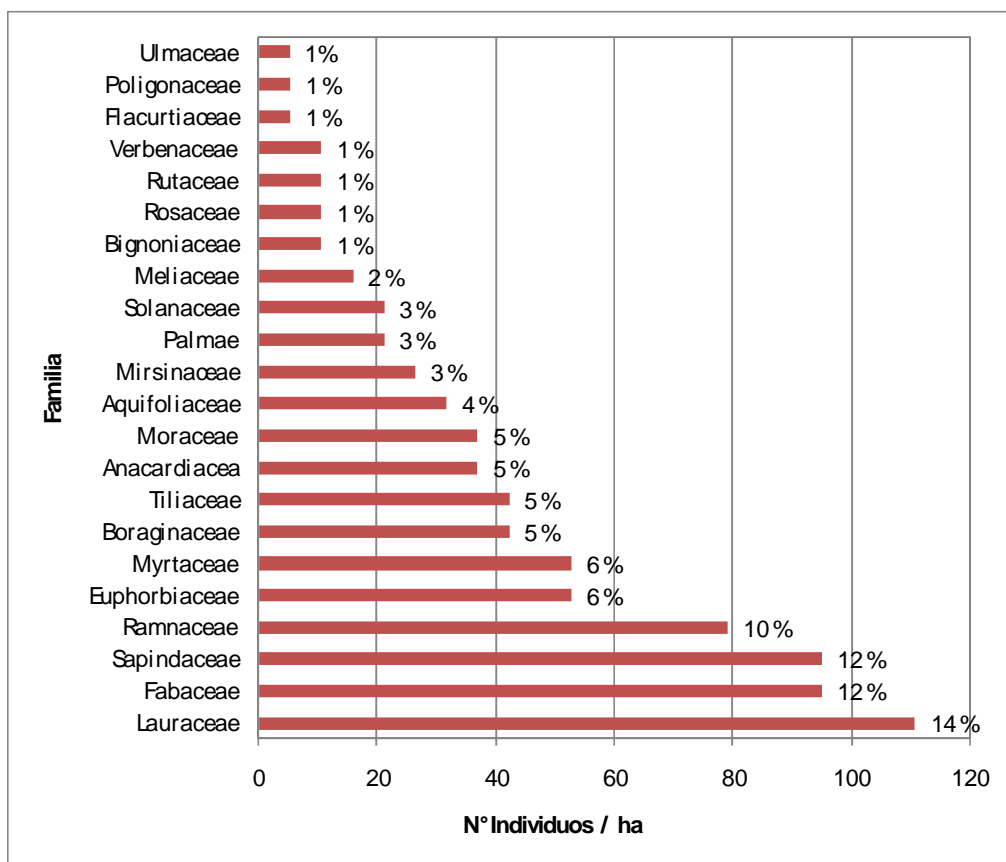


Figura 4. Representatividad de cada familia en cuanto a número de individuos presentes por hectárea.
Figure 4. Number of present individuals per hectare to represent each family.

El índice de diversidad de Shannon (H') medio fue de 1,36; con un valor máximo de 2,07 y un mínimo de 0,63; presentando entre parcelas un desvío de 0,41.

La riqueza florística y los distintos parámetros fitosociológicos hallados son presentados en la tabla 1.

La especie de mayor valor estructural, expresado por el índice de valor de importancia ampliado (IVI) resultó ser *Hovenia dulcis* Thunb. (*Uvenia*), una exótica referenciada como asilvestrada en la Selva Paranaense (DIMITRI, 1974), seguida por *Allophylus edulis* (St. Hil.) Radlk y otra exótica, *Eucalyptus* sp, dada la proximidad de ejemplares implantados en áreas vecinas. En cuanto a las especies nativas se destacaron además *Patagonula americana* L., *Nectandra lanceolata* Nees & Mart. ex Nees. Y *Lonchocarpus leucanthus* Burkart. La densidad presente es de 816 individuos por hectárea con un área basal de 30,44 m² por hectárea.

Tabla 1. Lista de especies encontradas en remanentes de bosques nativos de la cuenca del Arroyo Elena con sus correspondientes descriptores estructurales ordenados según el índice de valor de importancia ampliado (I.V.I.).

Table 1. List of found species in remnant native forests in the Arroyo Elena Basin with its corresponding structural descriptors ordered according to the importance index value.(I.V.I.).

Espece	Nombre vulgar	Familia	N	DA	Dom Abs	Frec. Abs.	Dens. Rel.	Dom. Rel.	Frec. Rel.	I. V.	I. V. I.	H Media	P. S. Rel.
			Ind.	Ind / ha	m ² / ha	%	%	%	%	% 0-100	% 0-100	m	% 0-100
<i>Hovenia dulcis</i> Thunb.	Uvenia	Ramnaceae	15	79	4,25	47,37	9,68	13,96	8,11	11,82	10,58	11,93	9,08
<i>Allophylus edulis</i> (St. Hil.) Radlk.	Cocu	Sapindaceae	14	74	1,58	42,11	9,03	5,20	7,21	7,11	7,15	8,36	10,08
<i>Eucalyptus Sp.</i>		Myrtaceae	3	16	4,57	5,26	1,94	15,02	0,90	8,48	5,95	27,67	0,17
<i>Patagonula americana</i> L.	Guayubira	Boraginaceae	7	37	2,31	26,32	4,52	7,61	4,50	6,06	5,54	11,14	4,37
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees & Mart. ex Nees.	Laurel amarillo	Lauraceae	9	47	1,37	36,84	5,81	4,50	6,31	5,15	5,54	8,89	6,25
<i>Lonchocarpus leucanthus</i> Burkart	Rabo itá	Fabaceae	8	42	1,31	36,84	5,16	4,32	6,31	4,74	5,26	10,75	4,72
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	Azota caballo	Tiliaceae	8	42	1,61	26,32	5,16	5,30	4,50	5,23	4,99	7,50	6,12
<i>Sebastiana commersoniana</i> (Baill) L. B. Smith & R. J. Downs	Blanquillo	Euphorbiaceae	8	42	0,49	21,05	5,16	1,62	3,60	3,39	3,46	9,13	5,42
<i>Schinus terebinthifolius Raddi var. pohliana</i> Engl.	Chichita	Anacardiacea	7	37	0,40	26,32	4,52	1,32	4,50	2,92	3,45	6,14	5,36
<i>Nectandra saligna</i> Nees & Mart. ex Nees	Laurel negro	Lauraceae	5	26	0,70	26,32	3,23	2,31	4,50	2,77	3,35	9,80	3,54
<i>Ocotea puberula</i> (A. Rich.) Nees	Laurel guaicá	Lauraceae	6	32	0,65	21,05	3,87	2,15	3,60	3,01	3,21	8,17	4,24
<i>Ilex paraguariensis</i> St. Hil.	Yerba mate	Aquifoliaceae	6	32	0,36	21,05	3,87	1,19	3,60	2,53	2,89	6,83	4,59

..... Continúa Especie	Nombre vulgar	Familia	N	DA	Dom Abs	Frec. Abs.	Dens. Rel.	Dom. Rel.	Frec. Rel.	I. V.	I. V. I.	H Media	P. S. Rel.
			Ind.	Ind / ha	m ² / ha	%	%	%	%	% 0- 100	% 0- 100	m	% 0-100
<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i> Hassler	Rabo molle	Fabaceae	4	21	1,46	5,26	2,58	4,79	0,90	3,68	2,76	14,75	2,06
<i>Rapanea lorentziana</i> Mez.	Pororoca	Mirsinaceae	5	26	0,38	21,05	3,23	1,24	3,60	2,23	2,69	8,80	3,48
<i>Eugenia Pyriformis</i> Camb.	Ubajai	Myrtaceae	4	21	0,52	21,05	2,58	1,71	3,60	2,15	2,63	10,75	2,36
<i>Cecropia adenopus</i> Mart. ex Miq	Ambay	Moraceae	5	26	0,43	15,79	3,23	1,42	2,70	2,32	2,45	8,20	3,48
<i>Matayba eleagnoides</i> Radlk	Camboatá blanco	Sapindaceae	3	16	0,67	15,79	1,94	2,22	2,70	2,08	2,29	15,33	1,24
<i>Arecastrum romanzoffianum</i> (Cham) Becc.	Pindo	Palmae	4	21	0,66	10,53	2,58	2,16	1,80	2,37	2,18	8,00	2,71
<i>Solanum granulosum leprosum</i> Dunal	Fumo bravo	Solanaceae	4	21	0,31	15,79	2,58	1,01	2,70	1,79	2,10	7,00	3,06
<i>Mora blanca</i> L.	Mora blanca	Moraceae	2	11	0,87	5,26	1,29	2,87	0,90	2,08	1,69	11,50	0,83
<i>Eugenia involucrata</i> D. C.	Cerella	Myrtaceae	2	11	0,58	10,53	1,29	1,90	1,80	1,59	1,66	8,00	1,53
<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	Caroba	Bignoniaceae	2	11	0,48	10,53	1,29	1,57	1,80	1,43	1,55	11,00	1,18
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Cedro	Meliaceae	2	11	0,73	5,26	1,29	2,39	0,90	1,84	1,53	12,00	0,83
<i>Aloysia gratissima</i> (Gill. et Hook)	Niño rupá	Verbenaceae	2	11	0,35	10,53	1,29	1,17	1,80	1,23	1,42	7,00	1,53
<i>Sapium haematospermum</i> Muell. Arg.	Curupí	Euphorbiaceae	2	11	0,16	10,53	1,29	0,52	1,80	0,90	1,20	7,00	1,53
<i>Lonchocarpus nitidus</i> (Vog.) Benth	Rabo macaco	Fabaceae	1	5	0,52	5,26	0,65	1,72	0,90	1,18	1,09	16,00	0,41
<i>Myrocarpus frondosus</i> Fr. Allem	Incienso	Fabaceae	1	5	0,48	5,26	0,65	1,56	0,90	1,10	1,04	22,00	0,06

..... Continúa Especie	Nombre vulgar	Familia	N	DA	Dom Abs.	Frec. Abs.	Dens. Rel.	Dom. Rel.	Frec. Rel.	I. V.	I. V. I.	H Media	P. S. Rel.
			Ind.	Ind /ha	m ² / ha	%	%	%	%	% 0-100	% 0-100	m	% 0-100
<i>Machaerium paraguariensis</i> Hassl.	Isapuy-pará	Fabaceae	1	5	0,46	5,26	0,65	1,50	0,90	1,07	1,01	22,00	0,06
<i>Machaerium stipitatum</i> Vog.	Isapuy	Fabaceae	2	11	0,25	5,26	1,29	0,83	0,90	1,06	1,01	10,00	1,18
<i>Erythrina crista-galli</i> L.	Ceibo	Fabaceae	1	5	0,26	5,26	0,65	0,87	0,90	0,76	0,81	9,00	0,77
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> Berg.	Guabirá	Myrtaceae	1	5	0,24	5,26	0,65	0,78	0,90	0,71	0,78	12,00	0,41
<i>Prunus subcoriacea</i> (Chodat & Hassler) Koehne	Persiguero	Rosaceae	1	5	0,19	5,26	0,65	0,63	0,90	0,64	0,72	9,00	0,77
<i>Cupania vernalis</i> Cambess	Camboatá colorado	Sapindaceae	1	5	0,18	5,26	0,65	0,60	0,90	0,62	0,72	7,00	0,77
<i>Eriobotrya japónica</i> Thunb.	Níspero	Rosaceae	1	5	0,13	5,26	0,65	0,44	0,90	0,54	0,66	11,00	0,41
<i>Fagara rhoifolia</i> (Lam.) Engl.	Tembetará	Rutaceae	1	5	0,09	5,26	0,65	0,31	0,90	0,48	0,62	8,00	0,77
<i>Casearia sylvestris</i> Swartz Var. <i>sylyvestris</i>	Burro caa	Flacurtiaceae	1	5	0,09	5,26	0,65	0,29	0,90	0,47	0,61	9,00	0,77
<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn.	Marmelero	Poligonaceae	1	5	0,07	5,26	0,65	0,22	0,90	0,43	0,59	9,00	0,77
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	Cancharana	Meliaceae	1	5	0,06	5,26	0,65	0,20	0,90	0,42	0,58	11,00	0,41
<i>Fagara hyemalis</i> (A. St. Hil.) Engl.	Mamica de cadela	Rutaceae	1	5	0,06	5,26	0,65	0,20	0,90	0,42	0,58	15,00	0,41
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	Palo polvora	Ulmaceae	1	5	0,05	5,26	0,65	0,16	0,90	0,40	0,57	7,00	0,77
<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	Colita	Boraginaceae	1	5	0,04	5,26	0,65	0,14	0,90	0,39	0,56	6,00	0,77
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Muezb	Laurel ayuí	Lauraceae	1	5	0,04	5,26	0,65	0,14	0,90	0,39	0,56	9,00	0,77
TOTAL			155	816	30,44	584,21	100,00	100,00	100,00	100	100	10,66	100,00

Donde: N: N° individuos; D. A.: Densidad absoluta, Dom. Abs.: Dominancia absoluta; Frec. Abs.: Frecuencia absoluta; Dens. Rel.: Densidad relativa; Dom. Rel.: Dominancia relativa; Frec. Rel.: Frecuencia relativa; I. V.: Índice de valor de importancia; I.V.I.: I.V. ampliado; H media: Altura media; P. S. Rel.: Posición sociológica relativa.

XIII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM – EEA Montecarlo, INTA.

Eldorado, Misiones, Argentina. “2008 Año de las Ciencias”

La distribución diamétrica medida a altura de pecho es presentada en la figura 5. El 48 % de los ejemplares no supera los 15 cm de diámetro. Esta característica, gran número de individuos jóvenes, como lo evidencia la tendencia de J invertida de la distribución de frecuencias, y la aparición en esta primer clase diamétrica de especies que no poseen individuos en las clases diamétricas mayores, indica una etapa de sucesión inicial y recuperación.

Al presentar las especies *Casearia sylvestris* Swartz Var. *Sylvestris* (burro caa), *Ruprechtia laxiflora* Meisn (Marmelero), *Fagaria hyemalis* (A. St. Hil) Engl (Mamica de cadela), *Trema micrantha* (L.)Blume (Palo pólvora), *Cordia ecalyculata* Vell. (Colita) y *Ocotea diospyrifolia* (Meisn.) Muez (Laurel ayuí) diámetros menores a 15 cm, no contándose con árboles semilleros de las mismas, queda en evidencia el ingreso de material reproductivo proveniente de fragmentos vecinos.

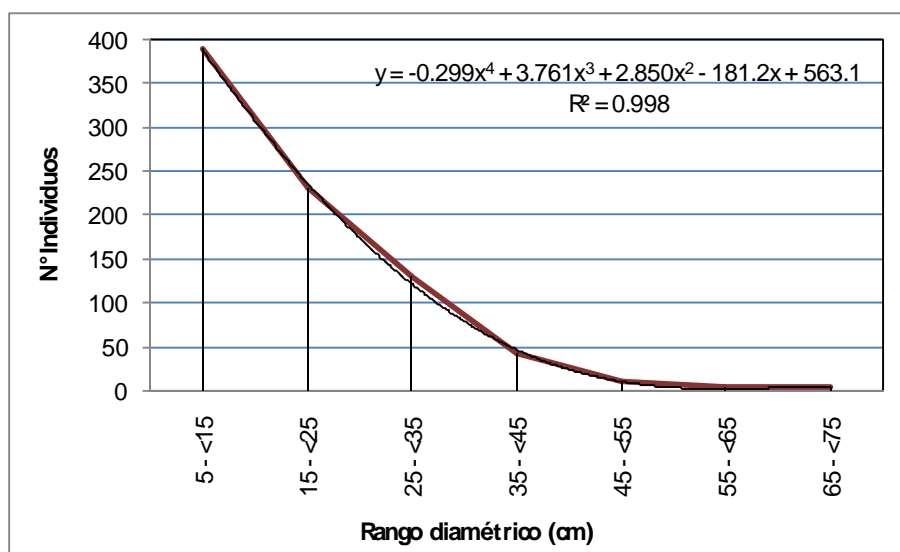


Figura 5. Distribución diamétrica de bosques remanentes de la cuenca de Arroyo Elena.
Figure 5. Diametric distribution of the remnant forests of the Elena Stream Basin.

CONCLUSIÓN

Los bosques remanentes de la cuenca del Arroyo Elena evidenciaron gran vulnerabilidad a perturbaciones naturales y antrópicas. En la masa forestal de especies nativas se hallan presente especies exóticas como *Hovenia dulcis* Thunb.(Uvenia), *Eucalyptus* sp y *Eriobotrya japónica* Thunb. debido al ingreso de propágulos de áreas circunvecinas, se trata de zonas aledañas al ejido urbano y suburbano del Municipio Eldorado.

En vista a los resultados obtenidos y a que la zona bajo estudio pertenece a cercanías de espacios recreativos de importancia para el turismo que se acerca a la ciudad de Eldorado, se concluye que la misma requiere la implementación de un plan de protección y recuperación para así evitar el deterioro de la diversidad florística de los fragmentos remanentes que se hallaren en mejor estado de conservación y fomentar la recuperación de áreas en diverso estado de degradación. Además, de esta manera, se minimizaría daños debidos a una potencial erosionabilidad del suelo, evitando de este modo deteriorar la calidad de agua de los cursos involucrados.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Técnico Forestal Federico Robledo su colaboración en el trabajo de recolección de datos a campo.

BIBLIOGRAFIA

- AQUINO SANTANA, C. A. 2002. Estructura e florística de fragmentos de florestas secundárias de encosta no município do rio de janeiro. Tesis de maestría. Universidad de Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto de Florestas.
- ARACRUZ CELULOSE S. A., 2000. Projeto de Monitoramento de Microbacia. Relatorio de Actividades.
- COMPAÑÍA ARGENTINA DE RELEVAMIENTOS TOPOGRÁFICOS Y AEROFOTOGRAFÉTRICOS (C. A. R. T. A.). 1964. Informe edafológico y Cartográfico de la Provincia de Misiones. INTA – Ministerio de Asuntos Agrarios de Misiones. 106 p.
- DIMITRI, J. D.. 1974. Anales de Parques Nacionales. La flora arbórea del Parque Nacional Iguazú. Servicio Nacional de Parques Nacionales.
- EIBL, B. I.; Gauto, O.; Maiocco, C. D.; Keller, H.; Bohren, A.. 1999. Diversidad florística del rango arbóreo del establecimiento San Jorge de Pérez Companc S. A. Departamento Iguazú, Misiones. Convenio Facultad de Ciencias Forestales – Perez Companc. 53 Págs.
- FINOL URDANETA, V. H. 1971. Nuevos parámetros a considerarse en el análisis estructural de las selvas vírgenes tropicales. Rev. For. Venezolana, Mérida, v.14, n.21, p.29-42.
- MACEDO IVANAUSKAS N. 1997. Caracterização Florística e Fisionômica da Floresta Atlântica sobre a Formação Pariquera-Açu, na Zona da Morraria Costeira do Estado de São Paulo. Tesis de maestría. Universidad de Campinas.
- NAPPO M. E. 1999. Inventário florístico e estrutural da regeneração natural no sub-bosque de povoamentos homogêneos de *Mimosa scabrella* Bentham, implantados em áreas mineradas, em Poços de Caldas, Minas Gerais. Tesis de maestría. Universidad Federal de Lavras. Minas Gerais. Brasil.
- ODUM, E.P. 1988. Ecología. Rio de Janeiro: Guanabara, 434 p.
- PALAVECINO, José A. 2007. El espacio geográfico de la cuenca del Arroyo Elena. VI Jornadas Científico Tecnológicas. Facultad de Ciencias Exactas Químicas y Naturales. UNaM. Posadas. Misiones. Argentina.
- ROJO, A. O.1980. Análisis Matemático I. Aplicaciones com introducción teórica. Editorial Tesis. Buenos Aires. Argentina. 248 p.
- SADOSKI, M., GUBER, R. Ch. de. 1997. Elementos de cálculo diferencial e integral. Tomo I. Cálculo diferencial. Editorial Alsina. Buenos Aires. Argentina. 270 p.
- SILVA JÚNIOR, M. C. da. 1998. Composição florística, estrutura e parâmetros fitossociológicos do cerrado e sua relação com o solo na Estação Florestal de Experimentação de Paraopeba, MG. Viçosa: UFV. 130p. (Dissertação – Mestrado Engenharia Florestal)
- SILVA, F.; EIBL, B.; BOBADILLA, A.. 2007. Proyecto Base de Datos Meteorológico Regional. Secretaría de Ciencia y Técnica. FCF – UNaM. ISIF 02, I057. Eldorado. Misiones.

EFFECTOS DE LA DENSIDAD DE PLANTACION SOBRE EL CRECIMIENTO E INCIDENCIA DEL AMARILLAMIENTO EN *Melia azedarach* L. CON APLICACIÓN DE ANTIBIOTICOS.

EFFECTS OF THE STAND DENSITY ON THE GROWTH AND THE YELLOWING DISEASE INCIDENCE OF *Melia azedarach* L. WITH ANTIBIOTICS APPLICATION.

Marisa L. Becker¹
Juan P. Agostini²
Rubén A. Costas³

¹ Ingeniera Forestal. Facultad de Ciencias Forestales, U.Na.M. Bertoni 124. Eldorado (3380). Misiones. E-mail: marisa_becker@yahoo.com.ar

² Ingeniero Agrónomo. INTA EEA Montecarlo. CC4 (3384). Montecarlo, Misiones. Prof. Protección Forestal F.C.F.- U.Na.M. Bertoni 124. Eldorado (3380). Misiones. E-mail: frumonte@ceel.com.ar

³ Ingeniero Forestal. Prof. Adjunto de Estadística y Dasometría. F.C.F.-U.Na.M. Bertoni 124. Eldorado (3380). Misiones. E-mail: rcostas@facfor.unam.edu.ar

SUMMARY

In a chinese tree *Melia azedarach* L. plantation set by seeding in the field in the year 2000 and cut back to the base at the first year, and located in the Garuhapé-mí, Misiones, was setting an experiment since that time in order to test the tree density over the tree growing and over the decay caused by mycoplasma incidence when the trees were 6 year old. The experiment has four treatments and four replications for densities of 400, 600, 800 and 1000 trees by ha. When the trees were four year old the block were split in two parts of equal surface. In one, of the parcel of each block was applied antibiotic (streptomycin + oxytetracycline) at the rate of 300 mg per tree in those with yellowig symptoms. The blocks with a larger number of trees had the lowest growth of the diameter trunk at the chest (DAP). The density had no significant effect on height. The antibiotics application was not effective in the treated trees.

Key words: *Melia azedarach*. Mycoplasma disease. Stand density. Antibiotics.

RESUMEN

En un ensayo realizado en una plantación de Paraíso, *Melia azedarach* L., a través de siembra directa en el año 2000, recepada al primer año y ubicada en la localidad de Garuhapé-mí, Depto. Libertador General San Martín, Misiones, cuyo objeto es el de probar el efecto de la densidad de plantación sobre el crecimiento y la incidencia del amarillamiento del Paraíso a los 6 años de edad. El ensayo está constituido por cuatro tratamientos de densidad, 400, 600, 800 y 1000 plantas por ha, aplicados en bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. Cada densidad fue lograda a una edad de plantación de 2 años, eliminando prioritariamente individuos con síntomas de amarillamiento, luego los de menor diámetro y/o fustes defectuosos, luego los descopados por el viento y por último los que fueran necesarios para conseguir el equiespaciamento dentro de cada parcela. A la edad de 4 años de la plantación, se procedió a la subdivisión de cada unidad experimental con densidad uniforme en dos subparcelas de igual superficie, con posterior aplicación de antibióticos compuestos por streptomina y oxytetraciclina a individuos que manifestaron síntomas de la enfermedad.

Los resultados indicaron que hubo un mayor porcentaje de plantas afectadas en las parcelas con mayor densidad de plantación que en aquellas con menor densidad. En los tratamientos con mayor densidad se produjeron los menores crecimientos de diámetro a la altura de pecho medio (DAP). La densidad no tuvo efectos significativos sobre el crecimiento en altura. El manejo de la densidad se mostró como una alternativa útil para la disminución de la proporción de plantas afectadas por el amarillamiento. No se produjeron diferencias significativas en el grado de severidad medio e incidencia del amarillamiento observado en las sub-parcelas tratadas y no tratadas con antibióticos, concluyéndose en la no efectividad para la aplicación de los mismos. Esto pudo deberse al bajo número de árboles a los cuales se aplicaron los antibióticos en la primavera del cuarto año de plantación y al stress hídrico que sufrieron las plantas por la sequía que se registró en la estación de crecimiento en el período.

Palabras clave: *Melia azedarach*. Amarillamiento. Densidad. Antibióticos.

INTRODUCCION

La especie *Melia azedarach* L. (Paraíso), está actualmente cultivada en varias regiones del mundo y también en la Argentina, siendo muy apreciada en el noreste y centro del país, pero en especial en la provincia de Misiones. Una de sus grandes virtudes es su rápido crecimiento principalmente en zonas tropicales y subtropicales, proporcionando turnos cortos de aprovechamiento para su comercialización.

A pesar de poseer muchos atributos, esta especie se presenta con menor frecuencia en las plantaciones forestales, debido a que los forestadores han decidido no cultivarlas con las mismas expectativas que años anteriores. Una de las causas de este desánimo está relacionada con una enfermedad denominada “Amarillamiento”, producida por un micoplasma, transmitido por una chicharrita del orden cicadélido (Dalton, y Arroyo, 1991) que ocasiona el amarillamiento del follaje, ramas con forma de “escoba de bruja”, muerte de ramas y de árboles. Los primeros datos de paraísos afectados con el amarillamiento se remontan a comienzos de la década del 80 cuando fueron descubiertos las primeras plantas infectadas en arbolados públicos de Córdoba y con mucha posterioridad en Mendoza (Ganci, 1980) e inclusive en regiones más remotas como Bolivia (Osorio, 2003) y a fines de la misma década comenzaron a evidenciarse en Misiones.

Agostini *et. al.* (2005), estudiaron la aplicación de métodos para el control de la enfermedad mediante inyecciones en el tronco de los árboles enfermos con antibióticos del tipo de tetraciclinas y la búsqueda de un marcador metabólico para el diagnóstico precoz de árboles asintomáticos de la enfermedad. Agostini *et al.* (2000) encontraron que clones con mayor susceptibilidad al amarillamiento han tenido promedios de diámetro a 1,3 m (DAP) inferiores que clones con menor susceptibilidad, al compararlos a los 14 años de edad de plantación. Dalton (1994) recomendó la realización de raleos tempranos junto con la eliminación de plantas enfermas entre otras medidas preventivas de la enfermedad y comentó la importancia de las intervenciones silvícolas, haciendo hincapié en que las mismas sean realizadas durante el verano a los efectos de identificar plantas enfermas y extraerlas. Zang Jing Ning (1985) realizó ensayos con antibióticos a base de oxitetraciclinas para disminuir el efecto del amarillamiento en plantas infectadas de *Melia azedarach* en China. Moll (1971) investigó y realizó tratamientos para controlar el amarillamiento a base de antibióticos del tipo tetraciclina y oxytetraciclina en árboles de naranja también afectados por esta enfermedad logrando, la reducción en la expresión de los síntomas, dándose a notar que este decaimiento no afecta solo al paraíso sino también a otras especies vegetales.

Considerando el manejo de plantación, Kurtz (1992) encontró que un grupo de parcelas con raleos tuvo un DAP medio superior a otro grupo sin raleos; por lo tanto se

deduce que la densidad de plantación puede ser determinante en el desarrollo de esta especie, en la incidencia y severidad del amarillamiento.

El objetivo de este trabajo fue realizar evaluaciones estadísticas de los efectos de la densidad de plantación y de tratamientos de aplicación de antibióticos sobre el crecimiento, incidencia y severidad del amarillamiento de *Melia azedarach* L., que sean útiles para los interesados en el cultivo y desarrollo de esta especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material experimental es una masa regular de *Melia azedarach* L., producida a través de siembra directa utilizando material conocido en la región como Paraíso Gigante variedad "Gotz", implantada en noviembre del año 2000 y recepada en setiembre de 2001, geográficamente ubicada a una latitud Sur 26° 48' 45.2" y longitud Oeste 54° 55' 06.1", en la localidad de Garuhapé-mí, Dto. Libertador Gral. San Martín, Misiones. El lote donde se instaló el ensayo pertenece a la empresa Prusia S.C.A. La superficie total del ensayo fue 15.300 m² y 6.720 m² de superficie neta solo entre las parcelas y subparcelas del ensayo. La pendiente promedio del lote es de 3 %. El complejo de suelo al cual pertenece el lote corresponde al complejo 9 de Compañía Argentina de Relevamientos Topográficos y Aerofotogramétricos (C.A.R.T.A.) el suelo es homogéneo en todo el ensayo y corresponde a un Kandiodult típico (Soil Taxonomy, 1991).

El experimento tuvo cuatro tratamientos de densidad, 400, 600, 800 y 1000 plantas por ha, con cuatro repeticiones aplicadas en bloques completos al azar. Cada parcela con densidad homogénea es de 14 m de ancho y 30 m de largo, generando una superficie neta de 423 m². El ancho de cada parcela comprende 3 líneas de plantación y está rodeada de un borde en todo su perímetro con una densidad igual al que corresponde a cada tratamiento. El ensayo fue instalado cuando la plantación alcanzó los 2 años de edad. Se realizaron raleos de la plantación original hasta llegar a las densidades mencionadas anteriormente, eliminando primero los individuos con síntomas de amarillamiento, luego los de menor diámetro y/o con fustes defectuosos, luego los descopados por el viento y por último los que fueran necesarios para conseguir el equi-espaciamento dentro de cada parcela.

Al cuarto año de edad de plantación se subdividió cada unidad experimental con densidad uniforme en dos sub-parcelas de igual superficie. En una de ellas no se aplicó ningún tratamiento fitosanitario, mientras que en la otra se aplicó inyecciones por gravedad una suspensión de antibiótico compuesto de streptomina y oxytetraciclina (Agrimicina 100) a razón de 30 miligramos de principio activo por cm de diámetro del árbol que se medía previamente en aquellos individuos que presentaban síntomas aparentes de la enfermedad dentro de la sub-parcela.

Los registros fitosanitarios fueron obtenidos periódicamente hasta el sexto año y medio de la plantación durante la primavera y el otoño, en las distintas parcelas del ensayo para Incidencia y Severidad del amarillamiento. La Incidencia expresa el porcentaje de árboles afectados sobre el total de individuos observados, mientras que la Severidad indica el grado de amarillamiento observado en la copa de plantas afectadas. Los grados son presentados en la tabla 1, donde se utilizaron indicadores numéricos para la identificación del estado sanitario de los ejemplares, similares a los utilizados por Hampel (2004).

Los datos sobre el crecimiento de DAP en cm. y altura en metros fueron registrados anualmente durante la primavera. Al sexto año se procedió a analizar los datos obtenidos durante todo ese tiempo, se calculó el promedio de DAP y altura total de cada árbol de las parcelas y sub-parcelas del ensayo y se realizó el análisis estadístico para cada una de esas variables e inclusive para la incidencia del amarillamiento siendo esta definida como el porcentaje de árboles afectados en relación al total de árboles vivos de las parcelas y

subparcelas. La severidad del amarillamiento fue calculada en base a una escala de daño (Tabla 1). Se procedió a realizar las comparaciones de los resultados obtenidos a través de análisis de variancia de medias utilizando la prueba de Tukey y Duncan.

Tabla 1: Indicadores numéricos según grado de severidad del amarillamiento de árboles de paraíso *Melia azedarach*

Table 1: Numeric scale about degree of severity of yellowing of Chinese trees of *Melia azedarach*

Indicadores numéricos	Grado de severidad del amarillamiento
0	Árbol sano
1	Árbol con síntomas en una rama
2	Árbol con síntomas dos o tres ramas
3	Árbol con síntomas en la mitad de la copa
4	Árbol con síntomas muy marcados en toda la copa
5	Árbol muerto por amarillamiento

RESULTADOS Y DISCUSION

Evaluación de la Incidencia del amarillamiento.

Durante la primavera se observó una máxima expresión de la enfermedad para casi todas las edades reflejando las diferencias que se pueden obtener en relación a la época en la cual se hagan los relevamientos fitosanitarios.

En promedio se observó un 8,33% de Incremento anual en el Índice de Incidencia, obteniéndose un aumento desde el inicio de las observaciones desde un 20 % hasta casi un 70 % de los árboles afectados durante el término de 4 años en la plantación de Paraíso (Gráfico 1).

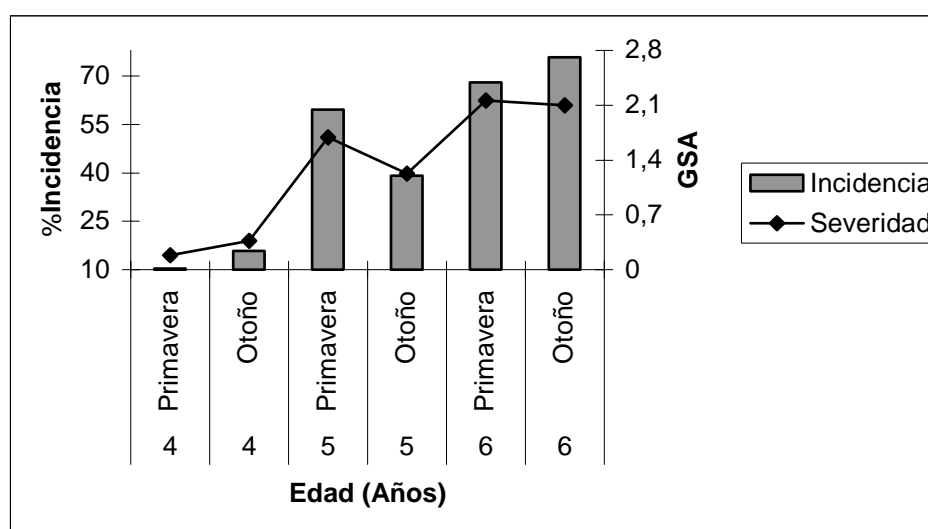


Gráfico 1: Porcentaje de incidencia y grado de severidad en relación al período estacional en el cual se hizo la recolección de los datos de amarillamiento en paraíso *Melia azedarach* L.

Figure 1. Incidence percentage and severity degree related to the seasonal period where the data of Chinese trees *Melia azedarach* with yellowing were collected

La menor incidencia de la enfermedad puede estar asociada al menor número de plantas correspondientes a la densidad de 400 individuos por ha (Gráfico 2). Es probable que la menor masa foliar en esos tratamientos dificultó el traslado del vector de la enfermedad

desde plantas enfermas a plantas sanas, considerando la escasa capacidad de traslado del mismo, aunque los árboles de la bordura mantienen la densidad inicial de la plantación y pueden resultar ser fuente de inóculo para los árboles en el ensayo. Los resultados encontrados confirman lo señalado por Dalton (1994) en cuanto a que la eliminación temprana de plantas enfermas es efectiva en la disminución de avance de la enfermedad.

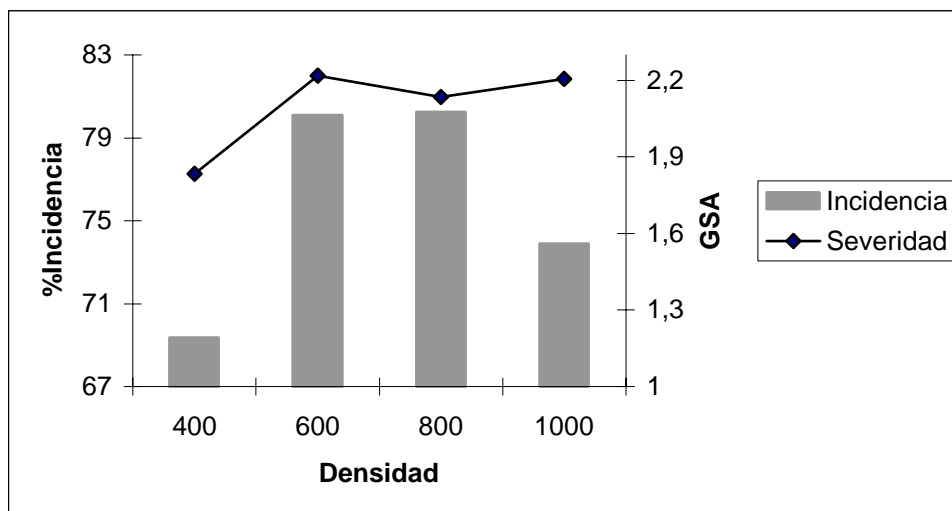


Gráfico 2: Porcentaje de incidencia y grados de severidad al amarillamiento de paraíso *Melia azedarach L.* según la densidad de plantación.

Figure 2. Percentage of disease incidence and degree of severity according on scale of yellowing damage on Chinese trees *Melia azedarach L.* related with the tree density on the plantation.

La incidencia de la enfermedad en los árboles de las sub-parcelas tratadas con antibióticos no resultaron ser estadísticamente diferentes a las de aquellos no tratados (Tabla 2 y Gráfico 3); aunque si se encontraron diferencias estadísticamente significativas para la Incidencia en relación a la densidad de la plantación. Esto pudo deberse al bajo número de árboles a los cuales se aplicaron los antibióticos en la primavera del cuarto año de plantación, al stress hídrico que sufrieron las plantas por la sequía que se registró en la estación de crecimiento en el período evaluado (1514.4 mm de precipitación anual) y eventualmente por la no efectividad del tratamiento aplicado.

Tabla 2: Efecto de la Incidencia y Severidad del amarillamiento, DAP y Altura de árboles de paraíso *Melia azedarach L.* según el tratamiento aplicado.

Table 2: Effect of the disease incidente and degree severity of the yellowing, DAP and height of the Chinese trees of *Melia azedarach L.* according on the applied treatment.

Tratamientos con antibióticos		
	Con Antibiótico	Sin Antibiótico
Severidad	1.96 ^a	2.23 ^a
Incidencia	71.89 ^a	79.93 ^a
DAP	15.43 ^a	15.52 ^a
Altura	11.45 ^a	11.53 ^a

(*) Tratamientos identificados con letras iguales no tuvieron diferencias significativas entre sí (columnas), medias separadas por el test de Tukey al nivel de $\alpha=0,05$.

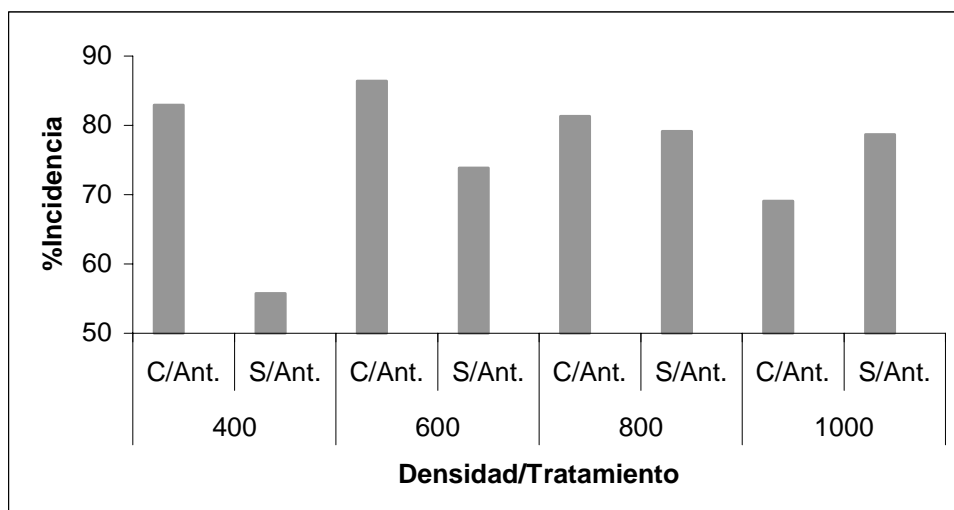


Grafico 3: Comparación de la incidencia en relación a la densidad de plantación y tratamientos a base de antibióticos en plantación de *Melia azedarach L.*

Figure 3: Disease incidence related to the tree density and antibiotic treatments on yellowing of Chinese trees *Melia azedarach L.*

Evaluación de la severidad del amarillamiento.

La curva del grado de severidad manifiesta un comportamiento similar a la de incidencia, que también presenta una mayor evolución durante la primavera. Sin embargo la media del mismo para todo el ensayo no superó el grado 2, lo cual significa que en promedio se manifestaron síntomas del amarillamiento en 2 o 3 ramas del árbol.

Como se aprecia en la Tabla 3 el tratamiento con menor densidad de plantación manifestó el valor más bajo de severidad, sin diferencias estadísticamente significativas en relación a las demás densidades. Esto se puede asumir como una respuesta a que el manejo de la densidad de la plantación de paraíso puede resultar un método muy eficaz no solo para la disminución de la Incidencia, sino también en el Grado de Severidad del Amarillamiento.

Considerando tanto la incidencia como la severidad encontrada en el avance del amarillamiento durante el tiempo de monitoreo del ensayo, un porcentaje de árboles de hasta un 20% de aquellos se mantienen sin manifestar síntomas evidentes de la enfermedad y que se podrían mantener en dichas condiciones hasta el momento de la tala rasa. Esta conclusión es similar a la obtenida Segovia (1990), quien encontró una ganancia de entre el 20-30% con árboles seleccionados al final de un ciclo de una plantación de paraíso.

Evaluación del diámetro a la altura de pecho.

En la menor densidad se observó un DAP medio significativamente superior al de las demás densidades, que también resultaron ser estadísticamente diferentes entre sí. Se mantuvieron las tendencias encontradas por Winck et al. (2004), quienes compararon producción y crecimiento entre densidades de este mismo ensayo a los 3,5 años de plantación. Los resultados obtenidos en este trabajo, con control de la densidad inicial, fueron similares a los encontrados por Kurtz (1992) en un ensayo de raleos realizados a edades de 4 y 7 años y una evaluación posterior a los 12 años de edad.

El DAP fue la única variable sobre la cual la densidad tuvo marcada influencia (Gráfico 4). Aquellas parcelas con menor densidad de árboles tuvieron un mayor DAP y las diferencias fueron significativas (Tabla 3).

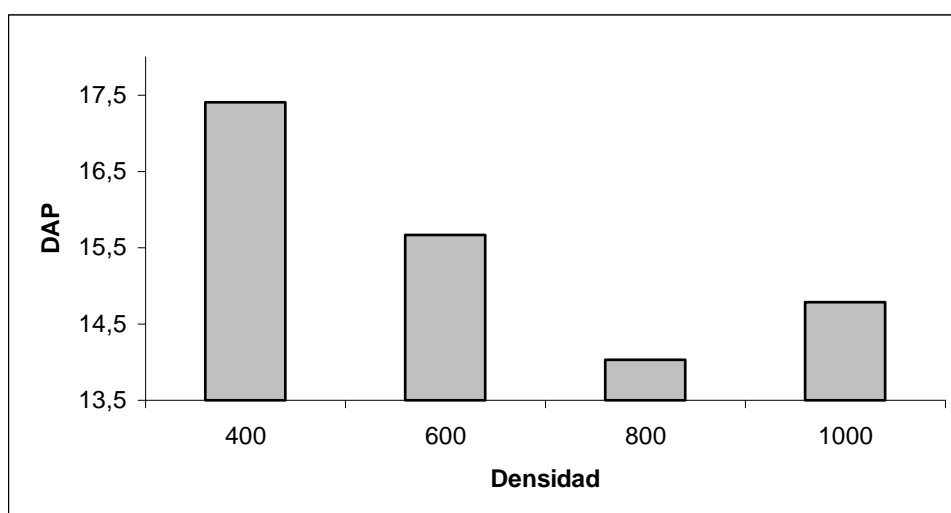


Grafico 4: Comportamiento del DAP promedio en función de las distintas densidades de plantación de paraíso *Melia azedarach L.*

Fig. 4: Behavior based in the average DAP related to the tree density of Chinese trees *Melia azedarach L.*

Tabla 3: Efecto de la Severidad, Incidencia, DAP y Altura de árboles de paraíso *Melia azedarach L.* en relación a la densidad de plantación.

Table 3: Effect of the degree of severity and disease incidence DAP and height of Chinese trees *Melia azedarach L.* related to tree density.

Densidad	400	600	800	1000
Severidad	1.84 ^a	2.21 ^a	2.14 ^a	2.20 ^a
Incidencia	69.36 ^a	80.10 ^a	80.25 ^a	79.89 ^a
DAP	17.41 ^c	15.67 ^b	14.04 ^a	14.78 ^{ab}
Altura	12.02 ^b	11.58 ^b	10.80 ^a	11.56 ^b

(*) Tratamientos identificados con letras iguales no tuvieron diferencias significativas entre sí, medias separadas por el test de Tukey al nivel de $\alpha=0,05$.

Evaluación de la altura media.

Las alturas totales medias (HM) de los árboles de paraíso producidas con cada densidad mostraron diferencias significativas con respecto al efecto de la densidad y a los tratamientos aplicados con antibióticos (Tablas 2 y 3).

La Altura Promedio en la densidad de 800 plantas por ha, que resultó ser significativamente menor que en las otras densidades, ya era menor a las restantes al inicio del ensayo (Winck et al., 2004).

CONCLUSIONES

En los tratamientos con menor densidad se produjeron los mayores diámetros a la altura de pecho medios. Si bien la densidad tuvo efectos significativos sobre el crecimiento de la altura, el mismo no presenta diferencias muy marcadas entre ambos extremos que representa a la menor y mayor densidad.

El manejo de la densidad se mostró como una alternativa para atenuar los efectos del amarillamiento sobre el crecimiento de árboles de paraíso.

La aplicación de antibióticos no resultó ser efectivo en el control de la enfermedad.

RECOMENDACIONES

Realizar plantaciones con material genético proveniente de árboles selectos por su tamaño, forma de fuste y sin síntomas de amarillamiento así como también la realización de adecuados manejos silvícolas.

Plantar con densidades entre 1200 y 2000 plantas por ha y desde el inicio de la plantación entre los dos y tres años, ralea los ejemplares con síntomas de amarillamiento internerval, defoliación, hojas pequeñas, acartuchamiento foliar, y acortamiento de entre nudos y aquellos individuos infectados por la enfermedad cuya copa se aproxime en demasía con los individuos sanos.

Es importante que las intervenciones silvícolas o aclareos sean realizadas en verano a los efectos de identificar las plantas enfermas.

Evitar los rebrotes de las cepas que han sido raleadas ya que los mismos originarían brotes infectados y por lo tanto fuente de inóculo para la plantación.

AGRADECIMIENTOS

A la empresa Prusia S.C.A., por su predisposición para apoyar la implementación del ensayo, facilitando el lote para su instalación y solventando parcialmente los gastos operativos de la aplicación de tratamientos y de registro de datos desde el inicio del mismo.

A los estudiantes de Ingeniería Forestal de la Facultad de Ciencias Forestales Rafaela Morales, Martín Vargas, Iván Khalstorf, Juan Heck y Mauricio Alves Do Porto, por su participación ad honorem en los registros de datos realizados en los años 2003, 2004 y 2005.

BIBLIOGRAFIA

- AGOSTINI, *et. al.* 2005. Tentativas de control de la enfermedad asociada al micoplasma causante del amarillamiento del paraíso *Melia azedarach* L. 3^{er} Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano, Corrientes, Argentina. Pag. 75-76 (Resumen).
- AGOSTINI J. P., R. Fernández, E. Dalton, A. Píccoli. 2000. Selección de clones tolerantes al amarillamiento de paraíso *Melia azerarach*. Revista Floresta. Volume 30. Edição especial. Curitiba. Brasil.
- AGOSTINI, J.P, Valle G., Fernandez R., 1995. Amarillamiento de Paraíso. Informe realizados en el E.E.A., Montecarlo-INTA.
- HEINER, M.; Oscar, B.; Informe del boletín meteorológico de precipitaciones. 2004. INTA E.E.A. Montecarlo, Misiones.
- CARMELO Ganci. 1980. Novedades sobre Plagas de Arbolado Público Urbano de Mendoza. Dirección de Recursos Naturales Renovables, Parque Gral. San Martín s/n, 5500 Mendoza.
- C.A.R.T.A. (Compañía Argentina de Relevamientos Topográficos y Aerofotogramétricos) 1962-1963. Clasificación de los suelos de la provincia de Misiones.
- COSTAS R. A., Agostini J. P. 2006. Producción y sanidad de *Melia azedarach* L. con control de densidad y aplicación de antibióticos. Jornadas Forestales de Entre Ríos.
- DALTON, E. G., L E. Arroyo. 1991. Amarillamiento del Paraíso (*Melia azerarach* L.) en la provincia de Misiones: Estudio etiológico. Revista La Gaceta Agronómica. Vol XI. N° 60.
- DALTON, E. G. 1994. Amarillamiento del Paraíso. Medidas preventivas para esta enfermedad. Hoja informativa N° 10. EEA INTA Montecarlo.

- HAMPEL, H.; Maletti C.; (2005). Crecimiento estacional del Diámetro Normal de Melia azedarach L. var Gigantea en Diversas Densidades. (UNaF - Empresa Danzer Forestaciones S.A.). Posadas, Misiones.
- KURTZ, V. D. 1992. Importancia de los tratamientos silviculturales para la obtención de madera de calidad de las plantaciones de Melia azedarach (Paraíso) en Misiones. II Jornadas Tecnológicas "Desarrollo Forestal Misionero en el Mercosur". Eldorado, Misiones.
- MOLL J. N., 1971. Micoplasmas as Causative – Organisms Plant Diseases. Citrus and Subtropical Fruit Research Institute. Seminar N° 1 Plant Pathology. Faculty of Agricultura University of Natal Pietermar Itzburg.
- OSORIO Maria J. 2003. Una enfermedad daña a Paraísos en Cochabamaba. Artículo publicado en la Revista “Vida Futuro de los tiempos”. Bolivia.
- WINCK, L. R., M. L. Becker, R. A. Costas, J. P. Agostini, R. Brandt. 2004. Efectos de la densidad de plantación sobre el crecimiento y la incidencia del amarillamiento en Melia azedarach L. 11° Jornadas Técnicas y Ambientales. F.C.F. (U.Na.M.) – EEA INTA. Eldorado, Misiones.
- ZHANG Jiing Ning. (1985). Effect of antibiotics on the bunchy topo f China tree (Melia azedarach) and infected leafhoppers (Erythroueura sp.) Acta Phytopathol. Sin., v. 15(1) p. 47-52, 7 ill., 2 tables; 16 ref. Summaries (Ch, En), Ch.

CRECIMIENTO AL 7º AÑO DE *Pinus taeda* L. PROVENIENTES DE DISTINTAS FUENTES SEMILLERAS COMERCIALES EN EL NO DE MISIONES

GROWTH OF *Pinus taeda* L. FROM DIFFERENT COMMERCIAL SEED SOURCES, IN NORTHWEST OF MISIONES PROVINCE, ARGENTINA. RESULT AT 7TH YEAR OLD

Ector C. Belaber¹
Gustavo H. Rodríguez¹

¹ INTA E.E.A. Montecarlo, Av. El Libertador 2472 (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina. ebelaber@montecarlo.inta.gov.ar; forestmc@ceel.com.ar.

SUMMARY

DBH and total height of United State and South Africa *Pinus taeda* L. seed sources have been compared. Four of them are imported. The trials have been planted in 2000 in Puerto Esperanza and Delicia km 33, in northeast Misiones, Argentina. In both cases, a randomized complete blocks design with 4 replicates of 36 trees each. In both trials, significant differences were found between treatments. The best sources proved to be *Pinus taeda* Marion Country “Clonal Puerto Libertad Seed Orchard” and seed Production Area, “Delicia km 22” and SPA “ and *Pinus taeda* Livingston Country Caraguatay” SPA “Caraguatay”.

Key words: Seed source, *Pinus taeda*, growth.

RESUMEN

Se compararon DAP y altura total de distintas fuentes semilleras, cinco locales y cuatro importadas, de *Pinus taeda* L. a partir de ensayos de productividad implantados durante el año 2000, en Puerto Esperanza (Departamento Iguazú,) y Colonia Delicia km 33 (Departamento Eldorado). En ambos sitios se empleó el diseño de bloques completos al azar, con 4 repeticiones y parcela de 36 plantas. Los resultados arrojaron diferencias significativas entre tratamientos para las variables analizadas, en los dos ensayos. Los materiales de mayor productividad fueron los locales “huerto semillero clonal Marion de Puerto Libertad”, “área productora de semilla Marion de Delicia km 22” y “área productora de semilla Livingston de Caraguatay”. Con desempeños inferiores se registraron materiales tanto de fuentes locales como extranjeras.

Palabras clave: Semilla mejorada, *Pinus taeda*, crecimiento.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo forestal de un país se basa en la silvicultura intensiva de plantaciones, que en la actualidad significa el cultivo intensivo en gran escala de árboles de especies de rápido crecimiento para la producción de madera industrial (BIRF, 1992 citado por MARCO, 2005).

El éxito o el fracaso de este tipo de silvicultura dependen del soporte tecnológico que se disponga para asegurar la adaptabilidad, productividad y sostenibilidad del recurso forestal. En este esquema, tanto la selección de especies, procedencias e individuos, como la

disponibilidad del recurso genético son quizás las premisas básicas para la producción masiva y continua de material mejorado (MARCO, 2005).

De acuerdo con LÓPEZ (2005), la calidad genética de la semilla es uno de los factores que más incide en el desempeño de las forestaciones y agrega BENNADJI (2004), a pesar de ser su impacto considerable sobre todos los eslabones de la cadena de la madera, su incidencia económica en el costo general del emprendimiento forestal es relativamente reducida y concluye luego que, a pesar de ser ampliamente reconocida esta importancia, muchas veces el alcance de este criterio es más intuitivo que claramente conceptual y objetivamente medido.

Según FERNANDEZ (2005), el sector forestal argentino dispone hoy de un sistema de áreas de producción de semilla y de clones, especialmente huertos clonales, de progenies y bancos, de las especies de mayor demanda para plantaciones comerciales, como consecuencia de las acciones del Proyecto Forestal de Desarrollo a través de su "Programa de Producción de Material de Propagación Mejorado" y de otros Proyectos precedentes en los cuales el INTA participa desde hace algo más de cuatro décadas.

Sin embargo, en el caso de *Pinus taeda*, hasta tanto entren en plena producción estas fuentes semilleras, los viveros de la región, continúan abasteciéndose de semilla importada así como también de diversos rodales habilitados como áreas productoras de semillas. Con el objeto de cuantificar el comportamiento de las fuentes más conspicuas de *P. taeda* disponibles en la región, se instaló una red de ensayos comparativos de productividad tanto de proveedores locales de semilla como de material importado de huertos de EEUU y Sudáfrica (RODRIGUEZ et al 2005).

En este trabajo se presentan los resultados obtenidos al séptimo año en dos de esos ensayos instalados en el NO de la provincia de Misiones.

MATERIALES Y MÉTODOS

En junio del año 2000, se instalaron en Delicia km. 33, Ruta Pcial. 18, Dpto. Eldorado (propiedad de SELVA S.R.L.), y en Istueta, Dpto. Iguazú (propiedad de Pindó Forestal), ensayos comparativos de fuentes semilleras de *Pinus taeda* L., bajo un diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones y parcelas de medición de 36 plantas, bordura interna simple y perimetral triple, nueve tratamientos, correspondiendo a cuatro huertos semilleros extranjeros, uno local y cuatro APS locales, cuyos detalles se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Detalle de las Fuentes semilleras.

Table 1. Seed sources details.

Código Tratam	Origen – Procedencia	Grado de Mejora	Proveedor	Localización
1	Marion – Pto. Iguazú	HSC 1.0	Alto Paraná S.A.	Puerto Libertad, Dpto Iguazú.
2	Marion – Eldorado	APS	Alto Paraná S.A.	Delicia Km. 22, Dpto. Eldorado
3	Futululu – Eldorado	APS	Ernesto Reig	Cnia. Delicia Ruta 12, Dpto. Eldorado.
4	Marion – Montecarlo	APS	Pto. Laharrague S.A.	Pto. Laharrague, Dpto. Montecarlo
5	Livingston – Montecarlo	APS	Alejandro Larguía e hijos	Mato quemado, Cnia. Caraguatay, Dpto. Montecarlo
6	Livingston – Louisiana*	HSC 1.0	Paul Forestal	Livingston Parish, Louisiana, USA
7	Marion – Marion County**	HSC 1.5	Paul Forestal	Marion County, Florida, USA.
8	Marion – Gulf Hammock***	HSC 1.0	Paul Forestal	Gulf Hammock, Florida, USA
9	Futululu - Sudáfrica	HSC 1.5	Paul Forestal	Futululu, Kwazulu/Natal, Sudáfrica

Referencias:

* Huerto de primera generación compuesto por 19 clones y 202 rametos. Todos los padres que conforman este huerto son de los condados de Washington (10%) y Livingston (90%). Mejora de volumen estimada sobre los rodales comerciales de la zona de origen es de 15 – 20 %.

** Huerto compuesto por 28 clones y 185 rametos. Cuyos padres son del condado de Marion. Mejora de volumen estimada sobre lotes comerciales de la zona de origen está entre 10 – 20 %.

*** Huerto constituido por 48 clones y 400 rametos. Los padres que componen este huerto son de los condados de Marion (55%), Dixie (17%), Jefferson (19%) y Nassau (6%). Mejora de volumen estimada es de 15 % sobre los lotes comerciales de la zona de origen.

Características de cada sitio, así como también el proceso de producción de los plantines y evaluaciones hasta el tercer año de fueron publicados por GAUCHAT et al., 2003.

Se evaluaron diámetro a la altura de pecho (DAP), en centímetros y altura total (H) en metros.

Los análisis de variancia a nivel de medias de parcelas se realizaron considerando un modelo mixto de acuerdo con la siguiente expresión lineal:

$$y_{ij} = \mu + b_j + f_i + e_{ij}$$

Donde:

- y_{ij} es la observación registrada de DAP y H en cada sitio
- μ es el promedio
- b_j es el efecto aleatorio de bloques
- f_i es el efecto aleatorio de las fuentes semilleras
- e_{ij} efecto residual

Para la diferenciación de medias de las variables se aplicó el test de Tukey.

RESULTADOS

La sobrevivencia promedio en los ensayos superó el 90%, al séptimo año de instalados.

Los resultados de los análisis de la variancia para DAP y H, a los 7 años de edad son presentados en la Tabla 2.

Tabla 2. Resultados de los análisis de variancia para DAP y H

Table 2. Analysis of variance for DBH and H, result

Característica	Istueta					Delicia km 33				
	Grados de libertad		Valor de F		Media	Grados de libertad		Valor de F		Media
	Bloque	Trat.	Bloque	Trat.		Bloque	Trat.	Bloque	Trat.	
Diámetro (cm)	3	8	0.88	12.78*	16.76	3	8	1.31	9.88*	18.42
Altura (m)	3	8	3.76*	33.9*	11.37	3	8	4.78*	25.50*	11.58

*: Indican efecto estadístico significativo para un 95 % de probabilidades

Se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, para las dos variables analizadas en los dos sitios. Mientras que el efecto de bloques sólo se manifestó para la altura total en ambos ensayos.

En las Tablas 3 y 4 se listan las medias de DAP y su agrupamiento de acuerdo al test de Tukey para Istueta y Delicia km 33, respectivamente.

Tabla 3. Test de Tukey para DAP en Istueta.

Table 3. Tukey's test for DBH at Istueta

Tratamiento	Código Tratam.	Media	Grupos Homogéneos
Marion – Pto. Iguazú	1	18.63	A
Marion – Eldorado	2	17.56	AB
Livingston – Montecarlo	5	17.51	AB
Marion – Gulf Hammock	8	16.63	BC
Futululu – Eldorado	3	16.60	BC
Marion – Marion County	7	16.49	CD
Futululu – Sudáfrica	9	16.27	CD
Marion – Montecarlo	4	15.79	CD
Livingston – Louisiana	6	15.33	D

Tabla 4. Test de Tukey para DAP en Delicia km 33.

Table 4. Tukey's test for DBH at Delicia km 33.

Tratamiento	Código Tratam.	Media	Grupos Homogéneos
Marion – Pto. Iguazú	1	20.13	A
Marion – Eldorado	2	19.61	AB
Livingston – Montecarlo	5	18.67	BC
Marion – Gulf Hammock	8	18.60	BC
Futululu – Eldorado	3	18.19	CD
Futululu – Sudáfrica	9	18.03	CD
Marion – Montecarlo	4	17.73	CD
Marion – Marion County	7	17.63	CD
Livingston – Louisiana	6	17.20	D

Como se desprende de las Tablas 3 y 4, para diámetro hay un ordenamiento similar de los tratamientos en cuanto a su comportamiento en ambos sitios. Existen materiales manifiestamente superiores al resto, y en consecuencia otros con desempeño retrasados.

Se mantienen los agrupamientos detectados al tercer año, aunque algunas posiciones numéricas se alteraron por los nuevos valores registrados, principalmente en los materiales ubicados en el lote intermedio.

En las Tablas 5 y 6 se presentan las medias de altura total y su asociación de acuerdo al test de Tukey para Istueta y Delicia km 33, respectivamente.

Tabla 5. Test de Tukey para H en Istueta.
Table 5. Tukey's test for H at Istueta

Tratamiento	Código Tratam.	Media	Grupos Homogéneos
Marion – Pto. Iguazú	1	12.58	A
Marion – Eldorado	2	11.89	B
Livingston – Montecarlo	5	11.76	BC
Marion – Gulf Hammock	8	11.40	CD
Marion – Marion County	7	11.37	CDE
Futululu – Sudáfrica	9	11.06	DEF
Futululu – Eldorado	3	10.90	EFG
Marion – Montecarlo	4	10.84	FG
Livingston – Louisiana	6	10.51	G

Tabla 6. Test de Tukey para H en Delicia km 33.
Table 6. Tukey's test for H at Delicia km 33.

Tratamiento	Código Tratam.	Media	Grupos Homogéneos
Marion – Eldorado	2	12.79	A
Marion – Pto. Iguazú	1	12.50	A
Marion – Gulf Hammock	8	11.71	B
Livingston – Montecarlo	5	11.43	BC
Futululu – Eldorado	3	11.23	BC
Futululu – Sudáfrica	9	11.22	BC
Marion – Marion County	7	11.21	BC
Marion – Montecarlo	4	11.03	C
Livingston – Louisiana	6	11.03	C

En las Tablas 5 y 6 se observa que la variable altura total permite destacar mejor a los materiales superiores, siendo Istueta el sitio con mayor contraste debido probablemente a sus inferiores condiciones edáficas (sobreexplotación agrícola), tornándolo un buen discriminante.

Respecto a las mediciones anteriores para esta variable, el sesgo de los mejores materiales es mayor al 7° año, consolidándolos como un grupo aislado.

En el Gráfico 1 se ilustra sobre el posicionamiento de los tratamientos, a partir del DAP medio alcanzado en cada uno de los sitios. De su análisis visual, inferimos que la interacción entre las fuentes semilleras y los ambientes es baja. Un efecto similar ocurre cuando se grafica la altura total media. Otro aspecto evidente es la calidad de sitio superior de Delicia km 33 (suelo rojo profundo, ex plantación de *Araucaria angustifolia*).

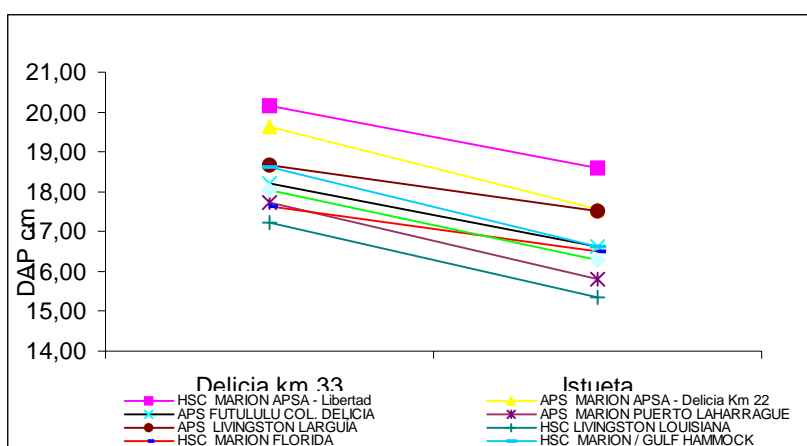


Gráfico 1. Desempeño del DAP de las fuentes semilleras.
Figure 1. Seed source behavior of DBH.

Considerando en conjunto los resultados, es factible discernir materiales de comportamiento superior, intermedio e inferior.

Los de mayor crecimiento corresponden a fuentes locales: “Marion” del N de la provincia (Iguazú, Eldorado) y el “Livingston Caraguatay”. Los primeros pertenecen a un programa formal de mejora genética, mientras que el segundo ha recibido una conducción tendiente a una identidad propia “Cepa criolla”, según ESCALLIER et. al (2003).

En los otros grupos se ubican los materiales importados y el resto de las fuentes locales. Respecto a las fuentes extranjeras, el proveniente del huerto semillero clonal “1.5” Marion, para SCHENONE et al. (2005), evaluando ensayos de productividad de progenies del híbrido PEE x PCH al 4 y 7 año de edad, ponderaron favorablemente al material importado, al que emplean como testigo, por que ha demostrado una excelente performance en el NE de Corrientes.

Hay materiales claramente inferiores tanto locales como extranjeros. Esto podría inferirse para las APS locales que son consecuencia de las circunstancias particulares en cada caso, que pudieron haber ocurrido desde la elección del rodal para habilitarlo hasta las condiciones de aislamiento y procesamiento de la producción de semillas. En lo concerniente al material importado, la principal desventaja estaría en su comparación con materiales tendientes a producir una raza local.

CONCLUSIÓN

Existen diferencias entre las fuentes semilleras comerciales ensayadas para crecimiento en diámetro a la altura de pecho y altura total, al 7° año de implantados.

Se cuentan con materiales locales con desempeño superior a los importados.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a las empresas Pindó S. A., Selva S. R.L. por el apoyo recibido y al técnico Juan Keller por su colaboración en la medición de los ensayos.

BIBLIOGRAFIA

- BENNADJI, Z. 2004. Elección y uso de semillas forestales de calidad: un proceso factible en Uruguay. Revista INIA n°1, pp 23-25. Diciembre, 2004.
- ESCALLIER, L. A., Torres, E. J. 2003. Mato Quemado: Establecimiento modelo de diversificación forestal. SAGPyA Forestal n° 29, pp23-25. Diciembre 2003.
- FERNANDEZ, R. A. 2005. II. El Programa de Producción de Material de Propagación Mejorado. En: Mejores árboles para más forestadores. SAGPyA. 19-21 pp.
- GAUCHAT, M. L., Alegranza, D. A., Rodríguez, G. H. 2003. Productividad de fuentes semilleras comerciales locales y externas de *P. taeda* en el NEA. Resultados al tercer año. En: Actas 10° Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Eldorado, 25-27 septiembre.
- LÓPEZ, C. R. 2005. Evaluación de la variación genética de especies del género *Prosopis* de la región chaqueña argentina para su conservación y mejoramiento. En: Mejores árboles para más forestadores. SAGPyA.195-203 pp.
- MARCÓ, M. A. 2005. I Conceptos generales del mejoramiento genético forestal y su aplicación a los bosques cultivados de la Argentina. En: Mejores árboles para más forestadores. SAGPyA. 9-17 pp.
- RODRIGUEZ, G. H., Gauchat, M. L. 2005. Subprograma pinos en región mesopotámica. En: Mejores árboles para más forestadores. SAGPyA. 23-56 pp.
- SCHENONE, R. A., Pezzutti, R. V. 2005. Productividad de progenies de *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *P. caribaea* var. *hondurensis* . XII Congrès Forestier Mondial. Québec City, Canadá.

**CARACTERÍSTICAS ANATÓMICAS Y PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS
DE “ANCHICO BLANCO” *Albizia niopoides* (Spruce ex Benth.) Burkart.
LEGUMINOSA.**

**ANATOMICAL FEATURES AND PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES
OF "WHITE ANCHICO" *Albizia niopoides* (Spruce ex Benth.) Burkart. *LEGUMINOSA***

**Alicia Violeta Bohren¹
Constantino Zaderenko²
Luis Alberto Grance³
Angélica Aguilera⁴**

¹ Facultad de Ciencias Forestales, UNAM. Bertoni 124 (3380). Eldorado, Misiones. alicia@facfor.unam.edu.ar

² Facultad de Ciencias Forestales, UNAM. Bertoni 124 (3380). Eldorado, Misiones. zaderenko@facfor.unam.edu.ar

³ Facultad de Ciencias Forestales, UNAM. Bertoni 124 (3380). Eldorado, Misiones. lgrance@facfor.unam.edu.ar

⁴ Facultad de Ciencias Forestales, UNAM. Bertoni 124 (3380). Eldorado, Misiones. Estudiante adscripta al proyecto.

SUMMARY

This paper studies the anatomical, physical and mechanical properties and defects in the wood *Albizia niopoides* (Spruce ex Benth.) Burkart, a native of Forest Tree Paranaense and other regions in the north of Argentina, with the aim of establishing for his qualities appropriate use of the Word. For anatomic characterization and determination of the physical and mechanical properties were used standards COPANT as amended and IRAM, ASTM and DIN, respectively. The studies and trials were conducted in the laboratories of anatomy and Wood Technology, Faculty of Forestry. From the results it is concluded that the wooden "anchico white" is half heavy, half tough, with excellent stability, which makes it suitable for use in the production of plates, sheets, furniture and masonry, interior given its susceptibility to attack fungi in wet media.

Key words: *Albizia niopoides*; wood anatomy; physical and mechanical wood property.

RESUMEN

Este trabajo estudia las propiedades anatómicas, físicas y mecánicas y los defectos de la madera de *Albizia niopoides* (Spruce ex Benth.) Burkart, árbol nativo de la Selva Paranaense y otras regiones del norte de la Argentina, con la finalidad de establecer sus cualidades para un uso adecuado de su madera. Para la caracterización anatómica y la determinación de las propiedades físicas y mecánicas se utilizaron las normas COPANT con sus modificaciones y las IRAM, ASTM y DIN, respectivamente. Los estudios y los ensayos se realizaron en los laboratorios de Anatomía y Tecnología de la Madera de la Facultad de Ciencias Forestales. A partir de los resultados se concluye que la madera de “anchico blanco” es semipesada, semidura, con una excelente estabilidad que la hace apta para uso en la producción de chapas, láminas, mueblería y mampostería, para interiores dado su susceptibilidad al ataque de hongos en medios húmedos.

Palabras clave: *Albizia niopoides*; anatomía de la madera, propiedades físicas y mecánicas de la madera.

INTRODUCCION

Albizia niopoides (*Spruce ex Benth.*) *Burkart*, es un árbol que se distribuye desde México llegando hasta la Argentina, en nuestro país se lo encuentra en las provincias del norte como Misiones, Corrientes, Entre Ríos, Formosa, Chaco, Santa Fé, Jujuy y Salta.

En la Selva Paranaense presenta porte medio, fuste recto, cilíndrico y base reforzada, alcanzando alturas y diámetros comprendidos entre 15 a 25 metros y 30 a 80 cm d.a.p. (diámetro a la altura de pecho) respectivamente. Sobre las características anatómicas y propiedades físico-mecánicas de su madera existen escasos e incompletos estudios, constituyendo el objetivo del presente trabajo.

MATERIALES Y METODOS

Para la determinación de las características anatómicas macroscópicas de la madera se siguieron las referencias de las Normas COPANT (1973) con las modificaciones introducidas por CORADIN y BOLZON (1992), la nomenclatura utilizada se ajusta a la propuesta de la IAWA (1989), los defectos según Normas IRAM N° 9560.

La determinación de los ensayos físico-mecánicos se realizó de acuerdo a las Normas IRAM N° 9523, 9502, 9532, 9543 y 9544; ASTM D 143-52 y DIN N° 52186, en el Laboratorio de Tecnología de la Madera de la Facultad de Ciencias Forestales. Las probetas se elaboraron en el Centro Tecnológico de la Madera Montecarlo. Para la determinación de cada una de las propiedades físico-mecánicas se realizaron 10 repeticiones.

RESULTADOS

La madera de *Albizia niopoides* presenta albura y duramen no diferenciados, con una coloración blanquecina, brillo suave, sin olor, de textura mediana heterogénea, grano recto, con diseño jaspeado en la cara radial y vetado suave y parabólico en la cara tangencial (Ver foto 1). Los anillos de crecimiento son demarcados por la presencia de parénquima marginal. La porosidad es difusa, los poros son simples en su mayoría y múltiples cortos de 2 y 3 poros, pequeños a medianos. El parénquima es muy visible, paratraqueal vasicéntrico y apotraqueal marginal. Los radios son poco visibles.

Entre los defectos se encuentran los orificios y galerías en la madera originados por el ataque de insectos observados las muestras obtenidas en el campo; esto posteriormente permite el ingreso de hongos que manchan la madera, situación observada en el material estacionado a la intemperie.



Foto 1: *Albizia niopoides* (Spruce ex Benth.) Burk., vista del diseño de la madera en el plano tangencial.

Propiedades Físicas

Densidad [gr/cm³]

	Media	DS	CV[%]
Anhidra	0,56	0,02	3,7
Estacionada	0,60	0,01	2,4
Saturada	1,02	0,14	1,4
Básica	0,50	0,01	2,2

Contracción [%]

	Media	DS	CV[%]
Contracciones totales			
Axial	1,38	0,5	34,0
Radial	4,38	0,4	9,4
Tangencial	5,86	0,3	4,7
Coefficiente de contracción			
Radial	0,13	0,0	13,2
Tangencial	0,19	0,0	15,4
Relación Tg/Rd	1,34		

Propiedades Mecánicas

Flexión estática [kg/cm²]

	Media	DS	CV
Módulo de Elasticidad	106.698	4.142,3	396,8
Módulo de Rotura	656	146,1	22,3

Compresión paralela a las fibras [kg/cm²]

	Media	DS	CV
Módulo de Elasticidad	31.930	14.363,0	44,9
Módulo de Rotura	262	37,8	14,4

Dureza Janka [kg/cm²]

	Media	DS	CV
Transversal	375	16,6	4,5
Radial	329	27,3	8,3
Tangencial	344	19,4	5,7

Corte o cizallamiento paralelo a las fibras [kg/cm²]

	Media	DS	CV
Radial	38	1,7	4,5
Tangencial	42	3,5	8,3

Tracción perpendicular a las fibras [kg/cm²]

	Media	DS	CV
Radial	52,0	8,8	16,9
Tangencial	28,4	3,6	12,8

Clivaje o rajadura [kg/cm]

	Media	DS	CV
Radial	56	10,2	18,0
Tangencial	46	7,0	15,4

CONCLUSIONES

Se concluye, acorde a las clasificaciones propuestas García y García (1949), que la madera es semipesada y semidura con una excelente estabilidad que la hace apta para uso en la producción de chapas, láminas, mueblería y mampostería de interiores, dado su susceptibilidad al ataque de hongos expuesto a la intemperie.

BIBLIOGRAFÍA

- COPANT 30.1.019. 1973. Normas panamericanas para el estudio anatómico de maderas.
- CORADIN, V.; BOLZÓN, G. 1992. Normas e procedimientos em estudos de Anatomía da madeiras: I-Angiospermae. II-Gimnospermae. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Directoria de Incentivo a Pesquisa e Divulgacao. Laboratorio de Produtos Florestais. Serie Técnica N° 15. 17p. Brasilia.
- DIN (Deutsch Industrie Norm) N° 52186. 1973. Prüfung von Holz; Biegeversuch.
- GARCÍA, R. R.; GARCÍA, J. J. M. 1949. Glosario de términos relacionados con las propiedades físicas y mecánicas de la madera. Lilloa. Revista Botánica. Universidad Nacional de Tucumán. Tomo XVIII pp:111-132.

- IAWA Bulletin. 1989. Internatinal Association of Word Anatomy. Vol. 10 (2) pp:219-332.
- Norma ASTM – D 143-52. 1972. American Society for testing and materials. Standard method of testing small clear specimen of timber. USA.
- Norma IRAM 9502. 1977. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. Buenos Aires. Argentina. 47 p.
- Norma IRAM N° 9523. 1977. Instituto Argentino de Racionalización de Materiales MADERAS. Selección y colección de muestras. Buenos Aires. Argentina. 10 p.
- Norma IRAM N° 9532. 1963. Método de determinación de humedad. 16 p.
- Norma IRAM N° 9543. 1966. Maderas. Método de determinación de las contracciones totales, axial, radial y tangencial y el punto de saturación de las fibras. 6 p.
- Norma IRAM N° 9544. 1973. Determinación de densidad.
- Norma IRAM N° 9560. 1981. Piezas de Madera. Criterios de evaluación de defectos. 34 p.

PLAN FORESTAL DE LA AUTOPISTA ROSARIO-CÓRDOBA

AUTOPISTA ROSARIO-CÓRDOBA FORESTAL PLAN

Alberto J. Bonansea¹
Enrique O. Seia Goñi¹
Eugenia Vidallé¹
Pablo A. Díaz¹

¹ D.N.V., 2° Distrito - Córdoba, Centro de Gestión Ambiental, Av. Poeta Lugones 161, (5000) Córdoba, Córdoba, Argentina. cega2dnv@gmail.com

SUMMARY

The Dirección Nacional de Vialidad (DNV) created an Environmental Unit in order to carry out environmentally friendly practices. The Autopista Rosario-Córdoba roadside forestation is proposed seeking a way to mitigate the environmental impact generated by the highway construction, offsetting the land use change, and also as a strategy to optimize road safety. It is expected an estimated 180,000 trees and 100,000 shrubs forestation in a 300 km road tranche, at a rate of 1.2 ha/km, obtaining 360 forested hectares. Project Plan and design criteria development were carried out by the Centro de Gestión Ambiental 2 (CEGA2), while the executive project elaboration will be performed by the contractor and reviewed by the CEGA2. The contract follow-up will be conducted by the Work Supervision, and technical control will be provided by the CEGA2. We hope this event would represent a first step to reach a sustainable development framework for next roads endeavors.

Key words: forestation, highway, impact, sustainable

RESUMEN

Para la ejecución de obras ambientalmente amigables la Dirección Nacional de Vialidad (DNV) creó su Unidad Ambiental. Mediante la misma se propone la forestación de la Autopista Rosario-Córdoba, con el objetivo de mitigar el impacto ambiental generado, compensando el cambio en el uso de la tierra, y como estrategia para optimizar la seguridad vial. Se estima forestar con 180.000 árboles y 100.000 arbustos en un tramo de 300 km, a razón de 1,2 ha/km, originando 360 ha forestadas. El Anteproyecto del Plan y la elaboración de los criterios de diseño corresponden al Centro de Gestión Ambiental 2 (CEGA2), la elaboración del proyecto será efectuada por la Contratista y la revisión por el CEGA2. El seguimiento contractual dependerá de la Supervisión de la Obra, y el control técnico, del CEGA2. Esperamos que este caso represente un disparador para que los próximos emprendimientos viales se desarrollen en un marco de desarrollo sustentable.

Palabras clave: forestación, autopista, impacto, sustentable

ORÍGENES Y ANTECEDENTES

La pérdida de hábitat natural por disturbios antrópicos es una problemática ambiental que ha ganado importancia a nivel mundial en los últimos años, y como consecuencia han surgido investigaciones y prácticas para mitigar los daños ambientales y restaurar los ambientes disturbados (Kopta, 1999). La construcción de caminos es un disturbio que genera un desequilibrio en los ecosistemas afectados y, si bien la Dirección Nacional de Vialidad (DNV) históricamente manifestó su interés por el tema, en la actualidad se considera imprescindible reforzar las técnicas aplicadas mediante la elaboración de trabajos interdisciplinarios y la incorporación de proyectos acordes a las actuales demandas ambientales, económicas, sociales y viales.

Desde el año 1936, la DNV implementó un plan forestal, que se materializó de forma ininterrumpida hasta mediados de la década del '50. Se implantaron aproximadamente 25.000 ejemplares arbóreos de especies exóticas en la zona del camino, por año (D.N.V., 1943). Asimismo, se resolvió la instauración del “Mes del Árbol Vial” el 29 de Agosto de 1941 (Exp. 13412), que abarcaba el período comprendido entre el 11 de agosto y el 11 de septiembre de cada año. Si bien fue desactivado en la misma época que el plan antes citado, se logró una firme conciencia forestal en los agentes del medio vial. Esto significó que, en cada provincia, se implantaran 500 árboles por año, además de las forestaciones metódicas.

Incrementando el compromiso ambiental la DNV desarrolló, en el año 1993, un marco legal al cual ajustar su actividad, denominado Manual de Evaluación y Gestión Ambiental de Obras Viales (MEGA), que cuenta con la versión actualizada del año 2007 (MEGA II) (D.N.V., 2007). En el año 2005, la Nación se adhirió al Protocolo de Kioto mediante la Ley N° 25.438. En la actualidad se cuenta con media sanción de la “Ley para la Forestación de la zona del camino de Rutas Nacionales”, cuyo objetivo es forestar aproximadamente 80.000 hectáreas, contemplado en el presupuesto nacional. Este proyecto es propiciado por la diputada nacional Dra. Graciela Gutiérrez.

En el año 1996 se creó la Unidad Ambiental de la DNV, conformada por la División Gestión Ambiental en la Casa Central y los Centros de Gestión Ambiental distritales (por provincia). En función del crecimiento de la conciencia ambiental y la maduración del compromiso asumido por la DNV, en el último tramo licitado de la Autopista Rosario-Córdoba se efectuaron, por primera vez, expropiaciones específicas destinadas a la preservación del monte nativo, con todo lo que ello implica, y a forestaciones compensatorias, promoviendo la incorporación de especies autóctonas.

CARACTERÍSTICAS DE LA EXPERIENCIA

Este Proyecto tiene como objetivo atender las demandas ambientales, viales y sociales generadas por la construcción de la Autopista Rosario-Córdoba. Específicamente, se pretende (1) mejorar la seguridad vial, (2) atenuar la erosión del suelo de la zona del camino, (3) aumentar la infiltración y retención del agua de lluvia, y regular su flujo, y (4) incrementar la biodiversidad.

El Plan Forestal forma parte de los trabajos a contratar en la licitación del tramo faltante de la Autopista Rosario – Córdoba, comprende la forestación del tramo: Carcarañá (Provincia de Santa Fe) – Pilar (Provincia de Córdoba). La fecha prevista de apertura de la licitación es el día 10 de junio de 2008. La contratación prevé el financiamiento del Estado Nacional Argentino.

La longitud de autopista a forestar es de 300 kilómetros, a razón de 1,2 hectáreas por kilómetro, resultando así una superficie a forestar de 360 hectáreas; a las que debe adicionarse el tratamiento con arbustos de los canteros centrales. La densidad media a adoptar es de 500 ejemplares por hectárea, por lo que la cantidad de plantas estimada es de 180.000 árboles y 100.000 arbustos. El Anteproyecto del Plan y la elaboración de los criterios de diseño corresponde al CEGA 2. La elaboración del proyecto ejecutivo será efectuado por la Contratista y la revisión por parte del CEGA 2. El plazo para su elaboración y los trabajos de plantación es de 24 meses.

El seguimiento contractual será llevado a cabo por la Supervisión de la Obra y el control técnico por el CEGA 2. Este control consistirá en verificar: la aptitud de las plantas (el estado sanitario y morfológico), el correcto hoyado y la adecuada plantación y tutorado, el riego suficiente, el control fitosanitario, la reposición de los individuos dañados o muertos, la poda de formación, el tapiz herbáceo, la protección contra heladas.

Los criterios más significativos propuestos para la elaboración del proyecto ejecutivo se basan en los objetivos antes enunciados, y comprenden (Carnevale, 1955; Demaio et al., 2002; Vidallé et al., en prensa):

- La composición paisajística deberá recrear el paisaje, estimulando al conductor y creando un marco estético agradable por la combinación de tamaños, formas, colores y aromas.
- Se procurará recurrir a las especies mejor adaptadas a las condiciones ambientales de cada lugar, preferentemente autóctonas a fin de facilitar las interacciones con las especies coexistentes. Se evitará el uso de especies invasoras.
- Preferentemente, en tramos rectos, se ubicarán los bosquecillos de manera de generar eventos destacables.
- Se realizarán estéticamente los tramos contiguos a los accesos a poblaciones.
- Se contemplarán los aspectos de seguridad vial vigentes en la DNV.
- Se proveerá de guiado visual en curvas.
- Se propenderá a evitar el encandilamiento del tránsito del sentido opuesto y de los rayos solares rasantes.
- Se preverá una franja cortafuego, contra el alambrado, en los sectores con mayor incidencia de incendios.
- Se favorecerá el bombeo biológico de zonas inundables.

Las implicancias de este trabajo involucran beneficios ambientales, viales, sociales e institucionales, detallados a continuación.

Ambientales

- Mitigación de los impactos ambientales derivados de la construcción de la autopista (remoción de árboles, movimiento de suelos, alteración del paisaje, discontinuidad del ecosistema, contaminación de los recursos naturales, etc.)
- Mitigación de los impactos ambientales generados por el uso de la autopista (modificación del uso del suelo, contaminación sonora y atmosférica producidos por los vehículos, etc.)
- Mitigación de impactos ambientales generados por terceros en áreas próximas al camino (generando una barrera física, visual y biológica que separa el área del camino de las áreas con actividades como agricultura, industria, etc.)
- Captura de CO₂ del aire (Cruz y Burghi, 2004; D.V.B.A., 2005; Mogas y Riera, 2004)
- Logro de una autopista “limpia”, en el marco del “desarrollo sustentable”

Viales

- Prevención de la somnolencia del usuario al interrumpir la monotonía visual
- Provisión de guiado visual
- Protección contra el encandilamiento mediante la forestación del cantero central
- Provisión de áreas de descanso y protección de las inclemencias meteorológicas
- Apreciación de un paisaje más amigable y relajado
- Disminución del costo de mantenimiento de la autopista (en desembanque de alcantarillas, corte de pasto, relleno de erosiones y cárcavas, etc.)
- Disminución de los problemas de drenaje e hidráulicos (profundización y alteración de las pendientes longitudinales de las cunetas, colmatación de cauces, etc.)
- Disminución de la inestabilidad de los taludes

Sociales

- Fomento de la valoración del entorno y de la educación ambiental
- Generación de empleo directo e indirecto en las tareas de plantación y de mantenimiento
- Fomento de las economías regionales
- Articulación de las capacidades instaladas en cada región mediante la gestión de proyectos integradores
- Integración de los usuarios del camino, de los propietarios frentistas, de los pobladores próximos, y de los agentes estatales en temas ambientales

Institucionales

- Mejora de la imagen pública de la DNV
- Fortalecimiento de la gestión ambiental de la DNV, a través de las acciones del CEGA
- Puesta en valor de espacios territoriales públicos subutilizados
- Instalación del estado como co-generador de servicios ambientales (Seia Goñi, 2008)

Mediante la integración de estas áreas y el trabajo interdisciplinario esperamos aprovechar acertadamente el apoyo del Estado Nacional para lograr los objetivos planteados y solidificar políticas ambientales en el marco de un desarrollo sustentable.

BIBLIOGRAFÍA

- CARNEVALE J. 1955. Árboles Forestales, Descripción – Cultivo – Utilización. Librería Hachette S.A. Buenos Aires.
- CRUZ R. y BURGHI O. 2004. Forestación con efecto sumidero de carbono en las rutas nacionales, Proyecto piloto. Secretaría de Obras Públicas de la Nación. Buenos Aires.
- DEMAIO P. et al. 2002. Árboles nativos del centro de Argentina. L.O.L.A.. Buenos Aires.
- Dirección de Vialidad de la Provincia de Buenos Aires 2005. Forestación y reforestación en autovías, rutas y caminos con efecto sumidero de CO₂ en jurisdicción de la D.V.B.A.. D.V.B.A. La Plata.
- D.N.V. 1943. Publicaciones Técnicas - Árboles en los caminos. DNV. Buenos Aires.
- D.N.V. 2007. Manual de Evaluación y Gestión Ambiental de Obras Viales (MEGA II). DNV. Buenos Aires.
- KOPTA F. 1999. Problemática ambiental con especial referencia a la provincia de Córdoba, Capítulos 2, 3 y 4. Fundación Ambiente, Cultura y Desarrollo ACUDE. Córdoba.
- MOGAS J. y RIERA P. 2004. El valor de la fijación de carbono en los programas de forestación. II Simposio Iberoamericano de Gestión y Economía Forestal. Barcelona.
- SEIA GOÑI E. 2008. Alternativas de política ambiental. La Voz del Interior, Suplemento La voz del campo. Pág. 8 - 9.
- VIDALLÉ E. et al. En prensa. Eurasia as an exporter of invasive species complexes: Is *Cotoneaster franchetii* invasion in Central Argentina facilitated by Eurasian livestock? EU-ROECO-GFOE 2008. Biodiversity in an Ecosystem Context.

LA COMERCIALIZACION EN PYMES MADERERAS DE MISIONES: UNA MATERIA PENDIENTE

THE COMMERCIALIZATION IN LUMBER PYMES OF MISSIONES: A PENDING MATTER

Brondani Nancy Anahí¹

¹ Magíster en Administración Estratégica de Negocios (FCE-U.Na.M). Doctoranda en Administración. Docente e Investigadora de la Facultad de Ciencias Económicas (U.Na.M), Km 7 ½ Villa Lanús, Posadas, Misiones y del Instituto Universitario Gastón Dachary (I.U.G.D.), Salta N° 1.968, Posadas, Misiones. nancyadrian@ciudad.com.ar; nancy10bron@hotmail.com.ar

SUMMARY

This communication presents the advance of the referring developing Doctoral Thesis the lumber PyMEs of the Province of native Misiones that use originating insumos of implanted forests and with the purpose of identifying the factors that influence in the little commercialization and the impact that produces in the competitiveness of these companies. As results stand out that the cause of its deficiency is in the approach given by the industrialist to the commercialization, cradle in the supply of products and not in the necessities of the market, of its clients, in the implications of the technology and the new channels, which to taken to disarticulated practices and parallel initiatives with loss of approach, effectiveness and sinergia.

Key words: PyMEs lumber, commercialization, strategic diagnosis.

RESUMEN

Esta ponencia presenta el avance de la Tesis Doctoral en desarrollo referente a las PyMEs madereras de la Provincia de Misiones que utilizan materia prima provenientes de bosques implantados con el fin de identificar los factores que influyen en la escasa comercialización y el impacto que produce en la competitividad de estas empresas. Como resultados se destacan que la causa de su deficiencia se encuentra en el enfoque dado por el empresario a la comercialización, basada en la oferta de productos y no en las necesidades del mercado, de sus clientes, en las implicaciones de la tecnología y de los nuevos canales, lo que a llevado a prácticas desarticuladas e iniciativas paralelas con pérdida de enfoque, efectividad y sinergia.

Palabras clave: PyMEs madereras, comercialización, diagnóstico estratégico.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación, realizada durante los años 2006 y 2007; considera como universo a las PyMEs radicadas en la Provincia de Misiones que se encargan del procesamiento de madera de bosques implantados, cuyo número conforme al último Censo del año 2003 llevado a cabo por el Ministerio de Ecología, Recursos Naturales Renovables y Turismo (autoridad de jurisdicción para esta rama de actividad) hace referencia a aproximadamente a 600 establecimientos¹. La escasez de materia prima nativa determina el

¹ Ver tabla Censo de la Foresto – Industria Año 2003. Ministerio de Ecología, Recursos Renovables y Turismo de la Provincia de Misiones.

exiguo número de los establecimientos encargados del aserrío de maderas que no son de pinos y eucaliptos. Como resultado de ello, la producción de los aserraderos de madera nativa es baja, con poca contribución en los indicadores económicos de la Provincia, en contraposición con la de los bosques implantados, cuya participación es elevada².

El objetivo principal de la ponencia busca: a) Realizar una caracterización de las empresas según tamaño, grado de transformación del producto, nivel de productividad, tecnología y mercados, de conocimiento y formación de sus recursos humanos. Entre sus objetivos específicos se destacan a) Definir cuáles han sido las estrategias y políticas estratégicas de comercialización que sus administradores han concebido y desarrollado en las empresas bajo estudio, a fin de obtener un diagnóstico que les permitan a través de acciones concretas lograr mayor participación en el mercado, trabajar con mayor eficiencia y calidad, b) Identificar los factores internos de la empresa y del entorno que contribuyen o pueden contribuir a mejorar las condiciones de comercialización.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación corresponde a un estudio de tipo exploratorio, descriptivo mediante el uso de entrevistas semiestructuradas a gerentes, fundadores y dueños de empresas foresto – industriales de la provincia de Misiones.

La muestra hace referencia a 39 (treinta y nueve) PyMEs cuyas particularidades principales radican en la limitada gestión de sus recursos, en el escaso valor de sus productos, exigua cantidad de empleados y la insuficiente inserción en mercados distintos al doméstico local, incorporando mínimo valor agregado a sus productos.

En un porcentaje bastante elevado (67% - Sesenta y Siete) estas empresas poseen una organización jurídica administrativa evolucionada a SA y SRL orientadas por el objetivo de representar ante los clientes potenciales una imagen de seriedad, solidez a la hora de realizar actividades mercantiles, y por la potencial captación de futuros inversores. En cuanto al porcentaje restante se trata de Sociedades de Hecho (5% - Cinco) y Empresas unipersonales (28% - Veintiocho) capaces de interpretar la realidad del mercado, marcadas por la intención de adquirir una posición cada vez más sólida signada por la realización de ventas mayores y de la extensión de sus líneas de producción. En lo que concierne al emplazamiento de las empresas elegidas podemos decir que se ha considerado primordialmente a los mayores polos de localización de establecimientos industriales de la provincia: Posadas, Oberá, Iguazú, Montecarlo y Eldorado. También en Leandro N. Alem, General San Martín, Capital, Cainguaés y Guaraní.

RESULTADOS

Debido a que la investigación se encuentra en la etapa de diagnóstico estratégico y construcción de los datos a fin de diseñar estrategias de comercialización para las PyME madereras de Misiones, objetivo final del estudio, en esta ponencia se presenta una síntesis de los resultados obtenidos hasta el momento.

Gestión de las PYMEs maderas de Misiones

Desde su fundación hasta la actualidad, se ha podido evidenciar que en todas las empresas estudiadas (100%) la flexibilidad ha estado presente y que la misma puede ser

² Censo de la Foresto – Industria 2003. 1º Compendio Cuatrienal Estadístico sobre el Sector Foresto – Industrial de Misiones. Dic 99 – Dic 2003. M.E.R.N.R.y T. Provincia de Misiones. Origen de la materia prima consumida mensual: volumen Nativas: 10%, volumen Implantadas: 90%.

XIII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM – EEA Montecarlo, INTA. Eldorado, Misiones, Argentina. “2008 Año de las Ciencias”

definida como la capacidad que han tenido estas instituciones para adaptarse en un plazo de tiempo relativamente corto y con un bajo costo a todos los cambios que se fueron produciendo.

El conocimiento del negocio y haber sabido aprovechar las oportunidades fueron también determinantes para justificar el buen desempeño logrado, aunque les falta mejorar en muchos aspectos ligados a su gestión empresarial, productiva y administrativa, que está a cargo del dueño, de raíces netamente familiares, con escasa delegación de responsabilidades y ausencia de características de coach; cuya comercialización es débil, fragmentada y que necesita ser estimulada (los empresarios entrevistados manifestaron que realizan sus operaciones comerciales en la región, y del total sólo dos han realizado ventas al extranjero).

“La delegación es lo que permite al directivo abocarse a su tarea medular, establecer el rumbo y alcanzar la mayor eficiencia posible. Pero, en la complejidad de lo que es y de lo que debe ser, un directivo de pura cepa debe agregar a sus condiciones naturales la formación que le permita mejorar su método y su práctica, optimizar la asignación de su tiempo y la dirección de los recursos y personas a cargo, todo en un marco dinámico de mejora permanente”³.

La estructura organizativa de las empresas analizadas (en su totalidad) es simple, está centralizada, lo que permite cambios a más corto plazo, logrando una mayor rapidez en la toma de decisiones. Se ha podido verificar que en el proceso de formación y desarrollo de la cultura empresarial - familiar de cada una, ha existido siempre la influencia del fundador, que ha inculcado valores, preferencias y modos de hacer las cosas y la pasión que siempre puso para sacar los negocios adelante. La personalidad del fundador – emprendedor, intuitivo, asertivo, con facilidad para relacionarse – hizo que entablaran muy buenas relaciones con los proveedores y los clientes.

Collins y Porras explican que *“las empresas que disfrutan de un éxito duradero tienen valores y objetivos, que permanecen invariables, mientras que sus estrategias y prácticas empresariales se adaptan incesantemente a un mundo cambiante. El buen resultado va de la mano de la gestión de la continuidad y el cambio, de la comprensión de lo que nunca debe cambiar (lo intocable) y lo que es susceptible de ser modificado”⁴.*

Las empresas estudiadas han demostrado poseer un sistema de comunicación simple, sus propietarios no manejan idiomas extranjeros. Tienen interés en relacionarse con otras empresas del rubro a fin de obtener información referida a mejoras en la gestión y comercialización de sus productos tanto en el mercado local como extranjero.

Han realizado la expansión de sus negocios de manera autofinanciada, nunca han acudido a entidades financieras para obtener fondos que les permitan oxigenar el flujo de efectivo. Siempre han considerado como actividades prioritarias a la hora de distribuir los resultados de su gestión, la adquisición de materias primas, insumos, máquinas y equipos, con niveles de stock que aseguren cómodamente la prestación de sus servicios o producción.

Como factores debilitantes de su gestión encontramos en primer lugar la manera intuitiva de tomar decisiones, la poca distribución de tareas, roles y funciones, la escasa o nula planificación de sus actividades, los altos costos de transporte y de la energía, la elevada carga impositiva, la falta de apoyo a este tipo de organizaciones. Se evidencia el estilo de liderazgo autocrático, la centralización en unos pocos de la toma de decisiones, la escasa o nula delegación de funciones, la poca predisposición para la formación de equipos de trabajo, las estrategias y objetivos de la organización jamás son conocidas por los empleados, siempre descansan en la mente del empresario, la ausencia de un diseño formal de organización que

³ Cleri, C. (2007). *El Libro de las PyMEs*. Ediciones Granica SA, Buenos Aires, Argentina, pág. 61 – 62.

⁴ Collins, J.; Porras, J. (2001). *Construir la visión de su empresa*. Deusto, Harvard Business Review, Buenos Aires, Argentina, p. 34.

provoca la percepción del empresario que su estructura es flexible, generando poca coordinación de tareas, inadecuada comunicación y problemas en la toma de decisiones, como así el pobre entrenamiento del personal con la consecuencia de la escasa producción y baja calidad.

Aparecen también como factores debilitantes: la ausencia de planes estratégicos formales, sin objetivos definidos a largo plazo, que orienten la actividad empresarial con una visión de futuro y permitan alcanzar y mantener las ventajas competitivas. Los empresarios (el 100% de los estudiados) no diferencian acciones empresariales básicas, como producción, distribución, personal, finanzas y gestión comercial, dificultando la realización de una tarea eficiente.

“La tiranía del tiempo (lo urgente prioriza los esfuerzos y agota no sólo los recursos y los tiempos, sino que también mina las voluntades) no impide a quien tiene a su cargo la responsabilidad de dirigir una PyME tener una visión en cuanto acontece a su alrededor y cómo afecta a su empresa, tiene una idea de los avances y retrocesos de la competencia, conversa con sus proveedores y clientes; recoge sus inquietudes y opiniones, pero estima que no tiene tiempo ni dinero para dedicarse en serio a esos problemas. Lo urgente lo atrapa, supone que siempre habrá un mañana con tiempo suficiente para organizar la cosa”⁵.

Análisis de la comercialización de las PYMEs maderas de Misiones

La función comercialización constituye un factor primordial en la diferencia entre éxito y fracaso de cualquier empresa.

El propósito fundamental de la actividad comercial en una empresa, puede resumirse en:

“realizar ventas que resulten beneficiosas para la empresa, generando un reintegro de costos y logrando un beneficio”⁶

A pesar de estas concepciones el empresario PyME en lo que respecta a la función comercialización, tiene criterios particulares muy arraigados, algunos de ellos, tal como lo exponen Irigoyen y Puebla en *Comercialización en PyMEs*⁷ y que han sido verificados en las entrevistas realizadas, hacen referencia a: *“afortunadamente, nuestro negocio es único y nadie conoce tan bien como nosotros”*. Este concepto puede haber sido válido originariamente, dado que una de las cualidades de los pequeños y medianos emprendimientos es detectar y desarrollar nichos particulares de mercado. Pero tan pronto como esa circunstancia es advertida por algún posible competidor, ese privilegio pronto deja de serlo. *“A mí nadie puede enseñarme absolutamente nada, porque esto lo ideé y lo desarrollé yo”*. Esta apreciación también constituye un criterio histórico. Los criterios comerciales son dinámicos y día a día aparecen nuevos medios, procedimientos y desarrollos que, contribuyen a perfeccionar un producto llevándolo a una posición superior respecto de su antecesor. Fruto de las posturas anteriores, de la falta de intercambio con el contexto o con los adelantos, es responder ante la crítica: *“mi producto es adecuado, tiene gran calidad y es superior al de la competencia”*. Estas afirmaciones para tener validez entrañan juicios de valor. Otra manera de desviar el punto de focalización es expresar: *“nuestra empresa tiene un gran prestigio con una organización aceptable, pero le falta capacidad para ubicar toda la producción”*. Esta aseveración implica no tener en claro los conceptos esenciales de

⁵ Irigoyen, H. A.; Puebla, F. (1998). *Comercialización en PyMEs*. Ediciones Macchi. Buenos Aires, Argentina, p. 70.

⁶ Irigoyen, H. (2000). *¿Las PYMES en el 2000? Supervivencia, desarrollo y futuro*. Errerpar S.A., Buenos Aires, Argentina. P. 177.

⁷ Irigoyen, H., Puebla, F. (1998). *Comercialización en PyMEs*. Ediciones Macchi, Buenos Aires, Argentina. P. 58.

comercialización y de mercado. Esta idea a su vez va asociada a otra, “*tenemos una importante red de clientes*”, que implica desconocimiento de la dinámica de las políticas que aconsejan no perpetuarse en un segmento o en una política comercial. Un aspecto que el empresario no tiene en cuenta es que “*sus competidores piensan casi lo mismo que él*”, por lo que debe tener en cuenta que los aspectos esenciales son el producto y el consumidor.

A esta altura de la investigación es necesario exponer que los líderes empresariales presentan: escasa adecuación de la cultura empresarial a los nuevos tiempos, la falta de especialización de las empresas, en lo referente a productos, a la búsqueda de nuevos nichos de mercado, a la exploración de canales alternativos de comercialización, un desconocimiento de la normativa, escasa representación en ferias regionales, nacionales e internacionales y ausencias de campañas de productos.

También presentan escaso desarrollo de acuerdos de cooperación y asociativismo, si bien se ha evidenciado un incipiente interés por llevar a cabo dichos acuerdos, no se percibe como un factor estratégico para el desarrollo del negocio y de mejora de la propia competitividad. Por otro lado, el relativo nivel de asociatividad es reflejo de cierta cultura individualista del empresario misionero.

Los altos costos que deben afrontar los empresarios del segmento, ya sea de transporte, de energía, de mano de obra, y también las altas cargas impositivas, constituyen trabas a la competitividad.

“Hoy no quedan dudas acerca de que la cooperación es un atributo vital para que las PyMEs puedan resolver cuestiones que las afectan por el reducido volumen con que operan...No se trata de convertirse en grande, sino de realizar combinaciones en aspectos que ayudan a la competitividad (ahorro en compras, facilidad para acceder a puntos de venta, aspectos de logística y servicios de apoyo, etc.)”⁸.

Se observa una falta de apertura de las empresas, lo que se evidencia en la priorización de los objetivos de eficiencia interna (disminución de costos, aumento de la productividad, incremento de la rentabilidad) frente a los objetivos externos (imagen, diseño de producto, cuotas de mercado, etc.).

Presentan escaso desarrollo de canales de distribución especializados. Las empresas utilizan los mismos canales de distribución, no habiéndose desarrollado nuevas modalidades (a excepción de las dos empresas que exportan), que permitirían el incremento de las posibilidades de mejora en la atención y aproximación del consumidor final.

Exhiben bajo nivel de normalización de productos. Los resultados de la investigación indican que la totalidad de los empresarios expresaron que sus productos no están normalizados, dificultando el acceso a mercados. Reserva de los empresarios respecto de la certificación, quiénes no la perciben como un instrumento capaz de ofrecer oportunidades de mercado y de mejoras en la gestión.

No realizan estudios de mercado, que serían de gran utilidad para la toma de decisiones en materia de comercialización. No forma parte de la cultura de los empresarios madereros la cooperación habitual con los centros de I+D y organismos especializados en la actividad.

Presentan una baja utilización de la capacidad instalada, que por término medio es del 80% aproximadamente de las empresas estudiadas. Su óptimo aprovechamiento exigiría un incremento en las ventas lo que redundaría en un aumento de las rentabilidades de las inversiones realizadas. El conjunto de normas y valores que dirigen el funcionamiento de estas empresas está ocasionando resistencias al cambio, que dificultan la adopción de medidas a fin de hacer frente a los nuevos requerimientos con el fin de competir en mercados cada vez más globalizados.

⁸ Cleri, C. (2007). *El Libro de las PyMEs*. Ediciones Granica SA, Buenos Aires, Argentina, p. 360.

A modo de síntesis se ha podido evidenciar que estos empresarios deben afrontar muchos aspectos negativos, relacionados con el desconocimiento de mercados, de la competencia, con la elaboración de productos de escaso o nulo valor agregado, con la obtención de productos no orientados a las necesidades del mercado, con la aplicación de tecnología obsoleta, con la falta de capacitación en ventas, falta de información, con el uso de canales de comercialización directos – cortos entre otras. También existen muchas oportunidades desaprovechadas, como la demanda de madera a nivel mundial, el desarrollo del Mercado Común del Sur, la existencia de regímenes de promoción, y fortalezas desperdiciadas como el “saber hacer”, empresas financieramente sólidas, interés en incorporar calidad en sus producciones, entre otras.

“Actualmente las empresas deben buscar permanentemente nuevas oportunidades de mercado si aspiran a mantenerse competitivamente en éstos, sean locales, regionales o globales. El descubrimiento de nuevas oportunidades de mercado para los actuales o nuevos productos o servicios exige, además de la astucia del explorador, la actitud sistémica y persistente del investigador”⁹.

CONCLUSIÓN

De lo estudiado hasta el momento se desprende que existe al menos un camino que abre un abanico de posibilidades para las PyMEs madereras de Misiones en escenarios futuros. Para lograr el despegue de estas empresas es imprescindible que las mismas se muestren capaces de adaptarse rápidamente a las demandas impuestas por la globalización de los mercados. Por lo tanto, resulta necesario el compromiso del sector privado en actuar e invertir para cambiar de perfil. El empresariado entiende que sus industrias necesitan reestructurarse para tornarse más competitivas en toda la cadena productiva y de comercialización. Ello será posible a partir de adecuaciones y mejoras en su capacidad de transformación a través de maquinarias y equipamientos, entrenamiento y capacitación de mano de obra (*todos están concientes de esta necesidad*) y organización de la estructura de gestión, construyendo una visión compartida donde las personas aprenden en conjunto, desarrollan sus capacidades y direccionen sus objetivos propios con los empresariales.

El compromiso del sector público también resulta importante, ya que por intermedio de políticas de desarrollo, impositivas y financieras, pueden facilitar a que las mismas se vuelvan competitivas, regulando para que el proceso sea sostenible y los beneficios alcancen directa e indirectamente a toda la sociedad.

Pese a que deben revisarse las restricciones endógenas (como prioritarias), que hacen referencia a deficiencias en su administración, a la preocupación por parte del empresario de que la rueda operativa funcione y lo haga con rapidez, a la escasa o nula separación de las actividades administrativas y de comercialización y que actúan obstaculizando el desempeño de las mismas, es dable pensar que en la actualidad, es posible un cambio, que se refleja en la adopción de medidas instrumentales concretas que permitan estimular y promover la implementación de nuevas prácticas de comercialización, a acciones específicas que posibiliten la obtención de un espíritu empresarial estratégico, una visión relativamente clara de los objetivos de comercialización de largo plazo, a destrezas que permitan estimular y promover la implementación de nuevas experiencias de mercadeo, derivadas de la dinámica incorporada por las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, a las señales provenientes de los procesos de apertura del mercado nacional y de la globalización de la economía, dejando a un lado la competencia destructiva por la creación de demanda y

⁹ Bartolomé, L.; Espíndola, M.; Marchesini, V.; Kreutz, M. (1.999) *Misiones – Brasil. Oportunidades Comerciales hacia nichos de Mercado*. Imagen, Posadas, Misiones, Argentina, p. 72.

considerando las oportunidades para un crecimiento altamente rentable y sostenido a largo plazo.

AGRADECIMIENTOS

A los empresarios PyME madereros que han aceptado ser entrevistados.

BIBLIOGRAFÍA

- BARTOLOME, L.; ESPINDOLA, M.; MARCHESINI, V.; KREUTZ, M. 1.999. *Misiones – Brasil. Oportunidades Comerciales hacia nichos de Mercado*. Imagen, Posadas, Misiones, Argentina, p. 72.
- CLERI, C. 2007. *El Libro de las PyMEs*. Ediciones Granica SA, Buenos Aires, Argentina, pp. 61 – 62.
- COLLINS, J.; PORRAS, J. 2001. *Construir la visión de su empresa*. Deusto, Harvard Business Review, Buenos Aires, Argentina, p. 34.
- IRIGOYEN, H. A.; PUEBLA, F. 1.998. *Comercialización en PyMEs*. Ediciones Macchi. Buenos Aires, Argentina, p. 70.
- IRIGOYEN, H. 2.000. ¿Las PYMES en el 2.000?. Supervivencia, desarrollo y futuro. Errerpar S.A., Buenos Aires, Argentina. P, 177.

COEFICIENTES TÉCNICOS PARA LOGRAR PLANTACIONES Y PODAS FORESTALES EN MISIONES Y NORESTE DE CORRIENTES

TECHNICAL COEFFICIENTS NEEDED TO OBTAIN PLANTED FORESTS AND THEIR PRUNING IN MISIONES AND NORTHEASTERN CORRIENTES

Luis Colcombet¹

¹ INTA, EEA Montecarlo, Av. Libertador 2472, (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina.
lcolcombet@montecarlo.inta.gov.ar

SUMMARY

The projects objective is to obtain a synthetic description of works and quantities of resources necessary to apply to a certain lot to obtain a planted forest in Misiones and North-eastern Corrientes. The project was divided in six stages: 1) Observation of Works applied by the productive sector in the study area to obtain tree plantations, 2) Classification, 3) Detailed interviews to qualified informants, 4) Determination of the human and materials efforts necessary to obtain tree plantations, 5) Consistence checks and revisions and 6) Updating. The projects results are a series of charts, updated to November 2007, that specify the Works, human efforts and material resources necessary to obtain *Pinus*, *Eucalyptus* and *Araucaria* plantations. The information is classified by the plantation work stages, the natural area wear it is located, the lot's previous history and the works technical profile.

Key words: Technical coefficients, planted forests, Misiones

RESUMEN

El objetivo del proyecto es lograr una síntesis de las tareas y cantidades de recursos requeridos para lograr plantaciones forestales en la provincia de Misiones y NE de Corrientes. El proyecto se condujo en seis etapas: 1) Sondeo de tareas implementadas por el sector productivo del área de estudio para lograr forestaciones, 2) Clasificación, 3) Conducción de entrevistas detalladas a informantes calificados, 4) determinación de los esfuerzos humanos y materiales necesarios, 5) consistencia y revisión y 6) actualización. El resultado del proyecto, es un conjunto de planillas actualizadas a Noviembre de 2007, donde se consignan las tareas, esfuerzos humanos y recursos materiales necesarios para lograr plantaciones forestales de los géneros *Pinus*, *Eucalyptus* y *Araucaria*. Se clasificó la información en función de la etapa de trabajo, la Zona Agro-Ecológica Homogénea donde se encuentra el predio, su historia anterior, la especie a implantar y el perfil tecnológico de las tareas aplicadas.

Palabras clave: Coeficientes técnicos, plantaciones forestales, Misiones

INTRODUCCIÓN

Los actores públicos y privados del sector forestal Misionero necesitan contar con información realista actualizada respecto de las diferentes prácticas implementadas para lograr plantaciones forestales comerciales con las principales especies utilizadas. Con ello en mente, el INTA, Centro Regional Misiones y el INTA, EEA Montecarlo resolvieron aceptar el desafío de lograr descripciones esquemáticas de las prácticas más utilizadas en la Provincias de Misiones y NE de Corrientes para lograr plantaciones de *Pinus*, *Eucalyptus* y *Araucaria*. Para ello se implementó el método de encuestas abiertas a “informantes calificados”

representativos de los diversos actores que realmente hacen plantaciones en todo el área de estudio.

OBJETIVOS

Los objetivos del presente trabajo son:

⊗ Identificar las prácticas más frecuentemente utilizadas por el sector productivo de la región para lograr plantaciones forestales comerciales de los géneros *Pinus*, *Eucalyptus* y *Araucaria* en la provincia de Misiones, haciendo énfasis en la identificación de tareas y la determinación de los esfuerzos humanos y materiales que ellos implican.

⊗ Lograr una base realista de información, con los cuáles se pueda estimar los costos directos de las prácticas relevadas y, consecuentemente, de una plantación forestal lograda, además de contribuir datos confiables para otros trabajos y evaluaciones forestales regionales.

⊗ Este trabajo no determina un perfil promedio teórico de trabajo para lograr una forestación en la provincia de Misiones.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se decidió implementar el proyecto en seis etapas:

1) Sondeo, mediante entrevistas a informantes calificados, de prácticas más frecuentemente implementados por el sector productivo regional para lograr plantaciones forestales de los géneros *Pinus*, *Eucalyptus* y *Araucaria*;

2) Identificación de patrones de trabajos en función de diferentes factores;

3) Relevamiento de datos mediante entrevistas a informantes calificados de los principales actores de los diversos ámbitos del sector forestal regional;

4) Identificación de tareas con sus respectivos coeficientes de trabajo, esfuerzos humanos y recursos materiales necesarios;

5) Verificación de la consistencia de la información lograda mediante: a) comparación de los costos estimados utilizando la información lograda con los costos incurridos por los actores privados del sector y b) revisión del primer borrador por parte de los mismos informantes calificados entrevistados.

6) Actualización de la información lograda.

RESULTADOS

Teniendo siempre presente que los diversos grupos de actores del sector forestal pudiesen identificar los esquemas de tareas, esfuerzos humanos y recursos materiales necesarios para lograr una plantación comercial de los géneros *Pinus*, *Eucalyptus* y *Araucaria*, el análisis en la etapa 2 del proyecto de la información recogida en la etapa 1, permitió identificar paquetes de trabajo que se implementan en función de los siguientes factores: **a)** Zona Agro-Ecológica Homogénea (ZAE), **b)** historia previa del predio a plantar y **c)** perfil tecnológico del conjunto de tareas implementado.

A continuación se mencionan las situaciones distintivas que generaron los tres factores mencionados en el párrafo anterior. Las ZAE son dos: **a.1.-** “de Monte” (94% de la superficie de la provincia de Misiones) y **a.2.-** “de Campo” (extremo sur de la provincia de Misiones y NE de la provincia de Corrientes). Las historias previas del predio a plantar contemplados en el proyecto son seis: **b1.-** Talas rasas de plantaciones de pinos del verano inmediato anterior al invierno de plantación, **b2.-** talas rasas de plantaciones de pinos aproximadamente un año antes de la fecha de plantación, **b3.-** talas rasas de pinos aproximadamente de 2 a 4 años antes de la fecha de plantación (conocidas en la provincia de Misiones con el termino local

capuerita), **b4.-** regeneraciones añosas de bosque nativo (conocidas en la provincia de Misiones con el termino local *capuerón*) y/o bosques nativos degradados / sobre-explotados, **b5.-** predios dedicados de 2 a 5 años a cultivos anuales y **b6.-** “campo natural” (pastizales nativos del sur de Misiones). Los perfiles tecnológicos son tres: **c1.- Manual**, perfil de trabajo donde se implementan tareas esencialmente manuales (carpidas, macheteadas, plantación con *zaracuá*); **c2.- mecánico**, perfil de trabajo mixto, esencialmente mecanizado combinado con tareas manuales y, a veces, algunas aplicaciones de herbicidas y **c.3.- herbicida intensivo**, perfil de trabajo en el cual se hace uso intensivo de herbicidas pre y post emergente de malezas, que pueden ser aplicadas mediante mochilas o aperos montados sobre tractores (de portes medianos y/o grandes).

En las etapas 3 y 5 del proyecto, se entrevistaron informantes calificados que representaron a los siguientes grupos humanos involucrados en las tareas necesarias para lograr una forestación:

✓ Pequeños productores, a través de técnicos extensionistas que trabajan en forma directa con ellos en las áreas de Cerro Azul, Puerto Rico y Bernardo de Irigoyen - San Antonio, además de productores con actuación en AFOME.

✓ Productores capitalizados, MicroPyME's y PyME's, a través de miembros activos de los consorcios forestales “Alto Paraná” y “Zona Centro” además de miembros activos de cooperativas asociadas a FEDECOOP.

✓ PyME's, a través de miembros activos de los consorcios forestales “Alto Paraná” y “Zona Centro”, el CREA “Tierra Colorada” y AMAYADAP.

✓ Empresas de servicio de plantaciones y podas forestales del Alto Paraná, Jardín América, Posadas, Apóstoles y Gobernador Virasoro (NE de Corrientes).

✓ Gerencia forestal de Alto Paraná S.A.

El resultado es una serie de planillas, que se presentan en anexo, ordenadas por etapa de trabajo (**1.-** preparación de terreno, **2.-** plantación (o siembra), **3.-** cuidados culturales hasta lograr la plantación y **4.-** poda) además de los factores antes mencionados, en las cuáles se consigna una secuencia de tareas. Para cada tarea, se especifica: **a)** el entrenamiento que requiere el operario para realizar la tarea (categoría 1, para tareas que no precisan de habilidades específicas y categoría 2, para tareas que si requieren de habilidades o calificaciones específicas, que típicamente deben ser mejor remuneradas que las primeras), **b)** las cantidades de jornales (*jornales/ha*) típicamente necesarias, **c)** la descripción esquemática de máquinas y aperos necesarios, **d)** su carga de trabajo (*hs/ha*), **e)** los nombres (comerciales) de insumos requeridos (denominación más común y/o nombres comerciales más frecuentemente utilizados de hormiguicidas y herbicidas y material de multiplicación requerido) con sus **f)** correspondientes cantidades (*kg/ha, l/ha, plantines/ha*).

La congruencia de estas planillas con la realidad ha sido testada mediante el cálculo de los costos directos de plantación y su devolución para lectura y comentarios a cada uno de los informantes calificados entrevistados. Para lo primero, se ha aplicado los precios pactados periódicamente en el Estatuto del Peón Rural de la República Argentina con toda la legislación obligatoria y sugerida que el implica para cada categoría de operario y la realidad de contratación de personal (tendencia a contratar el personal sin habilidades específicas por lapsos cortos de tiempo, y a mayores lapsos de tiempo para aquellas personas contratadas para ejecutar tareas específicas, tal 1 – 5 años para personas que aplican agroquímicos o realizan tareas de podas o 10-20 años para oficiar tareas de supervisión) y para los insumos, los precios promedios aritméticos de las presentaciones en tambores, bolsas o cajas (para PyMEs) de las ciudades de Posadas, Oberá., Montecarlo, Eldorado y Almirante Brown (Andresito).

CONCLUSIONES

Se presenta en el anexo, un conjunto de planillas, actualizadas a Noviembre de 2007, congruentes con la realidad, que especifica secuencias típicas de labores que se implantan para lograr plantaciones de los géneros *Pinus*, *Eucalyptus* y *Araucaria* en las dos ZAE de la provincia de Misiones, a partir de seis historias previas de los predios a plantar, de acuerdo a la aplicación de tres perfiles tecnológicos de tareas. Las situaciones descriptas para el Sur de Misiones son extensivas a las situaciones de loma y medias lomas coloradas del NE de la Provincia de Corrientes. Si se aplican a estos los precios correspondientes, es posible estimar los costos directos incurridos para lograr plantaciones forestales, en la mayoría de las situaciones frecuentemente encontradas dentro del ámbito geográfico de estudio.

SOLICITUD

En los últimos años, hemos notado una alta dinámica en el tipo, secuenciamiento, eficiencia del uso del tiempo, implementos, densidad y origen de los plantines, productos y dosis aplicadas para lograr una plantación forestal. Consideramos entonces útil y, desde ya agradecemos, recibir nuevos datos y/o enmiendas que los lectores consideren útil de incorporar al presente trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Merecen un especial reconocimiento las 25 personas que han dedicado su precioso tiempo para: **a)** brindar la información calificada que ha permitido lograr el presente trabajo y **b)** revisar la congruencia de los resultados alcanzados con la realidad. Todos ellos han expresamente solicitado el anonimato. Sin sus valiosos concretos aportes, no se hubiera podido erigir el conjunto de 43 planillas congruentes con la realidad que el artículo presenta. Lo han hecho profesionalmente, sea en forma personal, sea en representación de las asociaciones de productores y afines, empresas cooperativas, empresas de servicio de plantaciones y podas forestales y Gerencia Forestal de Alto Paraná S.A. al cual la sección «RESULTADOS» hace referencia. Merecen también un especial agradecimiento los profesionales Verónica Lamas, Valeria Lavecini y Norberto Pahr, por la revisión de los borradores del trabajo. Y finalmente, las autoridades del INTA, Centro Regional Misiones y EEA Montecarlo y todos los encuestados, por la confianza depositada en el compilador de este trabajo.

ANEXO: COEFICIENTES TÉCNICOS

VIII.1.- COEFICIENTES TÉCNICOS PARA PREPARACIÓN DE TERRENO

PREPARACIÓN DE TERRENO

TAREA \ (Unidades)	Ca nti da d	UNIDADES TÉCNICAS Y DESCRIPCIONES							COSTO TOTAL (\$/ha)	
		MO		Conjunto de Máquinas y/o Herram.		Insumos				Otros
		Cat	j/ha	Descripción		(hs/ha)	Descripción	Cant.		
Situación de partida: Tala rasa de plantaciones forestales anteriores a Marzo.										
Perfil de tareas: Manual (usual en parcelas chicas).										
SUBTOTALES:		11,05		Jorn/ha		0 / 3		hs/ha		
1.- Delimitación de parcela:	1	2	0,3							
2.- Apear y picar remanentes leñosos:	1		(0,5)		Motosierra mediana	3				
3.- Machetear, quemar, "descoibarar" y quemar:	1	1	9,0							
4.- Control previo de hormigas:	1	2	1,25				Cebos Tóx.Hormig.Granul.	1,5	kg/ha	
	1						Polvos tóx. Hormig.:	1,5	kg/ha	
Perfil de tareas: Mixto, manual-mecánico (usual en parcelas chicas y medianas).										
SUBTOTALES:		6,0		Jorn/ha		8,55 / 11,55		hs/ha		
1.- Delimitación de parcela:	1	2	0,25							
2.- Efectuar escolleras (andanas):	1				T.Agric.4x4 80cv c/pala front.	4,5				
3.- Quemar,picar,recoger,descoibarar y quemar:	1	1	4,5	+ (0,5)	Motosierra mediana	3,0				
	1				Tract.+acopl.tanque+equip.seg	0,55				
4.- Rastreada cruzada c/rastra 24"-26":	1				T.Agric.4x4 80cv + rastra 26"	3,5				
5.- Control previo de hormigas:	1	2	0,75				Cebos Tóx.Hormig.Granul.	2,0	kg/ha	
							Polvos tóx. Hormig.:	0,5	kg/ha	
Perfil de tareas: Herbicida intensivo, aplicado manualmente (usual en parcelas medianas y grandes).										
SUBTOTALES:		2,5		Jorn/ha		0,3 / 9,3		hs/ha		
1.- Delimitación de parcela:	1	2	0,2							
2.- Apeo y picado de remanentes:	1	2	(0,5)		Motosierra mediana	3				
3.- Aplicación manual herbicida en cober. total:	1	2	0,8		Pulverizadora mochila eléctrica	6	Glifosato granulado	1,5	kg/ha	
					Tract.60cv+acopl.tanque>1000l	0,3	Coadyuvante silicon.	200	cc/ha	
							Erracin	140	gr/ha	
							ForDor / Merlin	140	cc/ha	
							Arsenal Forestal	400	gr/ha	
4.- Control previo de hormigas y "repaso":	2	2	0,5				Cebos tóxicos gran. en casitas	180	U/ha	
							Polvo hormiguicida	0,5	kg/ha, s/suelos rojos prof.	

NOTAS IMPORTANTES: **A)** Al consignar los jornales/ha en el casillero «SUBTOTAL JORNALES / HA», se suma el total de jornales involucrados en las categorías 1, 2 y motosierrista (cuyos dato se consigna entre paréntesis donde corresponde). **B)** En el casillero correspondiente al SUBTOTAL «HS máquina y herramientas por ha» se indican cifras quebradas. La cifra en letras itálicas rellenas (negrita) delante del quiebre (**0,3 / ...**), indica las horas tractor (sin discriminar su tipo o categoría) por unidad de superficie y la cifra detrás del quiebre en letra itálica simple (... / 9,8) indica el total de horas tractor y herramientas, sin discriminar de qué tractor u herramienta (motosierra, pulverizadoras eléctricas, tijeras de poda electrónicas) se trata.

Situación de partida: Tala rasa de plantaciones forestales de aproximadamente 1 año de edad.

Preparación de terreno, pág. 2 de 5

Perfil de tareas: Manual (usual en parcelas chicas).				Descripción	Q	hs/ha	Descripción	Q	u./ha
SUBTOTALES:				13,35 <i>Jorn/ha</i>	0 / 5	hs/ha		4,000	kg/ha
1.- Delimitación de parcela:	1	2	0,3						
2.- Apear y picar remanentes leñosos:	1		(0,8)	Motosierra mediana	5,0	hs/ha			
3.- Machetear, quemar, "descoibarar" y quemar:	1	1	10,5						
<i>Tract.+acopl.tanque+equip.seg.: No es usual su disponibilidad en pequeñas propiedades.</i>									
4.- "Hormigüeada" previa:	1	2	1,75				Cebos hormiguicidas granulados	2,0	kg/ha
							Polvos hormiguicida:	2,0	kg/ha
Perfil de tareas: Mixto, manual-mecánico (usual en parcelas chicas y medianas).				Descripción	Q	hs/ha	Descripción	Q	u./ha
SUBTOTALES:				7,15 <i>Jorn/ha</i>	12,0 / 16,0	hs/ha		3,000	kg/ha
1.- Delimitación de parcela:	1	2	0,25						
2.- Efectuar andanas:	1			T.Agric.4x4 80cv c/pala front.	7	hs/ha			
3.- Quemar, recoger, "descoibarar" y quemar:	1	1	5.0 + (0,65)	Motosierra mediana	4	hs/ha			
	1			Tract.+acopl.tanque+equip.seg	1	hs/ha			
4.- Rastreada cruzada c/rastra 24"-26":	1			T.Agric.4x4 80cv + rastra 26"	4	hs/ha			
5.- "Hormigüeada" previa:	1	2	1,25				Cebos hormiguicida granulado:	2,5	kg/ha
							Polvos hormiguicida:	0,5	kg/ha
Perfil de tareas: Mixto, manual-mecánico (usual en parcelas medianas y grandes).				Descripción	Q	hs/ha	Descripción	Q	u./ha
SUBTOTALES:				5,55 <i>Jorn/ha</i>	7,55 / 11,05	hs/ha		3,000	kg/ha
1.- Delimitación de parcela:	1	2	0,2						
2.- Efectuar andanas:	1			T.Ftal.Artic.>=120cv c/pala	4,5	hs/ha			
3.- Quemar, recoger, "descoibarar" y quemar:	1	1	3,5 + (0,6)	Motosierra mediana	3,5	hs/ha			
	1			Tract.+acopl.tanque+equip.seg	0,3	hs/ha			
4.- Rastreada cruzada c/rastra 24"-26":	1			T.Ftal.Artic.>=120cv+rastra30"-32"	2,75	hs/ha			
5.- "Hormigüeada" previa:	1	2	1,25				Cebos hormiguicida granulado:	2,5	kg/ha
							Polvos hormiguicida:	0,5	kg/ha
Perfil de tareas: Herbicida intensivo, aplicado manualmente (usual en parcelas medianas y grandes).				Descripción	Q	hs/ha	Descripción	Q	u./ha
SUBTOTALES:				3,80 <i>Jorn/ha</i>	0,3 / 10,9	hs/ha		5,980	kg/ha
1.- Delimitación de parcela:	1	2	0,2						
2.- Apeo y picado de remanentes:	1		(0,8)	Motosierra mediana	5	hs/ha	Glifosato granulado	3,0	kg/ha
3.- Aplicación manual herbicida en cob. total:	2	2	0,8	Pulverizadora mochila eléctrica	5,6	hs/ha	Coadyuvante silicon.	400	cc/ha
				Tract.60cv+acopl.tanque>1000l	0,3	hs/ha	Erracin	140	gr/ha
							ForDor / Merlin	140	gr/ha
							o Arsenal Forestal	400	cc/ha
							Polvo hormiguicida	0,5	kg/ha
4.- "Hormigüeada" previa, incluido "repaso":	2	2	0,6				Cebos tóxicos en casitas	180	u/ha
Situación de partida: Regeneraciones de 2 a 4 años de edad de bosque nativo (capuera reciente).									

Perfil de tareas: Manual.				Q	Cat	J./ha		Descripción	Q	hs/ha	Descripción	Q	u./ha		
SUBTOTALES:						17,40	Jorn/ha		0 / 8,0	hs/ha		5,0	kg/ha		
1.- Delimitación de parcela:	1	2	0,6												
2.- Apeo y picado de material leñoso:	1		(1,3)					Motosierra mediana	8	hs/ha					
3.- Machetear, quemar, "descoibarar" y quemar:	1	1	12,5												
4.- Rastreada con arado de buey:	1		(1)					Buey + arado de buey	8	hs/ha					
5.- "Hormigüeada" previa:	1	2	2,0								Cebos Tóx.Hormig.Granul.	2,0	kg/ha		
											Polvos tóx. Hormig.:	3,0	kg/ha		
Perfil de tareas: Mixto, manual-mecánico (usual en parcelas chicas y medianas).															
SUBTOTALES:						15,3	Jorn/ha		6 / 14	hs/ha		3,5	kg/ha		
1.- Delimitación de parcela:	1	2	0,5												
2.- Apeo y picado de material leñoso:	1		(1,3)					Motosierra mediana	8	hs/ha					
3.- Machetear, quemar, "descoibarar" y quemar:	1	1	12					Tract.+acopl.tanque+equip.seg	1	hs/ha					
4.- Rastreada cruzada:	1							T.Agric.4x4 80cv + rastra 26"	5	hs/ha					
5.- "Hormigüeada" previa:	1	2	1,5								Cebos Tóx.Hormig.Granul.	3,0	kg/ha		
											Polvos tóx. Hormig.:	0,5	kg/ha		
Perfil de tareas: Mixto, manual-mecánico (usual en parcelas medianas y grandes).															
SUBTOTALES:						3,2	Jorn/ha		6,5 / 14,5	hs/ha		2,3	kg/ha		
1.- Delimitación de parcela:	1	2	0,4												
2.- Aplastar con rolo y/o rastra pesada:	1							T.Ftal.Artic.Pot.>=120cv+rolo o rastra pesada	3	hs/ha					
3.- Apear y picar leñosos remanentes:	1		(1,3)					Motosierra mediana	8	hs/ha					
4.- Rastreada cruzada c/rastra 28"-32":	1							T.Ftal.Artic.Pot.>=120cv+rastra pesada	3,5	hs/ha					
5.- "Hormigüeada" previa:	2	2	0,75								"Casitas" c/cebos tóx.	180	u/ha		
											Cebos Tóx.Hormig.Granul.	0,5	kg/ha		
Perfil de tareas: Mixto, mecánico-herbicida intensivo (usual en parcelas medianas y grandes).															
SUBTOTALES:						3,2	Jorn/ha		3,6 / 11,6	hs/ha		6,080	kg/ha		
1.- Delimitación de parcela:	1	2	0,4												
2.- Aplastar con rolo y/o rastra pesada:	1							T.Ftal.Artic.Pot.>=120cv+rolo o rastra pesada	3	hs/ha					
3.- Apear y picar leñosos remanentes:	1		(1,3)					Motosierra mediana	8	hs/ha	Glifosato granulado	3,0	kg/ha		
4.- Aplicación de herbicidas con tractor grande:	2							T.Ftal.Artic.grande+tanque 3000l+conj.aplic.	0,3	hs/ha	Coadyuvante silicon.	400	cc/ha		
	2							Tract.60cv+acopl.tanque>1000l	0,3	hs/ha	Erracin	140	gr/ha		
											ForDor / Merlin	140	gr/ha		
											o Arsenal Forestal	140	gr/ha		
											Polvo hormiguicida	0,5	kg/ha		
5.- "Hormigüeada" previa, incluido "repaso":	2	2	0,75								Cebos tóxicos en casitas	190	u/ha		

OBSERVACIÓN: Puede reemplazarse el trabajo de aplastado con tractor articulado de más de 120 cv por un empuje y formación de escolleras con topadora liviana (12–15 tn) a razón de 2,25 hs/ha y quemar.

TAREA \ (Unidades)	Cantidad	UNIDADES TÉCNICAS Y DESCRIPCIONES							COSTO TOTAL (\$/ha)	
		MO		Conjunto de Máquinas y/o Herramientas		Insumos		Otros		
		Cat	j/ha	\$/ha	Descripción	(hs/ha)	Descripción	Cant		u/ha
Situación de partida: Regeneraciones añosas de bosque nativo, bosque nativo sobre-explotados degradados.										
Perfil de tareas: Manual (usual en pequeñas propiedades).										
SUBTOTALES:			26,5	Jorn/ha		0 / 24	hs/ha		3,000	kg/ha
1.- Delimitación de parcela:	1	2	1							
2.- Apeo y picado de árboles:	1		(4)		Motosierra grande	24	hs/ha			
3.- Machetear sotobosque y apear árboles:	1	1	6							
4.- Quemar; recoger, apilar mat.leñoso y quem.:	1	1	12							
5.- Arar con arado de buey:	1		(1,5)		Buey + arado de buey	12	hs/ha			
6.- Hormigueada previa:	1	2	2					Cebos tóxico hormiguicida granulado:	1,5	kg/ha
								Polvo hormiguicida:	1,5	kg/ha
Perfil de tareas: Mixto, manual-mecánico (con tractores medianos, usual en parcelas chicas y medianas).										
SUBTOTALES:			24,5	Jorn/ha		6,5 / 30,5	hs/ha		3,000	kg/ha
1.- Delimitación de parcela:	1	2	1							
2.- Apeo y picado de árboles:	1		(4)		Motosierra grande	24	hs/ha			
3.- Machetear sotobosque y apear árboles:	1	1	6							
4.- Quemar, recoger, apilar mat.leñoso y quem.:	1	1	12		Tract.+acopl.tanque+equip.seg	1	hs/ha			
5.- Rastreada cruzada:	1				T.Agric.4x4 80cv + rastra 26"	5,5	hs/ha			
6.- "Hormigüeada" previa:	1	2	1,5					Cebos tóxicos hormiguicida granulado:	2,5	kg/ha
								Polvo hormiguicida:	0,5	kg/ha
Perfil de tareas: Mixto, manual-mecánico intensivo (con tractores grandes, practicada en parcelas medianas y grandes).										
SUBTOTALES:			7,1	Jorn/ha		11,15 / 27,15	hs/ha		2,300	kg/ha
1.- Delimitación de parcela:	1	2	1							
2.- Aplastar sotobosque con rolo pesado:	1				T.Ftal.Artic.Pot.>=120cv+rolo o rastra pes.	3	hs/ha			
3.- Apeo de árboles:	1		(2,7)		Motosierra grande	16	hs/ha			
4.- Formación de escolleras con topadora:	1				Topadora de 14/25 tn	3,75	hs/ha			
5.- Quema de escolleras:	1	1	1		Tract.+acopl.tanque+equip.seg	0,4	hs/ha			
6.- Rastr. pesada cruzada c/desarme escolleras:					T.Ftal.Artic.grande+rastra pes.	4	hs/ha			
7.- Hormigueada previa:	2	2	0,7					"Casitas" c/cebos tóxicos hormiguicida:	180	u/ha
								Polvo hormiguicida:	0,5	kg/ha

TAREA \ (Unidades)	Cantidad	UNIDADES TÉCNICAS Y DESCRIPCIONES							COSTO TOTAL (\$/ha)	
		MO		Conjunto de Máquinas y/o Herram.		Insumos				Otros
		Cat	j/ha	Descripción	(hs/ha)	Descripción	Cant	U/ha		
Perfil de tareas: Mixto, mecánico e herbicida intensivo (con tractores grandes).										
SUBTOTALES:		6,1 <i>Jorn/ha</i>		7,95 / 23,95 <i>hs/ha</i>			4,480 <i>kg/ha</i>			
1.- Delimitación de parcela:	1	2	1							
2.- Aplastar sotobosque con rolo pesado:	1			T.Ftal.Artic.Pot.>=120cv+rolo o rastra pes.	3	hs/ha				
3.- Apeo de árboles:	1		(2,7)	Motosierra grande	16	hs/ha				
4.- Formación de escolleras con topadora:	1			Topadora de 14/25 tn	3,75	hs/ha				
5.- Quema de escolleras:	1	1	1	Tract.+acopl.tanque+equip.seg.	0,4	hs/ha				
6.- Aplicación mecaniz. herbicidas en cob.tot.:	1			T.Ftal.Artic.grande+tanque 3000l+conj.aplic.	0,4	hs/ha	Glifosato granulado	1,5	kg/ha	
				Tract.60cv+acopl.tanque>1000l	0,4	hs/ha	Coadyuvante silicon.	400	cc/ha	
							Erracin	140	gr/ha	
							ForDor / Merlin	140	gr/ha	
							o Arsenal Forestal	400	cc/ha	
7.- Hormigueada previa:	2	2	0,7	"Casitas" c/cebos tóxicos hormiguicidas:			180	u/ha		
				Polvos tóxicos hormiguicidas:			0,5	kg/ha		
Situación de partida: Tierras que fueron dedicadas a cultivos anuales de 2 a 5 años (situación común en pequeños productores)										
Perfil de tareas: Manual (Practica usual de pequeños productores).										
SUBTOTALES:		6,8 <i>Jorn/ha</i>		0 / 8,0 <i>hs/ha</i>			4,000 <i>kg/ha</i>			
1.- Delimitación de parcela:	1	2	0,3							
2.- Machetear y quemar malezas:	1	1	3,5							
3.- Arar con arado de buey:	1		(1)	Buey + arado de buey	8	hs/ha				
4.- Hormigueada previa:	1	2	2	Cebos tóxicos hormiguicidas granulados:			2,0	kg/ha		
				Polvos tóxicos hormiguicidas:			2,0	kg/ha		
Situación de partida: Campo natural (situación encontrada en la Zona Agroecológica homogénea "de campo" al sur de Misiones)										
Perfil de tareas: Mixto mecánico-herbicida intensivo.										
SUBTOTALES:		1,2 <i>Jorn/ha</i>		6,0 / 6,0 <i>hs/ha</i>			2,640 <i>kg/ha</i>			
1.- Delimitación de parcela:	1	2	0,2							
2.- Subsulado a +/-40cm de profundidad:	1			Tract. 4x4 >80cv + subsolador	3					
3.- Rastrear + aplic.herb. en bandas de 1,2 m:	1			Trac.4x4 80cv + rastra en x + aplic.herb.	1,5		ForDor / Merlin	140	gr/ha	
				Tract.60cv+acopl.tanque>1000l	1,5		Coadyuvante silicon.	200	cc/ha	
4.- Hormigueada previa:	1	2	1	Cebos tóxicos hormiguicidas granulados:			180	u/ha		
				Polvos tóxicos hormiguicidas:			0,5	kg/ha		

VIII.2.- COEFICIENTES TÉCNICOS PARA PLANTACIÓN

PLANTACIÓN

TAREA \ (Unidades)	Ca	nti	da	UNIDADES TÉCNICAS Y DESCRIPCIONES							COSTO	
				MO		Conjunto de Máquinas y/o Herram.		Insumos			Otros	TOTAL
				Cat	j/ha	Descripción	(hs/ha)	Descripción	Cant	u/ha		(\$/ha)
Situación de partida: Zona Agro-ecológica "de monte".												
Género: Pinus												
Perfil de tareas: Manual, de plantines a raíz desnuda, con pala plantadora sobre terrenos <u>no</u> subsolados.												
SUBTOTALES:				4,75	Jorn/ha	0 / 0	hs tract./ha		1,750	pl/ha		
1.- Marcación manual:	1	2	0,75									
2.- Transporte del material de propagación:	1			C/camioneta, de viveros a una distancia de		60	km del cuadro a plantar (1 viaje diario)					
3.- Material de propagación:	1							Densidad =	1,458	pl/ha		
4.- Poseado y plantación:	1	1	3,2		(con un rendimiento diario de	450	Plant/jorn)					
5.- Reposición:	1	1	0,8	Transp. c/camioneta a 1 distancia de		60	km	Reposición 20%	292	pl/ha		
Perfil de tareas: Manual, de plantines a raíz desnuda, con pala plantadora sobre terrenos <u>subsolados</u>.												
SUBTOTALES:				3,80	Jorn/ha	2 / 2	hs tract./ha		1,677	pl/ha		
1.- Marcación con subsolador a +/-30cm prof.:	1	2	0,20		Tract.4x4 80cv+subsolador	2						
2.- Transporte del material de propagación:	1			C/camioneta, de viveros a una distancia de		60	km del cuadro a plantar (1 viaje diario)					
3.- Material de propagación:	1							Densidad =	1,458	pl/ha		
4.- Poseado y plantación:	1	1	2,9		(con un rendimiento diario de	500	Plant/jorn)					
5.- Reposición:	1	1	0,7	Transp. c/camioneta a 1 distancia de		60	km	Reposición 15%	219	pl/ha		
Perfil de tareas: Manual, de plantines en tubetes, con pala plantadora sobre terrenos <u>no</u> subsolados.												
SUBTOTALES:				5,05	Jorn/ha	0 / 0	hs tract./ha		1,571	tub/ha		
1.- Marcación manual:	1	2	0,75									
2.- Transporte del material de propagación:	1			C/camión, de viveros a una distancia de		60	km del cuadro a plantar (1 viaje cada 2 a 3 días)					
3.- Material de propagación:	1							Densidad =	1,366	tub/ha		
4.- Poseado y plantación:	1	1	3,4		(con un rendimiento diario de	400	Plant/jorn)					
5.- Reposición:	1	1	0,9	Transp. c/camión a una distancia de		60	km	Reposición 15%	205	tub/ha		
Perfil de tareas: Manual, de plantines en tubetes, con pala plantadora sobre terrenos <u>subsolados</u>.												
SUBTOTALES:				3,90	Jorn/ha	2 / 2	hs tract./ha		1,503	tub/ha		
1.- Marcación con subsolador a +/-30cm prof.:	1	2	0,2		Tract.4x4 80cv+subsolador	2						
2.- Transporte del material de propagación:	1			C/camión, de viveros a una distancia de		60	km del cuadro a plantar (1 viaje cada 2 a 3 días)					
3.- Material de propagación:	1							Densidad =	1,366	tub/ha		
4.- Poseado y plantación:	1	1	3,1		(con un rendimiento diario de	450	Plant/jorn)					
5.- Reposición:	1	1	0,6	Transp. c/camión a una distancia de		60	km	Reposición 10%	137	tub/ha		

TAREA \ (Unidades)	Cantida	UNIDADES TÉCNICAS Y DESCRIPCIONES							COSTO TOTAL (\$/ha)		
		MO		Conjunto de Máquinas y/o Herram.		Insumos		Otros (\$/ha)			
		Cat	J/ha	Descripción	(hs/ha)	Descripción	Cant	u/ha			
Género: Eucalyptus											
Perfil de tareas: Manual, de plantines en tubetes, con pala plantadora sobre terrenos no subsolados.											
SUBTOTALES:		4,25		Jorn/ha		0/0		hs tract./ha		1,333	tub/ha
1.- Marcación manual:	1	2	0,75								
2.- Transporte del material de propagación:	1	C/camión, de viveros a una distancia de			60	km del cuadro a plantar					
3.- Material de propagación:	1							1,111	tub/ha		
4.- Poseado y plantación:	1	1	2,8		(con un rendimiento diario de	400	Plant/)				
5.- Reposición:	1	1	0,7	Transp. c/camión a una distancia de		60	km		222	tub/ha	
Perfil de tareas: Manual, de plantines en tubetes, con pala plantadora sobre terrenos subsolados.											
SUBTOTALES:		3,30		Jorn/ha		2/0		hs tract./ha		1,278	tub/ha
1.- Marcación con subsolador a +/-30cm prof.:	1	2	0,20		Tract.4x4 80cv+subsolador	2					
2.- Transporte del material de propagación:	1	C/camión, de viveros a una distancia de			60	km del cuadro a plantar					
3.- Material de propagación:	1							1,111	tub/ha		
4.- Poseado y plantación:	1	1	2,6		(con un rendimiento diario de	450	Plant/)				
5.- Reposición:	1	1	0,5	Transp. c/camión a una distancia de		60	km		167	tub/ha	
Género: Siembra de Araucaria											
Perfil de tareas: manual s/suelos no subsolados (no recomendada, a excepción de suelos con rastreadas profundas c/discos de 30"-32").											
SUBTOTALES:		4,45		Jorn/ha		0/0		hs tract./ha		40	kg/ha +
1.- Marcación manual:	1	2	0,75					200	mac/ha		
2.- Transporte del material de propagación:	1	C/camioneta, de locales a una distancia de			99	km del cuadro a plantar					
3.- Material de propagación:	1							Kg de semilla de A.a.	40	kg/ha	
4.- Poseado y siembra:	1	1	2,7								
5.- Reposición:	1	1	1	Transp. c/camioneta a 1 distancia de		60	km	Plantines en maceta	200	pl/ha	
Perfil de tareas: Manual, sobre suelos previamente subsolados											
SUBTOTALES:		3,00		Jorn/ha		2/0		hs tract./ha		35	kg/ha
1.- Marcación con subsolador a +/-30cm prof.:	1	2	0,20		Tract.4x4 80cv+subsolador	2			150	mac/ha	
2.- Transporte del material de propagación:	1	C/camioneta, de viveros a una de distancia de			99	km del cuadro a plantar					
3.- Material de propagación:	1							Kg de semilla de A.a.	35	kg/ha	
4.- Poseado y siembra:	1	1	2,0								
5.- Reposición:	1	1	0,8	Transp. c/camioneta a 1 distancia de		60	km	Plantines en maceta	150	pl/ha	

TAREA \ (Unidades)	Cantidad	UNIDADES TÉCNICAS Y DESCRIPCIONES							COSTO TOTAL (\$/ha)			
		MO		Conjunto de Máquinas y/o Herram.		Insumos		Otros				
		Cat	j/ha	Descripción	(hs/ha)	Descripción	Cant	u/ha		(\$/ha)		
Situación de partida: Campo natural (situación típicamente encontrada en la Zona Agroecológica Homogénea "de campo" de Mnes.).												
Género: Pinus												
Perfil de tareas: Mecánica, de plantines a raíz desnuda.												
SUBTOTALES (en \$/ha y %):		1,84		Jorn/ha		1,5 / 0		hs tract./ha		1,750	tub/ha	
1.- Marcación manual:	1	2	0,75									
2.- Transporte del material de propagación:	1	C/camioneta, de viveros a una de distancia de		90	km del cuadro a plantar							
3.- Material de propagación:	1					Plantines de Pinus a raíz desnuda	1,458	pl/ha				
4.- Plantación mecanizada:	1	1	0,19		Tract.4x4 80cv+Maq.Plant.	1,5						
5.- Reposición:	1	1	0,9		Transp. c/camioneta a 1 distancia de	90	km	Reposición 20%	292	pl/ha		
Perfil de tareas: Mecánica, de plantines en tubetes.												
SUBTOTALES (en \$/ha y %):		1,84		Jorn/ha		1,5 / 0		hs tract./ha		1,604	tub/ha	
1.- Marcación manual:	1	2	0,75									
2.- Transporte del material de propagación:	1	C/camioneta, de viveros a una de distancia de		90	km del cuadro a plantar							
3.- Material de propagación:	1					Plantines de Pinus en tubetes	1,458	tub/ha				
4.- Plantación mecanizada:	1	1	0,19		Tract.4x4 80cv+Maq.Plant.	1,5						
5.- Reposición:	1	1	0,9		Transp. c/camión a una distancia de	90	km	Reposición 10%	146	tub/ha		
Género: Eucalyptus												
Perfil de tareas: Mecánica, de plantines en tubetes.												
SUBTOTALES (en \$/ha y %):		1,56		Jorn/ha		1,5 / 0		hs tract./ha		1,222	tub/ha	
1.- Marcación manual:	1	2	0,75									
2.- Transporte del material de propagación:	1	C/camioneta, de viveros a una de distancia de		90	km del cuadro a plantar							
3.- Material de propagación:	1					Plantines de Eucalyptus en tubetes	1,111	tub/ha				
4.- Plantación mecanizada:	1	1	0,19		Tract.4x4 80cv+Maq.Plant.	1,5						
5.- Reposición:	1	1	0,6		Transp. c/camión a una distancia de	90	km	Reposición 10%	111	tub/ha		

NOTAS IMPORTANTES: **a)** En el caso del género *Pinus*, se destinan los materiales de propagación de calidad superior y de mayor costo en el mercado (pino híbrido, pinos seleccionados, *cutings*). **b)** La sobrevivencia de los plantines en tubotes es normalmente mayor que a raíz desnuda, por lo que el esfuerzo a efectuar en la reposición es menor. **c)** La productividad manual del trabajo de plantación en si de los tubotes es mayor que el de los plantines a raíz desnuda. No obstante los tubotes exigen un mayor esfuerzo de distribución a campo que los plantines a raíz desnuda, además de deber recoger los tubotes vacíos y devolverlos al vivero de donde se retiraron, aspectos que implican una menor productividad global por operario y día.

VIII.3.- COEFICIENTES TÉCNICOS PARA CUIDADOS CULTURALES

CUIDADOS CULTURALES HASTA PLANTACIÓN LOGRADA

TAREA \ (Unidades)	Ca nti dad	UNIDADES TÉCNICAS Y DESCRIPCIONES							Otros	COSTO TOTAL (\$/ha)	
		MO		Conjunto de Máquinas y/o Herram.		Insumos					
		Cat	j/ha	Descripción		(hs/ha)	Descripción	Cant			u/ha
Zona Agro-Ecológica Homogénea "De Monte".											
Género: <u>Pinus</u>.											
Perfil de tareas: Manual.											
SUBTOTALES:			22,0	Jorn/ha			0 / 0	hs/ha		1,500	kg/ha
1º año:			11,8	Jorn/ha	53%					0,750	kg/ha
Primavera:											
1.- Carpida de líneas de plantación:	1	1	3								
2.- Macheteada de melgas:	1	1	2								
Verano y Otoño:											
3.- Carpida de líneas de plantación:	1	1	2,5								
4.- Macheteada de melgas:	1	1	1,5								
5.- Macheteada en cobertura total:	1	1	2								
6.- Control constante de hormigas:	1	2	0,75					<i>Cebos Tóx.Hormig.Granul.</i>	<i>0,75</i>	<i>kg/ha</i>	
2º año:			7,00	Jorn/ha	32%					0,500	kg/ha
Primavera:											
1.- Carpida de líneas de plantación:	1	1	2								
2.- Macheteada de melgas:	1	1	1,5								
Verano y Otoño:											
3.- Macheteada de líneas de plantación:	1	1	1								
4.- Macheteada en cobertura total:	1	1	2								
5.- Control constante de hormigas:	1	2	0,5					<i>Cebos Tóx.Hormig.Granul.</i>	<i>0,50</i>	<i>kg/ha</i>	
3º año:			3,25	Jorn/ha	15%					0,250	kg/ha
Primavera:											
1.- Macheteada en cobertura total:	1	1	2								
Verano y Otoño:											
2.- Machet. cob. tot., en especial enredaderas:	1	1	1								
3.- Control constante de hormigas:	1	2	0,25					<i>Cebos Tóx.Hormig.Granul.</i>	<i>0,25</i>	<i>kg/ha</i>	
4º año: Si la plantación se efectúa sobre un suelo agotado (previamente intensivamente "chacareado" más de 5 años), podrá ser necesario repetir las tareas del 3º año el 4º año.											

TAREA \ (Unidades)	Cantidad	UNIDADES TÉCNICAS Y DESCRIPCIONES							COSTO TOTAL (\$/ha)	
		MO		Conjunto de Máquinas y/o Herram.		Insumos		Otros		
		Cat	j/ha	\$/ha	Descripción	(hs/ha)	Descripción			Cant
Zona Agro-Ecológica Homogénea "De Monte".										
Género: <u>Pinus</u>.										
Perfil de tareas: Manual-mecánico (con tractores chicos).										
SUBTOTALES:			14,50	Jorn/ha		11,2/0	hs/ha	1,500	kg/ha	
1º año:			7,8	Jorn/ha	53% de la M.O el 1º año	6,3 / 6,3	hs/ha	0,750	kg/ha	
Primavera:										
1.- Carpida de líneas de plantación:	1	1	3							
2.- Rastreada de melgas:	1				Tract.+/-60cv+rastra excén.	2,7	hs/ha			
Verano y Otoño:										
3.- Carpida de líneas de plantación:	1	1	2,5							
4.- Macheteada de líneas de plantación:	1	1	1,5							
5.- Macheteada de melgas:	2				Tract.+/-60cv + desmalez.	1,8	hs/ha			
6.- Control constante de hormigas:	1	2	0,75					Cebos Tóx.Hormig.Granul.	0,75	kg/ha
2º año:			4,50	Jorn/ha	31%	3,3 / 0	hs/ha	0,500	kg/ha	
Primavera:										
1.- Carpida de líneas de plantación:	1	1	2							
2.- Macheteada de melgas:	1				Tract.+/-60cv + desmalez.	1,7	hs/ha			
Verano y Otoño:										
3.- Macheteada de líneas de plantación:	2	1	1							
4.- Macheteada de melgas:	1				Tract.+/-60cv + desmalez.	1,6	hs/ha			
5.- Control constante de hormigas:	1	2	0,5					Cebos Tóx.Hormig.Granul.	0,50	kg/ha
3º año:			2,25	Jorn/ha	16%	1,6 / 1,6	hs/ha	0,250	kg/ha	
Primavera:										
1.- Macheteada de líneas de plantación:	1	1	1							
2.- Macheteada de melgas:	1				Tract.+/-60cv + desmalez.	1,6	hs/ha			
Verano y Otoño:										
2.- Machet.cob.tot., en especial enredaderas:	1	1	1							
3.- Control constante de hormigas:	1	2	0,25					Cebos Tóx.Hormig.Granul.	0,25	kg/ha
4º año: Si la plantación se efectúa sobre un suelo agotado (previamente "chacareado" más de 4 años), puede ser necesario repetir las tareas del 3º año el 4º año.										

TAREA \ (Unidades)	Cantidad	UNIDADES TÉCNICAS Y DESCRIPCIONES								COSTO TOTAL (\$/ha)	
		MO		Conjunto de Máquinas y/o Herram.		Insumos			Otros		
		Cat	j/ha	\$/ha	Descripción	(hs/ha)	Descripción	Cant	u/ha		
Zona Agro-Ecológica Homogénea "De Monte".											
Género: Pinus.											
Perfil de tareas: Herbicida intensivo (usual en parcelas medianas y grandes).											
SUBTOTALES:			6,40	Jorn/ha		1,2 / 20,7	hs/ha		6,920	kg/ha	
1º año:			1,95	Jorn/ha	31%	0,9 / 15,4	hs/ha		4,620	kg/ha	
Primavera:											
1.- Aplicación de herbicida en cobertura total:	1	2	0,9			Pulveriz. mochila eléctrica	8	hs/ha	Glifosato granulado	1,5	kg/ha
	1					Tract.50-70cv+acopl.tanque>=1000l	0,5	hs/ha	Erracin	100	gr/ha
									Coadyuvante siliconado	200	cc/ha
Verano y Otoño:											
2.- Aplicación de herbicida en cobertura total:	1	2	0,8			Pulveriz. mochila eléctrica	6,5	hs/ha	Glifosato granulado	1,5	kg/ha
	1					Tract.50-70cv+acopl.tanque>=1000l	0,4	hs/ha	Erracin	120	gr/ha
									Coadyuvante siliconado	200	cc/ha
3.- Control constante de hormigas:	1	2	0,25						Cebos tóxicos en casitas	50	u/ha
									Cebos Tóx.Hormig.Granul.	0,5	kg/ha (*)
2º año:			2,2	Jorn/ha	34%	0,3 / 5,3	hs/ha		2,050	kg/ha	
Primavera:											
1.- Aplicación de herbicida en cobertura total:	1	2	0,7			Pulveriz. mochila eléctrica	5		Glifosato granulado	1,5	kg/ha
	1					Tract.50-70cv+acopl.tanque>=1000l	0,3	hs/ha	Erracin	100	gr/ha
									Coadyuvante siliconado	200	cc/ha
Verano y Otoño:											
2.- Macheteada en cobertura total:	1	1	1,25								
3.- Control constante de hormigas:	1	2	0,25						Cebos Tóx.Hormig.Granul.	0,25	kg/ha
3º año:			2,25	Jorn/ha	35%	0 / 0	hs/ha		0,250	kg/ha	
Primavera:											
1.- Machet.cob.tot., en especial enredaderas:	1	1	1	(**)							
Verano y Otoño:											
2.- Machet.cob.tot., en especial enredaderas:	1	1	1	(**)							
3.- Control constante de hormigas:	1	2	0,25						Cebos Tóx.Hormig.Granul.	0,25	kg/ha
4º año: Si la plantación se efectúa sobre un suelo agotado (previamente "chacareado" más de 4 años), puede ser necesario repetir las tareas del 3º año el 4º año.											

NOTAS IMPORTANTES: (*) Esta práctica es necesaria sobre suelos rojos profundos, no así sobre suelos toscos.

()** En plantaciones de 1.666 árb./ha (3m x 2m), esta práctica se implementa sobre aproximadamente el 60% de la superficie total.

TAREA \ (Unidades)	Cantidad	UNIDADES TÉCNICAS Y DESCRIPCIONES								COSTO TOTAL (\$/ha)	
		MO		Conjunto de Máquinas y/o Herram.		Insumos			Otros		
		Cat	j/ha	\$/ha	Descripción	(hs/ha)	Descripción	Cant			u/ha
Zona Agro-Ecológica Homogénea "De Monte".											
Género: Araucaria.											
Perfil de tareas: Manual.											
SUBTOTALES:			48,2	Jorn/ha		0 / 0	hs/ha		1,750	kg/ha	
1º año:			23,3	Jorn/ha	48%	0 / 0	hs/ha		0,750	kg/ha	
Primavera:											
1.- Carpida de líneas de plantación:	2	1	3								
2.- Preparación e instalación de "ponchos":	1	1	3,6								
3.- Macheteada de melgas:	1	1	2								
Verano y Otoño:											
4.- Macheteada en cobertura total:	1	1	2,5								
5.- Carpida de líneas de plantación:	2	1	2,5								
6.- Macheteada de melgas:	2	1	1,75								
7.- Control constante de hormigas:	1	2	0,7					Cebos Tóx.Hormig.Granul.	0,75	kg/ha	
2º año:			10,5	Jorn/ha	22%	0 / 0	hs/ha		0,500	kg/ha	
Primavera:											
1.- Carpida de líneas de plantación:	1	1	2,5								
2.- Macheteada de melgas:	1	1	1,75								
3.- Macheteada en cobertura total:	1	1	2								
Verano y Otoño:											
4.- Carpida de líneas de plantación:	1	1	2,25								
5.- Macheteada de melgas:	1	1	1,5								
6.- Control constante de hormigas:	1	2	0,5					Cebos Tóx.Hormig.Granul.	0,50	kg/ha	
3º año:			11,7	Jorn/ha	24%	0 / 0	hs/ha		0,250	kg/ha	
Primavera:											
1.- Carpida de líneas de plantación:	1	1	2,25								
2.- Macheteada de melgas:	1	1	1,75								
Verano y Otoño:											
3.- Carpida de líneas de plantación:	1	1	2,25								
4.- Macheteada de melgas:	1	1	1,7								
5.- Machet.cob.tot., en especial enredaderas:	1	1	2								
6.- Poda de las primeras 2 coronas de ramas:	1	1	1,5								
7.- Control constante de hormigas:	1	2	0,25					Cebos Tóx.Hormig.Granul.	0,25	kg/ha	
4º año:			2,7	Jorn/ha	6%	0 / 0	hs/ha		0,250	kg/ha	
1.- Machet.cob.tot., en especial enredaderas:	2	1	1,25								
2.- Control constante de hormigas:	1	2	0,2					Cebos Tóx.Hormig.Granul.	0,25	kg/ha	
5º año: Si la plantación se efectúa sobre un suelo agotado (previamente "chacareado" más de 4 años), puede ser necesario repetir las tareas del 4º año el 5º año.											

TAREA \ (Unidades)	Cantidad	UNIDADES TÉCNICAS Y DESCRIPCIONES								COSTO TOTAL (\$/ha)	
		MO		Conjunto de Máquinas y/o Herram.		Insumos			Otros		
		Cat	j/ha	\$/ha	Descripción	(hs/ha)	Descripción	Cant			u/ha
Zona Agro-Ecológica Homogénea "De Monte".											
Género: Araucaria.											
Perfil de tareas: Manual-mecánico (con tractores chicos).											
SUBTOTALES:			34,0	Jorn/ha		16,6 / 16,6	hs/ha		1,750	kg/ha	
1º año:			16,3	Jorn/ha	48%	6,8 / 6,8	hs/ha		0,750	kg/ha	
Primavera:											
1.- Carpida de líneas de plantación:	2	1	2,75								
2.- Preparación e instalación de "ponchos":	1	1	3,6								
3.- Rastreada de melgas:	1					Tract.+/-60cv+rastra excén.	2,7	hs/ha			
4.- Macheteada de melgas:	1					Tract.60cv+desmal.eje vert.	2,3	hs/ha			
Verano y Otoño:											
5.- Macheteada de líneas de plantación:	1	1	2								
6.- Carpidas de líneas de plantación:	2	1	2,25								
7.- Macheteada de melgas:	2					Tract.60cv+desmal.eje vert.	1,8	hs/ha			
8.- Control constante de hormigas:	1	2	0,7						Cebos Tóx.Hormig.Granul.	0,75	kg/ha
2º año:			7,0	Jorn/ha	21%	5,0/5	hs/ha		0,500	kg/ha	
Primavera:											
1.- Carpida de líneas de plantación:	1	1	2,25								
2.- Macheteada de líneas de plantación:	1	1	2								
3.- Macheteada de melgas:	2					Tract.60cv+desmal.eje vert.	1,7	hs/ha			
Verano y Otoño:											
4.- Carpida de líneas de plantación:	1	1	2,25								
5.- Macheteada de melgas:	1					Tract.60cv+desmal.eje vert.	1,6	hs/ha			
6.- Control constante de hormigas:	1	2	0,5						Cebos Tóx.Hormig.Granul.	0,50	kg/ha
3º año:			8,0	Jorn/ha	23%	4,8 / 4,8	hs/ha		0,250	kg/ha	
Primavera:											
1.- Carpida de líneas de plantación:	1	1	2,25								
2.- Macheteada de melgas:	1					Tract.60cv+desmal.eje vert.	1,6	hs/ha			
Verano y Otoño:											
3.- Carpida de líneas de plantación:	1	1	2,25								
4.- Macheteada de líneas de plantación:	1	1	1,75								
5.- Macheteada de melgas:	2					Tract.60cv+desmal.eje vert.	1,6	hs/ha			
6.- Poda de las primeras 2 coronas de ramas:	1	1	1,5								
7.- Control constante de hormigas:	1	2	0,25						Cebos Tóx.Hormig.Granul.	0,25	kg/ha
4º año:			2,7	Jorn/ha	8%	0 / 0	hs/ha		0,250	kg/ha	
1.- Machet.cob.tot., en especial enredaderas:	2	1	1,25								
2.- Control constante de hormigas:	1	2	0,2						Cebos Tóx.Hormig.Granul.	0,25	kg/ha
5º año: Si la plantación se efectúa sobre un suelo agotado (previamente "chacareado" más de 4 años), puede ser necesario repetir las tareas del 4º año el 5º año.											

TAREA \ (Unidades)	Cantidad	UNIDADES TÉCNICAS Y DESCRIPCIONES								COSTO TOTAL (\$/ha)
		MO		Conjunto de Máquinas y/o Herram.		Insumos			Otros	
		Cat	j/ha	\$/ha	Descripción	(hs/ha)	Descripción	Cant		
Zona Agro-Ecológica Homogénea "De Monte".										
Género: Araucaria.										
Perfil de tareas: Manual - mecánico e herbicida intensivo (múltiplo de 20 operarios por cuadrilla de trabajo).										
SUBTOTALES:			20,65	Jorn/ha		6,9 / 27,5	hs/ha		15,900	kg/ha
1º año:			9,9	Jorn/ha	46%	2,8 / 10,8	hs/ha		5,750	kg/ha
Primavera:										
1.- Aplicación de herbicida en cobertura total:	1	2	1,1		Pulveriz. mochila eléctrica	8,0	hs/ha	Glifosato granulado	1,5	kg/ha
	1				Tract.60cv+acopl.tanque>1000l	0,5	hs/ha	Soltar (en banda)	3,0	l/ha
								Coadyuvante siliconado	200	cc/ha
2.- Preparación e instalación de "ponchos":	1	1	3,6							
Verano y Otoño:										
3.- Carpidad de líneas de plantación:	2	1	2,25							
4.- Rastreada de melgas:	2				Tract.+/-60cv+rastra excén.	2,3	hs/ha			
5.- Control constante de hormigas:	1	2	0,7					Cebos tóxicos hormiguicidas en casitas	80	u/ha
								Cebos Tóx.Hormig.Granul.	0,25	kg/ha
2º año:			5,25	Jorn/ha	26%	2,2 / 9,4	hs/ha		4,950	kg/ha
Primavera:										
1.- Aplicación de herbicida en cobertura total:	1	2	1,0		Pulveriz. mochila eléctrica	7,2	hs/ha	Glifosato granulado	1,5	kg/ha
	1				Tract.60cv+acopl.tanque>1000l	0,4	hs/ha	Soltar (en banda)	3,0	l/ha
								Coadyuvante siliconado	200	cc/ha
Verano y Otoño:										
2.- Carpida de líneas de plantación:	1	1	2,25							
3.- Rastreada de melgas:	1				Tract.60cv+desmal.eje vert.	1,8	hs/ha			
4.- Poda de la primera corona de ramas bajas:	1	1	1,5							
5.- Control constante de hormigas:	1	2	0,5					Cebos Tóx.Hormig.Granul.	0,25	kg/ha
3º año:			2,8	Jorn/ha	15%	1,9 / 7,3	hs/ha		4,950	kg/ha
Primavera:										
1.- Aplicación de herbicida en cobertura total:	1	2	0,8		Pulveriz. mochila eléctrica	5,4	hs/ha	Glifosato granulado	1,5	kg/ha
	1				Tract.60cv+acopl.tanque>1000l	0,3	hs/ha	Soltar (en banda)	3,0	l/ha
								Coadyuvante siliconado	200	cc/ha
Verano y Otoño:										
2.- Macheteada de líneas de plantación:	1	1	1,75							
3.- Macheteada de melgas:	2				Tract.60cv+desmal.eje vert.	1,6	hs/ha			
4.- Control constante de hormigas:	1	2	0,25					Cebos Tóx.Hormig.Granul.	0,25	kg/ha
4º año:			2,7	Jorn/ha	13%	0 / 0	hs/ha		0,250	kg/ha
1.- Machet.cob.tot., en especial enredaderas:	2	1	1,25							
2.- Control constante de hormigas:	1	2	0,2					Cebos Tóx.Hormig.Granul.	0,25	kg/ha

TAREA \ (Unidades)	Cantidad	UNIDADES TÉCNICAS Y DESCRIPCIONES							COSTO TOTAL (\$/ha)	
		MO		Conjunto de Máquinas y/o Herram.		Insumos		Otros		
		Cat	j/ha	\$/ha	Descripción	(hs/ha)	Descripción			Cant
Zona Agro-Ecológica Homogénea "De Monte".										
Género: <u>Eucalyptus</u>.										
Perfil de tareas: Manual.										
SUBTOTALES:			10,25	Jorn/ha		0 / 0	hs/ha	1,25	kg/ha	
1º año:			8,25	Jorn/ha	80%	0 / 0	hs/ha	0,75	kg/ha	
Primavera:										
1.- Carpida de líneas de plantación:	1	1	3							
2.- Macheteada de melgas:	1	1	2							
Verano y Otoño:										
3.- Macheteada en cobertura total:	1	1	2,5							
4.- Control constante de hormigas:	1	2	0,75				Cebos Tóx.Hormig.Granul.	0,75	kg/ha	
2º año:			2,0	Jorn/ha	20%	0 / 0	hs/ha	0,5	kg/ha	
1.- Macheteada en cobertura total:	1	1	1,5							
2.- Control constante de hormigas:	1	2	0,5				Cebos Tóx.Hormig.Granul.	0,5	kg/ha	
2/3º año: Si la plantación se efectúa sobre un suelo agotado (previamente "chacareado" más de 4 años), puede ser necesario repetir las tareas del 3º año el 4º año.										
Perfil de tareas: Manual-mecánico (con tractores chicos).										
SUBTOTALES:			7,25	Jorn/ha		4,5 / 4,5	hs/ha	1,25	kg/ha	
1º año:			5,25	Jorn/ha	72%	4,5 / 4,5	hs/ha	0,75	kg/ha	
Primavera:										
1.- Carpida de líneas de plantación:	1	1	3							
2.- Rastreada de melgas:	1					Tract.+/-60cv+rastra excén.	2,7	hs/ha		
Verano y Otoño:										
3.- Macheteada de líneas de plantación:	1	1	1,5							
4.- Macheteada de melgas:	1					Tract.60cv+desmal.eje vert.	1,8	hs/ha		
5.- Control constante de hormigas:	1	2	0,75				Cebos Tóx.Hormig.Granul.	0,75	kg/ha	
2º año:			2,0	Jorn/ha	28%	0 / 0	hs/ha	0,5	kg/ha	
1.- Macheteada en cobertura total:	1	1	1,5							
2.- Control constante de hormigas:	1	2	0,5				Cebos Tóx.Hormig.Granul.	0,50	kg/ha	
2/3º año: Si la plantación se efectúa sobre un suelo agotado (previamente "chacareado" más de 4 años), puede ser necesario repetir las tareas del 3º año el 4º año.										

TAREA \ (Unidades)	Cantidad	UNIDADES TÉCNICAS Y DESCRIPCIONES								Otros	COSTO TOTAL (\$/ha)
		MO			Conjunto de Máquinas y/o Herram.		Insumos				
		Cat	j/ha	\$/ha	Descripción	(hs/ha)	Descripción	Cant	u/ha		
Zona Agro-Ecológica Homogénea "De Monte".											
Género: <u>Eucalyptus</u>.											
Perfil de tareas: Mixto Manual-Herbicida.											
SUBTOTALES:			4,7	Jorn/ha		0,5 / 9,5	hs/ha		2,950	kg/ha	
1º año:			3,2	Jorn/ha	68%	0,5 / 9,5	hs/ha		2,45	kg/ha	
Primavera:											
1.- Aplicación de herbicida en cobertura total:	1	2	1,2		Pulveriz. mochila eléctrica	9	hs/ha	Glifosato granulado	1,5	kg/ha	
	1				Tract.60cv+acopl.tanque>1000l	0,5	hs/ha	Coadyuv. siliconado	200	cc/ha	
Verano y Otoño:											
3.- Macheteada en cobertura total:	1	1	1,25								
4.- Control constante de hormigas:	1	2	0,75					Cebos Tóx.Hormig.Granul.	0,75	kg/ha	
2º año:			1,5	Jorn/ha	32%	0 / 0	hs/ha		0,5	kg/ha	
1.- Macheteada en cobertura total:	1	1	1,0								
2.- Control constante de hormigas:	1	2	0,5					Cebos Tóx.Hormig.Granul.	0,5	kg/ha	
2/3º año: Si la plantación se efectúa sobre un suelo agotado (previamente "chacareado" más de 4 años), puede ser necesario repetir las tareas del 3º año el 4º año.											

TAREA \ (Unidades)	Cantidad	UNIDADES TÉCNICAS Y DESCRIPCIONES								Otros	COSTO TOTAL (\$/ha)
		MO		Conjunto de Máquinas y/o Herram.		Insumos					
		Cat	j/ha	\$/ha	Descripción	(hs/ha)	Descripción	Cant	u/ha		
Zona Agro-Ecológica Homogénea "De Campo".											
Género: <u>Pinus.</u>											
Perfil de tareas: Mixto manual-mecánico-herbicida.											
SUBTOTALES:			3,95	Jorn/ha		1,2	hs trac/ha				
1º año:			2,70	Jorn/ha	68%	1,2	hs trac/ha				
Primavera:											
1.- Aplicación de herbicida en cobertura total:	1	2	1,2		Pulveriz. mochila eléctrica	9,6		Glifosato granulado	1,5	kg/ha	
					Tract.60cv+acopl.tanque>1000l	1,2	hs/ha	Coadyuvante silicon.	200	cc/ha	
Verano y Otoño:											
2.- Macheteada selectiva en cobertura total:	1	1	1								
3.- Control constante de hormigas:	1	2	0,5					Cebos Tóx.Hormig.Granul.	0,5	kg/ha	
2º año:			1,25	Jorn/ha	32%						
1.- Macheteada selectiva en cobertura total:	1	1	1								
2.- Control constante de hormigas:	1	2	0,25					Cebos Tóx.Hormig.Granul.	0,25	kg/ha	
Zona Agro-Ecológica Homogénea "De Campo".											
Género: <u>Eucalyptus.</u>											
Perfil de tareas: Mixto manual-mecánico-herbicida.											
SUBTOTALES (en \$/ha y %):			2,95	Jorn/ha		1,20	hs trac/ha				
1º año:			1,7	Jorn/ha	58%	1,20	hs trac/ha				
1.- Aplicación de herbicida en cobertura total:	1	2	1,2		Pulveriz. mochila eléctrica	9,6		Glifosato granulado	1,5	kg/ha	
					Tract.60cv+acopl.tanque>1000l	1,20	hs/ha	Coadyuvante silicon.	200	cc/ha	
2.- Control constante de hormigas:	1	2	0,50					Cebos Tóx.Hormig.Granul.	0,5	kg/ha	
2º año:			1,25	Jorn/ha	42%						
1.- Macheteada selectiva en cobertura total:	1	1	1								
2.- Control constante de hormigas:	1	2	0,25					Cebos Tóx.Hormig.Granul.	0,25	kg/ha	

VIII.4.- COEFICIENTES TÉCNICOS PARA PODA

PODA

TAREA \ (Unidades)	Cantidad	UNIDADES TÉCNICAS Y DESCRIPCIONES							COSTO TOTAL (\$/ha)
		MO		Conjunto de Máquinas y/o Herram.		Insumos		Otros	
		Cat	j/ha	Descripción	(hs/ha)	Descripción	Cant.	u/ha	
Situación de partida: Zona Agro-ecológica "de monte", poda selectiva de Pinus sp.									
Perfil de tareas: Limpieza y poda manual, con tijerón y escalera de aluminio o con serrucho y percha.									
SUBTOTAL 1º a 3º / 4º PODA:		7,9 / 11,7		Jorn./ha a 5 m / 7 m de altura		0 / 0 hs/ha			
1º poda a 2,0 a 2,3m de altura, +/-700 árb./ha:	1	2	2,3	Mant. y amort. herram. manuales:	24	hs de uso/ha			
2º poda									
Limpieza previa del cuadro	1	1	0,5						
2º poda a 3,5-3,7m de altura, +/-450 árb./ha:	1	2	2,1	Mant. y amort. herram. manuales:	20	hs de uso/ha			
3º poda									
Limpieza previa del cuadro	1	1	1,0						
3º poda a 4,8-5,5m de altura, +/-350 árb./ha:	1	2	2,0	Mant. y amort. herram. manuales:	17	hs de uso/ha			
4º poda (práctica aplicada por plantadores que buscan maximizar el volumen de madera "libre de nudos")									
Limpieza previa del cuadro	1	1	1,5						
4º poda a 7,0m de altura, +/-250 árb./ha:	1	2	2,3	Mant. y amort. herram. manuales:	19	hs de uso/ha			
Perfil de tareas: Limpieza manual - mecánica y poda con tijera electrónica y escalera de aluminio (*).									
SUBTOTAL 1º a 3º / 4º PODA:		5,8 / 7,6		Jorn./ha a 5 m / 7 m de altura		0 / 34,4 hs/ha a 5 m de altura y 1,8 / 45,2 hs/ha a 7 m de altura			
1º poda a 2,0-2,3m de altura, +/-700 árb./ha:	1	2	1,84	E.el., mant. y amort. tij. electrónica:	14,9	hs de uso/ha			
2º poda									
Limpieza previa del cuadro		1	0,5						
2º poda a 3,5-3,7m de altura, +/-450 árb./ha:	1	2	1,32	E.el., mant. y amort. tij. electrónica:	10,5	hs de uso/ha			
3º poda									
Limpieza previa del cuadro		1	1,0						
3º poda a 4,8-5,5m de altura, +/-350 árb./ha:	1	2	1,13	E.el., mant. y amort. tij. electrónica:	9	hs de uso/ha			
4º poda (práctica aplicada por plantadores que buscan maximizar el volumen de madera "libre de nudos")									
Limpieza previa del cuadro		1	0,7	Pasar goma, tractor 4x2 50-60cv	1,8	hs/ha			
4º poda a 7,0m de altura, +/-250 árb./ha:	1	2	1,1	E.el., mant. y amort. tij. electrónica:	9	hs de uso/ha			

(*) Ver NOTA IMPORTANTE en la siguiente página.

TAREA \ (Unidades)	Cantidad	UNIDADES TÉCNICAS Y DESCRIPCIONES							COSTO TOTAL (\$/ha)	
		MO		Conjunto de Máquinas y/o Herram.		Insumos				Otros
		Cat	j/ha	Descripción	(hs/ha)	Descripción	Cant.	u/ha		
Situación de partida: Zona Agro-ecológica "de monte", poda total de Pinus sp.										
Perfil de tareas: Limpieza y poda manual, poda con tijerón y escalera de aluminio o con serrucho y percha.										
SUBTOTAL 1º a 3º / 4º PODA:		13,1/18,6		Jorn./ha a 5 m / 7 m de altura		0 / 0 hs/ha				
1º poda a 2,0 a 2,3m de altura, +/-1.200 árb./ha:	1	2	3,1	Mant. y amort. herram. manuales:	28	hs de uso/ha				
2º poda										
Limpieza previa del cuadro		1	1,0							
2º poda a 3,5-3,7m de altura, +/-1.200 árb./ha:	1	2	4,0	Mant. y amort. herram. manuales:	22	hs de uso/ha				
3º poda										
Limpieza previa del cuadro		1	1,5							
3º poda a 4,8-5,5m de altura, +/-700 árb./ha:	1	2	3,5	Mant. y amort. herram. manuales:	21	hs de uso/ha				
4º poda (práctica aplicada por plantadores que buscan maximizar el volumen de madera "libre de nudos")										
Limpieza previa del cuadro		1	2							
4º poda a 7,0m de altura, +/-450 árb./ha:	1	2	3,5	Mant. y amort. herram. manuales:	21	hs de uso/ha				
Perfil de tareas: Limpieza manual - mecánica y poda con tijera electrónica y escalera de aluminio (*).										
SUBTOTAL 1º a 3º / 4º PODA:		8,2/10,7		Jorn./ha a 5 m / 7 m de altura		3,4 / 57,4 hs/ha a 5 m de altura y 5,1 / 73,1 hs/ha a 7 m de altura				
1º poda a 2,0-2,3m de altura, +/-1.200 árb./ha:	1	2	2,5	E.el., mant. y amort. tij. electrónica:	20	hs de uso/ha				
2º poda										
Limpieza previa del cuadro		1	0,7	Pasar goma, tractor 4x2 50-70cv	1,7	hs/ha				
2º poda a 3,5-3,7m de altura, +/-1.200 árb./ha:	1	2	2,4	E.el., mant. y amort. tij. electrónica:	19	hs de uso/ha				
3º poda										
Limpieza previa del cuadro		1	0,7	Pasar goma, tractor 4x2 50-70cv	1,7	hs/ha				
3º poda a 4,8-5,5m de altura, +/-700 árb./ha:	1	2	1,9	E.el., mant. y amort. tij. electrónica:	15	hs de uso/ha				
4º poda (práctica aplicada por plantadores que buscan maximizar el volumen de madera "libre de nudos")										
Limpieza previa del cuadro		1	0,7	Pasar goma, tractor 4x2 50-70cv	1,7	hs/ha				
4º poda a 7,0m de altura, +/-450 árb./ha:	1	2	1,8	E.el., mant. y amort. tij. electrónica:	14	hs de uso/ha				

NOTA IMPORTANTE: (*) La operación eficiente y económica de las tijeras electrónicas exige: **a)** capacitar al personal en su operación y mantenimiento además de técnicas de poda; **b)** disponer de un servicio técnico, sea en la propia cuadrilla de trabajo, sea a corta distancia del lugar de operación y **c)** disponer de una fuente de energía eléctrica *in situ* (de la red, grupo electrógeno, otros). Consecuentemente, su operación puede ser económicamente factible solo en el caso de equipos de trabajo grandes muy bien organizadas y disponibilidad de servicio técnico y energía eléctrica muy cerca del lugar de trabajo.

ANEXO 1

DETALLE DE LA INFORMACIÓN UTILIZADA PARA VERIFICAR LA CONGRUENCIA DE LOS COSTOS CALCULADOS CON LOS COSTOS UTILIZADOS EN LA REALIDAD

Para ello se ha tenido en cuenta la siguiente información:

➤ **Costo de la Mano de Obra:** Se han tomado los precios del Estatuto del Peón Rural Adicionalmente, se clasificaron los trabajos en función de la especialización requerida, adoptándose los siguientes supuestos:

+ **Peón con escasa capacitación (categoría 1):** Menos de un año de antigüedad en la empresa.

+ **Peón capacitado (categoría 2):** Promedio de 1 a 4,99 años de antigüedad, o sea 3 años de antigüedad en la empresa;

+ **Motosierristas:** De 5 a 9,9 años de antigüedad, o sea 8 años de antigüedad en la empresa.

+ **Tractoristas:** De 5 a 9,9 años de antigüedad, o sea 8 años de antigüedad en la empresa.

+ **Capataces:** De 10 a 19,9 años de antigüedad (15 años) en la empresa.

➤ **Costo de las operaciones mecanizadas:** Se ha utilizado la metodología propuesta por el Ing. Rodolfo Frank para el cálculo del costo de la maquinaria agrícola, revisadas por el INTA entre 1995 y 2000 sobre un universo de más de 100 tractores en las provincias de Santa Fe, Entre Ríos y Buenos Aires. Los costos consignados incluyen erogaciones en concepto de Mano de Obra, combustible y lubricantes, mantenimiento y reparación, guarda¹, amortizaciones² e intereses³. Se han además tomado las siguientes precauciones: a) incluir en los valores a nuevo de los tractores, el costo de las defensas usualmente agregadas en los talleres de la región, el reemplazo de los neumáticos de fábrica por neumáticos reforzados de 10⁴ - 12⁵ telas o forestales⁶ que la actividad exige para trabajar en forma adecuada y tomar los coeficientes de mantenimiento y reparación⁷ logrados en una PyME de la región que opera máquinas agrícolas acondicionadas a la actividad forestal desde 1983. Se tomaron los precios de comercialización de vehículos, tractores, neumáticos forestales y construcción de defensas de las ciudades de Posadas, L. N. Alem, Eldorado y Wanda.

Existen otras metodologías de estimación de costos de maquinaria, tales el propuesto por FAO para la maquinaria forestal, que introduce en forma separada la

¹ Garaje.

² Las amortizaciones se han calculado en base a una vida útil de 12.000 hs y por hora, al asumirse un uso anual igual o superior a 800 hs anuales.

³ Se toma la tasa de interés para contratos leasing del Banco de la Nación Argentina (6% anual)

⁴ Para trenes delanteros de tractores agrícolas 4 x 4 provistas de llantas de 24 pulgadas.

⁵ Para trenes posteriores de tractores agrícolas provistas de llantas de 30 pulgadas.

⁶ Neumáticos provistos en forma estándar al adquirir maquinaria forestal, tales motoarrastradoras.

⁷ Las inversiones en defensas incrementan el valor a nuevo de tractores agrícolas en el orden del 10 al 15%. Los coeficientes utilizados son del orden de 1,5 veces a los establecidos por el Ing. Rodolfo Frank en un ambiente mas bien pampeano, aunque no exclusivamente ya que su obra incluye coeficientes aportados por operadores de máquinas forestales de la provincia de Misiones.

reposición de neumáticos⁸. En los últimos 5 años, una empresa de servicios del Alto Paraná está monitoreando el costo de operación de su maquinaria forestal a través de ellas. Se espera entonces poder contar con fórmulas propuestas por FAO validadas con coeficientes regionales en un futuro próximo.

Costo de insumos: Se efectuó un promedio aritmético de los precios informados por: **a)** casas de ventas de combustibles y lubricantes, agroquímicos e indumentaria de las ciudades de Posadas, Oberá, Montecarlo, Eldorado y Comandante Andrés Guacurarí (Andresito) y **b)** los principales viveros forestales de la región. Para los agroquímicos se tuvieron en cuenta las presentaciones minoristas tales 1 bidón de 20 litros de *glifosato*, una caja de 12 kilogramos de *round - up* granulado, una bolsa de 30 kg de hormiguicida “suelto” (no fraccionado en paquetes de medio kilogramo).

⁸ Elemento caro que es sometido a grandes esfuerzos en condiciones exigentes en el ambiente forestal.

ANÁLISIS SOBRE LA EVOLUCIÓN Y ESTRUCTURA DE LOS COSTOS DE PLANTACIONES FORESTALES DE MISIONES

OBSERVATIONS ON THE EVOLUTION AND STRUCTURE OF MAN MADE TREE PLANTATIONS COSTS IN MISIONES

Luis Colcombet¹

¹ INTA, EEA Montecarlo, Av. Libertador 2472, (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina.
lcolcombet@montecarlo.inta.gov.ar

SUMMARY

The evolution, between 2001 and 2007, of direct forestation costs and the fossil fuels and “sanitary agents” requirements, according to three technological working profiles. Was identified: a) 19% to 28% cheaper direct costs for the “mechanical and herbicide intensive” working profiles respectively. b) Reductions of 23% and 63% of man power requirements and increases of 160% and 220% of qualified man power for the same working profiles respectively. c) 7% to 22% increases of the proportion of man power costs combined with -10% to +10% variations inside the analyzed period. d) Fossil fuel requirements 9,8 times heir for the “mechanical intensive” working profile. e) “Sanitary agents” requirements 1,5-1,9 times heir for the “herbicide intensive” working profile.

Key words: Forestations planting costs, structures, variation

RESUMEN

Se analizó la evolución de los costos directos para lograr plantaciones podadas en Misiones y sus requerimientos de combustibles fósiles y agentes sanitarios entre 2001 y 2007 de tres perfiles tecnológicos de tareas. Se identificaron: a) Diferencias del 19% al 28% a favor de los sujetos IVA RI respecto de los “monotributistas”. b) Reducción del empleo de mano de obra de 23% y 63% e incrementos del 160% y 220% de la capacitada en los perfiles de tareas “mecánico y herbicida intensivos” respectivamente. c) Incrementos en la participación en los costos de la mano de obra del 7% al 22%, con variaciones desde -10% hasta +10% dentro del período analizado. d) Requerimientos 9,8 veces superiores de combustibles fósiles para el perfil de tareas “mecánico intensivo”. e) Requerimientos 1,5-1,9 veces superiores de “agentes sanitarios” para el perfil de tareas “herbicida intensivo”.

Palabras clave: Costos plantaciones forestales, estructuras, variaciones

INTRODUCCIÓN

Una de las características de la República Argentina es la tendencia a aplicar, en forma alternada, legislación fiscal que responde a visiones encontradas respecto de la administración de la materia. Algunos de los resultados, a escala territorial, son la aplicación simultánea de diversos patrones tecnológicos para lograr un mismo objetivo y su dinámica temporal. Los perfiles tecnológicos de las tareas aplicadas por diversos estamentos del sector productivo para lograr y podar plantaciones forestales de los géneros *Pinus*, *Eucalyptus* y *Araucaria* en la provincia de Misiones, no escapan a la regla. Un análisis de la estructura de los costos incurridos, permite detectar algunos factores que contribuyen a explicar los motivos por los cuáles diversos actores adoptan tal o cuál perfil tecnológico. Además, ella permite identificar

factores que impactan sobre la sustentabilidad de corto y largo plazo de los perfiles tecnológicos identificados, que pocas veces son expresamente explicitados regularmente.

OBJETIVOS

Los objetivos del presente trabajo son:

- ⊗ Identificar y cuantificar grupos de factores que impactan sobre los costos (medidos en función del corto plazo) y la sustentabilidad de los perfiles tecnológicos aplicados.
- ⊗ Identificar variaciones de costos de plantaciones forestales en función del tiempo, en el período 2001-2007.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se decidió efectuar los análisis en base a los insumos y/o servicios necesarios para lograr y podar una plantación forestal consignados en el trabajo “COEFICIENTES TÉCNICOS PARA LOGRAR PLANTACIONES Y PODAS FORESTALES EN MISIONES Y NORESTE DE CORRIENTES”. En tal sentido, se analizó:

- ❖ La calificación (“calificada”/“no calificada”) y cantidad (*jornales/ha*) del esfuerzo humano involucrado.
- ❖ El tipo (descripción somera) y cantidad (*horas/ha*) de máquinas y herramientas necesarios y
- ❖ El tipo (material de multiplicación, hormiguicidas y herbicidas) y cantidades (*unidades/ha*) de insumos, utilizados para lograr el objetivo buscado.
- ❖ La variación en el tiempo de los costos incurridos, aplicando el criterio de “corto plazo” convencionalmente aplicado por la mayoría de los actores públicos y privados de la región. Para esto último, se estimó los precios de los insumos y costos del esfuerzo humano

A los fines de este trabajo, se ha recurrido a entender que el esfuerzo humano involucrado considerado como “calificado” es aquel para el cuál se deben desarrollar habilidades que requieren de capacitaciones en servicio o formales específicas, mientras que las “no calificadas” se refieren a tareas convencionales, tales carpidas y macheteadas. Para cuantificar su precio, se ha aplicado para cada momento, los valores consignados por el Estatuto del Peón Rural de la República Argentina, con todas sus cargas sociales y empresarias, incluido la liquidación de sueldos y jornales, aspectos legales, transporte, alimentación y alojamiento al lugar de trabajo y carga proporcional del responsable de campo, si lo hubiere.

En el mismo sentido, se entendió también que cuando se expresa esquemáticamente, por ejemplo “*Tract.+/-60cv+rastra excén.*” la tarea descripta requiere del empleo de un tractor agrícola simple tracción, con todas las defensas forestales comúnmente agregados en los talleres de la región por sus operadores, con una potencia nominal DIN del orden de los 60 caballos de fuerza al cual se acoplado una rastra excéntrica de casquetes; una “*Motosierra mediana*” aquellas máquinas definidas como tales en los catálogos de los fabricantes líderes mundiales de motosierras (aproximadamente 60-70 cc), y así sucesivamente. Para el cálculo de sus costos de operación, se aplicó la metodología básica propuesto por Rodolfo Frank en “Cálculo del costo de la maquinaria agrícola”, ajustando los coeficientes de trabajo al entorno local y tomando los precios a nuevo de las máquinas y herramientas y de los combustibles y lubricantes, el promedio aritmético de los datos logrados en las principales concesionarios y abastecedores de combustible de las ciudades de Posadas, L. N. Alem, Oberá, Montecarlo, Eldorado y Almirante Brown, en los distintos períodos analizados.

Respecto a los hormiguicidas, se ha referido a sus presentaciones comerciales más frecuentemente utilizados (polvos, cebos granulados y líquidos). Respecto a los valores utilizados, se han utilizado los promedios aritméticos de los precios consignados por las

principales agropecuarias, en sus presentaciones para Micro y Pequeñas Empresas (por ejemplo, caja de 12 o 15 kg o bidón de 20 litros de glifosato), de las ciudades de Posadas, Oberá, Montecarlo-Eldorado y Almirante Brown y de los principales viveros forestales de la región, ubicados en las localidades de Cerro Moreno, Capioví, Eldorado y Esperanza.

RESULTADOS

Análisis de la aparición cronológica de los perfiles de tareas para lograr plantaciones forestales podadas en Misiones

En las últimas décadas, a escala mundial, se ha tendido a buscar ofrecer masivamente al mercado productos más económicos que los existentes. Paralelamente, para que su producción sea competitiva, existió una marcada tendencia a tratarlos como *commodities* que deben lograrse al menor costo posible. En tal sentido, en las décadas del 60, 70 y 80, fue evolucionando un nuevo perfil de tareas que aquí denominamos “mecánico intensivo”, donde se buscaba que las máquinas facilitasen y/o disminuyesen el esfuerzo humano. Hacia fines de la década del 80 y los 90, se persiguió tanto la disminución de costos (desde la lógica de corto plazo) como la simplificación de tareas, se delinea claramente el perfil de tareas “herbicida intensivo”. En la última década, temporalmente se observa la aplicación de los tres perfiles tecnológicos de tareas.

Esfuerzos humanos

Tabla 1: Esfuerzo humano requerido para lograr una plantación de pino realizada sobre una tala rasa de la primavera-verano inmediato anterior al otoño-invierno de plantación.

Perfil tecnológico predominante:	Manual	Mecánico	Herbicida
Subtotal esfuerzo humano a plantación lograda (<i>jornales/ha</i>):	36,8	26,3	8,5
<i>Jornales ahorrados respecto al perfil “manual”:</i>		10,5 (28%)	28,3 (77%)
Esfuerzo humano requerido para 3 podas (1 total, 2 selectivas), utilizando herramientas manuales (<i>jornales/ha</i>):	8,3	8,3	8,3
<i>Proporción adicional de esfuerzo humano que requiere la poda:</i>	23%	32%	98%
Total esfuerzo humano con 3 podas (<i>jornales/ha</i>):	45,1	34,7	16,8
<i>Jornales ahorrados respecto al perfil “manual” (jorn./ha y %):</i>		10,5 (23%)	28,3 (63%)

Del análisis de la tabla 1, tomando como referencia histórica el perfil tecnológico “manual intensivo”, se deduce que los perfiles tecnológicos “mecánico intensivo” y “herbicida intensivo” implican una disminución del esfuerzo humano del 28% y 77% respectivamente. Esta disminución es ligeramente inferior si se toma el ciclo completo de implantación hasta plantación podada (-23% y -63% respectivamente). Respecto a la poda, si bien existe un perfil tecnológico en el cual se utilizan tijeras manuales accionados electrónicamente, con el cuál es factible invertir 6,3 *jorn/ha* (-26% respecto al perfil “manual”), más de las 9/10 partes del trabajo aún sigue implementándose un perfil tecnológico manual con tijerones o serruchos, independientemente del perfil tecnológico utilizado para las demás tareas, por lo que se considera que el nivel de empleo es aún idéntico para los tres perfiles tecnológicos descriptos.

Tabla 2: Esfuerzo realizado con personal “capacitado” y con capacitación corriente (“no capacitado”) en función de los perfiles tecnológicos de las tareas implementadas.

Perfil tecnológico de tareas:	"No capacitado"	"Capacitado"
Preparación de terreno, plantación y tareas culturales		
"Manual intensivo":	90%	10%
"Mecánico intensivo":	74%	26%
"Herbicida intensivo"	68%	32%
Poda		
"Manual intensivo":	15%	85%
"Con tijeras electrónicas":	20%	80%

Del análisis de la tabla 2, surge que a medida que se pasa de un perfil tecnológico de tareas “manual intensivo” a uno “mecánico intensivo” y “herbicida intensivo”, la proporción de personas capacitadas se incrementa sensiblemente del 10% al 26% y 32% respectivamente. Ello implica, en forma relativa, incrementar la proporción de personal capacitado involucrado en un 170% y 210% respectivamente. Si lo analizamos desde el punto de vista del número absoluto de jornales requerido, el perfil “mecánico intensivo” requiere 80% más de personal capacitado (6,8 *jorn/ha* versus 3,8 *jorn/ha*) y el perfil “herbicida intensivo” una disminución absoluta de de 1 *jorn/ha* (-28%, 2,8 *jorn/ha* versus 3,8 *jorn/ha*), por lo que este último perfil tecnológico de tareas es cuantitativamente menos exigente en personal, a pesar de que cualitativamente, más de 1/3 parte de ellos debe ser capacitado.

Respecto a la poda, el empleo de tijeras accionadas electrónicamente implica una reducción del empleo humano en un 26% con respecto a aquellos que recurren al empleo de tijerones de accionamiento manual. No obstante, este perfil es aún solo difundido por algunos operadores, que han resuelto los aspectos ligados a la adquisición de las herramientas, la recarga de las baterías y el servicio técnico de mantenimiento de las herramientas.

Necesidades energéticas (Combustibles y lubricantes)

Del análisis de la tabla 3 surge que el perfil tecnológico de tareas “mecánico intensivo” es el más exigente en máquinas y herramientas (11,6 *hs/ha*), seguido del perfil tecnológico “herbicida intensivo (9,3 *hs/ha*) y por último del perfil “manual intensivo” (3,0 *hs/ha*). El perfil “mecánico intensivo” es también la modalidad de trabajo que más tractores y sus respectivos aperos exige, 74%. El 97% de los requerimientos mecánicos del perfil “herbicida intensivo” se distribuye entre las motosierras (32%) y los aplicadores manuales de herbicidas (65%) restando apenas un 3% en tractores y aperos.

Tabla 3: Requerimientos de herramientas, máquinas, combustibles y lubricantes de los tres perfiles tecnológicos de tareas analizados

Perfil tecnológico predominante:	Manual	Mecánico	Herbicida
Requerimientos de herramientas (%/total <i>hs/ha</i>):	100%	26%	97%
Requerimientos de Tractores y aperos (%/total <i>hs/ha</i>):	0%	74%	3%
Requerimientos totales de máquinas y herramientas (<i>hs/ha</i>):	3,0	11,6	9,3
Requerimientos de combustibles y lubricantes (<i>l/ha</i>):	6,9	74,6	9,3

Existe una correlación entre los requerimientos de máquinas y Herramientas y el consumo de combustibles y lubricantes. El perfil tecnológico “mecánico intensivo”, exigente en el uso de tractores y aperos, requiere 9,8 y 1,3 veces más combustible que los perfiles

tecnológicos “manual y herbicida intensivos” respectivamente. El consumo de 6,9 *l/ha* del perfil tecnológico “manual intensivo” se destina al funcionamiento de los motores de dos tiempos de las motosierras y la lubricación de las cadenas sobre las “espadas de motosierra”. La diferencia entre la anterior cantidad y los consumos totales de los perfiles tecnológicos “mecánico y herbicida intensivos” se destina al gasoil (diesel) y lubricantes requeridos para el accionamiento de los tractores y sus aperos.

Agentes sanitarios

Tabla 4: Empleo de agentes sanitarios (hormiguicidas y herbicidas) de acuerdo al perfil tecnológico utilizado para las tareas

Perfil tecnológico predominante:	Manual	Mecánico	Herbicida
Hormiguicidas (kg de polvos y cebos granulados formulados / ha):	3,0	2,5	2,5
Herbicidas (kg de productos formulados / ha):	0,0	0,0	2,1
Empleo total de Agentes Sanitarios (suma de los anteriores):	3,0	2,5	4,6

Del análisis de la tabla surge que los actores de los perfiles “mecánico y herbicida intensivos” logran un uso más eficiente de los hormiguicidas. Ello puede explicarse por la combinación de los factores parcelas chicas (mayor probabilidad de reinfestación desde las áreas adyacentes al predio plantado sin control de hormigas) y menos capacitación en el uso de los plaguicidas por parte de un gran número de los actores que seleccionan el perfil tecnológico “manual intensivo”. Los actores que implementan el perfil tecnológico de tareas “herbicida intensivo” sustituyen tareas manuales y mecánicas de los perfiles tecnológicos “manual y mecánico intensivos” por el empleo de agentes químicos que inhiben el crecimiento del material vegetal considerado perjudicial para el cultivo forestal que se busca implantar. El valor de 2,1 *kg/ha* se refiere a la cantidad de formulados granulados utilizados por unidad de superficie.

Influencia en los costos directos de plantación, del tipo de registración ante las autoridades impositivas y de la seguridad social

Del análisis de la tabla 5, surge que las unidades unifamiliares legalmente inscriptas ante los sistemas impositivos y de seguridad social incurren en costos directos de plantación superiores a los sujetos Impuesto al Valor Agregado (IVA) Responsables Inscriptos (RI) que manejan unidades de trabajo del orden de 24 personas. Esta es del orden del 16%-19% para aquellos que aplican los perfiles tecnológicos “manual y mecánico intensivos” y alcanza el 28% para aquellas unidades que aplican el perfil tecnológico “herbicida intensivo”. Un análisis de detalle de los costos permite identificar el IVA como responsable de la diferencia, ya que las simulaciones realizadas para las comparaciones asumen que las empresas IVA RI prorratan el costo de una Capataz entre 24 operarios y que los sujetos unifamiliares legalmente inscriptos efectúan la mayoría de las tareas por cuenta propia.

Por otro lado, aquellos sujetos no inscriptos en los sistemas impositivos y de seguridad social registran disminuciones aparentes de costos que varían entre el 7% y el 50%. Las menores economías aparentes se verifican en la medida que aumenta el componente de insumos a adquirir (perfil “herbicida intensivo”, -7% sin poda) y aumenta en la medida que la proporción en los costos del factor humano se incrementa (perfil de tareas de preparación de terreno, plantación y cuidados culturales “manual intensivo”, -35%/-38% sin/con poda respectivamente y podas manuales, -50%).

Tabla 5: Diferencia de los costos directos para lograr una plantación podada de sujetos Monotributistas y no registrados respecto de los sujetos IVA RI

Situación Fiscal y Seguridad Social	Sujeto	
	"Monotributista"	"Mercado Paralelo"
COSTO DIRECTO A PLANTACIÓN LOGRADA		
Perfil "Manual intensivo":	18%	-35%
Perfil "Mecánico Intensivo":	16%	-15%
Perfil "Herbicida Intensivo":	28%	-7%
COSTO DIRECTO PODA	28%	-50%
COSTO DIRECTO TOTAL A PLANTACIÓN PODADA		
Perfil "Manual intensivo":	19%	-38%
Perfil "Mecánico Intensivo":	18%	-21%
Perfil "Herbicida Intensivo":	28%	-18%

Comparación de costos directos totales y de su composición en función del perfil tecnológico predominante

El cálculo de lo que en este trabajo se define como "costo directo total", se ha tenido en cuenta todas las erogaciones directamente involucradas con la actividad, sin tener en cuenta ni las ganancias empresarias ni las implicancias sociales y ambientales relacionados con los conceptos de sustentabilidad. Ello se debió a la dificultad de valorarlos satisfactoriamente en un formato plenamente reconocido por las partes de interés relacionadas a la actividad. Una forma de paliar parcialmente esta limitante, fue exponer por separado los esfuerzos humanos y los requerimientos energéticos y de agentes sanitarios involucrados en los procesos para lograr plantaciones forestales podadas en la provincia de Misiones. Teniendo en cuenta las restricciones antes mencionadas, a mediados de 2007, se calculó que los costos directos totales de los perfiles tecnológicos "mecánico y herbicida intensivos" fueron 6% y 41% menores a aquellos del perfil "manual intensivo".

Tabla 6: Costo relativo directo total y participación en el de los componentes humanos, mecánicos, materiales de multiplicación y agentes sanitarios a mediados de 2007

Perfil tecnológico:	"Manual Intensivo"	"Mecanizado Intensivo"	"Herbicida Intensivo"
Costo relativo al perfil "manual":	100%	94%	59%
Esfuerzo humano:	86%	58%	55%
Máquinas y Herramientas:	3%	29%	10%
Plantines:	10%	12%	20%
Agentes Sanitarios:	1%	1%	15%

Respecto de la participación de los distintos rubros, el factor humano incidía en un 86% en el perfil tecnológico de tareas "manual intensivo", descendiendo esta proporción al 58% y 55% en los perfiles tecnológicos "mecánico y herbicida intensivos" respectivamente. La participación del costo de los plantines en el costo directo total tuvo una tendencia inversa, 10%, 12% y 20% en los perfiles "manual, mecánico y herbicida intensivos" respectivamente. La incidencia del componente mecánico, del 29% en el perfil "mecánico intensivo", fue 2,9 y 9,0 veces mayor que en los perfiles "herbicida y manual intensivos" respectivamente. Esto guarda una correlación positiva con las horas de uso y requerimientos de combustibles y lubricantes de los perfiles de referencia (ver IV.3.- *Necesidades energéticas*). La participación

en los costos de los agentes sanitarios fue del 1% en los perfiles “manual y mecánicos intensivos” y del 15% en el “herbicida intensivo”. Se explica la diferencia tanto en el costo de los herbicidas en sí, como en el menor costo directo total.

Evolución del costo total en el período 2001 – 2007 de su composición

Del análisis de los gráficos 1 surge que para los tres perfiles tecnológicos analizados, en dólares estadounidenses, entre 2002 y 2007, se ha perdido del orden del 70% de la disminución relativa del 59% de los costos directos lograda por la devaluación del año 2002. En ese mismo período, el incremento de costos directos, medida en pesos constantes, superó en el orden del 9% al 12% la inflación informada por los principales consultores económicos del país. Además, en 2007, los tres perfiles de tareas tienden a converger hacia una situación relativa comparable.

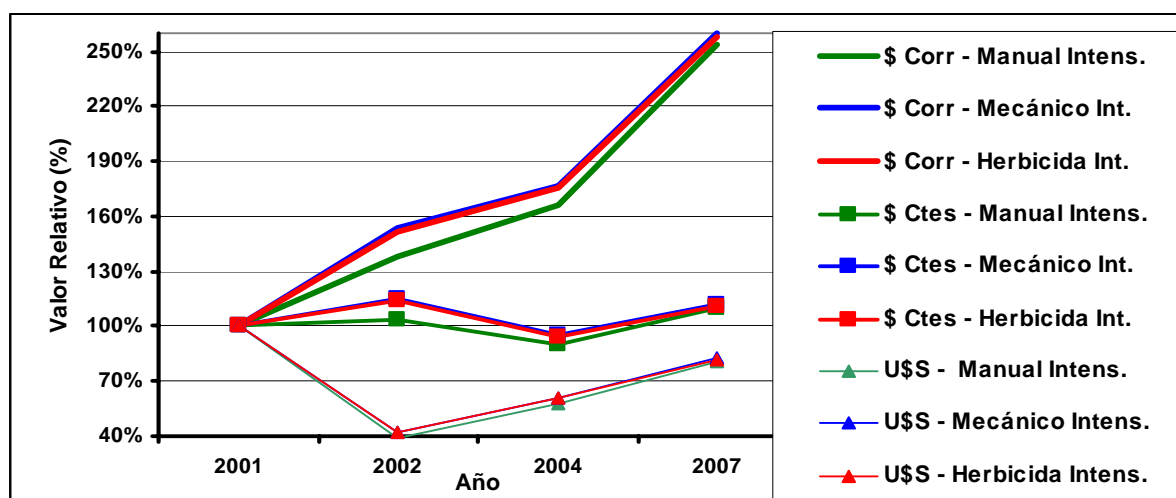


Gráfico 1: Evolución relativa de los costos directos de plantación y poda en pesos corrientes y constantes y dólares estadounidenses corrientes.

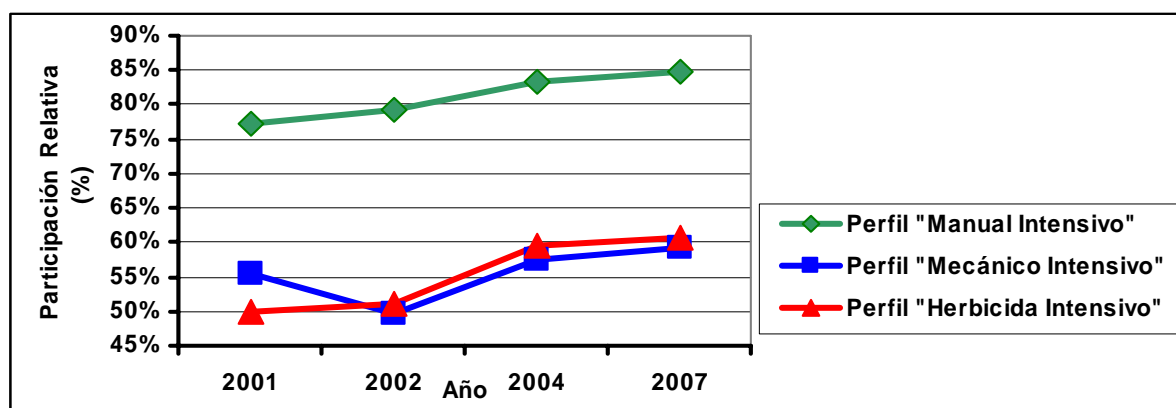


Gráfico 2: Evolución de la participación relativa del costo de la mano de obra en los costos directos de plantación y poda

La interpretación del gráfico 2 indica que la participación relativa del costo de la mano de obra se incrementó en 7%, 10% y 22% en los perfiles tecnológicos “mecánico, manual y herbicida intensivos” respectivamente. El único caso en que esta tendencia general no se verifica, fue la disminución relativa de la participación de la mano de obra del 10% en el perfil de tareas “mecánico intensivo” en el año 2002.

Tomando como referencia el costo total relativo del perfil tecnológico de tareas “manual intensivo” en 2001 (valor 100%), se observa que los tres perfiles analizados alcanzan posiciones relativas más altas en 2002 y 2007. No obstante, si bien existe una tendencia análoga de variación entre períodos para los perfiles tecnológicos “mecánico y herbicida intensivos”, se observa que en el período 2002-2004, una tendencia 10% “a la baja” y en el período 2004-2007 10% “en alza” para el perfil tecnológico “manual intensivo”.

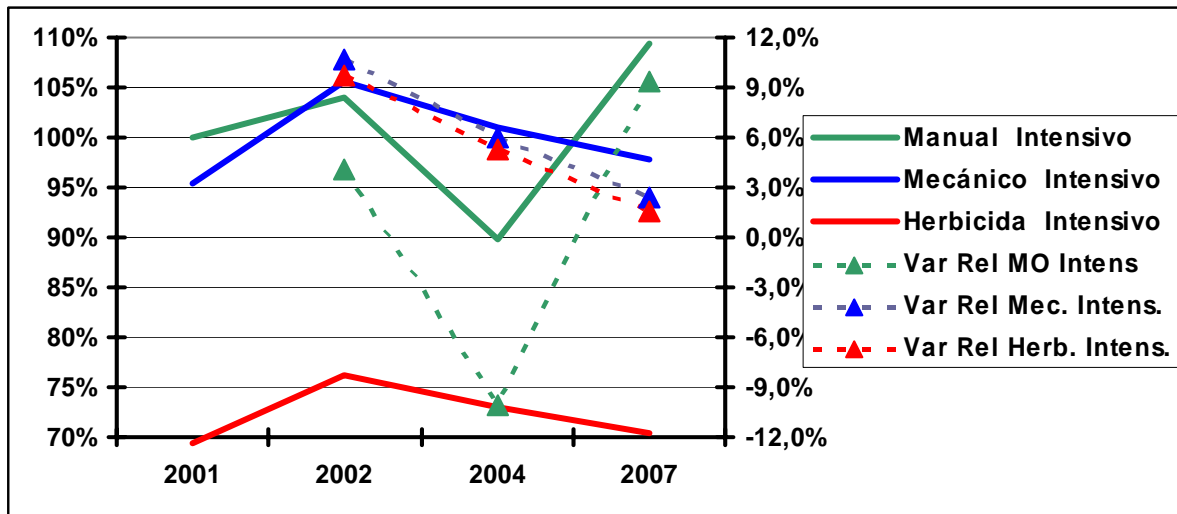


Gráfico 3: Evolución, a moneda constante, de los costos directos totales relativos de plantación y poda, tomando por referencia el perfil “mano de obra intensivo” en 2001

CONCLUSIONES

En 2007, analizando los costos directos de forestación sin incorporar los efectos sobre la sustentabilidad, se determinó que los perfiles de tareas “mecánico y herbicida intensivos” son 6% y 41% más económicos que el perfil “tradicional” “manual intensivo”. Los mismos el empleo de -23% y -63% de mano de obra respectivamente. Esta disminución se concentra en las etapas de preparación de suelo y cuidados culturales. Al mismo tiempo, los requerimientos de combustibles líquidos fósiles de los perfiles “mecánico y herbicida intensivos” son 9,8 y 1,3 veces mayores respectivamente, y el perfil de tareas “herbicida intensivo” requiere la incorporación de herbicidas, lo que incrementa el uso de los púdicamente denominados “agentes sanitarios” entre 53% y 86%. Entre 2001 y 2007, la participación de la mano de obra en los costos directos de corto plazo calculados se ha incrementado desde un 7% en el perfil “mecánico intensivo” hasta un 22% en el perfil “herbicida intensivo”. Esta variable ha también soportado variaciones desde -10% y hasta +10% dentro del período de análisis. Respecto de los actores IVA RI, los actores “Monotributistas” registran incrementos de costos del 19% al 28%.

BIBLIOGRAFÍA

Índices de precios minoristas y mayoristas oficiales del INDEC (hasta Dic./2006) e informados por los diarios “Ámbito financiero” y “El Cronista Comercial” (desde En./2007).

RESULTADOS INICIALES DE UN ENSAYO DE ACACIA NEGRA *Acacia mearnsii* de Wild EN LA PROVINCIA DE MISIONES, ARGENTINA

Miguel A. Correa ¹
Roque R. Toloza ²
Luis Pereyra ³
Fidelina Silva ⁴
Ramón A. Friedl ⁵

¹ INTA AER Puerto Rico, Av. 9 de Julio 2667 (3334) Puerto Rico, Misiones, Argentina. mcorrea@prico.com.ar

² INTA AER Puerto Rico, Av. 9 de Julio 2667 (3334) Puerto Rico, Misiones, Argentina. rtozoa@prico.com.ar

³ INTA Centro Regional, Ruta Nac. 12 Km 7,5 Villa Lanús (3300) Posadas, Misiones, Argentina. intacrmnes@cys.net.ar

⁴ Facultad de Ciencias Forestales, Bertoni 124 (3380) Eldorado, Misiones. fidelina@facfor.unam.edu.ar

⁵ Facultad de Ciencias Forestales, Bertoni 124 (3380) Eldorado, Misiones. afriedl@facfor.unam.edu.ar

SUMMARY

This study evaluate *Acacia mearnsii* growing variables by means of density essay placed in San Ignacio Department of Misiones Province. The geographical location is 26° 42' 13" de S and 54° 53' 33" W. Was adopted a randomized completely blocks design with five treatments and four repetitions defined by spacing between plants of 3m x 3m, 3m x 2m, 3m x 1,5m, 3m x 1m, 3m x 0,75m. Experimental plots have an area of 900 m². The results show a significant effect of spacing between plants over average diameter, the percentage of forked plant and the tannin production. No significant effects were observed in survival percentage, still plants percentage, wood production with out bark and bark production. Given that to estimate variable productions were employed functions adjusted in Brazil Country, is suggested that is necessary to validate this and to develop locals function.

Key words: *Acacia mearnsii*, density, tannin production

RESUMEN

El estudio evalúa variables de crecimiento de *Acacia mearnsii* de Wild a través de un ensayo de densidad localizado en el Departamento San Ignacio, Colonia Montes del Ñacanguazú, Municipio de Colonia Polana, lote B fracción del Lote A 2, Provincia de Misiones. La localización geográfica corresponde a 26° 42' 13" de Lat. S y 54° 53' 33" Long. O. El diseño adoptado fue el de bloques completos al azar con 4 repeticiones y las distancias de plantación estudiadas fueron: 3m x 3m, 3m x 2m, 3m x 1,5m, 3m x 1m, 3m x 0,75m. Las unidades experimentales fueron parcelas de 900 m². Los resultados indican un efecto significativo de la distancia de plantación sobre el diámetro medio, el porcentaje de plantas bifurcadas y la producción de tanino (tn/ha). No se observaron efectos significativos sobre el porcentaje de sobrevivencia, porcentaje de plantas enfermas, producción de madera sin corteza (m³/ha) y producción de corteza (tn/ha). Dado que para estimar las variables de producción se utilizaron funciones ajustadas en el Brasil, se sugiere la validación de las mismas o el desarrollo de funciones locales.

Palabras clave: *Acacia mearnsii*, densidad, producción de tanino

INTRODUCCIÓN

Existen 120 a 130 especies del género *Acacia* naturalmente en todas las regiones del mundo excepto en Europa y Antártida. La mayoría de las especies son de ciclo de vida corta entre 10 y 15 años. Las principales especies implantadas en el mundo son *Acacia mangium*, *A. saligna* y *A. mearnsii* (MARTIARENA *et al.* 2005).

La acacia negra (*A. mearnsii*) fue introducida en el Estado de Río Grande Do Sul en el año 1918 y se estima que existen en la actualidad entre 140 mil a 200 mil ha. Es una especie leguminosa de múltiples propósitos, tales como restauración de ambientes degradados, fijación de nitrógeno, producción de taninos y energía entre otros (RESENDE *et al.*, 1992). Es una leguminosa con la capacidad de fijar nitrógeno atmosférico hasta valores de 200 kg/ha/año (SILVA&DOBEREINER, 1982).

La introducción de *A. mearnsii* en Chile se inicia a partir del 2001 por parte del Instituto Forestal de Chile (Infor) con propósitos de diversificación forestal en sitios marginales.

En cuanto a la productividad de la especie oscila entre los 20 a 25 m³/ha/año (PINILLA, 2002). En Brasil una plantación de 8 años produce 200 m³/ha de madera y 16 tn/ha de corteza (HIGA *et al.*, 1998).

A partir del año 2002 se comienzan a realizar las primeras plantaciones en la provincia de Misiones, dos hectáreas en los municipios de El Alcázar y Ruiz de Montoya, a través de un Convenio de vinculación técnica entre INDUNOR SA y el INTA. Los objetivos del Convenio fueron evaluar la adaptabilidad agronómica de la especie a distintos sitios, densidades, asociación con otros cultivos, técnicas de producción de plantines en viveros, técnicas de preparación de terreno, épocas de plantación, cuidados culturales, plagas y enfermedades.

El desarrollo del cultivo de acacia negra en Misiones tiene como objetivo de la citada empresa, producir tanino a partir de la corteza, por lo que se han iniciado plantaciones comerciales propias y en terrenos de terceros a partir del año 2004, constituyendo una alternativa productiva en evaluación y destinada a pequeños y medianos productores, empresas yerbateras y tealaras de la zona.

MATERIALES Y METODOS

Zona de estudio.

El ensayo está localizado en el Departamento San Ignacio, Colonia Montes del Ñacanguazú, Municipio de Colonia Polana, lote B fracción del Lote A 2, Provincia de Misiones. La localización geográfica corresponde a 26° 42' 13" de Lat. S y 54° 53' 33" Long. O.

El clima de la provincia de Misiones se define como subtropical húmedo, con un régimen de lluvias isohigro, el promedio de lluvias anuales es de 1800 mm, la temperatura media anual es de 21 °C, siendo la amplitud térmica anual de 10,8 °C. La mayor probabilidad de ocurrencia de heladas se da entre los meses de Junio, Julio, Agosto y Septiembre (OLINUK, 2004).

El tipo de suelo presente en el ensayo, corresponde a la Unidad Cartográfica 9, la pendiente encontrada en el lugar corresponde a un valor medio del 3%. La altitud promedio es de 210 msnm.

Descripción del ensayo.

El ensayo se instala en el año 2004 en un terreno con un uso anterior de yerba mate de 500 plantas/ha y más de 20 años de edad, sobre un área con suelo compactado con evidentes signos de erosión.

La preparación de terreno consistió en un volteo a toco bajo de la yerba y luego dos pasadas cruzadas de rastra. Posteriormente se subsoló a una distancia de 3 m y una profundidad de 40 cm. Se realizó una aplicación previa de herbicida preemergente en la línea, dos controles de hormigas y posteriormente se efectuó la plantación.

Se planteó un diseño de bloques completos al azar con 5 tratamientos y 4 repeticiones. Las parcelas son de 30 m x 30 m (900m²). Los tratamientos aplicados se describen en la tabla n° 1.

Tabla n° 1: Tratamientos empleados en el ensayo de *Acacia mearnsii*.

Table n° 1: Treatments employed in *Acacia mearnsii* essay.

Tratamiento	Distancia de plantación (m x m)	Densidad inicial (plantas/ha)
1	3X3	1111
2	3X2	1667
3	3X1.5	2222
4	3X1	3333
5	3x0,75	4444

Las mediciones se realizan anualmente en el mes de diciembre, correspondiendo los datos presentados a las edades de 1, 2 y 3 años.

Variables medidas

Las variables medidas en las parcelas son las siguientes:

- Medición de la altura total de algunos individuos.
- Medición del DAP de todos los individuos a partir del 3^{er} año.
- Registro de la presencia de plantas enfermas (atacadas por gomosis).
- Registro de plantas bifurcadas.

Variables Respuestas Analizadas

En el procesamiento de los datos se calcularon como variables respuestas las siguientes:

Diámetro medio aritmético:
$$\bar{d} = \sum_i^{nfv} \frac{d_i}{nfv}$$

donde:

d_i = diámetro del i-ésimo árbol

nfv = número de fustes vivos de la parcela

Sobrevivencia:

$$Sob\% = \frac{npv}{N100}$$

donde:

npv = número de plantas vivas de la parcela (árboles/ha)

N = densidad inicial (árboles/ha)

Plantas Enfermas:

$$E\% = \frac{E}{npv} 100$$

donde:

E = Número de plantas enfermas de la parcela

npv = número de plantas vivas de la parcela

Plantas Bifurcadas:

$$B\% = \frac{Bif}{npv} 100$$

donde:

Bif = Número de plantas bifurcadas de la parcela

npv = número de plantas vivas de la parcela

Producción de Madera Comercial sin Corteza: Para el cálculo de esta variable se empleó la siguiente función, desarrollada por SCHNEIDER & OSTEN (1989) citados por Schneider et al. (2000):

$$\log V_{sc} = 0,6291 + 0,000408 ho^2 + 1,06944 \log G$$

donde:

V_{sc} = Producción de madera comercial sin corteza (m³/ha)

ho = Altura dominante (m)

G = Area basal (m²/ha)

Para la aplicación de esta fórmula se procedió a calcular previamente el área basal por parcela y la altura dominante por tratamiento.

Producción de Corteza Verde: Para el cálculo de esta variable se empleó la siguiente función, desarrollada por SCHNEIDER et al. (1991) citados por Schneider et al. (2000):

$$\log C = 3,00580 + 0,00029 ho^2 + 1,04546 \log G$$

donde:

C = Producción de madera comercial sin corteza (kg/ha)

ho = Altura dominante (m)

G = Area basal (m²/ha)

Para la aplicación de esta fórmula se procedió a calcular previamente el área basal por parcela y la altura dominante por tratamiento.

Producción de Tanino: Para el cálculo de esta variable se empleó la siguiente función, desarrollada por SCHNEIDER et al. 1999:

$$\ln PT = 3,5222278 + 1,1417977 \ln G + 0,2031873 \ln ho$$

donde:

PT = Producción de tanino (tn/ha)

G = Area basal (m²/ha)

ho = Altura dominante (m)

Para la aplicación de esta fórmula se procedió a calcular previamente el área basal por parcela y la altura dominante por tratamiento.

Análisis estadístico

Se aplicó un análisis de variancia con dos factores de variación bajo control (distancias de plantación y bloques) correspondiente al diseño de experimentos aplicado. Cuando los resultados fueron significativos se aplicó la prueba de Tukey, para evaluar las diferencias entre los tratamientos. En ambas evaluaciones se utilizó un nivel de confianza del 95%.

Descripción de la dinámica

En el caso de las variables diámetro medio y sobrevivencia en %, se realizaron los cálculos para las edades de 1,2 y 3 años, y se representaron ambas variables en función de la edad, para las diferentes densidades bajo estudio a efectos de evaluar las tendencias observadas.

RESULTADOS Y DISCUSION

Diámetro medio aritmético

Los resultados obtenidos en el análisis de variancia se presentan en el tabla n° 2

Tabla n° 2: Análisis de variancia del diámetro medio aritmético.

Table n° 2: ANOVA of mean diameter.

<i>Fuente de Variación</i>	<i>SC</i>	<i>G.L</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
Distancia de plantación	22,834	4	5,708	24,766	0,00001
Bloque	0,237	3	0,079	0,343	0,79457
Error	2,766	12	0,230		
Total	25,837	19			

El análisis de variancia realizado permite detectar una diferencia significativa entre los diámetros medios de las diferentes densidades a los 3 años de edad, sin haber existido diferencias significativas entre bloques, lo que indica que podría haberse usado un diseño más simple tal como el totalmente aleatorizado.

Tabla n° 3: Prueba de Tukey para el diámetro medio.

Table n° 3: Tukey test of mean diameter

<i>Distancia de plantación</i>	<i>Dap (cm)</i>	<i>1</i>	<i>2</i>
3 x 0,75	6,37838	****	
3 x 1	6,78124	****	
3 x 1.5	8,33627		****
3 x 2	8,57489		****
3 x 3	9,13025		****

En las pruebas de contrastes los tres tratamientos con mayor espaciamiento y menor densidad presentan los mayores diámetros y no se diferencian entre sí, mientras que en otro grupo los dos tratamientos con menor espaciamiento presentan un diámetro medio menor, pero tampoco se diferencian entre sí.

Dentro del rango de densidades estudiado, el diámetro medio manifiesta una relación directa con la distancia de plantación, a mayor distancia mayor diámetro medio.

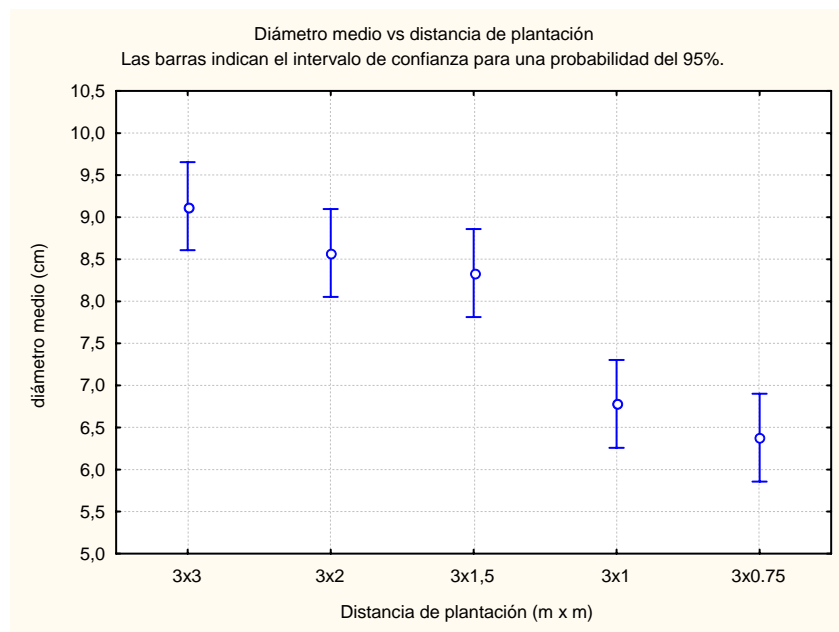


Gráfico n° 1: Diámetro medio vs distancia de plantación en ensayo *Acacia mearnsii* al tercer año de plantación, Misiones, Argentina.

Graph n° 1: Mean diameter vs distance of plantation in essay of *Acacia mearnsii* to the third year of plantation, Misiones, Argentina.

El comportamiento observado coincide con los resultados obtenidos en ensayos similares de la misma especie y de otras edades, SCHNEIDER et al. 2000.

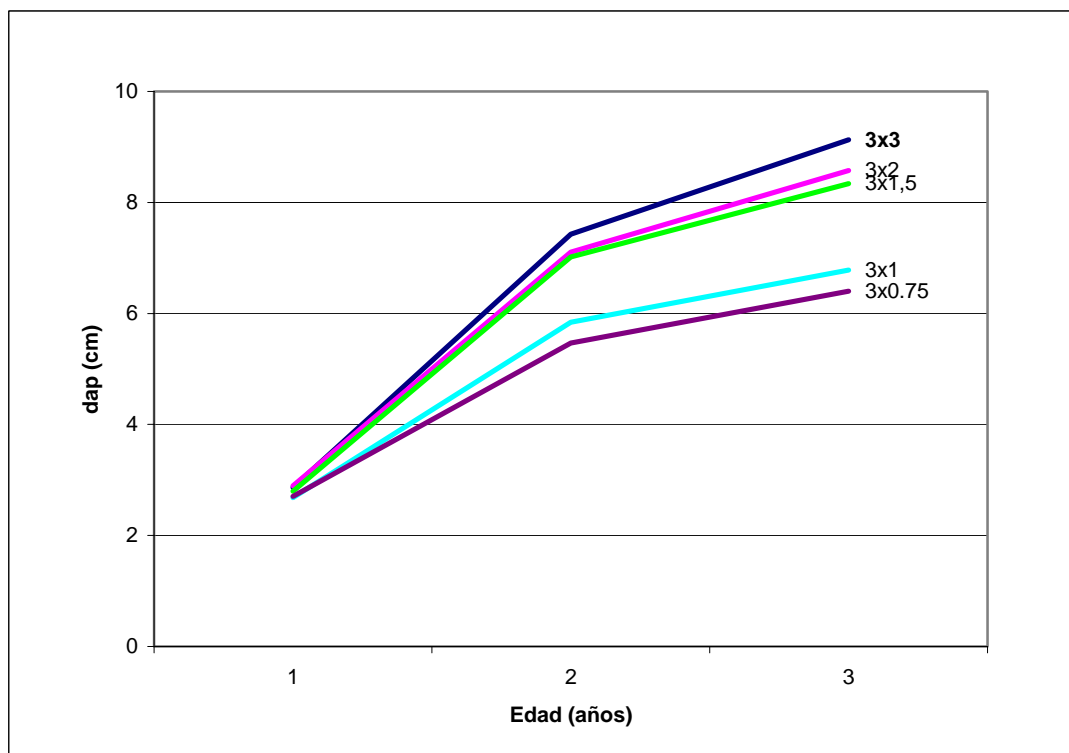


Gráfico n° 2: Evolución del diámetro medio vs edad por distancia de plantación en *Acacia mearnsii*

Graph n° 2: Evolution of mean diameter vs age for distance of plantation in *Acacia mearnsii*

En cuanto al gráfico del diámetro medio en función de la edad, para las diferentes distancias de plantación, a la obvia tendencia creciente se observa una separación cada vez mayor de las curvas, lo cual indica que las densidades más bajas van teniendo una velocidad de crecimiento mayor.

Sobrevivencia

En relación a la sobrevivencia, según lo observado en el tabla n° 4 no existen diferencias significativas entre las distancias de plantación.

Tabla n° 4: Análisis de variancia para la media de sobrevivencia por distancia de plantación.
Table n° 4: ANOVA of survival for distance of plantations.

Fuentes de variación	SC	G. L.	CM	F	p
Distancias de plantación	549,7	4	137,4	2,212	0,128980
Bloque	488,1	3	162,7	2,618	0,098937
Error	745,6	12	62,1		
Total	1783,4	19			

Sin embargo al observar el gráfico n° 3 de tendencias de las sobrevivencias en función de la edad, se observa que aquellas son mayores en las distancias de plantación mayores, guardando una relación inversa con las distancias de plantación.

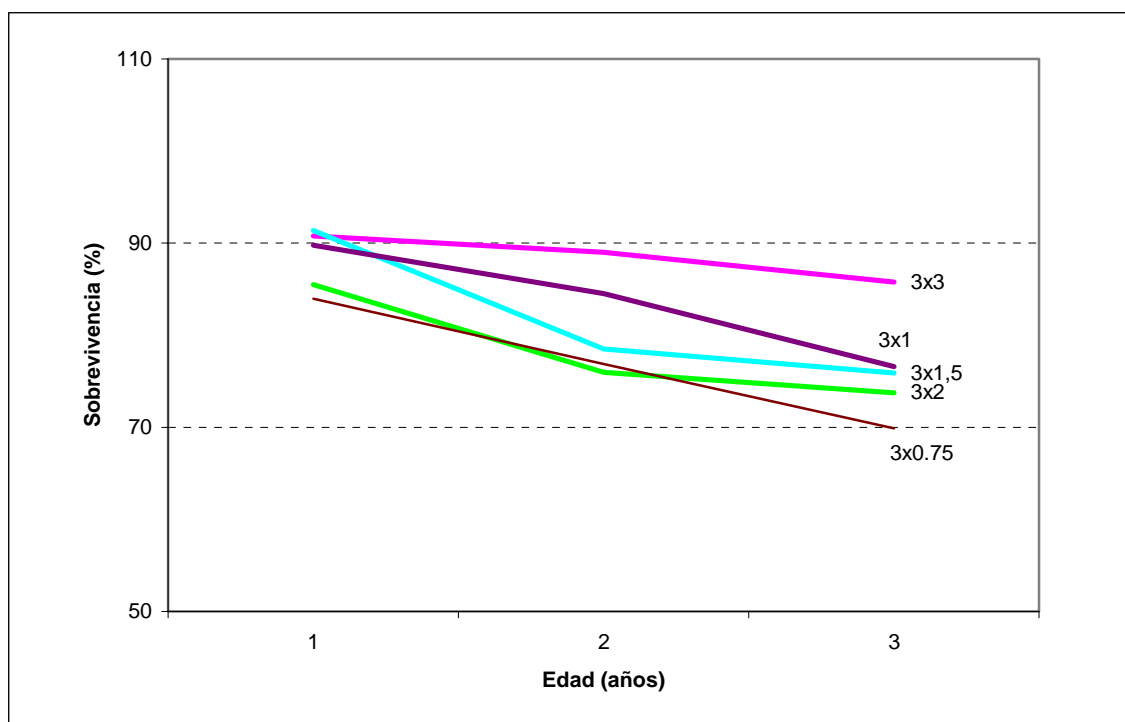


Gráfico n° 3. Porcentaje de sobrevivencia vs edad por distancia de plantación en *Acacia mearnsii*
Graph n° 3: Survival vs age for distance of plantations in *Acacia mearnsii*

Enfermedad (Gomosis)

No se observaron diferencias significativas en el porcentaje de plantas enfermas que presentaban las diferentes densidades estudiadas.

Tabla n° 5: Análisis de variancia para porcentaje de plantas enfermas por densidades.
Table n° 5: ANOVA of still plants percentage.

<i>Fuentes de variación</i>	<i>SC</i>	<i>G. L.</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
Distancia de plantación	276,260	4	69,065	2,3700	0,110907
Bloque	48,999	3	16,333	0,5605	0,651200
Error	349,703	12	29,142		
Total	674,962	19,000			

Bifurcaciones

Los resultados indican una diferencia significativa entre las bifurcaciones de las diferentes distancias de plantación.

Tabla n° 6: Análisis de variancia para el porcentaje de bifurcaciones.
Table n° 6: ANOVA for forket trees percentage.

<i>Fuentes de variación</i>	<i>SC</i>	<i>G. L.</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>p</i>
Distancias de plantación	220,7304	4	55,1826	19,0631	0,000039
Bloque	3,2507	3	1,0836	0,3743	0,773119
Error	34,7367	12	2,8947		
Total	258,7178	19,0000			

Las dos distancias de plantación mayores, 3 x 3 y 3 x 2, son las que presentaron los mayores porcentajes de árboles bifurcados (9 – 10 %), mientras que entre las densidades más altas presentan un porcentaje más bajo (1 - 4%) y no se observaron diferencias significativas entre ellas.

Tabla n° 7: Prueba de Tukey para porcentaje de bifurcaciones.
Table n° 7: Tukey test for forket trees.

<i>Distancias de Plantación (m x m)</i>	<i>Árboles bifurcados %</i>	<i>1</i>	<i>2</i>
3 x 0.75	1,72188	****	
3 x 1	3,31609	****	
3 x 1,5	4,66198	****	
3 x 2	9,29534		****
3 x 3	10,14433		****

Producción de madera comercial sin corteza

Según se observa en la tabla n° 8, no se observaron diferencias significativas entre los volúmenes de madera comercial producida por los diferentes tratamientos.

Tabla n° 8: Análisis de variancia para el volumen comercial sin corteza (m³/ha)
Table n° 8: ANOVA of commercial volume without bark (m³/ha)

Fuentes de variación	SC	G. L.	CM	F	p
Bloque	116,4	3	38,8	0,197	0,896447
Dist_plantacion	167,05	4	41,76	0,212	0,92676
Error	2363,96	12	197		

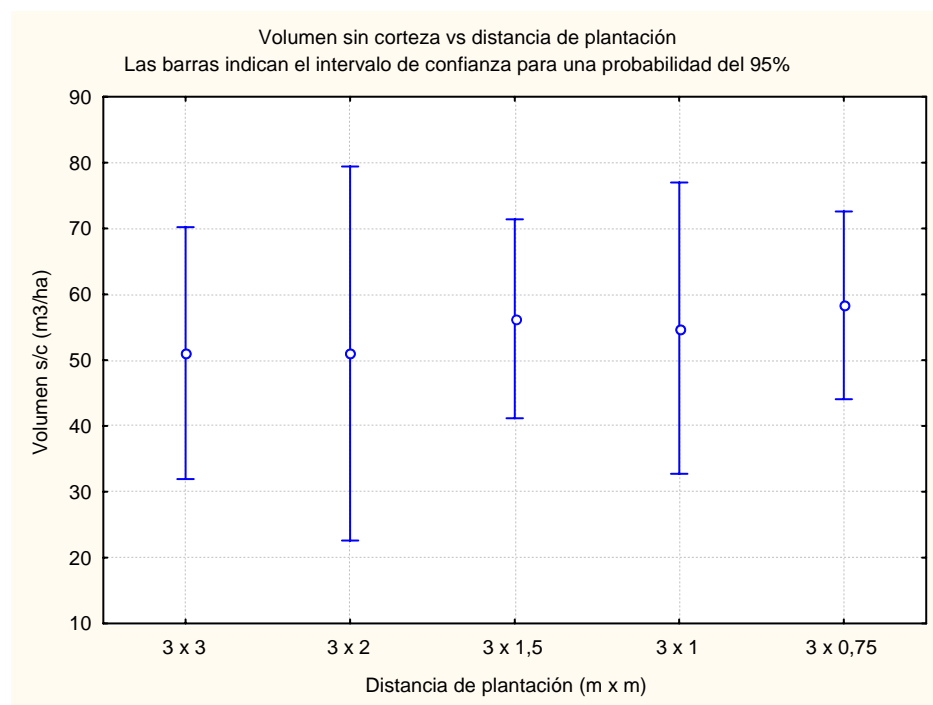


Gráfico n° 4: Volumen sin corteza vs distancia de plantación en ensayo *Acacia mearnsii* al tercer año de plantación, Misiones, Argentina.

Graph n°4: Commercial volume without bark vs. distance of plantations.

Producción de corteza verde

De la misma manera que en el caso del volumen de madera sin corteza, según se observa en la tabla n° 9, no se observaron diferencias significativas entre las producciones de corteza verde de los diferentes tratamientos.

Tabla n° 9: Análisis de variancia para producción de corteza (tn/ha)
Table n° 9: ANOVA of fresh bark production (tn/ha)

Fuente de Variación	SC	G.L	CM	F	p
Bloque	3,979	3	1,326	0,1945	0,898111
Dist_plantacion	6,055	4	1,514	0,2220	0,920942
Error	81,818	12	6,818		

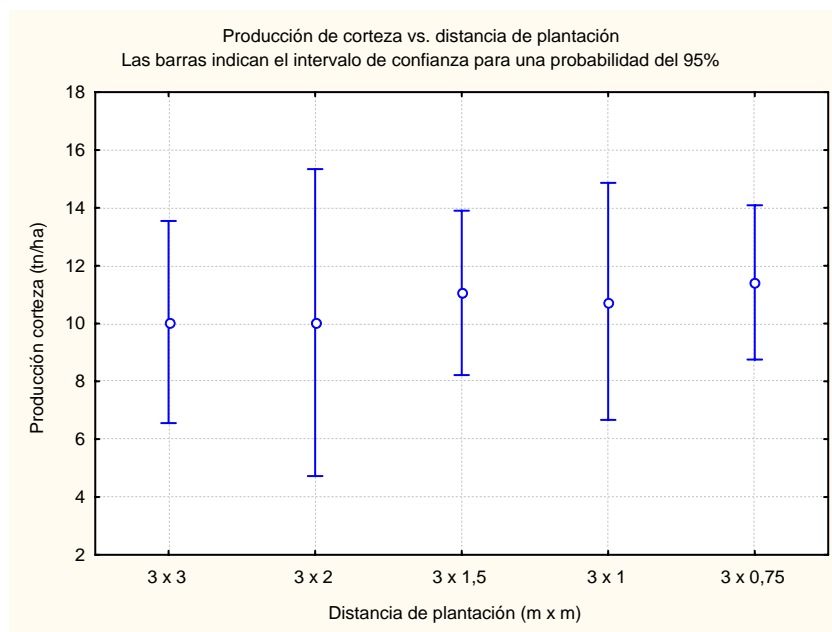


Gráfico n° 5: Volumen sin corteza vs distancia de plantación en ensayo *Acacia mearnsii* al tercer año de plantación, Misiones, Argentina.

Graph n° 5: Commercial volume without bark vs. distance of plantations.

Producción de tanino

En cuanto a la producción de tanino por unidad de superficie (kg/ha), también existieron diferencias significativas entre las densidades, siendo las densidades mayores las que presentaron mayores producciones (tabla n° 10).

Tabla n° 10 : Análisis de variancia para producción de tanino (kg/ha), por tratamientos de densidad
Table n° 10: ANOVA of tannin production (kg/ha).

Fuente de Variación	SC	G.L	CM	F	p
Distancias de plantación	404613	4	101153	9,0606	0,001305
bloque	11422	3	3807	0,3410	0,796151
Error	133969	12	11164		

Tabla n° 11: Prueba de Tukey para las medias de producción de tanino.

Table n° 11: Tukey test for tannin production.

Distancias de Plantación (mxm)	Producción de tanino (kg/ha)	1	2	3
3x3	527,6537	****		
3x2	595,8077	****	****	
3x1	809,5444		****	****
3x1,5	816,5060		****	****
3x0.75	898,4988			****

Sin embargo al analizar los resultados de la prueba de Tukey (tabla n° 11), se observan tres grupos de tratamientos.

La producción de tanino al tercer año es directamente proporcional a la densidad.

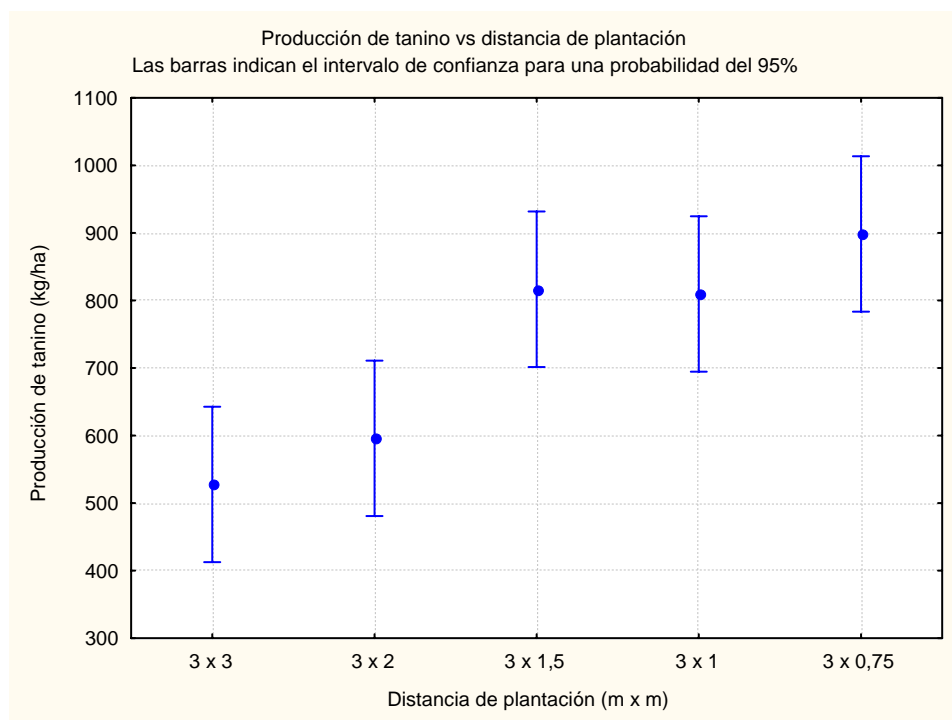


Gráfico n° 6. Producción de tanino (kg/ha) vs distancia de plantación en ensayo *Acacia mearnsii* al tercer año de plantación, Misiones, Argentina.

Graph n° 6: Tannin production vs. distance of plantations.

CONCLUSIONES

Las distancias de plantación manifestaron un efecto significativo sobre el crecimiento en diámetro medio aritmético, evidenciándose que a mayor distancia de plantación mayor diámetro medio.

Analizadas las variables sobrevivencia y porcentaje de plantas enfermas, no se observaron diferencias significativas entre los resultados de las diferentes distancias de plantación.

En cuanto al porcentaje de árboles bifurcados, se observaron dos grupos; las dos distancias de plantación mayores presentaron un valor en torno de 9,5%, significativamente superior que el de las tres distancias menores, donde el promedio fue alrededor de 3%.

No se observaron diferencias significativas en el volumen sin corteza de madera, ni peso de la corteza. Situación debida probablemente a la temprana edad en que se realiza esta evaluación. Existe una relación inversa de las producciones en función de las distancias de plantación, de modo que a menor distancia de plantación, mayor producción. Tendencia que probablemente se irá profundizando con la edad.

En cuanto a la producción de tanino se registraron diferencias significativas conformándose tres grupos de distancias de plantación.

Las evaluaciones de las producciones de madera, corteza y tanino se realizaron con funciones desarrolladas en el Brasil, resultando necesaria la validación de las mismas o la construcción de modelos locales.

BIBLIOGRAFIA

- HIGA, A.R., Dedecek, R.A., Dos Santos, A.F., Stein, P.P. y Simon, A.A., 1998. Desarrollo de sistemas de producción para acacia negra (*Acacia mearnsii* De Wild.). Resumen. En Actas Primer Congreso Latinoamericano IUFRO, 22 a 28 de noviembre de 1998, Valdivia, Chile.
- MARTIARENA, R.; Toloza, R.; Correa, M.; Von Wallis, A. 2005. Efecto de la aplicación de fósforo en el establecimiento de *Acacia mearnsii* en Misiones, Argentina. Resultados a Los 6 meses. XX Jornadas Forestales de Entre Ríos – Concordia, 27 y 28 de Octubre de 2005. Tomado de http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0_0/forestacion/biblos/pdf/2005/post-ers05/267.%20Efecto%20fosforo%20en%20Acacia%20%20martiarena.pdf fecha: 14/04/08.
- OLINUK, J. A. 2004. El Clima del Departamento Capital, Periodo 1970 – 2001. Informe Técnico N° 87. EEA INTA Cerro Azul. 36 pag.
- PINILLA, J.C.; Molina, M.P., Gutiérrez, B. y Gutiérrez, J. 2002. Incorporación de Especies de Acacia al Desarrollo Forestal Productivo: Avances de Investigación. En Actas: Primer Congreso Chileno de Ciencias Forestales. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. Santiago, Chile. 23-25 Octubre.
- RESENDE, M.D.V. de, Higa, A.R., Heller, J.B., Stein, P.P. 1992. Parâmetros genéticos e interação genótipo x ambiente em teste de procedências e progênies de acácia-negra (*Acacia mearnsii* DE WILD.) Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n. 24/25, p.55-65, jan/dez..
- SCHNEIDER, P.R.; De Aguiar Camillo, S. B.; Guimaraes Finger, C.A. y Bitencurt Frizzo, S.M. 1999. Determinação de equações da produção de tanino de acacia negra, *Acacia mearnsii* De Wild. Ciencia Florestal. Santa María. v. 9, n. 1, p. 103 – 113.
- SCHNEIDER, P.R.; de Oliveira Fortes, F.; Da Silva Souza, L. H.; Dal Col Lúcio, A.; Guimaraes Finger, C.A.; Pigatto Schneider, P.S. 2005. Análise da mortalidade de *Acacia mearnsii* De Wild. Ciencia Florestal. Santa María. v. 15, n. 2, p. 137 - 143.
- SCHNEIDER, P.R.; Fleig, F.D.; Guimaraes Finger, C.A.; Mayer Klein, J.E. 2000. Crescimento da acácia negra, *Acacia mearnsii* De Wild em diferentes espacamentos. Ciencia Florestal. Santa María. v. 10, n. 2, p. 101-112.
- SCHNEIDER, P.R.; Guimaraes Finger, C.A.; Pigatto Schneider, P.S.; Fleig, F.D. 2000. Subsídios para o manejo da acácia – negra, *Acacia mearnsii* De Wild. Centro de Pesquisas Florestais. UFSM. 71 pag.
- SILVA, E.M.R.; DÖBEREINER, J. 1982. O papel das leguminosas no reflorestamento. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, 7., Curitiba, 1982. Associações biológicas entre espécies florestais e microorganismos para aumento da produtividade econômica dos reflorestamentos. Anais. Curitiba: EMBRAPA; URPFC. p.33-52.

EVALUACIÓN DE ENSAYO DE MANEJO NATURALISTA CON ENRIQUECIMIENTO

Rubén A. Costas¹; Ivo Götz²; Silvia M. Korth³; Ignacio R. Fosco⁴; Juan D. Perié⁵; Carolina De Los Santos⁵; Federico Robledo⁵; Juan Heck⁵; Mauricio A. Do Porto⁵

¹ Ing. Ftal. Facultad de Ciencias Forestales (U.Na.M.). Bertoni 124. (3380) Eldorado, Misiones, Argentina. rualcostas@yahoo.com.ar.

² Götz & Asociados – Consultora Forestal. Wanda, Misiones, Argentina.

³ Ing. Ftal. Becaria de la Fundación YPF. (3334) Puerto Rico, Misiones, Argentina. silviakorth@hotmail.com

⁴ Ing. Ftal. Universidad de Valladolid. Avenida Madrid 44. (34004) Palencia, España. ifosco@hotmail.com.

⁵ Facultad de Ciencias Forestales (U.Na.M.). Bertoni 124. (3380) Eldorado, Misiones, Argentina.

SUMMARY

This work shows the results of an inventory carried out in a naturalistic management trial (EMN), that the Company Alto Paraná S.A. possesses inside the Reserve of Multiple Use "San Jorge", Puerto Bossetti, Misiones, Argentina. The trial installed on 26 ha of native forest, was submitted to a silvicultural felling and later enriched with paraiso (*Melia azedarach*). During the felling in 1995, the sick, fully grown and badly formed trees were extracted, as well all the necessary ones for the opening of canopy and liberation of space for the seedlings of high commercial value species, in order to generate income that cover the costs of the first implementation of the management. One year after the application of the silvicultural tree cutting, 20 permanent plots (PMP) were established, and remeasured in 2002 and 2007 in order to determine the effect of the applied silvicultural techniques. The last inventory had also comprised the installation of 19 PMP, placed in systematic strips perpendicular to first ones. Comparisons of the results from the inventories carried out in 2002 and 2007; indicate that the number of trees was quite similar for both years with 5% of increase. The mean diameter at breast height (DAP) was 24,9cm for the year 2007, showing a small increase of 2%. The basal area (BA) y volume per hectare (VHA) was 17,3m²/ha and 121,7m³/ha respectively. The paraiso population shows a mortality of 47%, a DAP of 25,9cm and a VHA of 11m³/ha.

Key words: Naturalistic Management Trial, native forest, enrichment with *Melia azedarach*.

RESUMEN

En el presente trabajo se muestran los resultados de un relevamiento realizado sobre el Ensayo de Manejo Naturalista (MN), que la Empresa Alto Paraná S.A. posee dentro de la Reserva de Uso Múltiple "San Jorge", Puerto Bossetti, Misiones, Argentina. El ensayo, instalado sobre 26 ha de bosque nativo, fue sometido a una corta silvícola realizada en 1995 y posteriormente enriquecido con paraíso gigante (*Melia azedarach*). En la corta se extrajeron los árboles enfermos, sobremaduros y mal formados; además de todos los necesarios para la apertura de dosel y liberación de espacio para los renovales y las especies de alto valor comercial, a fin de cubrir los costos de la primera implementación del manejo. En 1996, luego de la explotación, se realizó un enriquecimiento con paraíso, implantando en promedio unas 121 plantas/ha, distribuidas parcialmente en fajas sistemáticas y en los claros naturales o los resultantes del aprovechamiento. En ese mismo año se establecieron e inventariaron 20 parcelas de muestreo permanentes (PMP), a fin de evaluar la dinámica del bosque y cuantificar los efectos del manejo aplicado. Las PMP fueron inventariadas en 2002 y 2007. En 2007 se establecieron y midieron 19 PMP adicionales, ubicadas en fajas sistemáticas perpendiculares a las instaladas previamente. Los resultados del inventario 2007 mostraron aumentos de 5% en el número de árboles por hectárea y 2% del diámetro a la altura de pecho

(DAP), respecto del relevamiento del año 2002. El volumen promedio con corteza, sin tocón y hasta la base de copa de los árboles con $DAP \geq 10\text{cm}$ fue de $121,7\text{m}^3/\text{ha}$ comparado con los $107,5\text{m}^3/\text{ha}$ existentes en 2002. En cuanto al enriquecimiento con paraíso se detectó una mortandad de 47 %, y una sobrevivencia aproximada de 30árb/ha, presentando en general un buen estado sanitario y un DAP promedio de 25,9 cm. Trascurridos 12 años desde el inicio del ensayo realizado bajo los principios del MN, se observan árboles de 75 especies nativas, preservándose una importante cantidad de individuos de alto valor económico como el Cedro y el Guatambú, entre otros. También se observa un importante número de árboles de desarrollo intermedio con muy buena forma y en etapa de crecimiento. Como contrapartida, quedan árboles mal formados, potenciales ejemplares a extraer en la próxima corta silvícola naturalista, junto con el paraíso. La biodiversidad y el valor económico conservados por el bosque tratado, propician la continuidad de las intervenciones necesarias para realizar otro ciclo de corta y enriquecimiento con especies nativas y/o exóticas bajo los criterios del MN.

Palabras clave: Ensayo Manejo Naturalista, monte nativo, enriquecimiento con paraíso.

INTRODUCCIÓN

En 1995 la Empresa Pérez Companc, propietaria del predio en esa época, inició el EMN con el objeto de probar métodos alternativos de aprovechamiento y manejo del monte nativo, en base a los principios y métodos del Manejo Naturalista (MN) de ProSylva, difundidos y propuestos en la época por Jérôme Heim, Director de Arbres de Vié y como corolario de una pasantía y capacitación en Francia de un grupo de técnicos argentinos en 1992. El tipo de manejo que propone la asociación “Arbres de Vie” se inspira de un corriente de pensamiento alemán durante los años setenta, donde algunos silvicultores, deseando hacer una gestión más cercana de la naturaleza, establecieron nuevas normas de manejo. La corriente se extendió en los años ochenta en Francia, propiciada por la organización ProSylva, y desarrollándose actualmente en toda Europa (PERRIER, 2002). De un punto de vista general, el manejo se define como una “silvicultura de árbol”.

El MN es una alternativa del manejo sustentable de los bosques nativos. Considera como criterios técnicos la utilización de la dinámica propia del ecosistema forestal, favoreciendo la regeneración natural debajo de árboles grandes y en claros generados por las cortas. La conservación de las copas altas de la vegetación resulta útil para dosificar la luz que llega al suelo para frenar la invasión de plantas competidoras. Tiene en cuenta a la optimización del capital productivo en pie, tanto en calidad como en cantidad, por medio del mantenimiento de una gran diversidad de especies, árboles sanos con troncos rectos, copas equilibradas y desarrolladas, con una cantidad suficiente de árboles para ocupar todo el espacio productivo, realizando cortes selectivos periódicos, dependiendo de la evolución de la masa y extrayendo un volumen rentable. El MN contiene aspectos de cosecha de impacto reducido, ya que considera la realización de una red de caminos de acuerdo a las existencias encontradas en inventarios de pre-cosecha, teniendo en cuenta distancia de extracción no mayores a 400 metros. A su vez el rodal se subdivide en fajas o células de producción, de 40 a 50 metros de ancho de acuerdo a la altura del monte para realizar extracción con guinche. El MN ha dado pruebas de su eficiencia en Europa. En la selva subtropical no ha sido probado suficientemente, ya que su aplicación es reciente y siendo éste el único ensayo mantenido y evaluado técnicamente en la región. La técnica del MN es sencilla, pero requiere de personal capacitado en la marcación y la selección de árboles. También se insiste en lo referente al volteo dirigido y extracción con cable a fin de minimizar daños a la vegetación remanente. Un agregado a los criterios fue la consideración del enriquecimiento con especies de alto rendimiento, nativas o exóticas con alto crecimiento juvenil, de turnos cortos a fin de incrementar la rentabilidad del bosque. Gomez (2003) y Sanquetta (2006) recomiendan

implantar los bosques degradados con especies arbóreas de valor comercial, cuando éstas son escasas o están ausentes.

Este trabajo tiene como objetivos evaluar los resultados del ensayo de MN combinado con enriquecimiento, trascurridos 12 años de su instalación en la selva subtropical de Misiones, Argentina.

MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización del ensayo. Manejo silvícola aplicado.

El ensayo fue instalado sobre una masa boscosa ubicada a 38 kilómetros al Este del Río Paraná, abarcando una extensión de 26,43 ha. La misma, aprovechada durante la década de los 70, aún presenta una diversidad específica típica de los montes de la región, con presencia de palmito, quina y palo rosa. El suelo es rojo profundo se corresponde con el complejo 9 (C.A.R.T.A.), orden Ultisoles. El relieve es uniforme con alturas sobre el nivel del mar que varían de 300 a 320 metros, con una ligera pendiente expuesta al noreste.

La superficie destinada al ensayo se dividió en 10 fajas de tamaño variable, agrupando las mismas en dos áreas con densidades iniciales e intensidades de aprovechamiento diferentes (figura 1). De la faja 1 a la 4 inclusive resultó una intensidad de cosecha baja (IC1), y de la faja 5 a la 10 una intensidad corta mayor (IC2). La línea punteada limita ambas áreas. En 1996 se establecieron PMP con el fin de tener continuidad en la obtención de datos y evaluar el desarrollo del ensayo. Las mismas conformaron las dos fajas de parcelas mostradas en la Figura 1, cada una con 10.000 m² de superficie, de manera que cada intensidad de corta estuviera representada adecuadamente. En el inventario realizado en 2002 se optó por subdividir las fajas en 10 parcelas de 1.000 m² cada una, para resolver la carencia de repeticiones. La zona T se corresponde con una clase transicional entre la IC1 e IC2 detectada durante la realización del último inventario. Su incorporación radica en el hecho de que algunas de las parcelas transversales instaladas adicionalmente se ubicaron en el límite de ambas intensidades de corta.

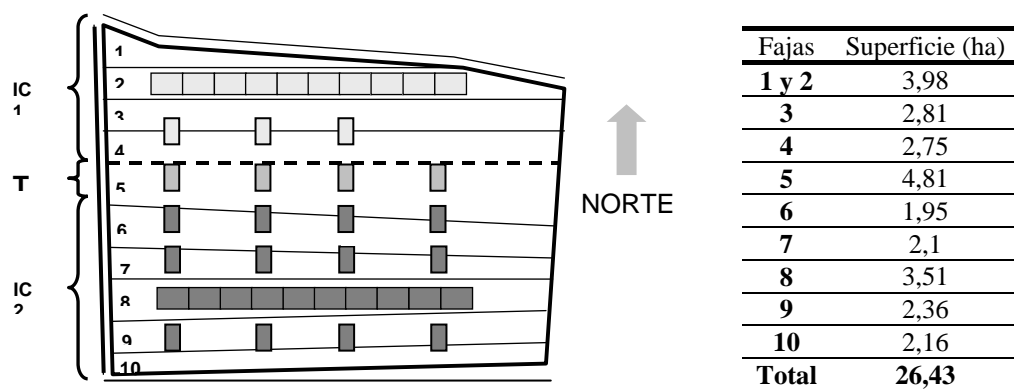


Figura 1. Croquis del EMN, mostrando ubicación de las 36 PMP, la estratificación y la superficie respectiva de cada faja en la tabla contigua.

Figure 1. Layout of the EMN, showing the location of the 36 PMP and the stratification. The contiguous table shows the area of each strip.

Las cortas de aprovechamiento se realizaron en el año 1995 a lo largo de las fajas. La corta contempló a árboles enfermos, sobremaduros y mal formados; además de todos los necesarios a fin de abrir el dosel para liberación de renovales. Así también se cortaron árboles con diámetros superiores, para generar ingresos que cubran los costos de la primera implementación del manejo.

El aprovechamiento se llevó a cabo según los criterios técnicos del NM enumerados en el marco general del protocolo de MN del Monte Nativo. Además se incorporó un nuevo criterio que contempla el enriquecimiento con especies de alto rendimiento, nativas o exóticas con alto crecimiento juvenil, de turnos cortos a fin de inyectar capital y mejorar el flujo de fondos y rentabilidad del bosque.

Luego de la corta se procedió al enriquecimiento plantines de paraíso gigante (*Melia azedarach*) de 1 y 2 años, implantados en hoyos de 30cm de profundidad abiertos con anterioridad. Los plantines fueron sometidos previamente una poda liviana de raíces y hojas mediante el uso de machete. Las fajas fueron abiertas con la pala frontal de la motoarrastradora distanciadas 10m entre sí. En las primeras fajas la plantación fue hecha en líneas sistemáticas, distanciando las plantas 5 a 6m entre ellas. En las restantes fajas (5 a 10), la plantación se realizó en los claros naturales y en los resultantes del aprovechamiento a distanciamientos variables entre plantas (no menor a 4 m). La densidad promedio de implantación fue de 121 plantas/ha.

Características iniciales del ensayo

El cuadro 1 presenta el número de árboles por hectárea por IC, determinadas en el inventario precosecha de 1995, en el inventario poscosecha de 1996 y en el relevamiento de 2002. A su vez indica el porcentaje de individuos extraídos respecto a las existencias relevadas en el inventario 1995, pudiéndose observar que por poseer un número inferior de árboles por hectárea la IC1 fue aprovechada más intensamente (38,6%), aunque la extracción en AB haya resultado ser inferior.

Cuadro 1. Densidades estimadas en 1995, 1996 y 2002.

Table 1. Estimated number of trees per hectare in 1995, 1996 y 2002 respectively.

	Densidad Inicial 1995 (árb/ha)	Densidad Remanente 1996 (árb/ha)	Densidad 2002 (árb/ha)	Diferencia 1996-1995 (árb/ha)	Porcentaje de extracción (%)	DAP (cm)		
						1995	1996	2002
IC1	215	132	160	83,0	38,6	37,1	20,5	25,4
IC2	291	197	239	94,0	32,3	33,0	22,0	23,7

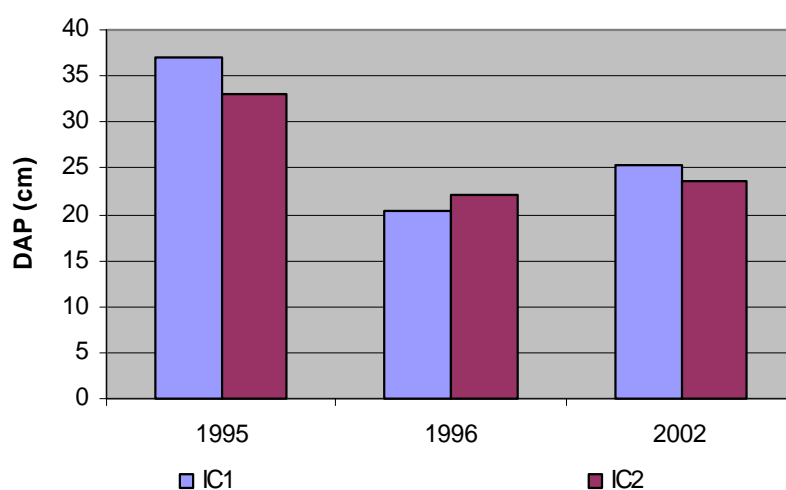


Figura 2. Comparación de los DAP promedio en 1995, 1996 y 2002 por IC.

Figure 2. Comparison of the mean DAP in 1995, 1996 and 2002 for each IC.

En la figura 2 se comparan los diámetros promedio de los árboles por año inventariado y por estrato. El mismo refleja claramente que al inicio del ensayo el estrato IC1 estaba compuesto por una gran proporción de individuos de gran diámetro, los cuales fueron cortados durante el aprovechamiento en 1996. El efecto que tuvo esta liberación más intensa fue el de estimular el crecimiento de los renovales o individuos de las clases diamétricas inferiores, lográndose un DAP de 25,4cm en el año 2002. A pesar de que durante la corta el estrato IC2 fue intervenido más intensamente, eliminando un 62% del AB, el efecto no fue tan marcado pues había quedado en pie un aún importante número de árboles que no permitieron una evolución tan favorable del DAP (23,7cm).

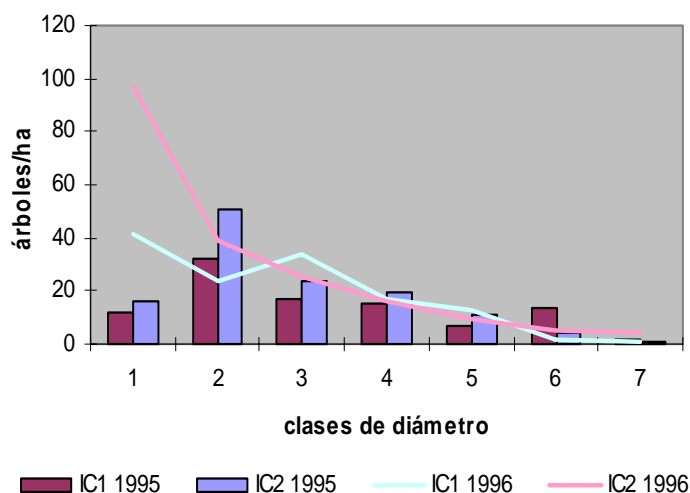


Figura 3. Distribuciones diamétricas por IC.
Figure 3. Diametric distribution for each IC.

En la figura 3 puede observarse que el estrato IC1 poseía una mayor proporción de individuos en la clase diamétrica 6, resultando en un DAP promedio de 37,1cm, considerablemente superior al del estrato IC2. Así es posible verificar que esta clase fue aprovechada más intensamente, dado que luego del aprovechamiento, en 1996, el DAP promedio de la masa remanente resultó inferior a la del estrato IC2, cual estaba conformado por un elevado número de individuos de diámetros pequeños. En el Cuadro 5 puede verificarse los diámetros, la amplitud de las clases y los números asignados a éstas.

Cuadro 2. Extracción de AB y VHA por IC en 1995.
Table 2. Extracted AB and VHA per IC in 1995.

		IC1	IC2
AB existente	m ² /ha	13.6	18.6
AB extraída	m ² /ha	5.7	11.6
% de extracción en AB	%	42	62
AB remanente	m ² /ha	7.9	7
VHA existente	m ³ /ha	58.1	88.8
VHA extraído	m ³ /ha	24.0	55.9
% de extracción en VHA	%	41	63
VHA remanente	m ³ /ha	34,1	32,9

En el cuadro 2 se observa que la intensidad de corta aplicada a los estratos fue diferente en ambos casos. En la IC1 se extrajo un 42% del AB total y en la IC2 un 62%, quedando en existencia 7,9 y 7,0 m²/ha respectivamente, ocurriendo lo mismo con el VHA. Se debe resaltar que a pesar de que la intensidad del aprovechamiento fue mayor en IC2 respecto de IC1, quedaron en pie también una proporción mayor de árboles, ya que la situación inicial en ambos estratos en cuanto a número de árboles por hectárea fue diferente.

Metodología de toma de datos

Sobre las parcelas delimitadas se realizó el inventario de individuos arbóreos con DAP \geq 10 cm. Previo a la determinación de las variables de interés se verificó la presencia de la chapa identificadora en cada árbol, las cuales fueron colocadas en el año 1996. El individuo sin identificación se corresponde con un ingresado a la clase inferior o uno al cual se le haya caído la misma. A estos árboles se le colocó una nueva identificación.

Las especies que fueron inventariadas son indicadas en el cuadro 3. El listado y agrupamiento se corresponden con los establecidos en el relevamiento de 2002, en el cual se agruparon las especies según su importancia comercial. La lista incluye especies de escaso valor comercial actual.

Cuadro 3. Lista de grupos de especies arbóreas, indicando su nombre común y científico.
Table 3. List of tree species distributed by commercial groups, showing vernacular and scientific name.

Grupo 1 (alto valor comer- cial)	Cedro	<i>Cedrela fissilis</i>	Grupo 6 (menor valor comer- cial)	Alecrín	<i>Holocalyx balansae</i>
	Incienso	<i>Myrcarpus frondosus</i>		Anchico Blanco	<i>Albizia hassleri</i>
	Lapacho	<i>Cordia trichotoma</i>		Araticú	<i>Rollinia emarginata</i>
	Loro Negro	<i>Tabebuia ipé</i>		Cerella	<i>Eugenia involucrata</i>
Grupo 2	Cacheta	<i>Didimopanax morototoni</i>	Cocú	<i>Allophylus edulis</i>	
	Guaica	<i>Ocotea puberula</i>	Colita	<i>Cordia ecalyculata</i>	
	Guatambú	<i>Balfourodendron riedelianum</i>	Fumo Bravo	<i>Solanum verbasifolium</i>	
	Sabugero	<i>Pentapanax warmingiana</i>	Guabirá	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	
Grupo 3	Aguay	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	Guayacán	<i>Caesalpinia paraguariensis</i>	
	Anchico	<i>Parapiptadenia rígida</i>	Guapoy	<i>Ficus monckii</i>	
	Cañafístula	<i>Peltophorum dubium</i>	Inga	<i>Inga virescens</i>	
	Cancharana	<i>Cabralea oblongifoliola</i>	Lecherón	<i>Sebastiania brasiliensis</i>	
	Carne de Vaca	<i>Styrax leprosus</i>	Maria Preta	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i>	
	Caroba	<i>Jacarandá micrantha</i>	Ñandipá	<i>Sorocea bonplandii</i>	
	Grapia	<i>Apuleia leiocarpa</i>	Ombú	<i>Phytolaca dioica</i>	
	Loro Blanco	<i>Bastardiopsis densiflora</i>	Palo amargo	<i>Picrammia crenata</i>	
	Marmelero	<i>Ruprechtia laxiflora</i>	Palo Rosa	<i>Aspidosperma polyneuron</i>	
	Mora Amarilla	<i>Chlorophora tinctoria</i>	Pata Vaca	<i>Bauhinia forficata</i>	
	Mora Blanca	<i>Alchornea triplinervia</i>	Samohú	<i>Chorisia speciosa</i>	
	Quina	<i>Myroxylon peruiferum</i>	Siete Capotes	<i>Campomanesia guazumifolia</i>	
	Rabo Molle	<i>Lonchocarpus muhelbergianus</i>	Tarumá	<i>Vitex cimosa</i>	
	Sota Caballo	<i>Luehea divaricata</i>	Tembetará	<i>Fagara rhoifolia</i>	
	Timbó	<i>Enterolobium contortosiliquum</i>	Yuquerí Guazú	<i>Acacia velutina</i>	
	Vasuriña	<i>Chysophyllum marginatum</i>	Catiguá	<i>Trichilia catiguá</i>	
Paraíso	Paraíso gigante	<i>Melia azederach</i>	Catiguá elegante	<i>Trichilia elegans</i>	
Grupo 4	Laurel Amarillo	<i>Nectandra lanceolata</i>	Camboatá colorado	<i>Cupania vernalis</i>	
	Laurel Batalla	<i>Ocotea sp.</i>	Camboatá blanco	<i>Matayba eleagnoides</i>	
	Laurel Ayuí	<i>Ocotea suaveolens</i>	Yacaratiá	<i>Jacaratia spinosa</i>	
	Laurel Negro	<i>Nectandra megapotamica</i>	Pindó	<i>Arecastrum romanzoffianum</i>	
Grupo 5	Canelón	<i>Rapanea sp.</i>	Palmito	<i>Euterpe edulis</i>	
	Guayubira	<i>Patagonula americana</i>	Varios		
	Persigero	<i>Prunus subcoriacea</i>			
	Rabo Itá	<i>Lonchocarpus leucanthus</i>			
	Isapuy	<i>Dalbergia sp.</i>			
	Seibo	<i>Erythrina falcata</i>			

Variables registradas

Las variables registradas por individuo con DAP \geq 10 cm fueron: número de identificación, identificación botánica de la especie y DAP con cinta diamétrica. La determinación de la altura fuste y total se realiza mediante una estimación visual, considerando el fuste hasta la primera gran rama y la altura total como la altura comprendida

hasta la parte observable más alta del individuo. El estado fitosanitario se corresponde con la apreciación visual del mismo, realizado en función de la siguiente clasificación: B= bueno, R= regular, M= malo, S= seco. Forma fuste: existen tres categorías cualitativas atribuibles a la forma del fuste, siendo estas las siguientes: R= recto, T= tortuoso, I= inclinado.

En cuanto a la Intensidad de muestreo en el cuadro 4 se muestran las intensidades de muestreo de los inventarios, expresadas como cocientes entre las superficies totales de cada muestra y la superficie del rodal.

Cuadro 4. Tamaño de muestra e intensidad de muestreo en 1995, 1996, 2002 y 2007.

Table 4. Size of sample and intensity of sampling applied in 1995, 1996, 2002 and 2007.

	1995	1996	2002	2007
Superficie de la muestra (ha)	1,76	2	2	3,84
Rodal (ha)	26,4	26,4	26,4	26,4
Intensidad de muestreo (%)	6,7	7,6	7,6	14,5

Distribución Diamétrica

En el Cuadro 5 se presentan las 9 clases de DAP en las cuales se agruparon los árboles inventariados, para su posterior análisis y presentación de resultados.

Cuadro 5. Clases diamétricas (cm) de agrupamiento de árboles inventariados.

Table 5. Diametric classes used for the distribution of the inventoried trees.

Clase 1	Clase 2	Clase 3	Clase 4	Clase 5	Clase 6	Clase 7	Clase 8	Clase 9
10 a 22	22 a 34	34 a 46	46 a 58	58 a 70	70 a 82	82 a 94	94 a 106	106 a 118
16	28	40	52	64	76	88	100	112

Determinación de Área Basal y Volumen Total por hectárea

Área Basal: se obtiene mediante la sumatoria de las áreas transversales, tomadas a 1,30 m desde el nivel del suelo, de todos los árboles de cada parcela, expresada en m²/ha, mediante el factor de expansión (10.000 m² / sup. de la parcela, en m²).

Volumen Total: el volumen individual con corteza, sin tocón y hasta la base de copa de los árboles con DAP ≥ 10 cm fue estimado a través de las mismas funciones de volumen utilizadas en el relevamiento del ensayo del año 2002. Las mismas fueron generadas en el Inventario Forestal Nacional (IFN) de 1998. La expresión general de la ecuación que permite estimar el volumen es:

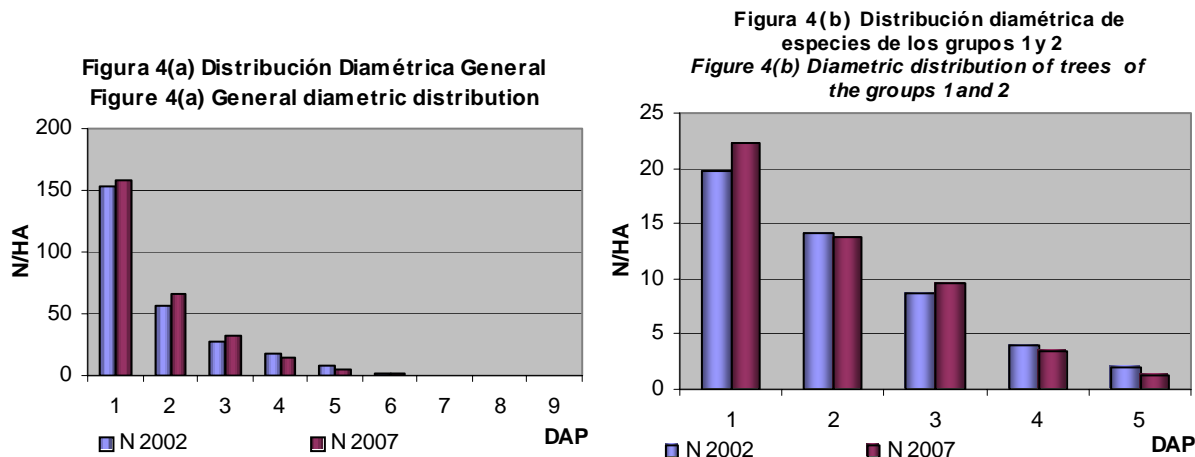
$V = a + b \text{ DAP}^2 \text{ HF}$, donde: V (dm³), DAP (cm), HF altura del fuste (m), a y b coeficientes de regresión.

Estructura horizontal

Se realizó un estudio de la estructura horizontal del ensayo que cuantifica la participación de cada especie en relación a otras, y a su vez indica la forma de distribución espacial de cada especie. Ésta se evalúa a través de parámetros cuantitativos como abundancia, dominancia y frecuencia. El Índice de Valor de Importancia (IVI) es calculado al final e integra todos los parámetros de la estructura horizontal. Para ello se suman los valores relativos de densidad, dominancia y frecuencia, sirviendo como parámetro de comparación con otros bosques nativos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El número de árboles por hectárea aumentó en un 5% (264 y 277 árboles en 2002 y 2007 respectivamente). Las figuras 4 (a) y (b) muestran las distribuciones diamétricas de todas las especies (a) y sólo para las especies de los grupos comerciales 1 y 2 (b). En la figura 4(a) se contrastan los resultados obtenidos en los años 2002 y 2007, observándose un incremento en las clases 1, 2 y 3. La figura 4(b) muestra un aumento de los árb/ha en las clases de menor DAP, debido al ingreso de ejemplares al tamaño inventariable y al crecimiento de los árboles de DAP inferiores en el relevamiento de 2002. Por otro lado se observó una leve disminución de la cantidad de árboles de las clases superiores, debido a mortandad.



En la figura 5, los árboles fueron distribuidos por IC. Así, las dos primeras clases diamétricas se encuentran representadas por un mayor número de individuos en las IC2 y T. En las clases con punto medio de 40, 52 y 64cm se detectan más árboles en la IC1. En las clases con diámetro medio de 112cm solo existen individuos en IC2. Para todos los casos se puede apreciar la forma típica de J invertida que caracteriza a los bosques nativos.

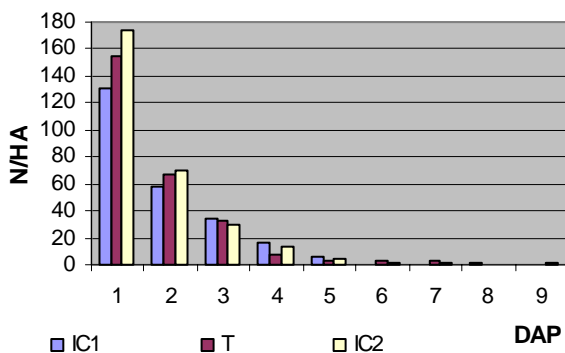


Figura 5. Distribución diamétrica de las 39 PMP de 2007 por IC.
Figure 5. Diametric distribution of the 39 PMP per IC in 2007.

El DAP promedio obtenido fue de 24,9cm para 2007 respecto de los 24,4cm del 2002, indicando una leve diferencia del 2% ocurrida en ese periodo. Este hecho muestra que existe un desarrollo de la masa boscosa a pesar de la mortandad de los árboles. Se puede diferenciar una tendencia marcada en la IC1, dado a que la masa fue más estimulada por la apertura del dosel en 1996.

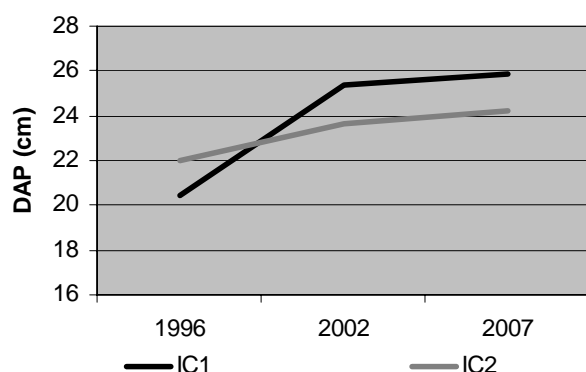


Figura 6. DAP promedio obtenido en 1996, 2002 y 2007 distribuido por IC.
Figure 6. Average DAP obtained in 1996, 2002 and 2007 for each IC.

En la figura 7 se observa que tanto el AB como el VHA promedio es mayor en la IC 2, seguido por IC1 y finalmente por la intensidad transicional. El AB y VHA promedio fue de 17,3 m²/ha y 121,7 m³/ha respectivamente.

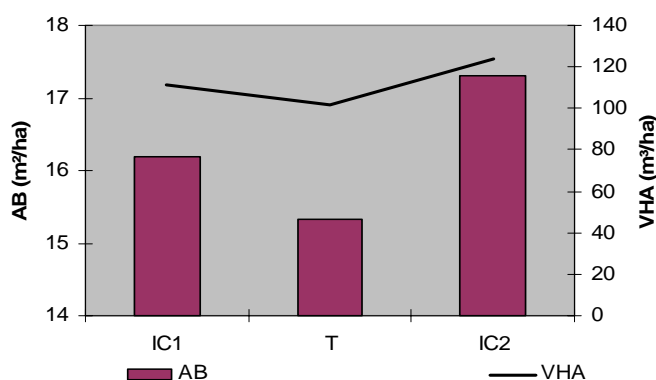


Figura 7. AB y VHA promedio en 2007 por IC .
Figure 7. Mean AB and VHA per IC arise in 2007.

El cuadro 6 muestra el desarrollo en AB y VHA, observándose que la masa para ambas IC disminuyó su tasa de crecimiento entre 2002 y 2007.

Cuadro 6. Evolución del AB y VHA en el periodo 1995 a 2007.
Figure 6. AB and VHA per IC for 1995, 1996, 2002 and 2007.

	AB (m ² /ha)				VHA(m ³ /ha)			
	1995	1996	2002	2007	1995	1996	2002	2007
IC1	13,6	7,9	16,1	16,0	58,1	34,1	98,3	109,8
IC2	18,6	7,0	18,0	18,5	88,8	32,9	116,7	133,7
Media	16,1	7,5	17,1	17,3	73,5	33,5	107,5	121,7

En la Figura 8 se compara el volumen total por grupo de especies de importancia económica, estimados en los inventarios de 2002 y 2007. El mayor volumen se manifiesta en los grupos comerciales 3 y 6 para el tratamiento de corta IC2. El paraíso se encuentra medianamente bien representado en el aspecto volumétrico.

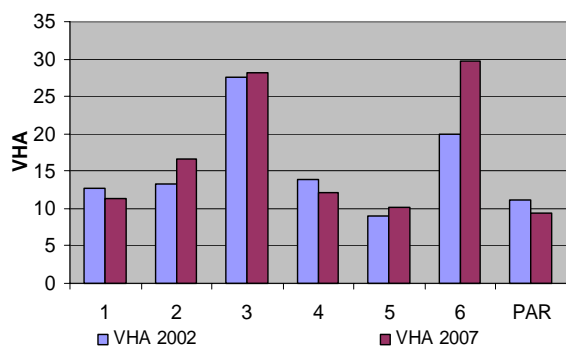


Figura 8. VHA por Grupo Comercial para los años 2002 y 2007.
Figure 8. VHA per Commercial Groups in 2002 and 2007.

En cuanto al paraíso, la mortandad fue cercana al 47 % de los árboles, verificándose la presencia de 30 árboles vivos por hectárea en el inventario de 2007. Su estado sanitario fue bueno, con un DAP promedio de 25,9 cm y un incremento periódico anual de 1,44 cm entre 2002 y 2007.

En la figura 9 se observa la estructura diamétrica y su evolución durante el 2002-2007. Notablemente hubo una significativa mortandad en las clases diamétricas 1 y 2.

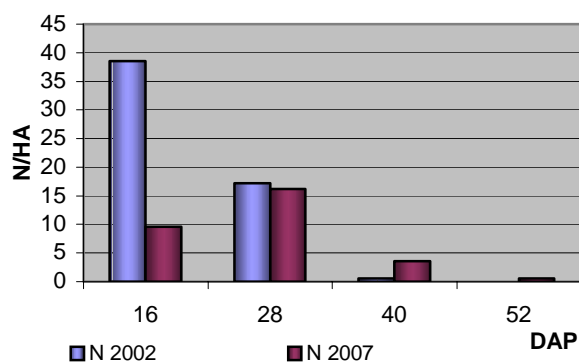


Figura 9. Distribución diamétrica del paraíso para los años 2002 y 2007.
Figure 9. Paraíso diametric distribution in 2002 and 2007.

La misma tendencia es visible en la figura 10, indicando la necesidad imperiosa de aprovechar los individuos existentes antes de su deceso y consecuente pérdida económica.

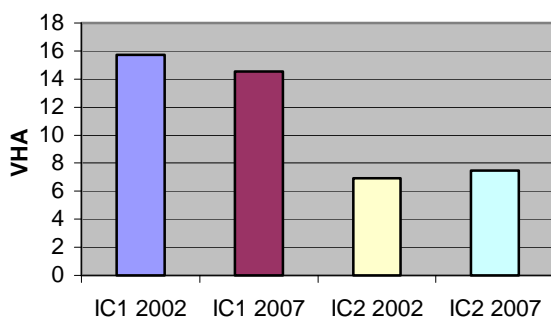


Figura 10. Comparación de VHA del paraíso según IC para los años 2002 y 2007.
Figure 10. VHA of Paraíso per IC and for the years 2002 and 2007.

Estructura paramétrica

Clase de Forma de Fuste

En el 2007, el 62% de los individuos se corresponde con la clase 1 o de fuste recto (R), indicando una alta performance del bosque bajo estudio. El 22% de los individuos presentan ligeras a fuertes tortuosidades (T) y un 16% de ellos se corresponden con la clase de fuste inclinado (I).

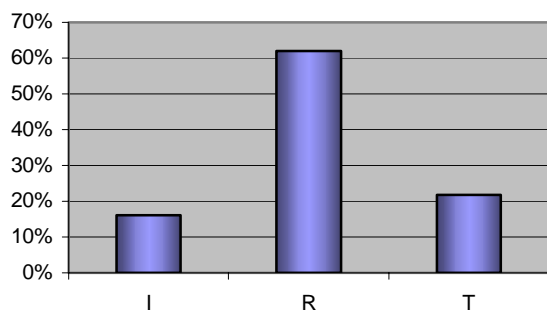


Figura 11. Proporción de individuos por clases de forma de fuste.
Figure 11. Percentage of trees in each form class.

Estructura horizontal

En todo el inventario se identificaron 75 especies nativas diferentes, además del paraíso. Más representados se encuentran el paraíso y el guatambú, seguido por yacaratiá, aguay y cedro.

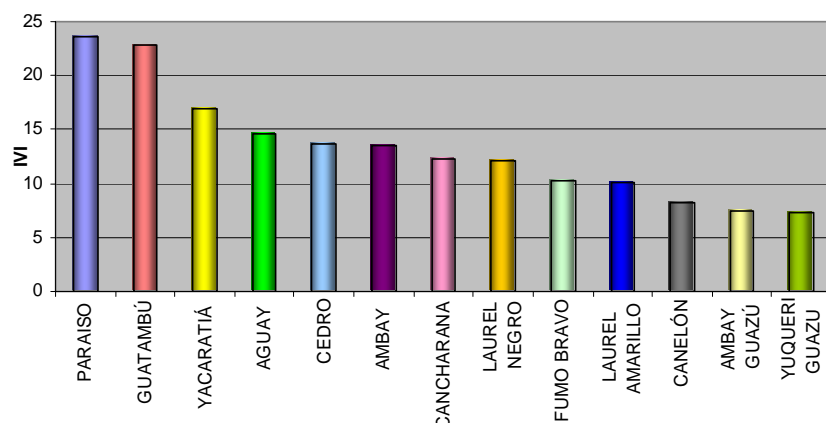


Figura 12. IVI para las 15 especies más representadas o con mayor valor de IVI.
Figure 12. IVI for the 15 most significant species.

ASPECTOS ECONÓMICOS Y COMERCIALES

A fin de estimar la evolución del volumen comercial disponible y del valor en pie del monte, se compararon los árboles nativos con DAP > 50 cm por grupo comercial y paraísos con DAP > 20 cm. El paraíso, a pesar de la baja sobrevivencia representó el 43% del incremento volumétrico y el 40% del incremento en valor dinerario, siendo por lejos la especie de mayor impacto económico.

El Grupo 1 se destacó con el 10% del incremento volumétrico y el 29 % del incremento dinerario. Entre las 5 especies más valiosas que comprenden ambos grupos, totalizan el 53% del incremento volumétrico y el 68% del incremento del valor en pie durante el periodo 2002 y 2007. El incremento total del valor en pie de la masa totalizó 1.977 \$/ha. Cabe destacar que los DAP comerciales de 50 cm, fijados arbitrariamente para ésta estimación, no será

necesariamente coincidente con el próximo aprovechamiento comercial, ya que el MN deja en pie ejemplares grandes y en contrapartida se extraen árboles con DAP menores a 50 cm.

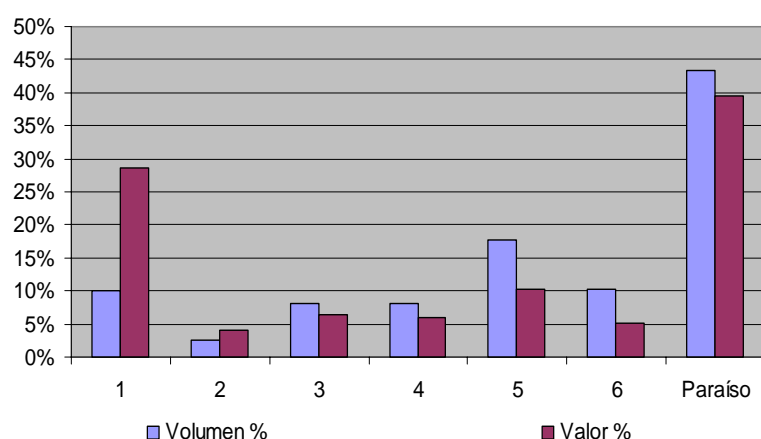


Figura 13. Participación porcentual del incremento en volumen y en valor comercial de las existencias según grupos comerciales.

Figure 13. Percentual contribution of the increment in volume and in commercial value of the existence per commercial groups.

Para el caso de los volúmenes comerciales de paraíso, estos pueden llegar a ser superiores, ya que no fueron considerados subproductos (DAP menores a 20 cm y trozas cortas). Estos datos proporcionan nuevos elementos para futuras intervenciones, ya que considerando que al ajustar el manejo podrían aumentarse los resultados con enriquecimiento, y también mejorarse crecimientos de los Grupos 1 y 2, donde se destacan el Guatambú y el Guaicá.

Cuadro 7. Comparación de volúmenes comerciales de especies nativas con DAP > 50 cm y paraíso con DAP > a 20 cm , valor del monte en pie, a precios constantes del 2007.

Figure 7. Comparison of commercial volumes of native species DAP> 50 cm and paraíso with DAP> 20 cm, value of the forest in feet, to constant prices of 2007.

	Volúmenes m ³ /ha		Incremento (2007-2002)		Precios \$/m ³	Valores \$/ha		Incremento (2007-2002)	
	1996	2007	m ³ /ha	%	2007	1996	2007	\$/ha	%
Grupo 1	3,32	5,58	2,26	10,02	250	830	1395	565	28,6
Grupo 2	1,42	2,00	0,58	2,57	140	199	280	81	4,1
Grupo 3	7,92	9,73	1,81	8,03	70	554	681	127	6,4
Grupo 4	2,27	4,08	1,81	8,03	65	148	265	118	6,0
Grupo 5	3,58	7,60	4,02	17,83	50	179	380	201	10,2
Grupo 6	11,54	13,83	2,29	10,16	45	519	622	103	5,2
Paraíso > 20		9,78	9,78	43,37	80		782	782	39,6
Total Nativas	30,1	42,8	12,8	57		2429,0	3624,0	1195,0	60
Total General	30,1	52,6	22,6	100		2429,0	4406,0	1977,0	100

CONCLUSIÓN

Trascurridos 12 años desde el inicio del ensayo realizado bajo los principios del MN, se observan árboles de 75 especies nativas, preservándose una importante cantidad de individuos de alto valor económico como el Cedro y el Guatambú, entre otros. También se observa un importante número de árboles de desarrollo intermedio con muy buena forma y en etapa de crecimiento. Como contrapartida, quedan árboles mal formados, potenciales ejemplares a

extraer en la próxima corta silvícola naturalista, junto con el paraíso. La biodiversidad y el valor económico conservados por el bosque tratado, propician la continuidad de las intervenciones necesarias para realizar otro ciclo de corta y enriquecimiento con especies nativas y/o exóticas bajo los criterios del MN.

AGRADECIMIENTOS

A la Empresa Alto Paraná S.A., por el financiamiento y apoyo logístico del Relevamiento del ensayo realizado en 2007.

BIBLIOGRAFÍA

- GOMEZ, C.A.; CARDOZO, F. 2003. ENRIQUECIMIENTO DEL BOSQUE NATIVO CON IBIRA PUITA GUAZÙ (*Peltophorum dubium* Spreng) INTA. Centro Regional Chaco - Formosa, E.E.A Sáenz Peña, Campos Anexo Presidencia de la Plaza.
- PERRIER, M. 2002. EVALUACION DEL ENSAYO NATURALISTA DE LA RESERVA DE USO MULTIPLE PECOM. Después de 6 años. PECOM – UNaM – ENGRAF. Informe técnico. 27 p.
- SANQUETTA, C. R. 2006. MANEJO DE FLORESTAS NATURAIS. Apuntes del curso de Posgrado. Curitiba, Brasil.
- PRIMER INVENTARIO NACIONAL DE BOSQUES NATIVOS. 2002. Dirección de Bosques. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Argentina.

DESARROLLO DE UNA ECUACIÓN DE FORMA-VOLUMEN RELATIVO PARA LA ESTIMACIÓN DE DIFERENTES VOLÚMENES DE *Grevillea robusta* A. EN MISIONES, ARGENTINA

TAPER EQUATION DEVELOPMENT TO ESTIMATION DIFERENTS VOLUMES FOR *Grevillea robusta* A. IN MISIONES, ARGENTINA

Ernesto Crechi¹

Aldo Keller¹

Hugo Fassola¹

¹ Técnicos Área Forestal. INTA EEA Montecarlo. AP ESP 4 (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina. TE y FAX: 54-03751-480057/480512. E-mail: ecrechi@montecarlo.inta.gov.ar

SUMMARY

Starting from *Grevillea robusta* A. plantations distributed in Misiones Province, 109 trees corresponding to different places and ages were selected. The trees were chosen in random form inside each class diametric, trying to prepare of at least an individual for class. On the stem of felling trees the trunk diameter with and without bark was taken at the following height from the base: 0,2; 0,3; 0,7; 1,3; and 2,0 meter, and from there every 2 meters until the apical point of each tree. Different mathematical models were used through the regression technique that included as independent variables the dbh, the partial diameters, the total height of the tree and the partial heights, whereas the dependent variable was the different volumes. The Trigonometric models were the best to estimated diameters and accumulated volumes for any height.

Key words: partial volumes equations, forms, *Grevillea robusta*, Misiones, Argentina.

RESUMEN

A partir de plantaciones de *Grevillea robusta* A. distribuidas en la provincia de Misiones, se seleccionaron 109 árboles correspondientes a diferentes sitios y edades. Los árboles fueron elegidos en forma aleatoria dentro de cada clase diamétrica, procurando disponer de al menos un individuo por clase. Sobre el fuste de los árboles apeados, se midieron los diámetros con y sin corteza a las alturas de 0,2 (altura de corte ó tocón); 0,3; 0,7; 1,3; 2,0 y luego cada 2 metros hasta el ápice del árbol. Distintos modelos matemáticos fueron probados a través de la técnica de regresión, que incluyeron como variables independientes el diámetro a 1,3 metros, los diámetros parciales a las distintas alturas de corte, la altura total del árbol y las alturas parciales de corte, y como variables respuesta los diámetros y volúmenes parciales. Los mejores ajustes para estimar diámetros y volúmenes parciales se obtuvieron con los modelos de tipo trigonométrico. Estas ecuaciones pueden ser utilizadas para predecir volúmenes del fuste a diferentes alturas y diámetros.

Palabras clave: ecuaciones de volúmenes parciales, forma, *Grevillea robusta*, Misiones, Argentina.

INTRODUCCIÓN

La estimación del volumen de árboles individuales es un problema relevante en dendrometría e inventarios forestales. La dificultad en la determinación directa del volumen mediante la cubicación de secciones hace conveniente contar con expresiones matemáticas que, basadas en una muestra objetivamente seleccionada y cuidadosamente medida, permitan estimar los volúmenes totales ó parciales del fuste hasta cierto diámetro y/o altura, determinados sobre la base de mediciones simples.

Existe un solo antecedente en la región de tabla de volumen total con y sin corteza, construida con árboles de *Grevillea robusta* A. (CRECHI et al., 2003) y solamente uno de volúmenes relativos (CRECHI et al., 2004).

Los modelos fustales, de conicidad o ahusamiento, son funciones de forma que representan la variación diamétrica a lo largo del fuste como función del diámetro a la altura del pecho (diámetro a 1,3 m) y la altura total (h). Constituyen una importante herramienta en la determinación de volúmenes de árboles y trozas y permiten al usuario estimar 3 características básicas de los árboles: diámetros en cualquier punto del fuste, altura del fuste en que se encuentra un diámetro específico y volumen entre dos puntos cualesquiera del fuste o volumen hasta cualquier índice de utilización (PRODAN et al., 1997). Como antecedentes en la zona, podemos citar los trabajos presentados en *Araucaria angustifolia* (WEBER et al., 1991; FRIEDL et al., 1992), en *Pinus caribaea* var. *caribaea* (FERRERE et al., 2001), en *Pinus taeda* (COSTAS et al., 2003), en *Grevillea robusta* (CRECHI et al., 2004), en *Pinus elliotii*, *Pinus taeda* y *Eucalyptus grandis* (Fassola et al., 2006; 2007), entre otros.

El objetivo de este trabajo fue construir una ecuación de forma-volumen relativo para la estimación de volúmenes parciales, para que pueda ser utilizada en el procesamiento de datos de inventarios de plantaciones comerciales de *Grevillea robusta* A. en Misiones, Argentina.

Hipótesis: A través de modelos matemáticos cuyas variables independientes son diámetro a 1,3 metros, diámetros parciales, alturas parciales y altura total y/o sus transformaciones se logran predicciones precisas de diámetros y de volúmenes parciales del fuste de árboles individuales de *Grevillea robusta* A, provenientes de plantaciones que cubren diferentes situaciones de sitios, edades, diámetros y alturas, aplicables a la región a partir de la cual fueron obtenidas las muestras.

MATERIALES Y METODOS

Datos de perfil de fuste fueron obtenidos provenientes de 109 árboles dominantes, codominantes e intermedios, de diferentes edades y sitios de plantaciones de *Grevillea robusta* en Misiones. En cada rodal se procedió a la medición del dap de todos los árboles de la muestra, a partir de la cual, tomando como datos extremos el mayor y menor dap encontrado, se diferenciaron 10 clases diamétricas, procediendo posteriormente a marcar un árbol por cada clase. Seleccionado el árbol fue medido el diámetro a 1,3 metros (d) con forcípula, luego de apeado con motosierra fue medida con cinta la altura total (h) sumada a la del tocón, a continuación fueron medidos los diámetros a diferentes alturas comenzando a partir del tocón (entre 10-30 cm), continuando a 0,7; 1,3; 2,0; 4,0; etc. hasta el ápice. En todos los puntos fueron medidos los diámetros con y sin corteza. La fórmula de Smalian fue utilizada para calcular el volumen de cada sección desde el tocón hasta el último diámetro en punta fina considerado. La fórmula de volumen del cono fue utilizada para determinar el

volumen desde el último corte hasta el ápice. Los volúmenes de dichas secciones fueron acumulados para cada árbol para obtener el volumen total (con y sin corteza).

La Tabla 1 muestra la distribución de los 109 árboles en clases de diámetros y alturas.

Tabla 1.- Distribución de los árboles de la muestra en clases de diámetros y alturas
Table 1.- Trees distributions observed in the database in dbh and height classes

clases dap (cm)	altura total (m)											Total
	0-5	5-7,5	7,5-10	10-12,5	12,5-15	15-17,5	17,5-20	20-22,5	22,5-25	25-27,5	27,5-30	
0 - 4,9	1											1
5 - 9,9		7	6									13
10 - 14,9		3	11	7								21
15 - 19,9			4	15	3	1						23
20 - 24,9				5	7		3		1			16
25 - 29,9				1	1	1	2	2	1	2		10
30 - 34,9						1		1	3			5
35 - 39,9									5	1		6
40 - 44,9							1	2	2	3	1	9
45 - 49,9								1	3	1		5
Total	1	10	21	28	11	3	6	6	15	7	1	109

La Tabla 2 muestra como se distribuyen las muestras por edades y respectivas ubicaciones de los rodales.

Tabla 2.- Distribución de la base de datos por edades y localización de las plantaciones
Table 2.- Distributions of database for age and location of plantations

Nº Rodal	Año plantación	Edad	Nº árboles muestra	Lugar	Empresa
1	1999	3	10	Posadas	Danzer
2	1998	4	10	Posadas	Danzer
3	1997	5	10	Posadas	Danzer
4	1996	6	20	Posadas	Danzer
5	1995	7	10	Posadas	Danzer
6	1994	8	9	Posadas	Danzer
7	1989	13	10	Lanusse	Robicué
8	1985	17	10	Lanusse	Robicué
9	1985	21	9	Lanusse	Robicué
10	1971	31	6	Delicia	Bulmann
11	1986	20	5	Montecarlo	Hertner

La Tabla 3 resume los valores máximos y mínimos observados para diferentes variables.

Análisis: Varias ecuaciones de diámetros y volúmenes relativos fueron examinadas y analizadas a través de la técnica de regresión.

Los diámetros con y sin corteza se ajustaron a través del dap, de las alturas parciales y altura total y/o sus transformaciones. En la Tabla 4, se describen los modelos empleados en el ajuste.

Tabla 3.- Valores mínimos y máximos observados en la base de datos
Table 3.- Minimal and maximal value observed in the database

Valor	Edad (años)	Diámetro a 1,3 m (cm)	Altura total (m)	Volumen total c/c (m³)	Volumen total s/c (m³)
Mínimo	3	4,7	4,8	0,007	0,005
Promedio	11,9	23,7	15,6	0,516	0,443
Máximo	31	48,0	28	2,063	1,764

Los volúmenes relativos acumulados con y sin corteza se ajustaron a través de las alturas parciales y/o diámetros parciales, de la altura total ó dap y/o sus transformaciones. A las proporciones de volúmenes obtenidos a través de los modelos de Bi y Amateis-Burkhart se les afectó al volumen total ajustado por CRECHI et al. (2003) para la obtención de los volúmenes relativos, mientras que para el polinomio de 5° grado la proporción de volúmenes se obtuvo a partir de su propia integración. En la Tabla 5, se describen los modelos empleados en el ajuste.

Tabla 4. Modelos ajustados para predecir el diámetro a diferentes alturas
Table 4.- Adjusted models to predict diameter to any heights

Modelo	Autor/es	Ecuación
1	Trigonométrico (Bi)	$di = (((\ln(\text{seno}(\pi/2*(hpcf/ht)))/\ln(\text{seno}(\pi/2*(1,3/ht))))^{(a+(b*\text{seno}(\pi/2*(hpcf/ht)))+(c*\text{coseno}(3*\pi/2*(hpcf/ht)))+(d*\text{seno}(\pi/2*(hpcf/ht))/(hpcf/ht))+(e*dap)+(f*(hpcf/ht)*(dap^{0,5}))+g*(hpcf/ht)*(ht^{0,5})))))*dap$
2	Amateis-Burkhart	$di = (((c1*(ht-hpcf)^{c2})*dap^{b3})/(b1*ht^{c3}))^{(1/b2)}$
3	Polinomio 5° grado	$di = (a - b*(hpcf/ht) + c*(hpcf/ht)^2 - d*(hpcf/ht)^3 + e*(hpcf/ht)^4 - f*(hpcf/ht)^5)*dap$

di= diámetro a una altura determinada (cm); dap = diámetro a la altura del pecho con corteza (cm); ht = altura total (m); hpcf = altura parcial de corte (m); a, b,...n = coeficientes de los modelos; ln = logaritmo natural

Tabla 5. Modelos ajustados para predecir el volumen acumulado
Table 5.- Adjusted models to predict accumulated volume

Modelo	Autor/es	Ecuación
4	Bi (Trigonométrico)	$vi = ((\text{seno}(\pi/2*(hpcf/ht)))^{a*}(\text{seno}(\pi/2*((hpcf/ht)^{0,5})))^{b*}(\text{seno}(\pi/2*((hpcf/ht)^{(1/3)})))^{c*}(\text{seno}(\pi/2*((hpcf/ht)^{0,25})))^{d*}) * V$
5	Amateis-Burkhart	$vd = V*(1+(a*((dpccf)^b)/(dap^c)))$ $vhpcf = V*(1+(a*((ht-hpcf)^b)/(ht^c)))$
6	Polinomio 5° grado	$vi = \pi/4 \int_0^{hi} (b'0 + b'1 \cdot hpcf + b'2 \cdot hpcf^2 + b'3 \cdot hpcf^3 + b'4 \cdot hpcf^4 + b'5 \cdot hpcf^5) \cdot \Delta hpcf$

V = volumen del fuste (m³) (CRECHI et al., 2003); vi=volumen acumulado hasta una altura determinada; a, b,...n = coeficientes de los modelos; vhpcf=volumen acumulado hasta diferentes alturas; Δhpcf=diferencial de la altura de corte final; vd = volumen acumulado hasta un determinado diámetro en punta fina; b'í=dap/ht'.

De las ecuaciones utilizadas, la de Amateis & Burkhart (1987), que proveen un sistema de ecuaciones para predecir volúmenes para cualquier diámetro en punta fina y altura de fuste, las cuales llevan implícito funciones de forma para estimar diámetros y alturas

parciales, fueron descriptas por CRECHI et al., 2004. Las ecuaciones trigonométricas (Bi, 2000) fueron descriptas por Fassola et al., 2007. Mientras que las del polinomio de 5° grado fueron descriptas por FRIEDL et al., 1992.

La evaluación de los modelos se realizó a través de las estadísticas de ajuste: coeficiente de determinación ajustado (R^2_{aj}), error estándar de la estimación (S_{yx}), error absoluto promedio expresado en porcentaje (Eabs%), error relativo promedio expresado en porcentaje (Erel%), evaluación gráfica de las curvas ajustadas frente a los datos observados y análisis gráfico de los residuos.

RESULTADOS

Las Tablas 6 y 7 muestran las estadísticas de ajustes obtenidos para los modelos estudiados.

Tabla 6.- Estadísticos para modelos con corteza
Table 6.- Statistics for models with bark

Modelo	Autor/es	R^2_{aj} (%)	s_{yx}	Eabs%	Erel%
1	Trigonométrico (di)	99,09	0,0117858	5,283	-0,399
2	Amateis-Burkhardt (di)	---	---	7,461	-0,52
3	Polinomio 5° grado (di)	96,22	0,0717927	7,369	-1,067
4	Bi (vi)	99,05	0,0331757	7,903	-1,275
5	Amateis-Burkhardt ($v_i=f(d_i,d_{ap})$)	97,46	0,0688039	45,228	18,126
6	Polinomio 5° grado (vi)	---	---	13,483	-2,022

Tabla 7.- Estadísticos para modelos sin corteza
Table 7.- Statistics for models without bark

Modelo	Autor/es	R^2_{aj} (%)	s_{yx}	Eabs%	Erel%
1	Trigonométrico (di)	99,05	0,0113397	5,714	-0,4308
2	Amateis-Burkhardt (di)	---	---	7,748	-0,486
3	Polinomio 5° grado (di)	96,59	0,0641464	7,514	-1,143
4	Bi (vi)	99,07	0,0327537	7,624	-1,2005
5	Amateis-Burkhardt ($v_i=f(d_i,d_{ap})$)	97,46	0,0599152	41,642	14,1752
6	Polinomio de 5° grado (vi)	---	---	12,588	-1,832

Los modelos 2 y 6, no poseen valores de R^2_{aj} y S_{yx} , ya que son funciones implícitas obtenidas a partir de los modelos 5 y 3 respectivamente. R^2_{aj} (%): coeficiente de determinación ajustado expresado en porcentaje; S_{yx} : error estándar de la estimación; Eabs%: error absoluto promedio de la estimación en porcentaje; Erel%: error relativo promedio de la estimación en porcentaje.

Todos los valores de “F” observados, resultaron altamente significativos, lo cual indica la existencia de regresiones altamente significativas entre las variables dependientes e independientes de los diferentes modelos.

Los valores de R^2_{aj} fueron superiores a 96 %, significando esto que menos del 4 % de la variación del diámetro con y sin corteza y de los volúmenes relativos con y sin corteza, no resultan explicados por la variación del dap, de las alturas parciales y altura total y/o sus transformaciones.

Los valores de Eabs%, resultaron en casi todos los casos, salvo para los modelos 5 y 6, inferiores a 8 %; mientras que los valores de Erel%, también en casi todos los casos, salvo para el modelo 5, inferiores a 2,1 % .

En general, se manifiesta una leve superioridad de los ajustes, en la estadísticas Syx, Eabs% y Erel% a favor de las variables sin corteza, mientras que para R² aj. no se observan diferencias marcadas.

A partir de una evaluación comparativa de los indicadores de ajuste planteados, los modelos trigonométricos (BI, 2000) para estimar diámetros relativos y para estimar volúmenes relativos, con y sin corteza, son los que presentaron mejores ajustes, coincidiendo estos resultados con los obtenidos por FASSOLA et al (2006, 2007). También basados en el análisis gráfico de las curvas ajustadas frente a los datos observados y distribución aleatoria de los residuos sin presencia de tendencias, estos dos modelos también resultaron superiores.

Estas ecuaciones con sus respectivos parámetros y los datos observados con los estimados y sus respectivos residuos (Figuras 1-8), son presentados a continuación:

Modelo trigonométrico para estimar el diámetro con corteza (dccc, en metros) a distintas alturas (hpcf, en metros)

$$dccc = (dap/100)*(((\ln(\text{seno}(\pi/2*(hpcf/ht)))/\ln(\text{seno}(\pi/2*(1,3/ht))))^{(1,92143 + (-0,179905*\text{seno}(\pi/2*(hpcf/ht)))+(-0,0360001*\text{coseno}(3*\pi/2*(hpcf/ht)))+ (-0,958763*\text{seno}(\pi/2*(hpcf/ht))/(hpcf/ht))+(-0,301564*(dap/100))+ (0,764868*(hpcf/ht)*((dap/100)^{0,5}))+(-0,149506*(hpcf/ht)*(ht^{0,5}))))$$

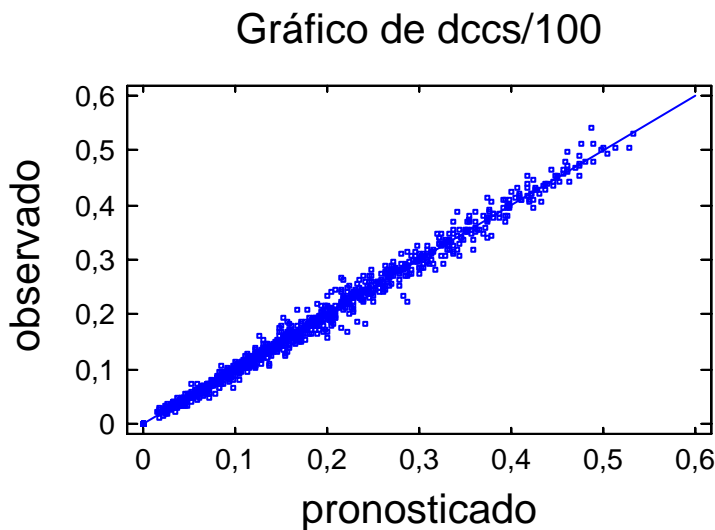


Figura 1. Datos observados vs. Estimados
Figure 1. Observed data vs. estimated

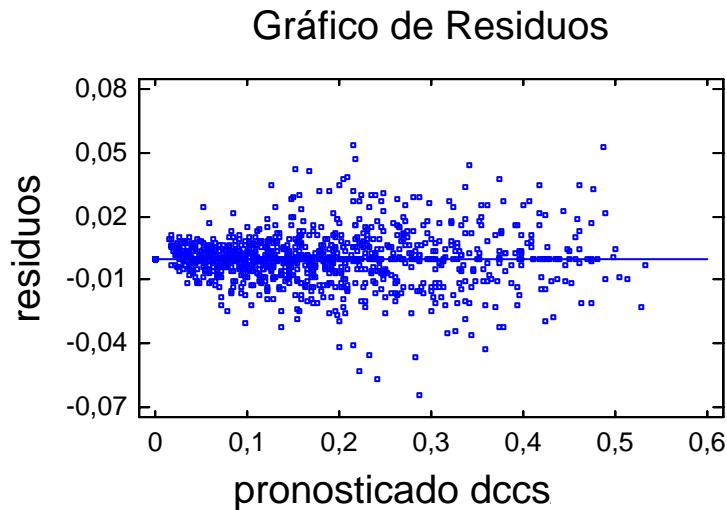


Figura 2. Residuales observados vs. estimados
Figure 2. Residuals observed vs. estimated

Modelo de Bi para estimar el volumen acumulado con corteza (v_i , m^3) hasta distintas alturas

$$v_i = V * ((\text{seno}(\pi/2 * (\text{hpcf}/\text{ht})))^{-6,11826} * (\text{seno}(\pi/2 * ((\text{hpcf}/\text{ht})^{0,5})))^{99,1036} * (\text{seno}(\pi/2 * ((\text{hpcf}/\text{ht})^{1/3})))^{-310,087} * (\text{seno}(\pi/2 * ((\text{hpcf}/\text{ht})^{0,25})))^{252,763})$$

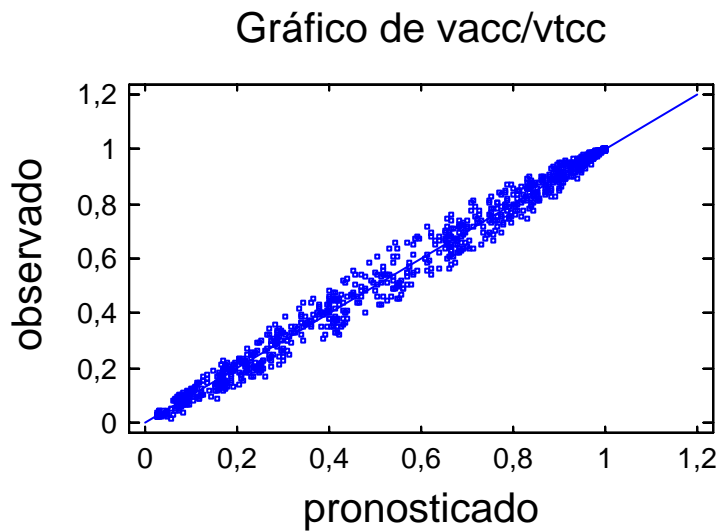


Figura 3. Datos observados vs. estimados
Figure 3. Observed data vs. estimated

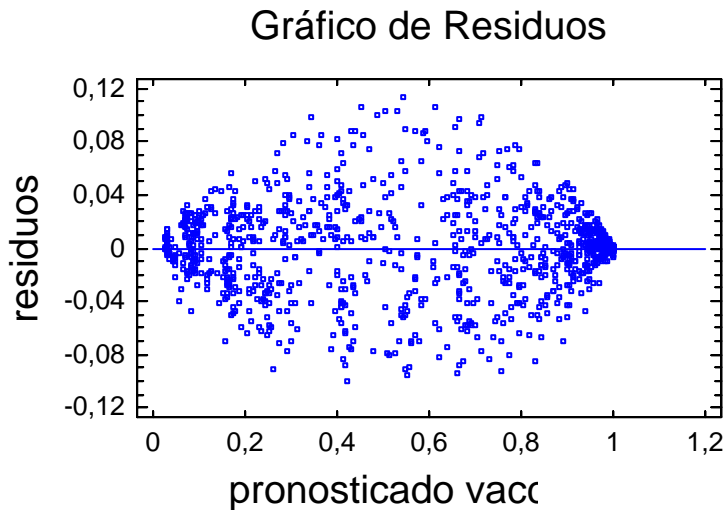


Figura 4. Residuales observados vs. estimados
Figure 4. Residuals observed vs. estimated

Modelo trigonométrico para estimar el diámetro sin corteza (dpsc, en metros) a distintas alturas (hpcf, en metros)

$$dpsc = dapsc * (((\ln(\text{seno}(\pi/2*(hpcf/ht)))/\ln(\text{seno}(\pi/2*(1,3/ht))))^{(2,09352+(-0,18289*\text{seno}(\pi/2*(hpcf/ht)))+(-0,0448094*\text{coseno}(3*\pi/2*(hpcf/ht)))+(-1,05935*\text{seno}(\pi/2*(hpcf/ht))/(hpcf/ht))+(-0,294504*(dapsc))+(0,727671*(hpcf/ht)*((dapsc)^{0,5})+(-0,154331*(hpcf/ht)*(ht^{0,5}))))))$$

dapsc: diámetro a la altura del pecho sin corteza, en metros; dapcc= diámetro a la altura del pecho con corteza, en metros;

Para estimar dapsc a partir de dapcc se ajustó la siguiente ecuación:

$$dapsc=dapcc*\exp(1/(-24,1136+9,05608*dapcc-4,88918*\ln(dapcc)+0,231599*\ln(ht)))$$

En la Tabla 8 se muestran las estadísticas de ajuste del modelo.

Tabla 8.- Estadísticos del modelo ajustado para estimar dap sin corteza (dapsc)
Table 8.- Statistics for model to estimate dbh without bark

Modelo	Autor	R ² aj (%)	S _{yx}	Eabs%	Erel%
dapsc	Bi (2000)	99,8	0,00522248	2,1938	-0,3841

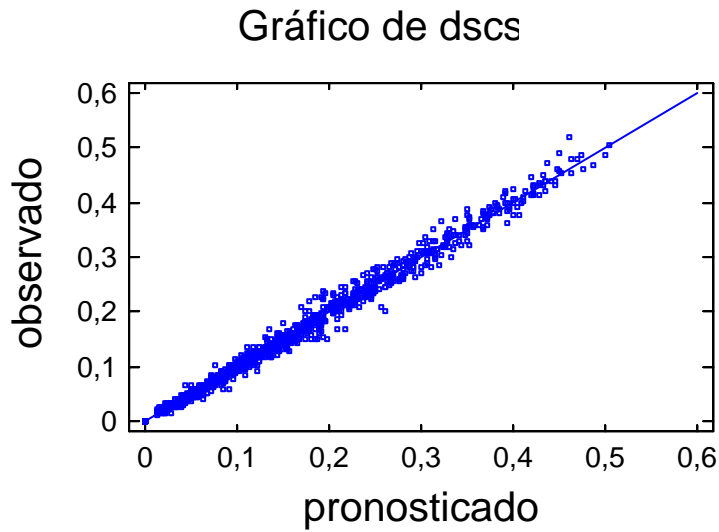


Figura 5. Datos observados vs. estimados
Figure 5. Observed data vs. Estimated

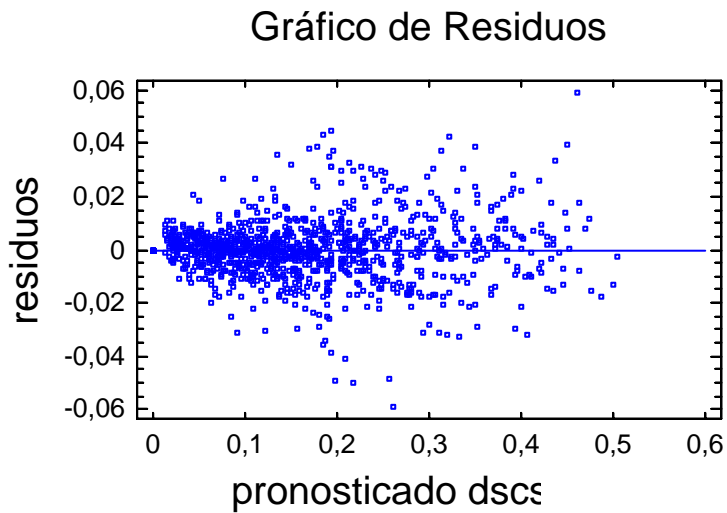


Figura 6. Residuales observados vs. estimados
Figure 6. Residuals observed vs. estimated

Modelo de Bi para estimar el volumen acumulado sin corteza (visc) hasta distintas alturas

$$visc = Vsc * ((\text{seno}(\pi/2*(hpcf/ht)))^{-5,91147} * (\text{seno}(\pi/2*((hpcf/ht)^{0,5})))^{94,1986} * (\text{seno}(\pi/2*((hpcf/ht)^{1/3})))^{-293,423} * (\text{seno}(\pi/2*((hpcf/ht)^{0,25})))^{239,013})$$

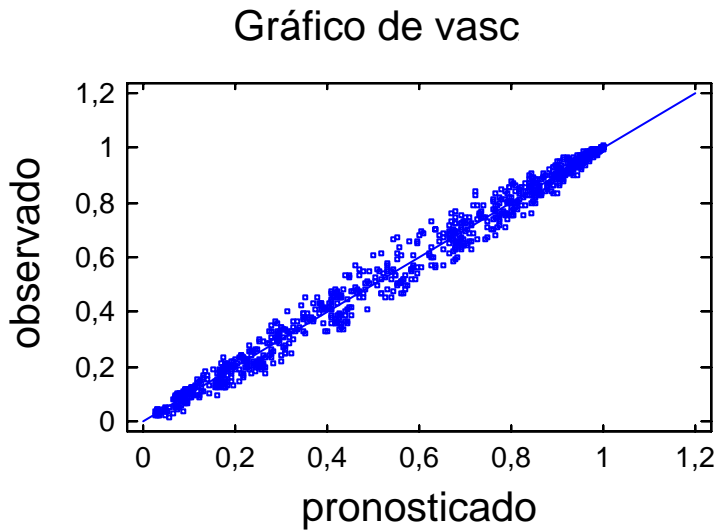


Figura 7. Datos observados vs. estimados
Figure 7. Observed data vs. estimated

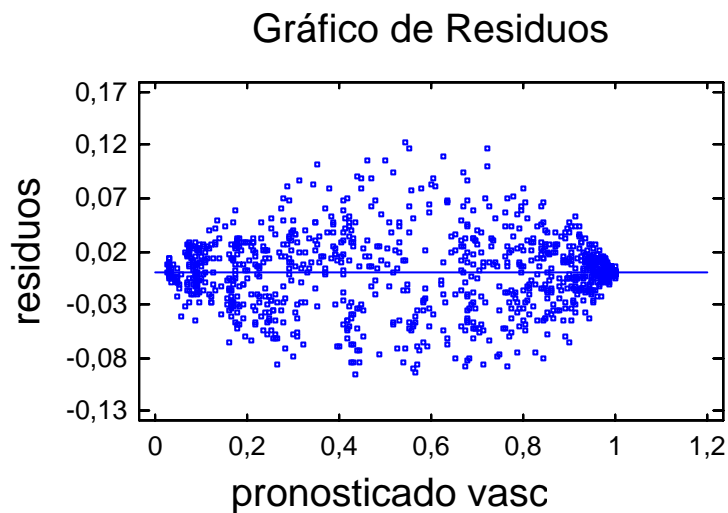


Figura 8. Residuales observados vs. estimados
Figure 8. Residuals observed vs. estimated

Para las ecuaciones seleccionadas, se observaron en los gráficos de las curvas ajustadas frente a los datos observados, que éstas pasaron por el centro del diagrama de dispersión. También en el análisis gráfico expresado en porcentaje fue posible observar una distribución aleatoria de los residuos sin presencia de tendencias.

CONCLUSIONES

Las ecuaciones seleccionadas para estimar diámetros parciales y volúmenes acumulados con y sin corteza a diferentes alturas del fuste a través de modelos trigonométricos, son las que presentaron indicadores estadísticos superiores, comparativamente a los demás modelos.

Menos del 1% de las variaciones de los volúmenes acumulados con y sin corteza, no fueron explicadas por las alturas parciales de corte y la altura total y sus transformaciones.

Menos del 1% de las variaciones de los diámetros con y sin corteza, no fueron explicadas por el dap, las alturas parciales de corte y la altura total y sus transformaciones.

Los errores relativos promedios de la estimación expresados en porcentaje (Erel%) resultaron inferiores a -0,4 % para la estimación de diámetros parciales a través del modelo trigonométrico e inferiores a 1,3 % para estimar volúmenes acumulados a través del modelo de Bi.

Los errores absolutos promedios de la estimación expresados en porcentaje (Eabs%) resultaron inferiores a 6 % para la estimación de diámetros parciales a través del modelo trigonométrico e inferiores a 8 % para estimar volúmenes acumulados a través del modelo de Bi.

Las ecuaciones elegidas han resultado en ajustes cuyos gráficos no presentan tendencias con respecto a los datos originales.

Para su aplicación fuera de la zona y rangos de diámetros y alturas para la cual fue construida deben ser evaluadas previamente.

Para próximos estudios, se recomienda ampliar la base de datos ya disponible cubriendo más sitios y edades, con los objetivos de extender el área de aplicación por un lado y por otro la posibilidad de detectar si existen o no patrones de crecimientos diferenciales.

Las funciones presentadas aquí, pueden ser usadas para predecir volúmenes totales y comerciales para *Grevillea robusta* A. en Misiones.

Las ecuaciones desarrolladas son flexibles, es decir ante cambios en los estándares de utilización de la madera, las mismas pueden ser aplicadas, ya que permiten predecir diámetros y volúmenes de trozas a diferentes alturas del fuste.

AGRADECIMIENTOS

El equipo agradece al Ingeniero Hermann Hampel de la Empresa DANZER FORESTACIONES S.A., al Ingeniero Luis Colcombet, al señor Adolfo Bullmann y al Abogado Eugenio Hertner, que han puesto a disposición sus plantaciones, y a todas las personas que directa o indirectamente colaboraron en la obtención de los datos, entre ellos a estudiantes de la Facultad de Ciencias Forestales de Eldorado y a los señores Otto Knebel y Jorge Visentini del INTA EEA - Montecarlo.

BIBLIOGRAFIA

- AMATEIS, R. L.; Burkhart H. E. 1987. Cubic-foot volume equations for Loblolly Pine trees in Cutover, Site-Prepared Plantations. SJAF 11 (4), p190-192.
- BI, H. 2000. Trigonometric Variable-Form Taper Equations for Australian Eucalypts. Forest Science 46 (3), p. 397-409.
- CRECHI, E.; Moscovich F.; Fassola H.; Hennig A.; Hampel H.; Domecq C.; Maletti C. 2003. Tabla de Volumen para *Grevillea robusta* A. en Misiones, Argentina. 2003. INTA EEA-Montecarlo. CD Publicaciones 1996-2005.
- CRECHI, E.; Moscovich, F.; Fassola, H.; Hampel, H.; Domecq, C.; Maletti, C. 2004. Ecuaciones de volúmenes para *Grevillea robusta* A. en Misiones, Argentina. INTA EEA-Montecarlo. Informe Técnico N° 56. 12p.
- COSTAS R.; de Oliveira A.; Teresczuch M.; Weber E. 2003. Funciones de forma para *Pinus taeda* L. en el Norte de Misiones. En: 10° Jornadas Técnicas Forestales y ambientales. FCF Eldorado – INTA EEA Montecarlo. Eldorado, Misiones. 7 p.

- FASSOLA, H.; Crechi, E.; Keller A. 2006. Informe anual PAN 571: “Funciones y Algoritmos dasométricos para manejo silvícola intensivo, de aplicación en plantaciones forestales orientadas a producción de madera de alto valor agregado”. Curso de capacitación en el empleo de funciones de volumen y volumen-forma para *Pinus taeda*, *Pinus elliottii* y *Eucalyptus grandis* para distintas regiones agroecológicas de la mesopotamia argentina. Boletín Técnico N° 59. INTA EEA-Montecarlo. 23 p.
- FASSOLA, H. ; Crechi, E.;Keller, A.; Barth, S. 2007. Funciones de forma de exponente variable para la estimación de diámetros a distintas alturas en *Eucalyptus grandis* Hill Ex Maiden. cultivado en la Mesopotamia Argentina. INTA - RIA, 36 (2): 109-128.
- FERRERE P.; Fassola H, Fahler J.; Crechi E.; Henning A.; Bunse G. 2001. Funciones de volúmenes totales, parciales y de forma para *Pinus caribaea* var *caribaea*. INTA EEA-Montecarlo. Informe técnico N° 26.
- FRIEDL, R.A.; Costas, R.A.; Orué E.; Amarilla A., D.C.; Cinto J.P. 1992. Funciones de forma relativa polinomiales en *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. Revista Yvyrareta. N° 3, p.63-69.
- PRODAN, M.; Peters, R.; Cox, F.; Real, P. 1997. “Mensura forestal”. Ed. IICA, 586 p.
- WEBER E.; Friedl R. 1991. Funciones de forma simple para *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. en la Estación Forestal General Manuel Belgrano. En: VI Jornadas Técnicas Inventarios-Modelos de crecimiento y producción forestales. Eldorado. Actas, p.69-80.

DESARROLLO DE UNA ECUACIÓN DE FORMA-VOLUMEN RELATIVO PARA LA ESTIMACIÓN DE DIFERENTES VOLÚMENES DE *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *P. caribaea* var. *hondurensis* EN EL NORTE DE MISIONES, ARGENTINA

TAPER EQUATION DEVELOPMENT TO ESTIMATION DIFERENT VOLUMES FOR *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *P. caribaea* var. *hondurensis* IN NORTHERN MISIONES, ARGENTINA

Ernesto Crechi¹
Aldo Keller¹
Hugo Fassola¹
Fabio Moscovich¹
Hermann Kubsch²

¹ Técnicos Área Forestal. INTA EEA Montecarlo. AP ESP 4 (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina. TE y FAX: 54-03751-480057/480512. E-mail: ecrechi@montecarlo.inta.gov.ar

² Ing. Forestal. Barrio San Antonio, Calle Entre Ríos s/n, Wanda-Misiones, Código Postal 3376, TE (03757) 470273. E-mail: hermancito_4@hotmail.com

SUMMARY

Starting from *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *P. caribaea* var. *hondurensis* plantations distributed in Misiones Province, 54 trees corresponding to different places and ages were selected. The trees were chosen in random form inside each class diametric, trying to prepare of at least an individual for class. On the stem of felling trees the trunk diameter with and without bark was taken at the following height from the base: 0,2; 0,3; 0,7; 1,3; and 2,0 meter, and from there every 2 meters until the apical point of each tree. Different mathematical models were used through the regression technique that included as independent variables the dbh, the partial diameters, the total height of the tree and the partial heights, whereas the dependent variable was the different volumes. The trigonometric models were the best fixed models to estimated diameters and relative volumes for any height.

Key words: volumes equations, diameter, form, *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *P. caribaea* var. *hondurensis*, Misiones.

RESUMEN

A partir de plantaciones de *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *P. caribaea* var. *hondurensis* del norte de la provincia de Misiones, fueron seleccionados 54 árboles de diferentes sitios y edades, abarcando el rango diamétrico existente, procurando disponer de al menos un individuo por clase diamétrica. En los árboles apeados, se midieron los diámetros con y sin corteza a las alturas de 0,2 (altura de corte o tocón); 0,3; 0,7; 1,3; 2,0 y luego cada 2 metros hasta el ápice del árbol. Distintos modelos matemáticos fueron probados a través de la técnica de regresión. Las variables independientes fueron el diámetro a 1,3 metros, la altura total del árbol y las alturas parciales de corte, y las variables respuesta los diámetros y volúmenes relativos. Los mejores ajustes se obtuvieron con los modelos trigonométricos. Estas ecuaciones pueden ser utilizadas para predecir diámetros y volúmenes acumulados en el fuste hasta diferentes alturas de corte.

Palabras clave: ecuaciones de volumen, diámetro, forma, *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *P. caribaea* var. *hondurensis*, Misiones.

INTRODUCCIÓN

La estimación del volumen de árboles individuales es un problema relevante en dendrometría e inventarios forestales. La dificultad en la determinación directa del volumen mediante la cubicación de secciones hace conveniente contar con expresiones matemáticas que, basadas en una muestra objetivamente seleccionada y cuidadosamente medida, permitan estimar los volúmenes totales o parciales del fuste hasta cierto diámetro y/o altura, determinados sobre la base de mediciones simples.

Existe un solo antecedente en la región de tabla de volumen total con y sin corteza, construida con árboles de *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *P. caribaea* var. *hondurensis* (KUBSCH et al., 2005).

Los modelos fustales, de conicidad o ahusamiento, son funciones de forma que representan la variación diamétrica a lo largo del fuste como función del diámetro a la altura del pecho (diámetro a 1,3 m) y la altura total (h). Constituyen una importante herramienta en la determinación de volúmenes de árboles y trozas y permiten al usuario estimar 3 características básicas de los árboles: diámetros en cualquier punto del fuste, altura del fuste en que se encuentra un diámetro específico y volumen entre dos puntos cualesquiera del fuste o volumen hasta cualquier índice de utilización (PRODAN et al., 1997). Como antecedentes en la zona, podemos citar los trabajos presentados en *Araucaria angustifolia* (WEBER et al., 1991; FRIEDL et al., 1992), en *Pinus caribaea* var. *caribaea* (FERRERE et al., 2001), en *Pinus taeda* (COSTAS et al., 2003), en *Grevillea robusta* (CRECHI et al., 2004), en *Pinus elliottii*, *Pinus taeda* y *Eucalyptus grandis* (FASSOLA et al., 2006, 2007), en *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (COSTAS et al., 2006), entre otros.

El objetivo de este trabajo fue construir una ecuación de forma-volumen relativo para la estimación de volúmenes parciales, para que pueda ser utilizada en el procesamiento de datos de inventarios de plantaciones comerciales de *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *P. caribaea* var. *hondurensis* en el norte de Misiones, Argentina.

Hipótesis: A través de modelos matemáticos cuyas variables independientes son diámetro a 1,3 metros, diámetros parciales, alturas parciales y altura total y/o sus transformaciones se logran predicciones precisas del volumen parcial del fuste de árboles individuales de *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *P. caribaea* var. *hondurensis*, provenientes de plantaciones que cubren diferentes situaciones de sitios, edades, diámetros y alturas, aplicables a la región a partir de la cual fueron obtenidas las muestras.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área: El estudio se realizó sobre plantaciones comerciales del Pino híbrido propiedad de la empresa LIPSIA S.A. distribuidas en los Departamentos Iguazú y Eldorado de la Provincia de Misiones.

Según el relevamiento de suelos del INTA (1990) para la provincia de Misiones el área de estudio se encuentra asociada al complejo denominado Kandudult ródico, integrado en su mayoría por suelos rojos profundos. Son bien drenados, muy ácidos, con baja dotación en nutrientes y bien estructurados.

Características de los rodales: La metodología de preparación del sitio, plantación y primeros cuidados culturales fue la misma en todos los rodales. La preparación del terreno consistió en la formación de escolleras, quema y posteriormente rastreada. Las semillas F2 provinieron de un Huerto semillero Clonal de CSIRO, Australia. La plantación se efectuó con plantines en maceta, a una densidad de 1736 plantas por hectárea (2,4 x 2,4 m). Los raleos

fueron realizados de manera selectiva por lo bajo, y se efectuaron 3 podas, hasta alcanzar los 6 m de altura del fuste.

La Tabla 1 resume las principales características de los rodales sobre los cuales se realizó la selección de los árboles.

Tabla 1: Características de los rodales muestreados
Table 1: Characteristics of sampled stands

Nº Rodal	Año de Plantación	Edad (años)	Campo	Suelo	Lote	Superficie (ha)	Cantidad de raleos
1	1990	14	Elena	9	A	2	2
2	1992	12	Elena	9	A	23.5	2
3	1993	11	Lipsia	9	1	10.1	2
4	1994	10	Lipsia	9	1 y 2	94.8	2
5	1995	9	Casualidad	9	71 y 72	56.8	1
6	1996	8	Casualidad	9	86-87 y 88	44	1
7	1997	7	Cinco Arroyos	9	21	47.5	1
8	1998	6	Mado	6A	3	59.6	Ninguno
9	1999	5	Lipsia	9	3	30	1

Muestreo: Datos de perfil de fuste fueron obtenidos con información proveniente de 54 árboles dominantes, codominantes e intermedios, de diferentes edades y sitios de plantaciones de *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *P. caribaea* var. *hondurensis* del norte de la provincia de Misiones. Seleccionado el árbol fue medido el diámetro a 1,3 metros (dap) con forcípula, luego de apeado con motosierra fue medida con cinta la altura total (h) a la que se sumó la del tocón, a continuación fueron medidos los diámetros con y sin corteza a diferentes alturas comenzando a partir del tocón (entre 10-30 cm), continuando a 0,7 m; 1,3 m; 2,0 m; y a partir de este punto a cada 2,0 m hasta el ápice. La fórmula de Smalian fue utilizada para calcular el volumen de cada sección desde el tocón hasta el diámetro en punta fina considerado. La fórmula de volumen de un cono fue utilizada para determinar el volumen desde el último corte hasta el ápice. Los volúmenes de dichas secciones fueron acumulados para cada árbol para obtener volúmenes parciales y totales (con y sin corteza). En la Tabla 2 se muestra la distribución de los 54 árboles en clases de diámetros y alturas.

Tabla 2.- Distribución de árboles seleccionados en clases de diámetro y altura
Table 2.- Distribution of the selected trees in classes of diameter and height

Clases dap (cm)	Clases altura (m)									Total
	5-7.5	7.5-10	10-12.5	12.5-15	15-17.5	17.5-20	20-22.5	22.5-25	25-27.5	
10 - 14.9	1	3	1							5
15 - 19.9		3	2	4	1	2				12
20 - 24.9			1	3	5	5				14
25 - 29.9					3	6	2	1		12
30 - 34.9							4	3		7
35 - 39.9								1	1	2
40 - 44.9									2	2
Total	1	6	4	7	9	13	6	5	3	54

En la Tabla 3 se presentan los valores máximo, mínimo y medio para las variables medidas, diámetro altura de pecho, altura total y volumen del fuste con y sin corteza.

Tabla 3. Valores mínimos, medios y máximos observados
Table 3. Medium, minimums and maximums observed values

Valores	Diámetro altura de pecho(cm)	Altura total (m)	Volumen del fuste con corteza (m ³)	Volumen del fuste sin corteza (m ³)
Máximo	43,5	25,3	1,732	1,523
Mínimo	11,2	7,4	0,0441	0,030
Medio	23,8	17,2	0,4748	0,40

Análisis: Varias ecuaciones de diámetros y volúmenes relativos fueron examinadas y analizadas a través de la técnica de regresión. Los diámetros con y sin corteza se ajustaron a partir del dap, de las alturas parciales y altura total y/o sus transformaciones. En la Tabla 4, se describen los modelos empleados en el ajuste.

Los volúmenes relativos acumulados con y sin corteza se ajustaron a partir del volumen total ajustado por Kubsch et al. (2005), de las alturas parciales o diámetros parciales, de la altura total o dap y/o sus transformaciones. En la Tabla 5, se describen los modelos empleados en el ajuste.

Tabla 4. Modelos ajustados para predecir diámetros relativos a distintas alturas
Table 4. Adjusted models to predict relative diameters to different heights

Modelo	Autor/es	Ecuación
1	Polinomio 5º grado	$d/dap = a - b*(hpcf/ht) + c*(hpcf/ht)^2 - d*(hpcf/ht)^3 + e*(hpcf/ht)^4 - f*(hpcf/ht)^5$
2	Polinomio grado n	$d/dap = a - b*(hpcf/ht)^{0,005} - c*(hpcf/ht)^2 - d*(hpcf/ht)^4 + e*(hpcf/ht)^{20} - f*(hpcf/ht)^{25}$
3	Trigonomé- trico	$d/dap = ((\ln(\text{seno}(\pi/2*(hpcf/ht)))/\ln(\text{seno}(\pi/2*(1,3/ht))))^{(a+(b*\text{seno}(\pi/2*(hpcf/ht)))+(c*\text{coseno}(3*\pi/2*(hpcf/ht)))+(d*\text{seno}(\pi/2*(hpcf/ht))/(hpcf/ht))+(e*dap)+(f*(hpcf/ht)*(dap^{0,5}))+(g*(hpcf/ht)*(ht^{0,5})))$
4	Kozak	$d/dap = ((a*((hpcf/ht)-1))+b*(((hpcf/ht)^2)-1))^{0,5}$

d = diámetro parcial; dap = diámetro a la altura del pecho con corteza (cm); ht = altura total (m); hpcf = altura parcial de corte (m); a, b,...ni = coeficientes de los modelos; ln = logaritmo natural

Tabla 5. Modelos ajustados para predecir el volumen acumulado relativo a distintas alturas
Table 5. Adjusted models to predict accumulated relative volume to different heights

Modelo	Autor/es	Ecuación
5	Bi	$V_i/V = (\text{seno}(\pi/2*(hpcf/ht)))^a * (\text{seno}(\pi/2*((hpcf/ht)^{0,5})))^b * (\text{seno}(\pi/2*((hpcf/ht)^{(1/3)})))^c * (\text{seno}(\pi/2*((hpcf/ht)^{0,25})))^d$
6	Amateis-Burkhart	$V_i/V = 1 + (a * (((dpccf)^b) / (dap^c)))$

V_i = volumen parcial acumulado; V = volumen del fuste con corteza (dm³) (KUBSCH et al, 2005; V=13,37+0,1597.dap²+0,0089.dap².h+0,04595.dap.h²-0,4536.h²); dap = diámetro a la altura del pecho con corteza (cm); ht = altura total (m); hpcf = altura parcial de corte (m); a, b,...ni = coeficientes de los modelos

La comparación de los modelos se realizó a través de las estadísticas de ajuste: coeficiente de determinación ajustado (R²aj), coeficientes de variación de los residuos (Syx), error absoluto promedio (MAE), coeficiente de variación expresado en porcentaje (CV%), evaluación gráfica de las curvas ajustadas frente a los datos observados y análisis gráfico de los residuos.

RESULTADOS

Las Tablas 6 y 7 muestran las estadísticas de ajuste obtenidas para todos los modelos estudiados.

Tabla 6.- Estadísticos para modelos con corteza (c/c)

Table 6.- Statistics for models with bark

Modelo	Autor/es	R ² aj (%)	s _{yx}	MAE	CV%
1	Polinomio 5° grado	98,25	0,0469331	0,034617	6,78
2	Polinomio grado n	98,34	0,0456947	0,0330609	6,60
3	Trigonométrico	98,78	0,03916	0,0269237	5,65
4	Kozak	97,66	0,0542018	0,0407284	7,83
5	Bi	99,76	0,017782	0,0119357	2,99
6	Amateis-Burkhardt	93,98	0,0898632	0,0657521	15,12

Tabla 7.- Estadísticos para modelos sin corteza (s/c)

Table 7.- Statistics for models without bark

Modelo	Autor/es	R ² aj (%)	s _{yx}	MAE	CV%
1	Polinomio 5° grado	98,15	0,0426151	0,0317979	6,07
2	Polinomio grado n	98,26	0,0413004	0,0303506	5,88
3	Trigonométrico	98,73	0,0397474	0,0272346	5,66
4	Kozak	97,26	0,0517659	0,0390756	7,37
5	Bi	99,77	0,0175726	0,0117161	2,99
6	Amateis-Burkhardt	92,30	0,102416	0,0734497	17,41

Donde:

R²aj (%): coeficiente de determinación ajustado expresado en porcentaje

s_{yx}: error estándar de la estimación

MAE: error absoluto promedio de la estimación

CV%: coeficiente de variación expresado en porcentaje

Todos los valores de “F” observados, resultaron altamente significativos, lo cual indica la existencia de asociaciones altamente significativas entre las variables dependientes e independientes de los diferentes modelos.

Los valores de R²aj, a excepción del modelo 6, fueron superiores a 97 %, significando esto, que menos del 3 % de la variación del diámetro con y sin corteza y de los volúmenes relativos con y sin corteza, no resultan explicados por la variación del dap, de las alturas parciales y altura total y/o sus transformaciones.

Los valores de los coeficientes de variación de los residuos, resultaron en casi todos los casos, salvo para el modelo 6, inferiores a 8 %.

Se manifiesta una leve superioridad de los ajustes, en la estadística R² aj. para las variables con corteza respecto sin corteza, mientras que para Syx, MAE y CV% se observa en general lo contrario. A partir de una evaluación comparativa de los indicadores de ajuste planteados, los modelos trigonométricos (BI, 2000) para estimar diámetros y volúmenes relativos, con y sin corteza, son los que presentaron mejores ajustes, coincidiendo estos resultados con los obtenidos por FASSOLA et al (2006, 2007). También basados en el análisis gráfico de las curvas ajustadas frente a los datos observados y la distribución aleatoria

de los residuos sin presencia de tendencias, los modelos trigonométricos también resultaron superiores. Estas ecuaciones, con sus respectivos parámetros y los datos observados con los estimados y sus respectivos residuos (Figuras 1-8), son presentadas a continuación:

Modelo seleccionado para estimar diámetros relativos con corteza a distintas alturas

$$d/dap = (\ln(\text{seno}(\pi/2*(hpcf/ht)))/\ln(\text{seno}(\pi/2*(1,3/ht))))^{2,0886+(-0,48255*\text{seno}(\pi/2*(hpcf/ht)))+(-0,091541*\text{coseno}(3*\pi/2*(hpcf/ht)))+(-1,07579*\text{seno}(\pi/2*(hpcf/ht))/(hpcf/ht))+(-0,000728383*dap)+(0,0493764*(hpcf/ht)*(dap^0,5))+(-0,0991515*(hpcf/ht)*(ht^0,5))}$$

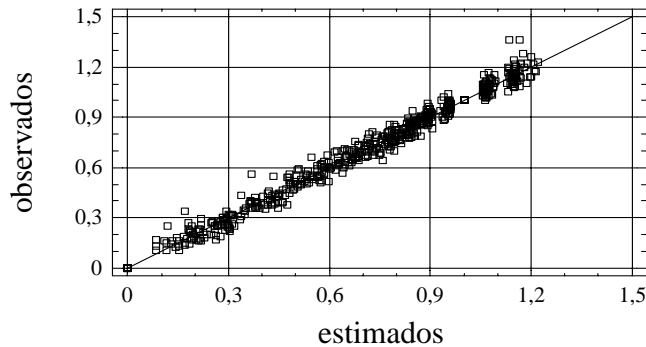


Figura 1. Datos observados vs. Estimados
Figure 1. Observed data vs. estimated

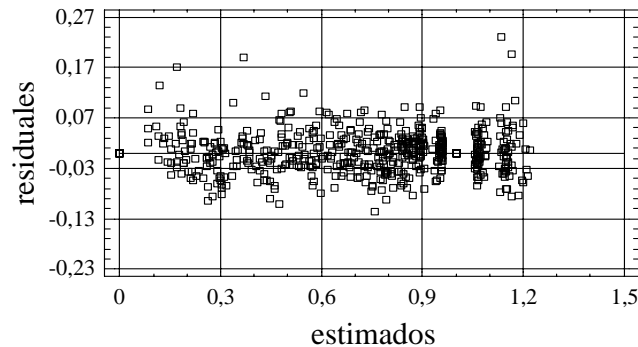


Figura 2. Residuales observados vs. estimados
Figure 2. Residuals observed vs. estimated

Modelo seleccionado para estimar el volumen relativo con corteza acumulado hasta distintas alturas de corte.

$$Vi/V = (\text{seno}(\pi/2*(hpcf/ht)))^{-7,09925} * (\text{seno}(\pi/2*((hpcf/ht)^0,5)))^{128,003} * (\text{seno}(\pi/2*((hpcf/ht)^{1/3})))^{-415,411} * (\text{seno}(\pi/2*((hpcf/ht)^0,25)))^{343,831}$$

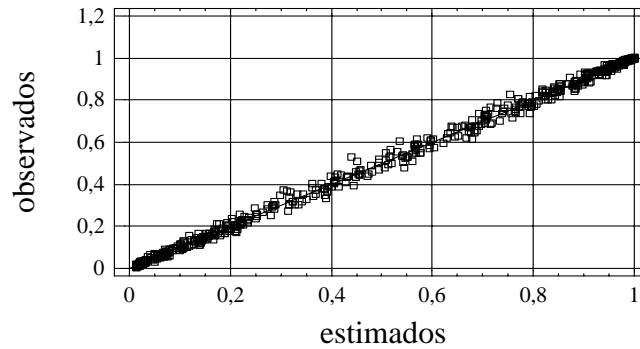


Figura 3. Datos observados vs. estimados
Figure 3. Observed data vs. estimated

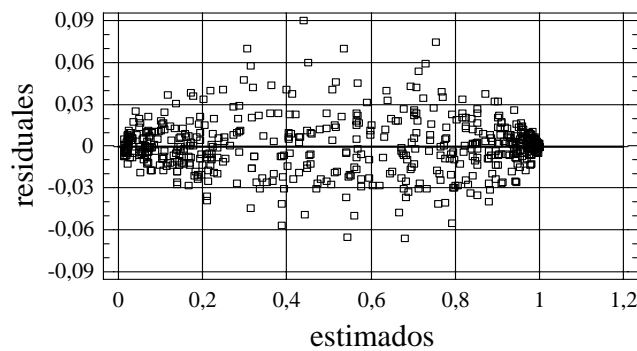


Figura 4. Residuales observados vs. estimados
Figure 4. Residuals observed vs. estimated

Modelo seleccionado para estimar el diámetro relativo sin corteza a distintas alturas

$$d/dap \text{ s/c} = ((\ln(\text{seno}(\pi/2*(hpcf/ht)))/\ln(\text{seno}(\pi/2*(1,3/ht))))^{2,26405+(-0,441064*\text{seno}(\pi/2*(hpcf/ht)))+(-0,091786*\text{coseno}(3*\pi/2*(hpcf/ht)))+(-1,23033*\text{seno}(\pi/2*(hpcf/ht))/(hpcf/ht))+ (0,000694286*dap)+ (0,0423363*(hpcf/ht)*(dap^{0,5}))+(-0,109404*(hpcf/ht)*(ht^{0,5})))$$

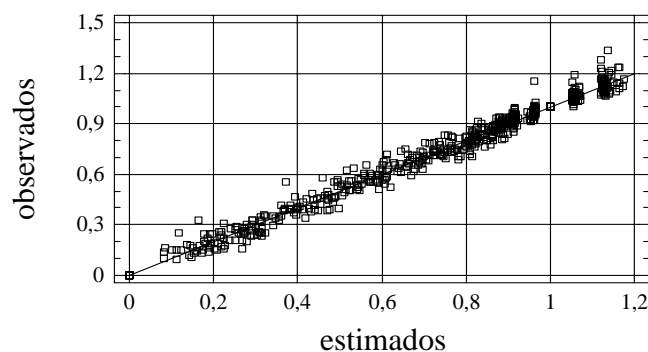


Figura 5. Datos observados vs. estimados
Figure 5. Observed data vs. estimated

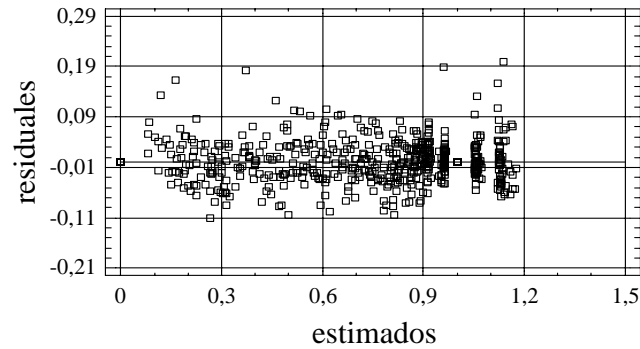


Figura 6. Residuales observados vs. estimados
Figure 6. Residuals observed vs. estimated

Modelo seleccionado para estimar el volumen relativo con corteza acumulado hasta distintas alturas de corte

$$Vi/V = (\text{seno}(\pi/2 * (\text{hpcf}/\text{ht})))^{-7,77072} * (\text{seno}(\pi/2 * ((\text{hpcf}/\text{ht})^{0,5})))^{137,445} * (\text{seno}(\pi/2 * ((\text{hpcf}/\text{ht})^{1/3})))^{-441,935} * (\text{seno}(\pi/2 * ((\text{hpcf}/\text{ht})^{0,25})))^{363,549}$$

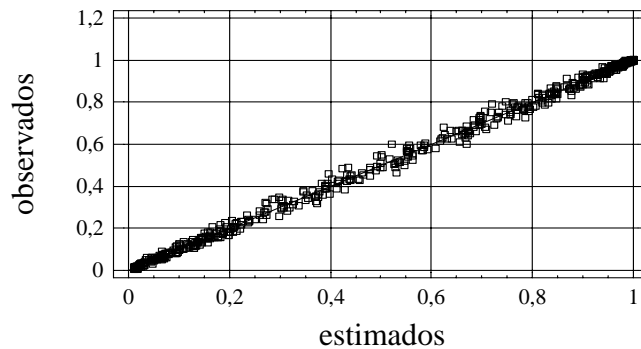


Figura 7. Datos observados vs. estimados
Figure 7. Observed data vs. estimated

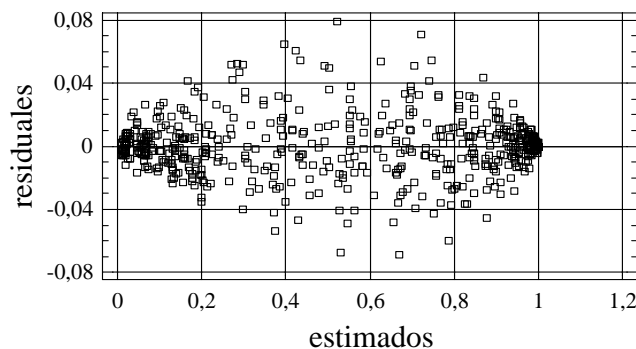


Figura 8. Residuales observados vs. estimados
Figure 8. Residuals observed vs. estimated

En Las figuras se observó que las curvas ajustadas por los modelos seleccionados frente a los datos observados, estas pasaron por el centro del diagrama de dispersión. También en el análisis gráfico expresado en porcentaje se observó una distribución aleatoria de los residuos sin presencia de tendencias.

CONCLUSIONES

Las ecuaciones desarrolladas son flexibles, es decir, ante cambios en los estándares de utilización de la madera, las mismas pueden ser aplicadas y permiten predecir diámetros y volúmenes de trozas a diferentes alturas del fuste para *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *P. caribaea* var. *hondurensis* A. en el norte de Misiones.

Las ecuaciones de tipo trigonométrico presentaron los mejores indicadores estadísticos.

Menos del 1% de las variaciones de los volúmenes relativos con y sin corteza, no fueron explicadas por las alturas parciales y la total y sus transformaciones.

Menos del 2% de las variaciones de los diámetros con y sin corteza, no fueron explicadas por el dap, las alturas parciales y la total y sus transformaciones.

Los coeficientes de variación de los residuos resultaron inferiores al 6% para la estimación de diámetros relativos e inferiores al 3% para estimar volúmenes relativos a través de los modelos seleccionados.

Las estimaciones a partir de los modelos seleccionados no presentan tendencias con respecto a los datos originales y pueden ser usadas para predecir volúmenes comerciales.

Para su aplicación fuera de la zona y rangos de diámetros y alturas para los cuales fueron construidas deben ser evaluadas previamente.

Para próximos estudios, se recomienda ampliar la base de datos ya disponible cubriendo más sitios y edades, con los objetivos de extender el área de aplicación por un lado y por otro la posibilidad de detectar si existen o no patrones de crecimientos diferenciales.

AGRADECIMIENTOS

El equipo agradece a la Empresa LIPSIA S.A. que ha puesto a disposición sus plantaciones para la obtención de los datos, en particular al Ing. Jorge Fahler, a la Ing. María I. Aguilar, al Técnico Carlos Ramírez y a todas las personas que directa o indirectamente colaboraron en la obtención de los datos.

BIBLIOGRAFÍA

- AMATEIS, R. L.; Burkhart H. E. 1987. Cubic-foot volume equations for Loblolly Pine trees in Cutover, Site-Prepared Plantations. SJAF 11 (4), p190-192.
- BI, H. 2000. Trigonometric Variable-Form Taper Equations for Australian Eucalypts. Forest Science 46 (3), p. 397-409.
- CRECHI, E.; Moscovich, F.; Fassola, H.; Hampel, H.; Domecq, C.; Maletti, C. 2004. Ecuaciones de volúmenes para *Grevillea robusta* A. en Misiones, Argentina. INTA EEA-Montecarlo. Informe Técnico N° 56. 12p.
- COSTAS R.; De Oliveira A.; Teresczuch M.; Weber E. 2003. Funciones de forma para *Pinus taeda* L. en el Norte de Misiones. En: 10° Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. FCF Eldorado – INTA EEA Montecarlo. Eldorado, Misiones. 7 p.
- COSTAS R.; Friedl R.; González J.; Fosco I.; Kubsch H.; Korth S. 2006. Funciones de volúmenes del híbrido *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. En: 12° Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales – FCF, UNaM – EEA Montecarlo, INTA. Eldorado, Misiones. Argentina. 10 p.
- FASSOLA, H.; Crechi, E.; Keller A. 2006. Informe anual PAN 571: “Funciones y Algoritmos dasométricos para manejo silvícola intensivo, de aplicación en plantaciones forestales orientadas a producción de madera de alto valor agregado”. Curso de capacitación en el empleo de funciones de volumen y volumen-forma para *Pinus taeda*, *P. elliottii* y *Eucalyptus grandis* para distintas regiones agroecológicas de la mesopotamia argentina. Boletín Técnico N° 59. INTA EEA-Montecarlo. 23 p.

- FASSOLA, H. ; Crechi, E.;Keller, A.; Barth, S. 2007. Funciones de forma de exponente variable para la estimación de diámetros a distintas alturas en *Eucalyptus grandis Hill Ex Maiden*. cultivado en la Mesopotamia Argentina. INTA - RIA, 36 (2): 109-128.
- FERRERE P.; Fassola H, Fahler J.; Crechi E.; Henning A.; Bunse G. 2001. Funciones de volúmenes totales, parciales y de forma para *Pinus caribaea* var *caribaea*. INTA EEA-Montecarlo. Informe técnico N° 26.
- FRIEDL, R.A.; Costas, R.A.; Orué E.; Amarilla A., D.C.; Cinto J.P. 1992. Funciones de forma relativa polinomiales en *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. Revista Yvyrareta. N° 3, p.63-69.
- INTA. 1990. Atlas de suelos de la República Argentina. Provincia de Misiones. Tomo II. 111-154.
- 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° Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. AFOA. Corrientes. 6-9/09/05. ACTAS CD. 10 p.
- PRODAN, M.; Peters, R.; Cox, F.; Real, P. 1997. “Mensura forestal”. Ed. IICA, 586 p.
- WEBER E.; Friedl R. 1991. Funciones de forma simple para *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. en la Estación Forestal General Manuel Belgrano. En: VI Jornadas Técnicas Inventarios-Modelos de crecimiento y producción forestales. Eldorado. Actas, p.69-80.

EFFECTOS DE LA INTENSIDAD DE RALEO SOBRE LA PRODUCCIÓN EN VOLUMEN DE *Grevillea robusta* A. EN EL SUR DE MISIONES, ARGENTINA*

EFFECTS OF INTENSITY THINNING ON THE VOLUME PRODUCTION OF *Grevillea robusta* A. IN THE SOUTH MISIONES PROVINCE, ARGENTINA

Ernesto Crechi¹
Aldo Keller²
Hugo Fassola¹
Roberto Fernández¹
Fabio Moscovich¹

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

²Becario “Crecimiento y Producción Forestal”. INTA EEA Montecarlo. Av. El Libertador 2472 (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina. TEL/FAX: 54-03751-480057/480512. E-mail: akeller@montecarlo.inta.gov.ar

SUMMARY

The objective of this work was to analyze an experiment of thinning modalities with *Grevillea robusta* A. 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 20 and 40 % 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 on the volume production at the 10 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: *Grevillea robusta* A., thinning, intensity, volume production.

RESUMEN

El ensayo de intensidad y oportunidad de raleo fue instalado con el objetivo de analizar distintas modalidades de raleo en *Grevillea robusta* A., 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 20 y 40% 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 10 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: *Grevillea robusta* A., raleo, intensidad, producción en volumen.

* Trabajo Financiado por PR MSNES05 “Innovación, desarrollo y transferencia de tecnología para el cultivo de *Grevillea*”.

XIII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM – EEA Montecarlo, INTA. Eldorado, Misiones, Argentina. “2008 Año de las Ciencias”

INTRODUCCIÓN

Grevillea robusta A., es una especie que crece naturalmente en el NE de Australia, en pequeños rodales de los estados de Queensland y Nueva Gales del Sur (HARWOOD, 1992). Este género comprende más de 260 especies, donde *Grevillea robusta* alcanza el mayor porte, hasta 40 m de altura total (h) y 1,2 m de diámetro a la altura del pecho (dap). La especie reúne una serie de características deseables, tales como: óptimo porte forestal, buena calidad de madera y un mercado potencialmente favorable. Aunque existen ya superficies interesantes en la región con dicha especie, son pocas las herramientas 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 objetivos (maximizar volumen total, volumen de madera gruesa, de forraje bajo cubierta forestal, etc.). En 1994 se instaló en Posadas, Misiones, un ensayo de densidades de plantación de *Grevillea robusta*. La información generada hasta el año 2001 inclusive combinada con otras experiencias ha permitido generar simulaciones preliminares que abarcan todo el ciclo forestal. Así, mediante el empleo de los Factores de Espaciamientos (FE) e Índices de Densidad de Reineke (IDR), se determinó las líneas de mortalidad inminente por competencia, de disponibilidad de forraje, de presencia de brotes adventicios y daños mecánicos debido al manejo y al viento. A partir de ellas, se establecieron zonas de manejo para regular la densidad con objetivos forestales y/o silvopastoriles, COLCOMBET et al. (2002). Con dichos antecedentes, se procedió a analizar posibles estrategias de manejo, forestal y silvopastoril, con el objetivo de orientar posibles inversiones que contemplen el empleo de esta especie en la región. En lo que hace a esquemas de manejo orientados a la producción de madera para las industrias del aserrado y debobinado, aún no se tiene certeza para la zona de qué intensidad de raleos aplicar 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 algunas experiencias de raleos y de diferentes densidades de plantación en la zona (VOLKART, 1972) (COZZO, 1970, 1972) (CRECHI et al., 1991; 1992; 1996; 2001 a, 2001 b; 2003, 2004 a, 2004 b) (FRIEDL et al., 1991) (FERNÁNDEZ et al., 1991), FASSOLA et al. (2004), 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 *Grevillea robusta* A. hasta los 10 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 el campo El Porvenir, propiedad de la empresa Danzer Forestaciones, Posadas, 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 *Grevillea robusta*, de 4 años de edad, con una densidad de plantación de 1111 pl/ha (3 m x 3 m). El tamaño de las parcelas netas es de 567 m², con borduras perimetrales cuádruples, internas entre parcelas dobles y entre bloques triples, ocupando una superficie total de 3 has. 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	20% de T0 (del valor de T0 determinado previamente)
T2	40% 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.

3 T0	2 T2 F3	1 T2 F1	Bloque I
4 T1 F1	5 T1 F2	6 T0	
9 T1 F2	8 T2 F2	7 T1 F3	
10 T0	11 T2 F3	12 T2 F3	Bloque II
15 T2 F1	14 T0	13 T1 F1	
16 T1 F3	17 T2 F3	18 T1 F1	
21 T1 F2	20 T2 F2	19 T0	Bloque III
22 T1 F3	23 T0	24 T2 F1	

cortina

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 los 4, 6, 8 y 10 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 a los efectos de describir la evolución de la altura total de todos los individuos del ensayo en función del dap y la edad (CURTIS, 1967).

Relación hipsométrica (h): Por no haberse observado para la variable altura promedio diferencias significativas entre tratamientos, para cada una de las edades analizadas de 4 a 10 años, se ajustó a través del modelo de CURTIS (1967), una ecuación general para todos los árboles, la misma resultó:

$$h = \exp(3,57346 - 8,23244 \cdot 1/dap - 5,06807 \cdot 1/e + 22,8902 \cdot 1/(dap \cdot e))$$

donde:

h: altura total (m)

dap: diámetro a 1,3 m (cm)

e: edad (años)

Volumen individual (Vtcc): Para la determinación del volumen total con corteza de cada árbol se utilizó la tabla de volumen de doble entrada para *Grevillea robusta*, desarrollada por CRECHI et al, (2003).

La misma presenta la siguiente expresión:

Donde:

$$\ln(vtcc) = -8,03857 + 1,62345 * \ln(dap) + 0,040050 * \ln^2(dap) - 0,138165 * \ln(h) + 0,221404 * \ln^2(h)$$

$vtcc$ = volumen total con corteza (m^3).

dap = diámetro a 1,30 metros de altura (cm).

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

Volumen por hectárea (Vtcc, m^3/ha): Los volúmenes fueron calculados a través del volumen del árbol promedio ($vtcc$) correspondiente a cada tratamiento multiplicado por el número de árboles vivos de la parcela, luego fueron convertidos a valores por hectárea para obtener el Vtcc.

Raleo: El tipo de raleo 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 (Vtccac, m^3/ha) y volumen del árbol promedio (Vtcc, m^3)

El volumen total con corteza acumulado (Vtccac) obtenido hasta los 10 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 10 años más lo extraído en cada raleo (4, 6 y 8 años). El volumen del árbol promedio fue calculado como el cociente entre el Vtcc (m^3/ha) presente en pie a los 10 años y el número de árboles vivos de la parcela a esa misma edad, para cada uno de los tratamientos de raleo. Dicho estudio se realizó a través del análisis de variancia correspondiente al diseño utilizado. Se realizó con un programa estadístico empleando en la prueba de "F", valores críticos al 5 %. Posteriormente se aplicó la prueba de Tukey para probar la significación 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 DISCUSION

Efecto de la intensidad y oportunidad de raleo sobre el rendimiento en volumen total con corteza acumulado desde los 4 hasta los 10 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 por hectárea (m³/ha) de *Grevillea robusta* por tratamiento y edad. Valor de “F” y diferencias estadísticas (Tukey).

Tratamiento	n	Media Vtccar 4	Media Vtccpr 4	Media Vtccac 6	Media Vtccac 8	Media Vtccac 10
To	3	42,13 a	42,13 a	94,36 a	144,71a	210,58 a
t1f1	3	43,35 a	33,81 b	89,92 ab	138,61 ab	200,02 a
t1f2	3	41,70 a	33,29 b	90,01 ab	136,64 ab	198,14 a
t1f3	3	42,35 a	34,02 b	85,21 bc	128,86 bc	195,44 a
t2f1	3	42,98 a	25,06 c	80,61 c	121,16 c	172,72 b
t2f2	3	42,30 a	26,50 c	81,23 c	126,02 c	175,27 b
t2f3	3	41,46 a	25,27 c	79,19 c	121,10 c	170,56 b
Media del ensayo	21	42,32	31,44	85,79	131,01	188,96
“F”		0,19ns	204,58*	20,77*	19,20*	16,48*

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: 4, 6, 8 y 10 años. Los tratamientos con las mismas letras no presentan diferencias significativas al 95%; ns: no significativo; *: significativo 95%.

En la Tabla 1 se observa como a los 4 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 4 años el Vtccpr, que era la situación inmediatamente posterior a la aplicación de 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. Al 6° y 8° años, se puede observar como el Vtccac comienza a reordenarse, en el sentido de no presentar diferencias significativas entre grupos de tratamientos, es decir, entre t0-t1f1-t1f2, entre t1f1-t1f2-t1f3 y entre t1f3-t2f1-t2f2-t2f3. Ya a la edad de 10 años, no se observaron diferencias significativas entre el tratamiento sin raleo (t0) y los tratamientos con raleos suaves (t1), sí las diferencias fueron significativas de estos en relación a los tratamientos con raleos fuertes (t2). 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 10 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 Keller et al. (2006), quienes trabajaron con datos del mismo ensayo, demostraron que si bien las existencias en volumen absolutas hasta los 6 y hasta los 8 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.

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 la de maximizar volumen total simplemente.

La expresión gráfica de los tratamientos con sus diferencias estadísticas para cada una de las edades analizadas, están presentados en los Gráficos 1, 2, 3, 4 y 5. En el Gráfico 1 puede observarse el Vtcc a los 4 años antes del raleo.

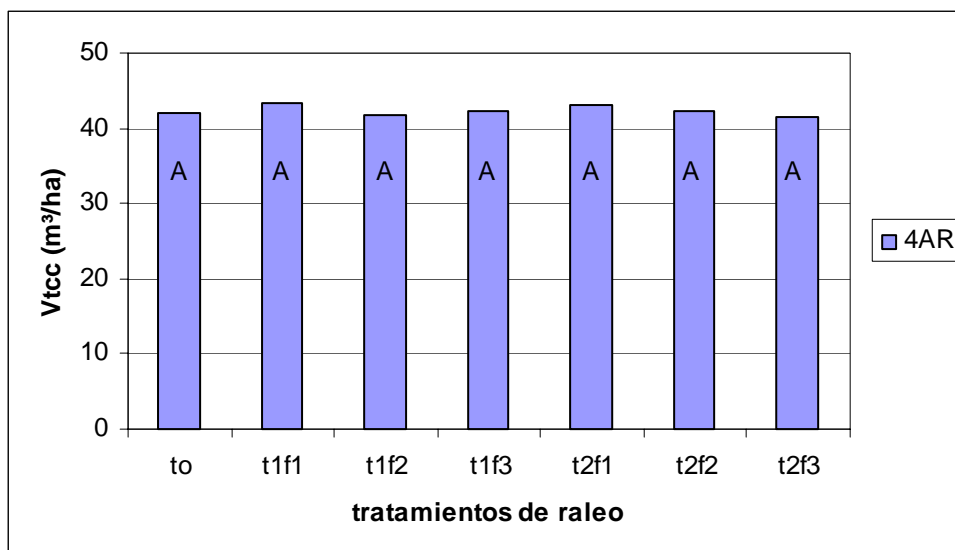


Gráfico 1: Volumen total (m³/ha) de cada parcela previo al tratamiento de raleo.
Graphic 1: Total volume (m³/ha) of each parcel previous to thinning treatment.

Como era de esperarse no se observaron diferencias significativas entre los Vtcc de las parcelas previo a la aplicación de los diferentes tratamientos de raleo.

En el Gráfico 2 puede observarse el Vtcc a los 4 años posterior al raleo. Aquí sí, como era de esperarse, se observaron diferencias estadísticas significativas entre los Vtcc de las parcelas, producto de la aplicación de los diferentes tratamientos de intensidad de raleo.

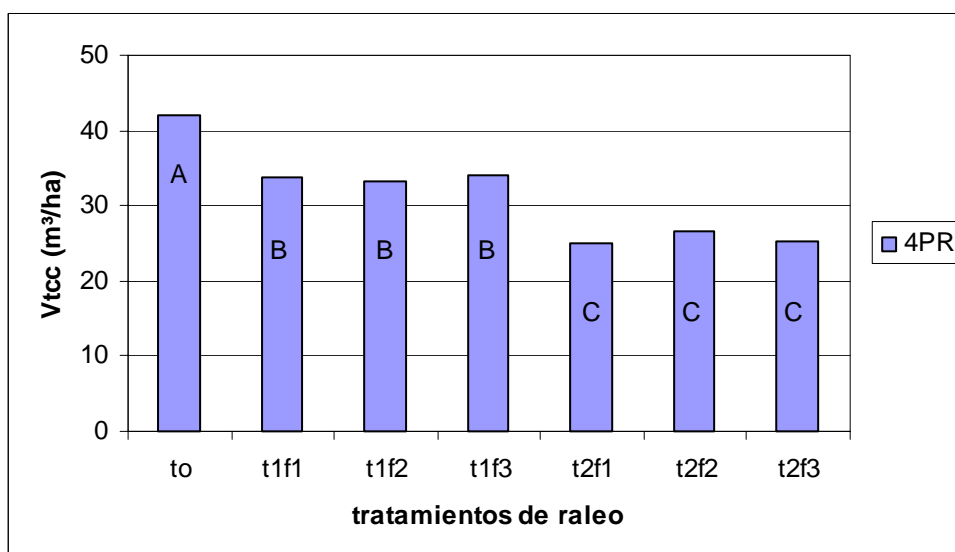


Gráfico 2: Volumen total (m³/ha) de cada parcela posterior al tratamiento de raleo.
Graphic 2: Total volume (m³/ha) of each parcel subsequent to thinning treatment.

En los Gráficos 3 y 4 se observan comportamientos similares de los Vtccac correspondientes a los diferentes tratamientos de raleo hasta los 6 y 8 años respectivamente. En los mismos comienzan a observarse diferencias estadísticas no significativas entre el Vtccac del tratamiento sin raleo y los Vtccac de algunos tratamientos con raleos suaves. En

cambio las diferencias estadísticas del V_{tccac} son significativas cuando se los compara en relación al V_{tccac} correspondientes a algunos tratamientos de raleos fuertes.

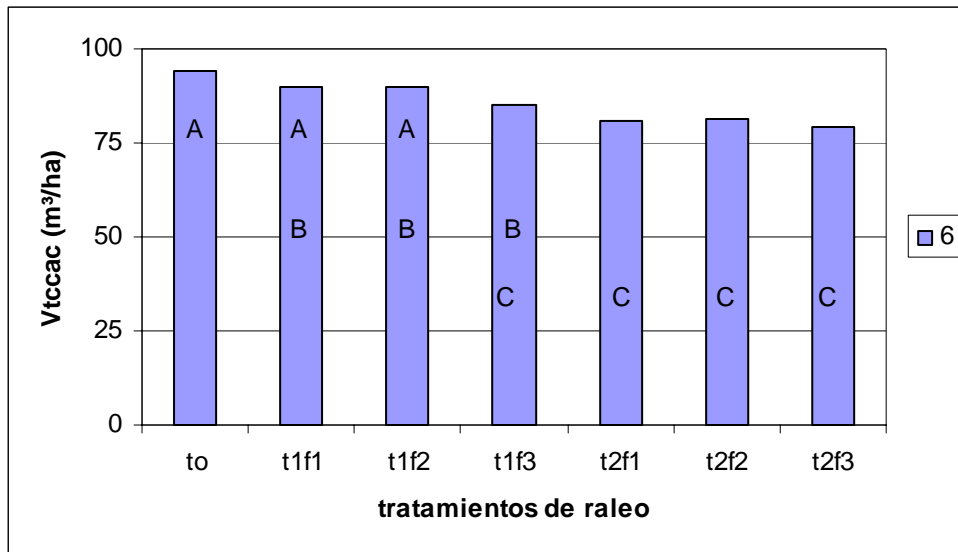


Gráfico 3: Volumen total (m³/ha) de cada tratamiento de raleo hasta los 6 años.
Graphic 3: Total volume (m³/ha) of each thinning treatment until the 6 years.

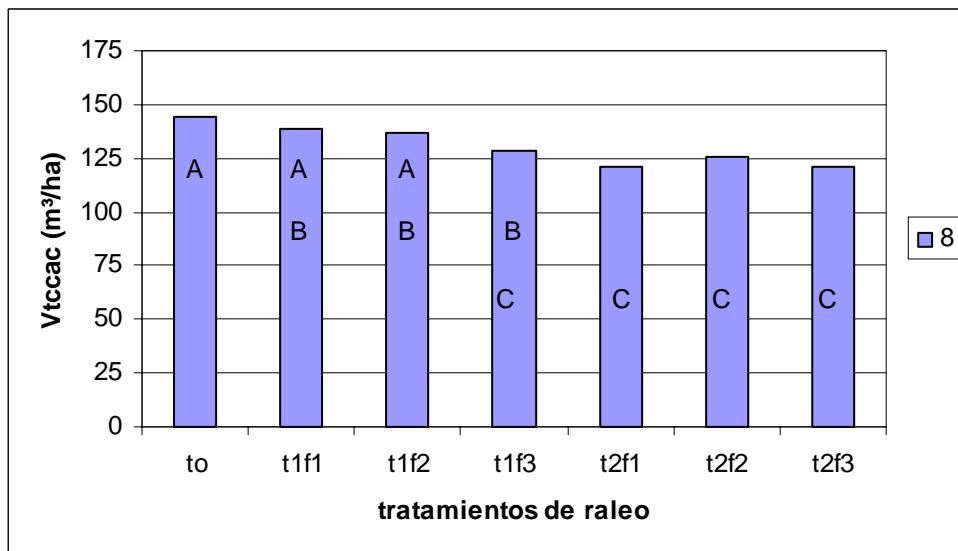


Gráfico 4: Volumen total (m³/ha) de cada tratamiento de raleo hasta los 8 años.
Graphic 4: Total volume (m³/ha) of each thinning treatment until the 8 years.

Ya en el Gráfico 5, a los 10 años de edad, se observaron los V_{tccac} correspondientes a cada tratamiento de raleo más definidos, en el sentido de no observarse diferencias estadísticas significativas entre el tratamiento sin raleo y todos los tratamientos con raleos suaves. Sí en cambio, las diferencias significativas se observaron comparativamente con los V_{tccac} correspondientes al grupo de tratamientos con raleos fuertes.

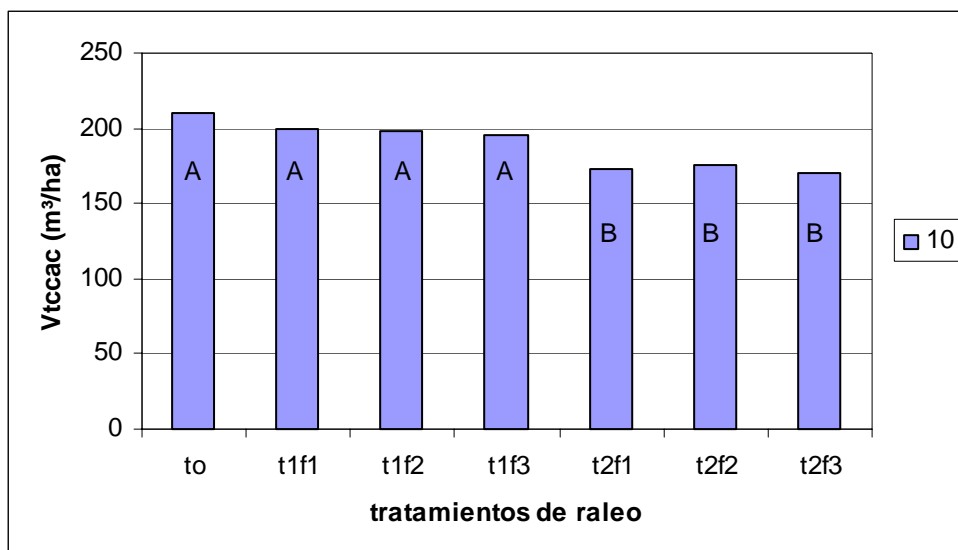


Gráfico 5: Volumen total (m³/ha) de cada tratamiento de raleo hasta los 10 años.
Graphic 5: Total volume (m³/ha) of each thinning treatment until the 10 years.

En el Gráfico 6, se observan los volúmenes totales con corteza presentes en pie a los 10 años (Vtcc10, m³/ha) y los volúmenes totales con corteza acumulados hasta los 10 años (Vtccac10, m³/ha). 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 valores de volúmenes totales sin presentar diferencias estadísticas entre ellos.

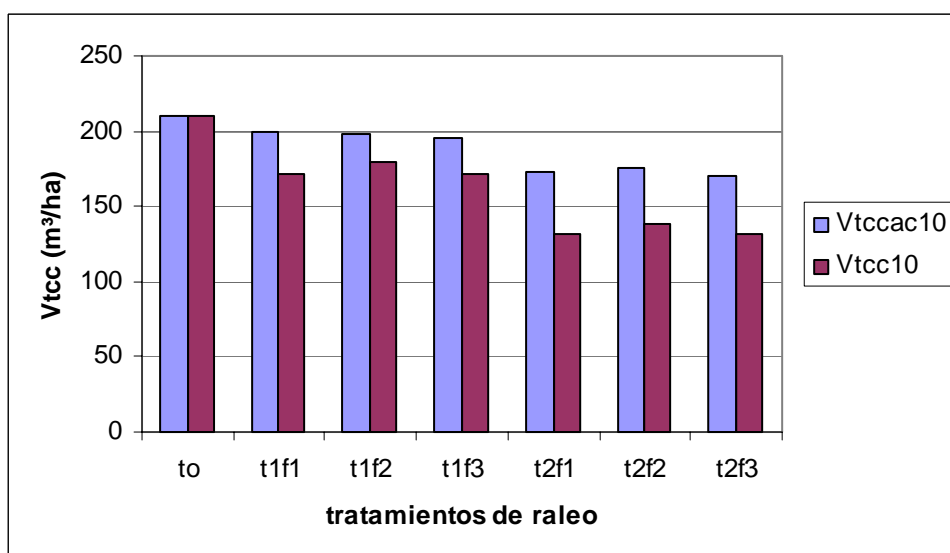


Gráfico 6: Volumen total (m³/ha) acumulado y presente hasta los 10 años.
Graphic 6: Total volume (m³/ha) accumulated and present until the 10 years.

En el Gráfico 7, se observa el efecto de los diferentes tratamientos de raleo sobre el volumen del árbol promedio (vtcc, 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 benefició el desarrollo en volumen del árbol promedio (esto es válido aplicando el tipo de raleo efectuado, es decir, por lo bajo semiselectivo).

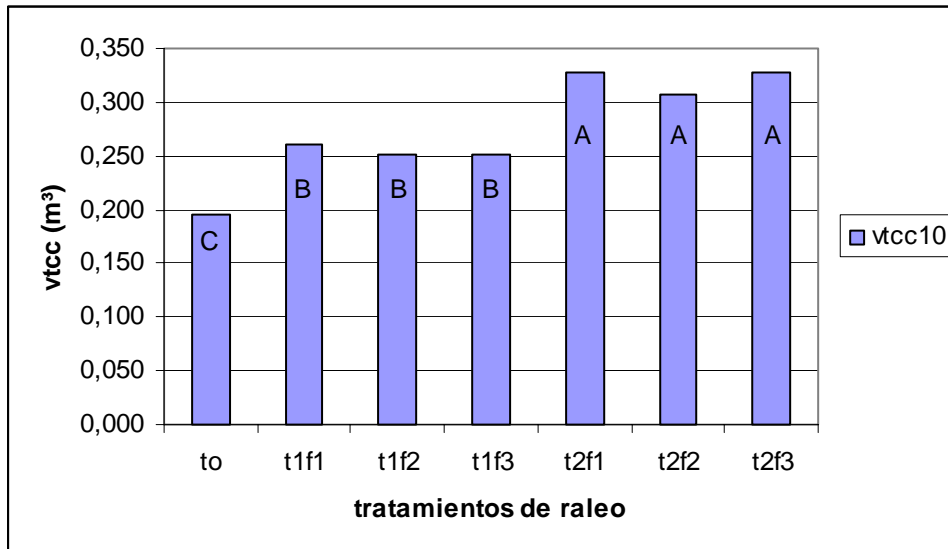


Gráfico 7: Volumen total (m³) del árbol promedio a los 10 años
Graphic 7: Total volume (m³) of the tree average to the 10 years

Esto de alguna manera, muestra que si el objetivo 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 sacrificar volumen total. 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, antes que decaiga el incremento corriente anual en volumen.

CONCLUSIONES

El *Vtccac* hasta los 10 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 acumulado hasta los 10 años de edad.

Hasta los 10 años de edad no se observó diferencias estadísticas significativas debido a la aplicación de diferentes oportunidades de raleo.

Hasta los 10 años de edad, se observó que 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.

Hasta los 10 años de edad, se observó que 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 el crecimiento de la masa en su conjunto, sino el desarrollo de cada árbol, 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 y rectos.

BIBLIOGRAFÍA

- COLCOMBET L.; E. Crechi; H. Fassola; S. Lacorte; M. San José. Diagrama de manejo de *Grevillea robusta* en Misiones. Posibilidades de la introducción del ganado. 2002.
- 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. 1991. El efecto de la densidad de plantación sobre el crecimiento en *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze. parte III: volúmenes de la masa. En: Actas VI Jornadas Técnicas Inventarios, Modelos de Producción y Crecimiento Forestales, 306-321.
- CRECHI, E. H. 1996. Efeitos da densidade de plantação sobre a produção, crescimento e sobrevivência de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. em Misiones, Argentina. Curitiba, 1996. 172 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- CRECHI, E.H.; Friedl R.A.; Fernández R.A. 1992. Efecto de la densidad de plantación sobre el crecimiento de *Pinus taeda* L. Actas Jornadas sobre pinos subtropicales. Tomo I, 92:110. CIEF. Eldorado, Misiones Argentina.
- 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.; Moscovich F.; Fassola H.; Hennig A.; Hampel H.; Domecq C.; Maletti C. 2003. Tabla de volumen para *Grevillea robusta* A. en Misiones, Argentina. En Actas CD: 10º Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. FCF Eldorado – INTA EEA Montecarlo. Eldorado, Misiones. 10 p.
- 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 elliottii* 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.

- CURTIS, R. O. 1967. Height-Diameter and Height-Diameter-Age Equations for Second – Growth Douglas-Fir. Forest Science, Bethesda, v.13, n. 4, p. 365-375.
- FASSOLA, H; Domecq C.; Moscovich F.; Lacorte S.; Hampel H.; Maletti C.; Pachas N.; Keller A. 2004. Distintas densidades iniciales de plantación en *Grevillea robusta* A. Mejoramiento, silvicultura, manejo e industrialización de *Grevillea robusta*. Posadas, Mnes. 26 de Marzo de 2004. INTA EEA Montecarlo y Bella Vista – Danzer Forestación S.A.
- FERNÁNDEZ, R.A., Crechi, E.H., Friedl, R.A. El efecto de la densidad de plantación sobre el crecimiento en *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze. parte III: número de árboles, mortandad, área basal y altura dominante. Actas VI Jornadas Técnicas Inventarios Modelos de Producción y Crecimiento Forestales, 291 305. Facultad de Ciencias Forestales. UNaM. Eldorado 9 al 11 de octubre de 1991.
- FISHWICK, R. Pesquisa de intensidade de desbaste. Revista Floresta, Vol. 5, número 1, año 1974, pág. 35-45. Proyecto BRA-45(FAO/IBDF).
- FRIEDL, R.A., Fernández, R.A., Crechi, E.H. El efecto de la densidad de plantación sobre el crecimiento en *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze. parte I: dimensiones del árbol medio. Actas VI Jornadas Técnicas “Inventarios, Modelos de Producción y Crecimiento Forestales”, 277 290. Facultad de Ciencias Forestales. UNaM. Eldorado 9 al 11 de octubre de 1991.
- HARWOOD, C.E., ed. 1992. *Grevillea robusta* in agroforestry and forestry. Nairobi, ICRAF.
- 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.
- 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.

SELECTED FOREST PLANTATION INVESTMENT RETURNS IN THE AMERICAS, 2008

RENTABILIDAD DE LAS INVERSIONES DE BOSQUES IMPLANTADOS SELECCIONADOS EN LAS AMÉRICAS, 2008

Frederick Cubbage¹; Patricio Mac Donagh²; Gustavo Balmelli³; Rafael Rubilar⁴; Rafael de la Torre⁵; Ronalds Gonzalez¹; Gregory Frey¹; Omar Carrero⁶; Vitor Hoefflich⁷

¹ North Carolina State University, Raleigh, NC, 27695-8008, USA; (919) 515-7789; fredcubbage@yahoo.com

² Universidad Nacional de Misiones (UNAM), Eldorado, Misiones, Argentina

³ Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Tacuarembó, Uruguay

⁴ Universidad de Concepción, Concepción, Chile

⁵ CellFor, Atlanta, Georgia, USA

⁶ Universidad de Los Andes, Venezuela

⁷ Universidad Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, Brasil

SUMMARY

Forest plantations in the tropics and subtropics of Latin America have increased in area and provide the principal volume of timber for construction, as well as the production of pulp and paper. Returns on investments for exotic plantation species were calculated for *Pinus* and *Eucalyptus* species in countries where they are established. Eucalyptus plantations in South America were the most profitable, with internal rates of return (IRR) greater than 20%. Pine plantations achieved IRRs of 15% or more in South America. Average returns for *Pinus taeda* plantations in the U.S. South were less profitable, with IRR of 8.5%. Our calculations provide current information and supplement a study undertaken in 2005, as well as providing more precise estimates of returns on investment for exotic plantations in 2008.

Key words: Investment returns, exotic plantations, timber, Americas

RESUMEN

Las plantaciones forestales en las zonas tropicales y subtropicales de América Latina han aumentado en área y proporcionan el principal volumen de madera utilizada en construcción además de la producción de pulpa y papel. Ganancias para inversiones en plantaciones de especies exóticas fueron calculadas para especies de los géneros *Pinus* y *Eucalyptus* en países donde son establecidas. Las plantaciones de eucaliptos en Sudamérica fueron las más rentables, con tasas internas de retorno (TIR) de más de 20%. Las plantaciones de pinos obtuvieron TIR de 15% o más en Sudamérica. Las ganancias promedio de las plantaciones de *Pinus taeda* en el sur de E.E.U.U. fueron menos rentables con TIR de 8.5%. Nuestros cálculos proveen información actualizada y suplementan un estudio realizado en 2005, además de proveer mayor precisión a las ganancias probables de esperar para plantaciones exóticas en 2008.

Palabras clave: Retornos de inversión, plantaciones de especies exóticas, madera, Américas

INTRODUCTION

Forest plantations in the tropics and subtropics of Latin America have increased in area and are expected to provide an increasing share of industrial timber volume in the future (SEDJO, 1999, 2001; CARLE et al., 2002; GONZALEZ et al., 2008). Similarly, direct and

external forest investment has occurred in the Southern Cone in recent years (STCP, 2005; MAC DONAGH and CUBBAGE, 2006; BARNDEN and ORLANDO, 2006). We have developed cooperative efforts to assess timber investment returns in the Americas over the last several years based on reports and estimates from experts in various countries. Details of much of those summaries for plantations and native stands were published in a recent paper on timber investments in the Americas (CUBBAGE et al. 2007).

This paper updates some of those estimates, and provides new estimates of financial returns for several countries and species that were not covered in that earlier report. The paper is still a work in progress, and is preliminary in nature. This paper estimates timber investment returns for the principal exotic plantation species in the South America and in the Southern United States. So far, financial returns for investments in exotic timber species were calculated for 2008 for selected species in Argentina, Uruguay, Colombia, Venezuela, Paraguay, Chile, and the U.S. South. We plan to add data from Brazil, for more species in the selected countries, and for other parts of the world in the future as part of this ongoing research.

METHODS

This study consisted of a cooperative research project conducted by the co-authors of this paper in various countries in the Americas. The methods described here are drawn from the paper by CUBBAGE et al. (2007), as modified for the current research. Estimating investment returns for each species in each country required cooperation among personnel familiar with the relevant tree plantation species. Thus we worked as a group of scientists and tried to estimate the representative stands and management scenarios for the country that we were familiar with.

Typical forest species and average forest productivity rates were determined based on the knowledge of the authors in interviews and consultations with other experts in each country. Cumulatively we have wide experience with plantations in each country, and the base cases should represent the current state of the practice fairly well. Table 1 summarizes the species selected for each country, their rotation lengths, and their average growth rates.

We calculated investment returns assuming typical forest management practices with good sites and good management. Better sites and management could yield significantly higher growth rates than those that we used as our base case, and vice versa. The base case timber investment returns were made without any land costs—simply assuming that landowners already had purchased forest land and needed to make reinvestment decisions. Nor were government policy interventions included in the base case. They simply include the base factor costs, production rates, and timber stumpage prices. This then provided a base investment return calculation per hectare of planted land.

We analyzed the returns to these timber investments using typical capital budgeting techniques and criteria, by the use of a spreadsheet. Capital budgeting criteria analyzed included net present value (NPV), land or soil expectation value (LEV, SEV, or the Faustman formula), and internal rate of return (IRR), per methods described by DAVIS et al. (2001) and KLEMPERER (1996), with an 8% discount rate as a common metric for analyses. We used Excel spreadsheets for each species/country combination, and developed the inputs independently as analysts for each country in most cases, or via interviews and revisions. The results presented here are for the basic versions without much external review yet. Further review, including at this conference, may change the outcomes somewhat.

Table 1. Forest Management Data for Selected Plantations in the Americas, 2008

Country	Species	Rotation (years)	Growth (m ³ /ha/yr)
Argentina	<i>Pinus taeda</i> – Misiones	18	30
	<i>Eucalyptus grandis</i> – Corrientes	13	35
Chile	<i>Pinus radiata</i> sawtimber – good site	22	30
	<i>Pinus radiata</i> pulpwood – poor site	16	20
Colombia	<i>Pinus maximinoi</i>	20	25
	<i>Pinus tecunumanii</i>	20	30
	<i>Pinus patula</i>	20	19
	<i>Eucalyptus grandis</i> or <i>E. saligna</i>	20	30
Paraguay	<i>Pinus taeda</i> – Parana Basin	20	32
	<i>Eucalyptus grandis</i> – Parana Basin	12	38
	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> – Parana Basin	12	28
Uruguay	<i>Eucalyptus grandis</i>	8	30
	<i>Eucalyptus globulus</i>	9	22
U.S.A.	<i>Pinus taeda</i>	28	15
Venezuela	<i>Eucalyptus grandis</i> x <i>urophylla</i>	6	25
	<i>Gmelina arborea</i>	5	25
	<i>Pinus caribaea</i> - western Venezuela	12	18
	<i>Tectona grandis</i>	21	25

RESULTS AND DISCUSSION

Table 2 summarizes the financial results for each country and species examined for the base case by Capital Budgeting criteria. Excluding land costs, exotic plantations in almost all of South America were quite attractive, with an internal rate of return (IRR) of more than 15%. *Eucalyptus* species returns were generally greater than those for *Pinus* species, with most having IRRs of 20% or more, as did teak. *Pinus* species in South America were generally closer to 15%, except in Misiones, Argentina, where they were 20%. Almost all of these IRRs were greater than found by CUBBAGE et al. (2007) for 2005 planting and management costs and timber prices. The land expectation values (LEVs) varied more, and they are the best criterion for capital budgeting given a known discount rate. Using LEV, eucalyptus and teak still had the best returns, but with more variation. We do not have estimated returns for Brazil for 2008 yet, but they were among the highest in the region in 2005.

Table 2. Financial Returns to Selected Forest Plantations in the Americas, 8% Discount Rate, 2008

Country	Species	Net Present Value (\$/ha)	Land Expectation Value (\$/ha)	Internal Rate of Return (%)
Argentina	<i>Pinus taeda</i> – Misiones	2401	3202	20.0
	<i>Eucalyptus grandis</i> – Corrientes	2908	4598	26.0
Chile	<i>Pinus radiata</i> – sawtimber, good sites	2270	2781	15.6
	<i>Pinus radiata</i> – pulpwood, poor sites	633	894	13.1
Colombia	<i>Pinus maximinoi</i>	3169	4125	14.7
	<i>Pinus tecunumanii</i>	4133	5353	15.5
	<i>Pinus patula</i>	1225	1594	11.2
	<i>Eucalyptus grandis</i> or <i>E. saligna</i>	4133	5380	16.6
Paraguay	<i>Pinus taeda</i> – Parana Basin	1294	1648	12.0
	<i>Eucalyptus grandis</i> – Parana Basin	2552	4233	21.4
	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> – Parana B.	1207	2002	15.4
Uruguay	<i>Eucalyptus grandis</i>	830	1804	21.4
	<i>Eucalyptus globulus</i>	1179	2358	22.9
U.S.A.	<i>Pinus taeda</i>	151	171	8.5
Venezuela	<i>Eucalyptus grandis</i> x <i>urophylla</i>	1075	2095	22.4
	<i>Gmelina arborea</i>	460	1439	18.8
	<i>Pinus caribaea</i> – western Venezuela	1510	2504	15.0
	<i>Tectona grandis</i>	7693	9600	21.2

On the other hand, the U.S. *Pinus taeda* representative return dropped from 9.5% in 2005 to 8.5% in 2008, due to greater establishment costs and much lower timber stumpage prices. While management costs increased slightly in South America, the timber prices apparently increased much more from 2005 to 2008, making the investment returns for existing owners much better. These fairly substantial increases in timber investment returns over the last three years can be attributed to strong economic growth in general in South America, and a large increase in wood products demand in the region (GONZALEZ et al., 2008). As this demand increases, foreign and internal direct investments will increase both in manufacturing capacity and in forest plantations.

CONCLUSIONS

These analyses estimated the financial returns to forestry investments in South America and the southern U.S. Our results provide more current analyses of comparative returns to timber investments in the Americas, and extend the analyses to a wider range of countries and plantations species than reported by CUBBAGE et al. (2007).

These results are preliminary, and subject to more review and revision. But they are of considerable interest to forest managers and forest investors throughout the world, so we present them here as a work in progress. We will refine the results as we progress, and present more complete analyses for other countries and species, with more confidence in the robustness of the estimates, by the end of 2008. The analyses provide current comparisons about the relative returns and risks from plantations in the Americas, and we do welcome suggestions about these initial calculations and results. The results provide a good basis for teaching as well, and for policy discussions.

We will continue this line of research, and do hope that the results encourage more discussion, and suggest opportunities for more participation by colleagues in other countries. These calculations provide more specificity to the probable financial returns of exotic plantations, and the trends from a few years ago. We calculated average returns for typical sites and conditions. However, the variation among sites, factor costs, growth rates, and timber prices could have variations within species that were greater than the average returns among species. Land purchase costs, environmental regulations, subsidies, taxes, or other government interventions could significantly affect these timber investment returns as well, and should be considered in complete investment analyses.

REFERENCES

- BARNDEN R., Orlando., M. 2007. Risks and Rewards. Forest, paper & packaging in South America. PriceWaterhouseCoopers. 48 p.
- CARLE, J., Vuorinen, P., Del Lungo, A. 2002. Status and trends in global forest plantation development. *Forest Products Journal* 52(7/8):12-23.
- CUBBAGE, F., Mac Donagh, P., Sawinski Júnior, J., Rubilar, R., Donoso, P., Ferreira, A., Hoeflich, V., Morales Olmos, V., Ferreira, G., Balmelli, G., Siry, J., Báez, M.N. and Alvarez, J. 2007. Timber investment returns for selected plantation and native forests in South America and the Southern United States. *New Forests* 33(3):237-255.
- DAVIS, L.S., Johnson, K.N., Bettinger, P.S., Howard, T.A. 2001. *Forest Management*. McGraw-Hill Book Co. New York.
- GONZALEZ, R.W., Saloni, D., Dasmohapatra, S., Cubbage F. 2008. South America: industrial roundwood supply potential. *BioResources* 3(1):255-269.
- KLEMPERER, D. 1996. *Forest Resource Economics and Finance*. McGraw-Hill Book Company. New York.
- MAC DONAGH, P., Cubbage, F. 2006. Forests, Plantations, Markets, and Certification in the Southern Cone of America. P. 111-136. In: *Proceedings of the International Congress on Cultivated Forests*.
- SEDJO, R.A. 1999. The potential of high-yield forestry for meeting timber needs. *New Forests* 17:339-359.
- SEDJO, R.A. 2001. The role of forest plantations in the world's future timber supply. *The Forestry Chronicle* 77(2):221-225.
- STCP. 2005. *Estudio sobre inversión directa en negocios forestales sostenibles*. Banco Interamericano de Desarrollo. Washington, D.C. 27 pp.

Cubbage_etal-Investment returns-rev2

TECNOLOGIA EN DESARROLLO PARA EL MANEJO SILVOPASTORIL EN EL CHACO HUMEDO ARGENTINO

Pedro Delvalle¹; Fernando Gándara; Alfredo D`Agostini; Osvaldo Balbuena; Luis A. Monicault²

¹ INTA E.E.A. Colonia Benítez, (C.C. 114) Colonia Benítez, Chaco, Argentina. pdelvalle@correo.inta.gov.ar

² INTA E.E.A. Colonia Benítez, (C.C. 114) Colonia Benítez, Chaco, Argentina. Economía Forestal.
lmonicault@correo.inta.gov.ar

SUMMARY

In the Annexed Field General Obligado located in the coordinates 59° - 25' of Long. The west and 27° - 20' of Lat. The south. In the Department Dónovan - Chaco, an Exploratory Test of silvopastoral handling settled in 1.997, with two treatments T1: Silvícola treatment with load animal and T 2: Witness, with load animal. En 1997 se cargaron en ambos tratamientos 0,30 novillitos/ha., carga que fue incrementándose a medida que evolucionaba el pastizal del bosque tratado (limpieza rasante del sotobosque y raleos); at the moment it has a load of 0.63 /ha animal. In the forest witness the meat production is of 42 kgr. /ha. /año; and in 70 treated forest Kgr. /ha/año, representing a 70% more; the production average of the pastizal it was more of a 163% than the witness and of the forest dealt about 83% more than the witness (the present current growth of the forest with silvícola treatment is of 3,200m³/ha/año; whereas of the witness it is of 1,750m³/ha/año).

RESUMEN

En el Campo Anexo General Obligado ubicado en las coordenadas 59° - 25' de Long. Oeste y 27° - 20' de Lat. Sur. En el Departamento Dónovan – Chaco, se instaló en 1.997 un Ensayo Exploratorio de Manejo Silvopastoral, con dos tratamientos T1: Tratamiento silvícola con carga animal y T 2: Testigo, con carga animal. En 1997 se cargaron en ambos tratamientos 0,30 novillitos/ha., carga que fue incrementándose a medida que evolucionaba el pastizal del bosque tratado (limpieza rasante del sotobosque y raleos); actualmente posee una carga de 0,63 animal /ha. En el bosque testigo la producción de carne es de 42 kgr./ha./año; y en el bosque tratado 70 Kgr./ha/año, representando un 70% más; la producción promedio del pastizal fue de un 163% más que el testigo y del bosque tratado del 83 % más que el testigo (el crecimiento corriente actual del bosque con tratamiento silvícola es de 3,200m³/ha/año; mientras que del testigo es de 1,750m³/ha/año).

OBJETIVOS

a-Generales: - Generar tecnología para sistemas silvopastoriles; Diversificar la producción.

b- Específicos: - Evaluar el efecto del raleo y poda sobre la productividad forestal, en términos biológicos (cuali-cuantitativos) y económicos.;- Estudiar el efecto del raleo y poda sobre el pastizal en términos de rendimiento anual y estacional de materia seca, composición botánica y valor nutritivo. - Determinar el efecto de raleo y poda sobre la producción anual y estacional de bovinos para carne (kilos de peso vivo por animal y kilos de peso vivo por hectárea). Evaluar en términos económicos un sistema silvopastoral.

INTRODUCCION

Según datos estadísticos del IFONA en 1.950, la provincia del Chaco poseía una masa boscosa de 8.200.000 ha y de acuerdo al último inventario forestal provincial realizado en el período 1980-1.982 se relevaron 5.462.000 has. de bosques. Esto demuestra una pérdida de la masa forestal en 32 años de 2.738.000 has (33%). Actualmente se desconoce la superficie boscosa y su estado productivo, manteniéndose la explotación en forma continua. En 1.998 se inició un Inventario Forestal Nacional que todavía no se conocen los resultados. Actualmente hay mucha expectativa sobre la aplicación de la Ley N° 26.331 – de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos.

Históricamente la actividad forestal ha constituido un factor de desarrollo provincial, basada en el aprovechamiento de especies como el *Quebracho colorado*, *Quebracho blanco*, *Algarrobo*, etc. Chaco es la mayor productora de maderas de bosques nativos del país, para diversos usos (tanino, aserrío, leña, carbón, furfural, etc.) La producción se estima en el orden de las 1.200.000 toneladas; generando ingresos económicos por un valor de 170 millones de dólares anuales (más del 50% de esta producción es aportada básicamente por 3 especies: Q. colorado, Algarrobo y Q. blanco) (Dirección de Bosques de la Provincia del Chaco - 2.006).

Los antecedentes de la explotación forestal-ganadera en la Subregión húmeda/sub-húmeda, datan de fines del siglo pasado y se basaron principalmente en la producción del tanino y cueros (Moure; *et.al.* 1978). La tala descontrolada de las maderas nativas, empobreció el bosque, facilitando el desarrollo de especies indeseables (cambio de estructura y composición del bosque (Morello; *et.al.* 1992).

ANTECEDENTES DEL MANEJO SILVOPASTORIL

Pese a ser relativamente nuevo en el mundo, existen varios países desarrollando el tema cada uno con distintos matices, por ejemplo: utilizan al árbol como productor de forrajes para el ganado (ramas, hojas y frutos) ó como protector y mejorador de suelos.

En Chile, realizan la práctica silvopastoril en bosques cultivados de *Pinus radiata* con ovinos, con el objetivo de producir carne, lana y madera (Pañaloza 1985).

En una experiencia silvopastoril desarrollada en la Sub-región Semiárida del Chaco-Salteño (Joaquín V. González), se obtuvieron los siguientes resultados de producción primaria de pastizales:

- Tratamiento "A"-Bosque virgen con 62% de cobertura de copa- con sobrepastoreo de ganado mayor- 58 kg/ha de materia seca de forraje disponible; mientras que en el Tratamiento "D"-Bosque explotado con 38 % de cobertura de copa y con pastoreo controlado se determinó 996 kg./ha. de materia seca forrajera.
- En otro Ensayo, para evaluar la regeneración natural se aplicaron distintos métodos: Árboles Padres; Cortas de protección; Tala rasa y Testigo. En los dos primeros métodos se lograron al 5° año (con exclusión del ganado) 11.000 y 10.000 brinzales/ha, respectivamente. (Sarabia 1.984). En Misiones, el Ing. Lacorte junto a un grupo de profesionales del INTA, desarrollan interesantes trabajos en la materia, en bosques de pinos con implantación de pasturas.

MATERIALES Y METODOS:

Ubicación

El Campo Anexo General Obligado (EX-IFONA), está ubicado en las coordenadas 59° 25' de Longitud Oeste y 27° 20' de Latitud Sur. Departamento Dónovan. Provincia del Chaco, República Argentina.

Descripción del ensayo:

Se seleccionó un área representativa del Parque Chaqueño húmedo para uso silvopastoril de 64 has. y se dividió en dos potreros de 32 has. c/u con una proporción de 40% de bosques y 60% de pastizal respectivamente. Esta relación porcentual es característica (en promedio) de los predios del Chaco Oriental. Se aplicaron dos tratamientos, a saber: T 1= Parcela con Tratamiento Silvícola y carga animal; T2= Parcela Testigo sin tratamiento Silvícola y con carga animal. El ensayo es exploratorio, sin repetición.

Especies priorizadas en el manejo: *Prosopis alba*: (Algarrobo blanco); *Gleditsia amorphoides* (Espina corona); *Schinopsis balansae*: (Quebracho colorado chaqueño); *Aspidosperma quebracho blanco*: (Quebracho blanco); *Astronium balansae*: (Urunday) y *Caesalpinia paraguariensis* (Guayacán).

Las variables respuestas en estudios son: **Del Bosque:** Altura total (m); altura del fuste (m); **DN** (Diámetro Normal: a 1,30 mts.; volumen total y crecimiento corriente. **Pastizal:** disponibilidad de materia seca (Kg. de MS/ha); composición botánica en peso seco (%). **De los animales:** Ganancia de P.V. (Kg./an/año) y condición corporal.

A) Inventario de la masa boscosa:

Una vez delimitado el área del ensayo, se realizó el inventario forestal en ambos tratamientos en junio del año 1996.

Se utilizó un muestreo sistemático en fajas equidistantes, con parcelas de muestreos circulares (previa determinación del tamaño óptimo de la parcela en función al área mínima). Se instaló en cada tratamiento (T₁ y T₂), cinco parcelas de medición permanente de 1.000 m² cada una, para la masa superior, es decir mayor a 10 cm de diámetro y para la regeneración natural una Sup. de 200 m².

Evaluación Agronómica del Pastizal:

Se realizó un muestreo estratificado del pastizal en el bosque de T1 y T2.

Se determinó la Disponibilidad de Materia Seca (Kg. de MS/ha) y composición botánica en peso seco estacional y anual a través de la técnica del doble muestreo (Botanal Analysis - DWRM, Mannelje y Havdock, 1963). Las determinaciones se realizaron en las siguientes fechas: 21/03; 21/06; 21/09 y 21/12 de cada año. En cada una de estas fechas se toman 50 muestras al azar por cada tratamiento, con una unidad de muestreo de 0,25 m² de superficie. Las muestras de forraje fresco provenientes de T1 y T2 para la estimación de disponibilidad de MS fueron pesadas en laboratorio.

Sub-muestras de 200-300 gr. de cada una de ellas, fueron secadas hasta peso constante en horno a 60°C con circulación forzada. Con estos datos se calculó la disponibilidad media estacional y anual (Kg. de MS/ha). Las muestras de forraje secadas fueron molidas en Molinos tipo Wiley y enviadas al laboratorio de la EEA Mercedes (Corrientes), para el análisis del valor nutritivo.

Manejo de Animales:

Se utilizaron animales destete, cruce cebú x británico (PVI = 260 kg.). En marzo de cada año se asignaron al azar en cada tratamiento 10 animales. Se realizó una sanidad de rutina y suplementación mineral (*ad libitum*).

La carga animal inicial en cada tratamiento fue 0,31 animal/ha, (10 an/tratamiento). los animales se pesaron cada 90 días (4 veces al año). Con los datos de peso vivo (PV) se calcularon la ganancia de PV anual y estacional y la producción de carne (Kg. de PV/ha) estacional y anual.

Actividades Silvícolas:

En el mes de Junio/96 se iniciaron los tratamientos silviculturales en T1, terminándose a mediados del mes de Setiembre/96 en base al cronograma y secuencia de actividades especificadas en el Plan.

La limpieza rasante, del sotobosque se efectuó con motoguadaña de 50 cm³ y el raleo ó eliminación de especies arbóreas indeseables con motosierra de 50-70 cm³. Para evitar rebrotes en las cepas, se aplicó un producto arboricida de moderada toxicidad al 5%, disuelto en igual proporción de gas-oil y aceite quemado.

Posterior al tratamiento se realizaron limpiezas y raleos suaves en 1997/98. Las mediciones dasométricas se realizaron en forma anual.

RESULTADOS

Del Bosque:

Se destacan las características dendrométricas generales de la masa forestal tratada (T₁) y de la masa forestal testigo, sin tratamiento Silvícola (T₂), a 8 años de instalado el ensayo (en Tabla 1).

- Densidad: en T₁ se mantiene casi constante, ingresaron de la clase inferior a la superior un 3% de ejemplares (6 arb/ha) y se derrumbaron un 9% (18 arb/ha). Cuando no posee una proporción adecuada de fuste-copa, los árboles se tumban con vientos ocasionales fuertes. En T₂ se produjo un ingreso de 26 árboles/ha a la clase superior y la caída de árboles es casi nula (1%). El rango de clase es de dos centímetros.
- Evolución del diámetro medio: el incremento medio del diámetro de T₁ es mayor en un 78% más que T₂.
- Área Basal: inicialmente la Parcela T₁, poseía en total 12,45 m²/ha – 7,42 m²/ha de sanos (60%) y 5,03 m²/ha de enfermos (40%). En la primera intervención silvícola del año 1996, se extrajeron el 8% del área basal de sanos y el 53% del área basal de enfermos. La extracción total de enfermos fue gradual, terminándose en 1998.
- Incremento del Área basal: el incremento medio del área basal de T₁ (Parcela Tratada) es del 68% más que T₂ (Parcela Testigo).
- Volumen del Fuste: el volumen remanente de T₁ en el período se incrementó en un 85% más que en T₂.
- Crecimiento Corriente: El Crecimiento Corriente en T₁ es ascendente es debido al estado joven de la masa forestal, que por ahora se desarrolla sin mayores competencias; en cambio en T₂, el crecimiento anual es casi una constante, debido a que los ejemplares dominantes son los que efectúan su mayor aporte, el resto aporta muy poco. En el año 2004 el crecimiento corriente de T₁ fue de un 82,85 % más que T₂. (Tabla 1).

Regeneración Natural:

El tema Regeneración Natural preocupa a muchos (técnicos, ecólogos, conservacionistas, etc.). Se habla mucho del tema, pero se conoce muy poco. Sobre ensayos de Métodos de Repoblación en nuestra región existe uno de Quebracho colorado santiagueño y Quebracho blanco. (Del Castillo, et. al.- 1985).

En la Tabla 2 se indica la densidad inicial y actual del regenerado en T₁ y T₂, en donde actualmente existe una carga de 0,63 Animal/ha (novillos), en forma permanente.

En el muestreo se contabilizaron las especies forestales mayores de dos metros de altura y menores a diez cms. de diámetro.

Existían inicialmente en T₁: 299 ejemplares/ha. (100%), con el tratamiento se ralearon 30 ejemplares/ha (10%) y 10 ejemplares (3%) destruidos por vacunos. En la actualidad la existencia es de 259 brinzales por ha. (86,62 % de la regeneración inicial).

La especie Urunday incrementó su densidad en 51%; y Espina Corona 512 %, ésta especie no es ramoneada por sus espinas abundantes desde joven y el Quebracho blanco también al poseer sus hojas ápice mucronado. En T₂ (Parcela testigo) el incremento de la regeneración natural es del 25 %.

Con la carga animal experimentada en el ensayo, no existen daños significativos en brinzales, máxime teniendo en cuenta la conducción del bosque hacia una masa semi-regular.

El costo del tratamiento silvícola: Inventario Forestal, Limpieza rasante del sotobosque, raleos y podas con mantenimientos hasta el tercer año es de U\$S 318 /Ha.

Tabla 1: Características dendrométricas de T₁ y T₂
Table 1: Characteristics dendrométricas of T₁ and T₂

TRATAMIENTOS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DENDROMÉTRICAS	BOSQUE CON TRATAMIENTO SILVÍCOLA								
	(T ₁)								
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
ARBOLES SANOS POR Ha. MAYORES A 10 cms: DE DIÁMETRO (DAP)	195	190	184	184	180	178	183	183	190
DIÁMETRO MEDIO – DAP EN cms.	19,32	20,08	20,75	21,5	21,85	22,47	23,11	23,81	24,56
INCREMENTO ANUAL DEL DIÁMETRO MEDIO EN cms.	-	0,63	0,65	0,75	0,56	0,62	0,64	0,70	0,75
AREA BASAL – M ² /Ha.	6,86	7,35	7,72	8,38	8,8	9,2	9,65	10,15	10,80
INCREMENTO ANUAL DEL AREA BASAL	0,47	0,49	0,42	0,66	0,42	0,4	0,45	0,50	0,65
VOLUMEN TOTAL CON CORTEZA (DEL FUSTE) M ³ /Ha.	36,278	38,178	40,178	42,941	45,734	48,601	51,201	54,051	57,251
CRECIMIENTO CORRIENTE CON CORTEZA DEL FUSTE. M ³ /Ha./AÑO	-	1,9	2	2,763	2,793	2,867	2,6	2,850	3,200

TRATAMIENTOS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DENDROMÉTRICAS	BOSQUE SIN TRATAMIENTO SILVÍCOLA								
	(T ₂) TESTIGO								
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
ARBOLES SANOS POR Ha. MAYORES A 10 cms: DE DIÁMETRO (DAP)	206	204	202	212	204	204	230	230	230
DIÁMETRO MEDIO – DAP EN cms.	21,15	21,43	21,59	21,98	22,3	22,72	23,09	23,44	23,84
INCREMENTO ANUAL DEL DIÁMETRO MEDIO EN cms.	-	0,37	0,32	0,39	0,32	0,42	0,37	0,35	0,40
AREA BASAL – M ² /Ha.	8,67	8,9	9,1	9,42	9,76	10,02	10,35	10,65	11,03
INCREMENTO ANUAL DEL AREA BASAL	-	0,23	0,25	0,32	0,34	0,26	0,33	0,30	0,38
VOLUMEN TOTAL CON CORTEZA (DEL FUSTE) M ³ /Ha.	43,437	44,915	46,515	48,281	49,918	51,618	53,218	54,718	56,468
CRECIMIENTO CORRIENTE CON CORTEZA DEL FUSTE. M ³ /Ha./AÑO	-	1,478	1,6	1,766	1,637	1,7	1,6	1,500	1,750

Período 1996 - 2004

Tabla 2: Regeneración natural
Table 2: Natural regeneration

ESPECIES	T ₁ = Parcela con Tratamiento SILVÍCOLA				T ₂ = Parcela Testigo			
	AÑO 1996		AÑO 2004		AÑO 1996		AÑO 2004	
	Ejem./ha	Frec. Rel.	Ejem./ha	Frec. Rel.	Ejem./ha	Frec. Rel.	Ejem./ha	Frec. Rel.
		(%)		(%)		(%)		(%)
QUEBRACHO COLORADO	8	2,67	-	-	-	-	-	-
URUNDAY	33	11,03	47	19,3	10	2,94	10	2,35
GUAYACÁN	8	2,67	8	3,08	-	-	10	2,35
GUAYAIBÍ	83	27,75	68	27,02	190	55,88	200	47,05
ESPIÑA CORONA	8	2,67	48	18,92	30	8,82	40	9,41
LAPACHO	67	22,4	28	11,2	10	2,94	30	7,05
IBIRÁ PUITÁ-I	-	-	-	-	30	8,82	40	9,41
PALO PIEDRA	67	22,4	45	17,37	60	17,64	85	20
QUEBRACHO BLANCO	17	5,68	8	3,08	-	-	-	-
PALO LANZA	8	2,67	-	-	10	2,94	10	2,35
TOTALES	299	99,94	252	99,97	340	99,98	425	99,97

Ejemplares mayores a 2 mts. de Altura y menores de 10 cms. de Diámetro

Produccion anual

Del Pastizal: La diferencia entre T1 y T2 en la disponibilidad de materia seca del pastizal se incrementó año a año y en promedio llega a representar un aumento, de más del 163 %, a favor del Bosque Tratado

Cuadro 1: disponibilidad de materia seca del pastizal dentro del bosque (kg de ms/ha)
Picture 1: availability of dry matter of the pastizal within forest (kg of ms/ha)

AÑO	BOSQUE TESTIGO	BOSQUE TRATADO
1997	492	1.059
1998	300	865
1999	287	1.522
2000	310	855
2001	381	1.377
2002	908	1.661
2003	318	1.088
2004	540	884

De los Animales:

Al año de los tratamientos silvícolas realizados en T₁ (limpieza rasante del sotobosque, podas y raleos, se asignaran 0,31 an/ha., tanto en T₁ como en T₂ (Parcela Tratada y Parcela Testigo sin tratamiento).

Los resultados de la producción animal se indican, en la tabla N° 6.

Como se puede observar en la tabla, se arrancó con una carga baja, para ir aumentando posteriormente.

Desde el inicio de la carga animal 30-06-97 hasta el 21-04-2002, no existían diferencias significativas de producción anual entre el bosque tratado y el bosque testigo. No se pudo establecer con seguridad a que se debió esa falta de diferencias de productividad entre T₁ y T₂. Estimamos que podría deberse a alguna variable ó factor no controlado en el ensayo por ejemplo: el ramoneo de arbustos en la parcela testigo, que supuestamente compensaba la escasez de pastizal en el mismo.

En la parcela tratada, como ya se indicara anteriormente, se eliminaron los arbustos que junto con la limpieza rasante del sotobosque contribuyó al incremento de la disponibilidad forrajera hasta en más del 160%. Recién a partir del 05-03-03 se registran diferencias de productividad del 68% más a favor del bosque tratado en el período 2003-2004 y del 32% en el período 2004-2005.



Tabla 3: Ganancia de peso vivo de los animales
Table 3: Gain of alive weight of the animals

	PERIODO		PESO INICIAL (Kg)	DURACIÓN (días)	CARGA An/ha	GPV (an/día/Año)	GPV an/Kg/Año	GPV Kg/ha/Año
	INICIO	FINAL						
BOSQUE TESTIGO	30-06-97	20-01-98	260	204	0.31	0.338	123	38
BOSQUE TRATADO	30-06-97	20-01-98	260	204	0.31	0.324	118	37
BOSQUE TESTIGO	16-03-98	19-03-99	251	368	0.41	0.307	112	46
BOSQUE TRATADO	16-03-98	19-03-99	251	368	0.41	0.296	108	44
BOSQUE TESTIGO	03-06-99	23-05-00	203	355	0.63	0.324	118	74
BOSQUE TRATADO	03-06-99	23-05-00	205	355	0.63	0.309	113	71
BOSQUE TESTIGO	16-06-00	04-09-01	229	440	0.63	0.168	61	38
BOSQUE TRATADO	16-06-00	04-09-01	226	440	0.63	0.140	51	32
BOSQUE TESTIGO	21-04-02	05-05-03	256	353	0.40	0.217	79	32
BOSQUE TRATADO	21-04-02	05-05-03	257	353	0.37	0.223	81	30
BOSQUE TESTIGO	05-03-03	23-04-04	253	415	0.46	0.187	68	31
BOSQUE TRATADO	05-03-03	23-04-04	254	415	0.46	0.311	114	52
BOSQUE TESTIGO	2004	2005	-	378	0.40	0.153	56	22
BOSQUE TRATADO	2004	2005	-	378	0.46	0.204	74	34

El costo del tratamiento silvícola que incluyó: el inventario forestal, la limpieza rasante del sotobosque, los raleos y podas con mantenimientos hasta el tercer año fue de \$ 1.059,55 equivalente a U\$S 335 por ha., calculado a un tipo de cambio de \$ 3,16 por dólar.

Posterior al tratamiento se realizaron limpiezas y raleos suaves en 1997/98 y se continuaron realizando cada 3 años, por un importe que varió entre \$ 70,44 y \$ 125,88. Estos trabajos fueron realizados con el propósito de favorecer el crecimiento de las especies arbóreas.

Cuadro 2: Tiempo operativo y costo total rodal “b”. tipo forestal: bosque bajo explotado
Picture 2: Operative time and total cost rodal “b”. forest type: operated forest under

COSTO – AÑO 1:

Actividades	Unitario y Jornal	\$
Apertura de picadas	1	27,72
Muestreos	0,5	13,86
Limpieza rasante, (Eliminación de caraguatá, enredaderas, etc.)	7	194,04
Marcación para raleo	1	27,72
Eliminación de arbustos, árboles enfermos	4	110,88
Aplicación de arboricidas a tocones	2	55,44
Producto (arboricida) - por litro	1	80,11
Poda de los mejores ejemplares	2	55,44
Comb. y lubric. [20 lts. de nafta y 7 lts. Aceite (en lts. de comb.)]	20	151,00
Amortización Motosierra	2	55,44
Gasoil 20 lts., mezcla arbusticida	20	40,00
Limpieza calles cortafuegos		10,00
Mantenimiento y Reparaciones	1,5	41,58
		863,23

Los costos de tratamientos para el 2^{do} y 3^{er} año, fueron estimados en:

COSTO – AÑO 2:

Actividades	Unitario y Jornal	\$
Repaso de limpieza y poda alta	4	110,88
Limpieza calles cortafuegos		15,00
		125,88

COSTO – AÑO 3:

Actividades	Unitario y Jornal	\$
Repaso de limpieza y raleos suaves	2	55,44
Limpieza calles cortafuegos		15,00
		70,44

TOTAL		1.059,55
--------------	--	-----------------

Los costos son variables según el tipo de bosque - El pastoreo intenso con ganado, puede disminuir los costos de la limpieza rasante. En una ha. trabajada en el Chaco oriental se obtienen en promedio 40 Tns. de leña verde, que se puede comercializar.-

Observaciones: Este costo fue confrontado con los de emprendimientos privados resultando muy similares.

El costo profesional (inventario y la dirección técnica) no se incluye, varía entre el 6 y 10% del costo por ha.

Se determinó la evaluación económica del SSP, con una tasa de descuento o costo de oportunidad del 12,00 %; a través de los siguientes criterios de medición: VAN, TIR, Relación B/C y Período de Recuperación de la Inversión Inicial. Los tres primeros criterios nombrados tienen en cuenta el valor tiempo del dinero, emplean los mismos datos de entrada y supuestos, con los siguientes resultados:

- VAN = \$ 14.078,00
- TIR = 19,98 %
- Relación BENEFICIO/COSTO = 2,03
- Período de recupero de la Inversión = desde el octavo año.

Con lo cual se recupera la Inversión a valores nominales en un tiempo relativamente corto, se obtiene el retorno requerido sobre la inversión y además se logra un remanente sobre el mismo de \$ 14.078,00. Cuando el VAN es positivo como en este caso, indica una TIR superior a la tasa requerida (19,98%). Además la Relación B/C demuestra que por cada peso invertido en el SSP no solo se recupera el mismo sino adicionalmente se obtienen \$1,03 (un peso con 03 centavos), obteniéndose financieramente un buen resultado, recuperando lo invertido a partir del octavo año de iniciado el proyecto.

CONCLUSIONES

Los sistemas silvopastoriles son una alternativa de producción que integran en una empresa las actividades forestales y ganaderas.

Los resultados obtenidos hasta el presente en los estudios realizados por la E.E.A. INTA Colonia Benítez (Chaco-Argentina) evidencian la factibilidad de lograr una mayor producción en términos biológicos y económicos en dicho sistema, en forma sustentable y rentable.

Al octavo año de haberse iniciado el manejo, la producción promedio de la parcela tratada es: de madera, se incrementó en un 62,5%; la disponibilidad de forraje en un 163% y la producción del ganado (peso vivo/ha/año) en un 50% más que la Parcela Testigo.

La regeneración natural no es afectada por el ganado, si no se exagera con la carga animal.

Con el tratamiento silvícola, reaparecen especies importantes, como la caña fistola, que por alguna razón no se estaba regenerando (que pertenecían a dicho ambiente).

Con los crecimientos obtenidos y la regeneración natural lograda en ocho años de estudios (corroborados en predios de productores), en bosques de estructuras similares en el Chaco Oriental, el ciclo de corta de aprovechamiento forestal rondaría los doce años.

La planificación, el inventario forestal, el plan silvícola (actividades y cronograma) y la capacitación son aspectos importantes para obtener buenos resultados en el manejo silvopastoril.

Los costos de los tratamientos silvícolas son significativos, pero no difíciles de afrontar por el gran incremento del valor actual de las maderas (carbón, leña, rollizos).

Políticas y programas de desarrollo agropecuario como el que el IIFA lleva adelante a nivel provincial, permitirían incrementar en el futuro la difusión de estas prácticas. Además créditos a mediano plazo y a tasas de intereses menores que las actuales, también permitirían desarrollar estos sistemas de producción.

Es necesario aumentar la inversión para la investigación de estos sistemas en las 2 sub-regiones de la Región Chaqueña (Húmeda, Sub-húmeda).

En la Provincia del Chaco existen varios grupos de productores que están experimentando el manejo silvopastoril. Actualmente con el mejoramiento de las condiciones socioeconómicas de la Argentina, la posibilidad del manejo silvopastoril se vuelve más factible al mejorar notoriamente los precios de la carne vacuna y de las maderas en general.-

BIBLIOGRAFÍA

- AGUIRRE, MARTÍN. Mercados Internacionales. Desarrollo Forestal. Marzo/96 – (págs. 7 y 8).
- DEL CASTILLO, ELVIO MARIO; Saravia Toledo, Carlos Javier – 1985. Regeneración Forestal en Suelos de la Unidad Jume Pozo. IV Reunión de Intercambio Tecnológico en Zonas Áridas y Semiáridas. Primera Edición. Salta-Argentina. (Pág. 241-255).
- DELVALLE, PEDRO; Reboratti, Héctor. 1988. Inventario Forestal Cuartel Lote V. Convenio IFONA-COFIRENE. (40 págs).
- DIRECCIÓN DE BOSQUES DE LA PROVINCIA DEL CHACO. Estadística Forestal – Año 2.006 – Folleto Técnico (55 págs.).
- FUENTES GODO, P. 1959. Agotamiento y Erosión de los Suelos Chaqueños. Ciencia e Investigación. Bs. As. 15-(10-11); 289-298.
- HAWLEY, R.; Smith, M. 1972 - Silvicultura Práctica - El Método de Arboles Padres – 4:103-125.
- INTA EEA Col. Benítez. 1992. Encuesta a Productores Agropecuarios. Boletín (31 págs.).
- INTA EEA S. Peña. 1992. Carta de Suelos del Campo Anexo de Gral. Obligado de la EEA Colonia Benítez. (59 págs).
- INVENTARIO FORESTAL DEL CHACO. 1980. Tomos I, II y III. Gobierno de la Provincia del Chaco.
- INVENTARIO FORESTAL FORMOSA. 1977-1980. Tomos I (págs. 35 – 36), II (págs. 35 – 36) y III (pág. 39 – 40). Gobierno de la Provincia de Formosa.
- MANNETJE, L.; Haydock, K.P. 1963. The dry - weight- rank method for the botanical analysis of pasture. J. of The Br. Grass soc. 18, (págs. 268-275).
- MARIOT, VICTORIO. 1987. Estudios de la Regeneración Natural en Bosques Subtropicales con diversos estados de degradación. IV Jornadas Bosques Nativos Degradados. El Dorado - Mnes. Tomo I: 126-146.
- MORELLO, JORGE; Hort, G. 1987. La Naturaleza y la Frontera Agropecuaria en el Gran Chaco Sudamericano. IV Jornadas Técnicas Bosques Degradados - El Dorado - Mnes. (págs. 99-147).
- MOURE, D. 1978. Origen de la Explotación Forestal en la Región Chaqueña. Actas 3er. Congreso Forestal Argentino. (págs. 649-653).
- MUTARELLI, J. *et.al.* 1953. Plan de Ordenación Lotes 50 y 51 de la Zona “A”. Territorio Nacional de Fsa. Administración Nacional de Bosques. (128 págs).
- PAÑALOZA, R. 1985. Bosque – Universidad Austral de Chile. Volumen 7 – N° 2 (págs. 125 – 130).

- PEREZ, VICTOR; Delvalle, Pedro; Rhiner, Gustavo. 1992. Estudio del Crecimiento de Especies Nativas del Bosque Alto Explorado del Chaco Oriental. VII Jornadas Técnicas. Ecosistema Forestales Nativos. El Dorado-Mnes. 211-224.
- PLUCKNETT, D. L. 1972. Integración del Pastoreo en la Ordenación de Bosques. VII Congreso Forestal Mundial. 3: 3611-3618.
- SARAVIA TOLEDO, CARLOS JAVIER. 1984 – Manejo Silvopastoril en el Chaco Noroccidental de Argentina. Acta III Reunión de Intercambio Tecnológico en Zonas Áridas y Semiáridas. (pág. 26 – 46) y Acta IV Reunión. (págs. 543 – 556) – 1985.
- TINTO, JOSE. 1978. Aportes del Sector Forestal a la Construcción de Viviendas IFONA- Folleto Técnico Forestal N° 44. (166 págs).
- TORRES, F. 1982. Role of woody perennial in animal - agroforestry. Nairobi - Kenya, ICRAF. (51 págs).
- UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA - 1988 - Prosopis en Argentina. 1 Taller Internacional sobre Recursos Genético y Conservación de Germoplasma en Prosopis. 339 págs.
- VALENTINI, JOSE ANTONIO. 1978. Tratamiento Silvicultura de los Bosques Naturales- Curso de Perfeccionamiento Profesional. Dasonomía Tomo I (págs. 179-202).
- VALENTINI, JOSE ANTONIO. 1960. La Reforestación con Quebracho Colorado y Algunas normas Silvícolas Relacionadas con su Aprovechamiento Racional. Corrientes. Bomplandia, 1(1): 51-69.

SITUACIÓN ACTUAL DE PYMES FORESTO INDUSTRIALES DE MISIONES Y CORRIENTES, DIAGNÓSTICO Y PERSPECTIVAS DEL SECTOR FORESTAL

PRESENT SITUATION OF INDUSTRIAL PYMES FOREST OF MISSIONES AND CORRIENTES, DIAGNOSIS AND PERSPECTIVE OF THE FOREST SECTOR

Liliana María Dieckow¹

¹ Doctora en Administración (FCE-UNaM). Docente e investigadora del Instituto Universitario Gastón Dachary. Salta N° 1968. Posadas Misiones. lilianadie@yahoo.com.ar

SUMMARY

This communication presents the semester advance of the investigation of two years in which results of interviews to informants are exposed nails of the activity at provincial and national level about the characteristics of pymes foresto industrialists, the facilitadores and inhibiting factors of the activity, the implementation of the strategic plan and the aspects that would have to change in the sector. As results stand out weaknesses and heterogeneity of the companies, the existence of endogenous and exogenous factors to the companies that influence them, the little implementation of the plan strategic and diverse aspects to improve to the future obtain in greater competitiveness and sustentability of the forest activity.

Key words: Forest Pymes industry, forest sector, diagnosis, competitiveness, perspective.

RESUMEN

Esta ponencia presenta el avance semestral de la investigación de dos años en el que se exponen resultados de entrevistas a informantes clave de la actividad a nivel provincial y nacional acerca de las características de las pymes foresto industriales, los factores facilitadores e inhibidores de la actividad, la implementación del plan estratégico y los aspectos que deberían cambiarse en el sector. Como resultados se destacan debilidades y heterogeneidad de las empresas, la existencia de factores endógenos y exógenos a las empresas que las influyen, la escasa implementación del plan estratégico y diversos aspectos a mejorar para lograr en el futuro mayor competitividad y sustentabilidad de la actividad forestal.

Palabras clave: Pymes foresto industriales, sector forestal, diagnóstico, competitividad, perspectivas.

INTRODUCCIÓN

Esta ponencia expone los avances del primer semestre del proyecto de investigación “Las PyMEs foresto – industriales de la provincia de Misiones y nordeste de Corrientes en la coyuntura actual y propuestas de mejora de competitividad”² cuyo objetivo principal busca: Determinar la situación actual y las características de la gestión de las PyMEs foresto industriales de la provincia de Misiones y nordeste de Corrientes (Departamento de Santo Tomé y este de Ituzaingó) en la coyuntura actual de la promoción forestal, el Plan Estratégico

² Trabajo de investigación realizado en conjunto con la Mgter. Nancy Brondani para el Departamento de I+D del Instituto Universitario Gastón Dachary de Posadas. Misiones.

XIII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM – EEA Montecarlo, INTA. Eldorado, Misiones, Argentina. “2008 Año de las Ciencias”

para PyMEs del sector (2002) y las posibles Certificaciones de Calidad en los procesos, a fin de establecer estrategias para mejorar su competitividad.

Entre sus objetivos específicos se destacan: a) Caracterizar las PyMEs foresto industriales de Misiones y Nordeste de Corrientes, destacando su administración, integración de cadena de valor y gestión de calidad. b) Determinar las influencias del contexto normativo, económico social y de promoción forestal en el desarrollo de las PyMEs foresto industriales de la zona en estudio. c) Evaluar la implementación del Plan Estratégico para el Desarrollo de las Pequeñas y Medianas Industrias Madereras de la Provincia de Misiones y Noreste de Corrientes y d) Diseñar estrategias para la mejor competitividad de las PyMEs foresto industriales de Misiones y nordeste de Corrientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación corresponde a un estudio exploratorio mediante el uso del método cualitativo con entrevistas a informantes clave de la actividad foresto industrial de Misiones, Corrientes y a nivel nacional. Se han realizado entrevistas a las asociaciones empresariales y organismos del gobierno vinculados a estos temas.

Marco teórico

A continuación, se presenta un breve marco teórico, para lo cual se parte de la definición de Pyme. Para Cardozo (2005):

“Las PyME son agentes fundamentales para avanzar hacia una economía moderna y una sociedad verdaderamente democrática. La generación de puestos de trabajo y de innovaciones, el desarrollo del tejido regional, la diversificación del aparato productivo y de las exportaciones constituyen desafíos que difícilmente puedan enfrentarse sin el aporte sustantivo de un sector PyME en expansión.”

La pequeña y mediana empresa es el resultado único e irrepetible de una mezcla de olfato, perspicacia, análisis, reflexión de un fundador. El proceso de creación y dirección de una empresa es un camino complejo y lleno de obstáculos que demandan a quien lo encara un esfuerzo singular para poder realizarlo con éxito.

En Argentina, hablar de PyMEs es hacer referencia un segmento empresarial con características particulares, mayoritario y heterogéneo, que incluye éxitos y fracasos enmarcados en un proceso de transformación económica particular. Este proceso puede dividirse en dos etapas bien diferenciadas: a) La que abarca hechos ocurridos durante la década del noventa hasta la crisis del 2001; y b) la etapa iniciada luego de ésta, hasta la fecha.

Las PyMEs, difieren según la evolución de la economía, la ubicación de la empresa, el tiempo, la tecnología empleada, la participación en el mercado, el monto de ventas, de inversiones, el número de colaboradores y la cantidad de energía consumida. En estas organizaciones empresarias, no sólo el objetivo primario de lucro está impreso sino también aparece el desafío del crecimiento.

Las pequeñas y medianas empresas nacen y evolucionan utilizando recursos de todo tipo: materiales, humanos y de información; logrando eficiencia por el clásico método de prueba y error; generalmente la propiedad y la gestión se concentran en una sola persona y/o en una familia. A los fines de esta investigación, se consideran los aspectos cuantitativos expuestos (metros cúbicos mensuales) por el Ministerio de Ecología, Recursos Naturales Renovables y Turismo de Misiones que las distingue en:

- Pequeñas industrias: menos de 600 m³.
- Medianas industrias: de 601 a 1.900 m³.
- Medianas – grandes industrias: de 1.901 a 3.500 m³.
- Grandes industrias: más de 3.500 m³.

Y se comparten los aspectos cualitativos definidos por Irigoyen y Puebla (1997) quienes mencionan que:

- La propiedad y la gestión se concentran en una sola persona y/o en una familia, asumiendo el jefe la responsabilidad del manejo comercial, financiero y técnico del negocio.
- Generalmente utilizan mano de obra no calificada, lo que trae aparejado una escasa capacidad interna para hacer uso y adaptación de las fuentes de información y tecnologías disponibles, restricción que se potencia si la empresa no cuenta con un gerenciamiento debidamente profesionalizado.
- La producción generalmente no es planificada.
- Son altamente dependientes de proveedores locales, lo que en algunas oportunidades se traduce en mayores costos y menor calidad de sus productos.
- Poseen escaso poder de negociación.
- No tienen relaciones comerciales con el exterior.

Las empresas PyME nacen y se desarrollan gracias a la inspiración y empuje de un *emprendedor*, que pone en marcha recursos de determinada índole con el fin de crear y distribuir bienes y servicios de un modo fructuoso, útil y acumulativo, en un medio turbulento, dinámico, que evoluciona constantemente.

No debemos olvidar que las pequeñas y medianas empresas tienen un papel protagónico en el desarrollo regional, principalmente en el uso de los recursos, estimulan el desarrollo empresarial y el nacimiento de nuevos emprendimientos y resuelven el problema del desempleo. Podemos decir también, que son verdaderos centros de enseñanza para el aprendizaje y formación de trabajadores, son complementarias de la gran empresa y reafirman la propiedad privada.

Sin embargo, están destinadas a desaparecer si no resuelven algunos problemas que impiden su crecimiento tales como: a) la gestión orientada a la supervivencia, b) poca importancia otorgada a la comercialización, c) incapacidad de competir, d) imposibilidad de incorporar tecnología, e) falta de sistemas de información adecuados, f) falta de un concepto de administración en la incertidumbre g) falta de búsqueda de ventajas competitivas y; h) problemas para dominar los mercados.

Estas empresas han soportado las consecuencias de transformaciones trascendentes, tanto fronteras afuera como dentro de nuestro país; y las mismas parecen no haber terminado, en los últimos años. La constante del siglo XXI seguirá siendo el cambio permanente.

La pervivencia y el desarrollo de las PyME dependen de la cultura de las mismas y de la capacidad de sus administradores para afrontar con éxito los sucesivos cambios. Implica la necesidad de “desaprender” lo aprendido, para asimilar nuevas habilidades que respondan a las nuevas demandas de los clientes, tomar conciencia de que, salvo la visión empresarial y los valores culturales de la empresa, todos los demás componentes son susceptibles de ser modificados.

“La supervivencia y el crecimiento empresarial se ven facilitados, o menos dificultados, cuando se anticipan tanto como sea posible los cambios, se trabaja proactivamente, se cuenta con liderazgos eficaces que construyen culturas flexibles y adaptativas a los procesos de cambio y cuando todos se encuentran alineados en pos de una visión común, un futuro deseado mejor para todos los participantes” Vázquez, J. R.; Sterling, H. L. (2.003)

RESULTADOS

Las PyMES madereras de Misiones y Corrientes: La actividad forestal en la provincia de Misiones y el norte de Corrientes ha estado en franco crecimiento en los últimos años.

La zona cuenta con importantes ventajas comparativas en forestación: en esta región se necesitan menos de 20 años para terminar un bosque, mientras que en Canadá y en los países

escandinavos se necesitan más de 50 años. Al mismo tiempo los suelos no compiten con la actividad agrícola y el costo de la tierra es muy bajo.

Misiones se adjudica la mayor superficie forestal implantada del país debido a su fuerte atracción de las inversiones por el rápido crecimiento natural de sus plantaciones. Del millón de hectáreas que tiene cultivadas la Argentina, la provincia tiene la tercera parte de esa superficie.

Operan casi novecientos establecimientos (891) que procesan la madera de diversas formas: actividades celulósico-papeleras, aserraderos, laminadoras, fábricas de tableros, carpinterías de obra, remanufactura, producción de envases, fábrica de muebles y partes, impregnadoras de maderas, productores de leña y carbón y diversos establecimientos artesanales.

A diferencia de unas pocas industrias de gran escala productiva, el resto de los establecimientos del sector, son de pequeña dimensión y con serias deficiencias tanto en materia tecnológica como en aspectos organizativos, de gestión y de información.

Según los entrevistados, las Pymes foresto industriales de Misiones y norte de Corrientes son: empresas unipersonales con sus ventajas y desventajas, que luego devienen en empresas familiares que presentan: a) dificultades de gestión, b) poca eficiencia en los procesos, c) poca capacitación en sus mandos medios, d) mucha informalidad, e) poco acceso al financiamiento para mejora tecnológica y de gestión y; f) son poco competitivos a escala nacional e internacional. Además se destaca la alta heterogeneidad entre ellas en general y grandes diferencias en Misiones entre los establecidos localizados en la Ruta 12 respecto a la ruta 14.

La relevancia económica del sector foresto-industrial Misionero es del orden del 15% del PBG³ provincial. Si el parangón se efectúa respecto a los sectores productores de bienes, su importancia asciende al 50%.

También es relevante para la provincia en materia de empleo, ya que ocupa directa e indirectamente alrededor de 30.000 personas en sus diferentes actividades, genera empresas de servicios conexas y empresas complementarias con gran efecto multiplicador.

El Censo de Industrias de la provincia de Misiones del año 2.003, llevado a cabo por el Ministerio de Ecología Recursos Naturales Renovables y Turismo de Misiones, consigna que el sector de las industrias de transformación mecánica de la madera está integrado, en el año 2.002, por aproximadamente 891 establecimientos que procesan madera de alguna forma, de las cuales 649 son industrias y unas 242 carpinterías.

Las industrias grandes están orientadas hacia la remanufactura, al igual que aproximadamente el 50 por ciento de las empresas medianas, porcentaje que disminuye intensamente en la mediada que desciende el tamaño de la empresa.

El grado de transformación de la madera depende de la tecnología aplicada. Una clasificación empírica teniendo en consideración el valor agregado que se adiciona al producto terminado depende para su clasificación del insumo o materia prima utilizada, así tenemos:

- Primera transformación: Primer estadio del proceso a partir del rollo de madera: madera aserrada, estacionada, madera chipeada, madera aserrada seca, madera impregnada, lámina.
- Segunda transformación: Segundo estadio del proceso industrial a partir de la tabla de madera aserrada: machimbre, moldura, finger – joint, madera compensada, etc.
- Producto final: Es el estadio final del proceso industrial, insumo – tabla asociado a un diseño: muebles, palletes, ventanas, puertas, cajones, marcos de aberturas, cortes de casas

³ Producto Bruto Geográfico provincial

XIII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM – EEA Montecarlo, INTA. Eldorado, Misiones, Argentina. “2008 Año de las Ciencias”

En cuanto a la región, estudios recientes conducidos por la consultora STCP (de Curitiba, Brasil) para el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) indican que existe una serie de factores inductores a la atracción de inversiones para la industria forestal en los países del Cono Sur. En términos teóricos, los más importantes son: a) la disponibilidad de tierras para el establecimiento de plantaciones forestales (o simplemente la existencia de plantaciones forestales); b) la elevada productividad de las plantaciones forestales, lo que impacta directamente en el costo de producción y afecta positivamente la rentabilidad del negocio; c) la seguridad jurídica y aplicación de la ley (law enforcement); d) la infraestructura económica adecuada, e) el bajo grado de regulación de la actividad forestal e industrial y; f) la estabilidad macroeconómica y política.

Los referentes de la actividad foresto industrial a nivel provincial y nacional han detectado como factores facilitadores de la actividad foresto industrial de Misiones y Nordeste de Corrientes: a) los crecimientos muy grandes de las especies que se utilizan, b) los avances en la genética, en la prácticas de implantación y manejo, c) existencia de un recurso humano fácil de capacitar, d) el dólar alto, e) una economía competitiva, f) el acceso al equipamiento de todo el mundo y, g) el acceso a los mercados.

Mientras que entre los factores Inhibidores se identificaron: 1) la crisis del mercado de la construcción de EE UU asociado al monopolio de exportación de la madera argentina, 2) una alta carga impositiva en la provincia de Misiones, 3) poco aprovechamiento de los créditos dirigidos como el FONTAR o banco Nación. (créditos en pesos, bajas tasas y período de gracia para amortizar, poco Capital.)

El Plan Estratégico: En 2002 la SAGPyA aprueba el “Plan Estratégico para el Desarrollo de las Pequeñas y Medianas Industrias Madereras de la Provincia de Misiones y Noreste de Corrientes”, elaborado por la STCP Engenharia de Proyectos Ltda.

Este plan tiene como objetivo general facilitar el proceso de desarrollo de las PyMEs foresto industriales a través de acciones coordinadas y orientadas. Entre sus objetivos específicos se propone delinear un modelo de desarrollo para transformar el potencial existente en las plantaciones forestales en bienes y servicios, considerando a las PyMEs como elementos catalizadores. Otro objetivo consiste en identificar y ordenar acciones que permitan la mejora de la competitividad de las PyMEs foresto industriales de la zona en estudio. Este plan estratégico considera como condicionante básico que las PyMEs foresto industriales sean competitivas en un primer momento en el mercado doméstico y posteriormente en el mercado regional e internacional. Se proponen como metas la formación y consolidación de Clusters y con ello alcanzar la competitividad de las PyMEs. Para ello se plantean metas a corto, mediano y largo plazo (10 años).

Sin embargo, a seis años de la aprobación del plan, los referentes entrevistados comentaron:

18.1. “Nosotros creemos que tenemos suficientes cantidad de planes y análisis de situación. Lo que debemos llevar adelante son las ejecuciones de estos planes, ver como hacerlos realidad. Todos tienen su lado positivo, han sido bastante bien analizados, ahora debemos ver como llevarlos adelante. Parte de la culpa la tiene el empresario, parte la tiene el gobierno, las situaciones de coyuntura que no se buscan, por ejemplo lo que sucede con Estados Unidos en este momento que para nuestra región y nuestra actividad es un tema muy grave.

18.2. “Lo que hizo el plan estratégico en esa época fue muy positivo al relacionar variables, al productor con la institución o el industrial con la institución y cada uno dijo sus dificultades y luego se escriben las pautas del plan maestro para que esto pueda mejorar. Desde la parte privada industrial se logró mucho. Se requiere inversión, calidad de personal, buena atención, buen producto pero creo que el Estado con cambios cada 4 años desarma todo lo avanzado en el periodo anterior. Uno lee el plan maestro y estratégico y espera que la otra parte mejore pero cada uno debería mejorar”.

18.3. (El plan estratégico y otros planes) ...”por ahora ...son expresiones de deseos. No han tenido mayores éxitos, estos tipos de planes como los de la comunidad Europea fracasan por falta de gente idónea, de conocimientos sólidos y practicidad en la operatoria”.

Calidad y competitividad: Analizar una cadena empresarial con un enfoque estratégico demanda considerar su competitividad, la cual es entendida como la capacidad de una empresa, región, país para realizar con eficiencia su producto o servicio y la capacidad para mantenerla y mejorarla de manera sostenida.

Si consideramos a las empresas desde el punto de vista de los sistemas y caratulamos a éstas como sistemas abiertos, a la hora de especificar su competitividad aparecen dos factores bien definidos: 1. **Competitividad extrínseca**, cuyo referente es el entorno, y donde se deben agrupar todos aquellos factores externos que inciden en la capacidad de competir de las empresas tanto a nivel local como extranjero, 2. **Competitividad intrínseca**, o características propias de la empresa que la distinguen y le otorgan un “mayor valor” a los productos y servicios que ofrece de acuerdo con las necesidades de los clientes.

El concepto de competitividad tiene distintos alcances de acuerdo al tipo de organización de que se trate. Para las organizaciones con fines de lucro es una herramienta que permite lograr sus objetivos económicos y mantener esos logros en el largo plazo. Para una empresa, la competitividad es la plataforma de la creación de valor económico, la manera de lograr que la empresa valga más, el instrumento para incrementar sus recursos tangibles e intangibles.

Las pequeñas y medianas empresas se vuelven sistemas creadores de valor económico cuando desarrollan dinámicas productivas y competitivas que les permitan enriquecer su contexto conectando a las personas con los mercados. Prosperan como tales, cuando surgen y operan en contextos propicios⁴ y cuando en ellos despliegan prácticas dirigidas al aprovechamiento de las oportunidades que emergen de la dinámica de los mercados.

Conforme lo expresan Hill y Jones (1996), cuatro factores constituyen la ventaja competitiva: eficiencia, calidad, innovación y capacidad de satisfacer al cliente. Estos factores pueden ser considerados genéricos en el sentido de que representan cuatro formas básicas de reducción de costos y de logro de diferenciación que cualquier compañía puede adoptar, independientemente de su actividad o de los productos o servicios que ofrezca en el mercado.

Para analizar la capacidad competitiva es necesario partir del entorno, identificar las oportunidades y amenazas que el mismo les depara y las fortalezas y debilidades. En función de ello, diseñar e implementar las acciones precisas para obtener resultados eficientes.

El planeamiento de la competitividad debe enfocarse a las necesidades de los clientes actuales y potenciales y articular los mejores elementos para satisfacerlas, con eficacia y eficiencia. Requiere por un lado la habilidad de trabajar en equipo y por el otro la habilidad de cambiar. Depende del diseño organizacional que logre la mejor adaptación a los requerimientos de los diferentes mercados y la mejor integración para la optimización del empleo de los recursos.

La creación de una ventaja competitiva sustentable es el primer paso en el diseño de una estrategia de desarrollo que será el fundamento de las distintas acciones estratégicas que se llevarán a cabo.

El concepto de competitividad está ligado a la oferta y la demanda. Debe ser concebida como la combinación entre el posicionamiento, del lado de la demanda, la productividad, del lado

⁴ Los contextos propicios son aquellos en las que los pequeños y medianos empresarios pueden encontrar capital contextual, es decir aquel capital que se encuentra en el ambiente y que no es propiedad directa del empresario. Es decir, recursos con capacidad de ser aplicados a la creación de valor y bienestar y a los cuales tendrán acceso en la medida que sus organizaciones posean la capacidad de hacerlo.

de la oferta, y la logística, en su papel fundamental de conexión entre ambas. Para la empresa, la mejora de competitividad acompaña el incremento de su capacidad de crear valor económico sostenible. Para poder lograrlo se tendrán que satisfacer las necesidades conocidas y latentes mejor que la competencia. Requiere también un cambio cultural – actitudinal, tanto individual como grupal.

A fin de buscar la competitividad los autores G. Hamel y C. Prahalad (1999) afirman que existen tres alternativas para mejorar la competitividad de una empresa: 1. *Volviéndose “menor”, siendo más pequeña, logrando más eficiencia y rapidez, a través de la reestructuración de la cartera y reducción de la plantilla*, 2. *Volviéndose “mejor”, mediante reingeniería de los procesos y la mejora continua*, 3. *Volviéndose “diferente”, siendo capaz de reengendrarse, de regenerar sus estrategias centrales y de reinventar su sector*.

Cambios que deberían realizarse según los entrevistados: **1) Desde el sector forestal:** a) Superar el individualismo empresario que es una característica Argentina y en nuestra región está aun más acentuada. *“Más asociativismo tendiente a la formación del cluster”*, b) Mejorar la Gestión “tranqueras adentro” de la empresa, c) Mayor capacitación, lograr mano de obra calificada a nivel operario. *“Capacitación del recurso humano en escuelas técnicas que tengan convenios para hacer pasantías de formación y prácticas laborales en todas las áreas”*, d) Mayor Formalidad comercial y laboral, e) Mejorar la cadena productiva en la Argentina que está condicionada por la distancia. **2) Cambios desde el Estado:** a) Generar y propiciar créditos a largo plazo, b) Acompañar y fortalecer al industrial y al productor, c) Aumentar la distribución de energía (especialmente en la ruta 14), d) Mayor seguridad jurídica en lo legislativo vinculado al avance de la frontera agrícola, la ocupación de tierras, la seguridad jurídica con la continuidad de políticas, e) Mejorar infraestructura como rutas y ferrocarriles. Uso del río Paraná como medio de transporte, f) menor presión impositiva, g) Informar a la opinión pública acerca de los efectos y el impacto de la actividad forestal.

CONCLUSIÓN

Las entrevistas permitieron incorporar nuevas variables al análisis (como los efectos de la gestión familiar o unipersonal en el desempeño de las Pymes, las causas de la falta de conocimiento de los planes que se han elaborado, entre otras) y una mejor comprensión del contexto sobre el cual se continuará la investigación cuantitativa mediante encuestas a empresarios Pymes foresto industriales de Misiones y Corrientes.

Se destacan coincidencias en general entre entrevistados en cuanto a: a) La heterogeneidad de tamaño y tipo de gestión, tecnología y comercialización de las empresas del sector forestal en el área de estudio, b) La dificultad de la puesta en marcha de los clusters y asociativismo, c) La escasa implementación hasta el momento de los planes forestales, que si bien han sido muy completos en sus diagnósticos y hasta en sus propuestas, poco de lo propuesto se ha implementado, d) Hay calidad en los productos del sector aunque reconocen dependencia externa por diseño y tipo de materia prima, e) Hay normativa en el sector pero reconocen que no hay seguridad jurídica ni acompañamiento fiscal y de promoción a la inversión, f) Existe mucha presión impositiva provincial y nacional, g) Se destacan deficiencias de infraestructura para la actividad (energía eléctrica) y hasta provisión (abastecimiento) de materia prima, h) Hay gran dependencia de variables exógenas al sector forestal (crisis de EEUU) y al país (coyunturas políticas y económico-sociales), i) Pocos mandos medios y mano de obra general calificada, j) Falta de integración de los gobiernos de Misiones y Corrientes en relación al sector foresto industrial.

AGRADECIMIENTOS

Asociación de Productores, Industriales y Comerciantes Forestales de Misiones (APICOFOM) Ing. Cristian Lamiaux, FAIMA Ing. Cristian Lamiaux, Ministerio de Ecología Misiones, Dirección de Bosques. Ing. Gabriela Ottenweller, AFOA Ing. Jorge Barros, Dirección de Recursos Forestales de Corrientes Ing. Luis María Mestres.

BIBLIOGRAFÍA

- CARDOZO, A.P. (2005) *PyMEs. Intuición y Método*. Editorial Temas.
- HAMEL, G. Prahalad, C. (1999). *Competing for the future*. Harvard Busines Scholl Press.
- HILL, C. W. L.; Jones, G.R. (1996). *Administración Estratégica. Un Enfoque Integrado*. Mc Graw Hill.
- IRIGOYEN, H.; Puebla, F. (1997). *PyMES. Su Economía y Organización*. Ediciones Macchi, Buenos Aires.
- AGUERRE, M. (2.003). “*Es necesario conformar un Cluster en la industria forestal del NEA*”. Argentina Forestal, Agosto. N° 2.

DISPERSION, GERMINACION Y PRODUCCION DE PLANTAS DE *Bastardiopsis densiflora* (Hook. & Arn.) Hasler Y *Trema micrantha* (L.) Blume

DISPERSION, GERMINATION AND PLANT PRODUCTION OF *Bastardiopsis densiflora* (Hook. & Arn.) Hasler AND *Trema micrantha* (L.) Blume

Eibl Beatriz¹, Besold Silvana², Benitez Carolina², Ferreira Andrea², Weinberger Valeria²

¹ Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones, Bertoni n°124, (3382) Eldorado, Misiones. beibl@facfor.unam.edu.ar

² Estudiante de Ing. Forestal. Becarios auxiliares de investigación

SUMMARY

Bastardiopsis densiflora (Hook. & Arn.) Hasler and *Trema micrantha* (L.) Blume are initial and secondary pioneer species, with major economic prospects from the point of view of the production of timber, firewood, food for wildlife, melliferous, fiber and medicinal use. These species generally accommodate their leaves in a flat to maximize the interception of light, producing shadow and promoting the regeneration of the tolerant species. They are fast-growing, shade-intolerant, the age of reproduction is premature and regenerate through the seed bank. The seeds are small, with dormition induced by photo or thermoregulation. To define the germination conditions, different treatments included sand, paper, ash as substrates and conditions of cold (4°C) and heat (35°C) for 7 days, were performed. The best germination was obtained in sand and in no case exceeds 40%. The seeds can be stored dry in paper bags covered by plastic and glass bottles and cold for a year. Germination in nursery is done in beds and were transplanted to pots after presented the first pair of leaves. *B densiflora* plants are able to be carried to the field before the 90 days and 30 days for *T. micrantha*.

Key words: *Bastardiopsis densiflora*, *Trema micrantha*, pioneer species, restauration

RESUMEN

Bastardiopsis densiflora y *Trema micrantha* son especies pioneras iniciales y secundarias en la sucesión, de características heliófitas, con importantes perspectivas económicas desde el punto de vista de la producción de la madera, fibras, leña, alimentación de fauna silvestre, melíferas, de uso medicinal y restauradoras del suelo. Estas especies generalmente acomodan sus hojas en una copa plana para maximizar la intercepción de luz, por lo que propician sombra para la regeneración de las especies tolerantes. Son de crecimiento rápido, intolerantes a sombra, la edad de reproducción es prematura y regeneran a través del banco de semillas. Florecen y fructifican precozmente cuando expuestas a pleno sol. Las semillas son pequeñas, con dormición inducida por foto o termorregulación. Mediante ensayos se procuraron definir las condiciones adecuadas para la mejor germinación, los tratamientos pregerminativos para superar la dormición en estas especies incluyeron sustratos de arena, papel, ceniza y condiciones de frío (5°C) y calor (35°C) por 7 días. Las mejores germinaciones para ambas especies, se obtuvieron en arena sin tratamiento pregerminativo y en ningún caso superó el 40%. Las semillas pueden ser almacenadas secas en bolsas de papel cubiertas por plástico y en frascos de vidrio y en frío hasta un año. La germinación en viveros de producción se realizó en camas de siembra sin tratamiento pregerminativo y se repicaron a maceta cuando presentaron el primer par de hojas. Plantas en macetas de *B densiflora* están en condiciones de ser llevadas a campo antes de los 90 días y 30 días para *T. micrantha*.

Palabras clave: *Bastardiopsis densiflora*, *Trema micrantha*, especies pioneras, restauración

INTRODUCCION

La recuperación ambiental está considerada actualmente como una ciencia dentro de la "ecología de la restauración y de la rehabilitación de áreas", con un campo de aplicación cada vez más diversificado. En este marco se encuentran los bosques secundarios que aparecen en las situaciones de sistemas perturbados luego de un uso ya sea forestal y/o agrícola y luego abandonado. En muchos casos se mantiene una resiliencia elevada por que presentan un banco de semillas vivo (GARWOOD, 1989), microorganismos en el suelo y aportes de semillas desde áreas cercanas lo suficientemente activos como para recuperarse en un tiempo aceptable (CARPANEZZI, 1998). La Provincia de Misiones cuenta hoy con superficies que superan las 600 mil hectáreas bajo estas situaciones (MINISTERIO de Ecología y Recursos Naturales Renovables, 2004).

Las especies de árboles que se utilizaran en un proceso de restauración dirigida de pastizales a bosques, es tal vez el elemento mas importantes a considerar a la hora de diseñar la estrategia de restauración, siendo las especies más recomendables las heliófitas efímeras (pioneras) y heliófitas durables de crecimiento muy rápido para que formen un primer dosel cerrado, que promueva la eliminación de los pastos y propicie el ambiente para la instalación, ya sea en forma natural o implantada, de las especies de sombra (KNOWLES y Parrota, 1995; HIDALGO, 2005).

Los procesos de restauración natural para estas áreas degradadas, se inician con la aparición de las especies pioneras (CARPANEZZI, 1998). Estas poseen semillas pequeñas con pocas reservas nutritivas, por lo que deben llegar rápidamente a un micrositio que les proporcione un buen contacto con el sustrato y que ofrezcan las condiciones necesarias para la germinación y el crecimiento de las plántulas (CHAMBERS y MacMahon, 1994).

Los micrositios en los que se establecen las semillas luego de la dispersión para lograr los niveles térmicos e hídricos requeridos para germinar inmediatamente son condiciones que debe alcanzar la semilla para que no se produzca la inducción a una dormición secundaria o la muerte de la misma (CHAMBERS y MacMahon, 1994). Pueden producirse determinadas condiciones ambientales de luz y temperatura que demoran el inicio de la germinación (VAZQUEZ-YANES y Orozco-Segovia, 1993; VLEESHOUWERS y otros 1995), común en especies adaptadas a la regeneración en claros (CHAZDON, 1988; FINEGAN, 1992; CHAZDON, 1996).

Entre las especies que aparecen en los claros grandes provocados por el aprovechamiento, en los bordes de caminos y en los espacios amplios ocupados previamente para planchada de madera se encuentra característicamente al *Bastardiopsis densiflora* (Hook. & Arn.) Hasler (loro blanco) única especie con porte arbóreo de la familia de las Malváceas. *B. densiflora* con rápidos crecimientos iniciales, es una especie interesante para la reforestación en sitios marginales (LAMPRECHT, 1991; CARVALHO, 1994). También se la utiliza ampliamente en sistemas de enriquecimiento en bosque degradados (MONTAGNINI et al., 1997^b). Su madera es blanca, bastante dura y semipesada, de buena trabajabilidad para carpintería en general (BRACK y Weick, 1993). La corteza presenta fibras de alta resistencia, que son de especial interés para el uso principalmente en las comunidades indígenas (KELLER et al., 2003). Florece antes de la primavera y es una importante especie melífera en una época en la que faltan flores (fines del invierno). Sus frutos dispersan anemocóricamente y zoocóricamente (HOWE y Smalwood, 1982), en el mes de octubre (EIBL et al., 1995, 1997). Las semillas germinan en sitios medianamente fértiles, sueltos (MONTAGNINI et al., 1997^a), aunque las plántulas prosperan únicamente cuando están protegidas de la exposición a la radiación directa ya que pertenecen al grupo de las secundarias tardías. Actualmente es una

especie altamente demandada por el Programa Apícola Provincial, (PROMIEL del Ministerio del Agro y la Producción, 2007; EIBL, 2007).

Otra especie característica por su aparición masiva luego de un desmonte y con mayor agresividad cuando al talado le sigue una quema de los restos vegetales, es la *Trema micrantha* (L.) Blume (trema) de la familia de las Ulmáceas, que germina en sitios pobres, compactados y totalmente expuesto a la radiación por ser una especie del grupo de las secundarias iniciales. Es un árbol de porte pequeño idealmente utilizada para restauración de áreas abandonadas por la agricultura luego de un uso intensivo. Dispersa zoocóricamente (DEBUSSCHE e Isenmann, 1994; HERRERA et al., 1994) en el mes de julio y requiere una estratificación en frío para germinar en la primavera (VAZQUEZ-YANES y Orozco-Segovia, 1984).

B. densiflora y *T. micrantha* son especies pioneras en la sucesión de características heliófitas (DIAZ GONZALES, 1995) con importantes perspectivas económicas desde el punto de vista de la producción de la madera, fibras, leña, alimentación de fauna silvestre, melífera, de usos medicinales y restauradoras del suelo.

Estas especies pioneras generalmente acomodan sus hojas en una copa plana para maximizar la intercepción de luz (BAZZAZ y Pickett, 1980) por lo que propician sombra para la regeneración de las especies tolerantes. Son de crecimiento rápido, intolerantes a sombra, la edad de reproducción es prematura, regeneran a través de un banco de semillas, las semillas son pequeñas, con dormición inducida por foto o termorregulación (FERRETTI et al., 1995; VLEESHOUWERS et al., 1995). En particular *T. micrantha* se caracteriza por poseer una germinación fotoregulada (VAZQUEZ-YANES y Orozco-Segovia, 1984).

Las características silviculturales de *B. densiflora* y *T. micrantha*, particularmente las etapas que comprenden el momento de maduración y dispersión de los frutos, el acondicionamiento y almacén de semillas y los tratamientos pregerminativos para superar la dormición y lograr una adecuada germinación en condiciones de vivero, son escasos. El presente proyecto generará información sobre los aspectos reproductivos y de producción de plantas, para facilitar el uso productivo de estas dos especies que actualmente son demandadas para proyectos de restauración y producción de miel orgánica en la Provincia de Misiones.

La restauración de las áreas abandonadas por la agricultura, la recuperación de los claros en el bosque y la conformación del bosque secundario se produce por la presencia inicial de las especies pioneras que son las facilitadoras para la instalación de una regeneración natural o la plantación con especies de importancia económica. Por ello es importante definir las condiciones naturales en las que se produce la dispersión, los momentos óptimos de cosecha, las condiciones para la germinación en laboratorio y los tiempos necesarios para obtención de plantas en vivero de *Bastardiopsis densiflora* (Hook. & Arn.) Hasler (loro blanco) y *Trema micrantha* (L.) Blume (trema, palo polvora).

MATERIALES Y METODOS

Las especies utilizadas para este estudio fueron dos especies nativas de amplia distribución en la Provincia de Misiones: *Bastardiopsis densiflora* (Hook. & Arn.) Hasler (loro blanco) Malvaceae y *Trema micrantha* (L.) Blume (trema, palo polvora) Ulmaceae.

Mediante observaciones fenológicas (FOURNIER y Charpentier, 1975) en ejemplares jóvenes se determinó la edad en la que se inician las fases reproductivas y la época de manifestación de las fases de floración, crecimiento y maduración del fruto y dispersión, para ambas especies en la región Noreste de la Provincia de Misiones.

Durante la fase de maduración de los frutos, se recolectaron de diferentes ejemplares semilleros (SALAZAR, 1994; EIBL et al., 2002; MULAWARMAN et al., 2003), las

semillas destinadas a los ensayos de siembra en laboratorio y vivero, conformándose con la totalidad de las semillas, un lote para cada especie.

Se instalaron los ensayos de germinación siguiendo diferentes tratamientos pregerminativos en función a la especie. Con estratificaciones en bandejas de siembra sobre arena y en arena a altas temperaturas (35°C) por 7 días para *B. densiflora* y estratificación en bandejas de siembra sobre arena y altas temperaturas (35°C) por 7 días y en condiciones de frío (5°C) por 60 días para *T. micrantha*.

Las germinaciones sin tratamientos pregerminativos se realizaron sobre y en arena y sobre papel para *B. densiflora* y sobre arena, sobre papel y sobre ceniza para *T. micrantha* como sustratos, los dos últimos tratamientos se realizaron utilizando los frutos frescos a diferencia de todos los otros en los que se utilizó la semilla.

Realizada la siembra y pasado el período de estratificación, en cada caso, se colocaron las bandejas de germinación a la sala de cultivo con 8 horas de luz y 25°C de temperatura.

En ensayos completamente aleatorizados en 4 repeticiones de 100 semillas, se determinó para cada especie el porcentaje de plántulas normales, anormales, semillas duras, frescas y muertas y el tiempo que duró la germinación.

A los fines de identificar las diferencias entre tratamientos se realizó un análisis de la variancia y un test de comparación de medias con $LSD_{\alpha 0.05}$

Las fórmulas utilizadas para el cálculo de la germinación (%PG)

Poder germinativo (PG%):

$$PG\% = (\Sigma \text{ número de semillas germinadas} / 400) \times 100$$

Para determinar el contenido de humedad de las semillas, para los diferentes lotes, al momento de las siembras, se realizó la determinación del porcentaje de humedad en base peso seco mediante la fórmula:

$$(M_2 - M_3) \times 100 / (M_2 - M_1)$$

Donde:

M_1 : es el peso en gramos del contenedor y tapa,

M_2 : es el peso en gramos del contenedor, tapa y semillas antes del secado,

M_3 : es el peso en gramos del contenedor, tapa y semillas después del secado.

Este peso seco se determinó colocando 3 repeticiones de igual peso de semillas en estufa a 103 ± 1 °C, por 17 ± 1 hora.

El peso de 1000 semillas se determinó a partir de 8 repeticiones de 100 semillas (INTERNATIONAL Seed Testing Association, 1999; PERETTI, 1994).

Los ensayos de plantas en macetas, a razón de 100 plantas por especie, se establecieron en el invernáculo del vivero de la Facultad de Ciencias Forestales, en mesadas con bandejas conteniendo los tubetes de polipropileno de color negro, cónicos, con estrías internas de 125 cm^3 , bajo media sombra negra, de 65% y riego automático por aspersión.

Como sustrato se utilizó corteza de *Pinus* compostada, de 8 mm a menos de granulometría, empleado en la mayoría de los viveros comerciales de la zona. Se utilizó un fertilizante granulado de liberación lenta (6 meses) a razón de 3 kg/m^3 de sustrato, compuesto por NPK 12-11-18; 2,65 mg; 8 S + microelementos (hierro, boro, zinc).

La evaluación se realizó retirando las plantas del sustrato y observando la normalidad en las partes funcionales de la misma, su proporción entre tallo y raíz y la adecuada formación de un sistema radicular que permita la instalación y prendimiento en campo.

RESULTADOS Y DISCUSION

En *Bastardiopsis densiflora*, plantas expuestas a la luz directa en la copa, comenzaron a florecer entre los 3 y 7 años de edad, dependiendo de la condiciones de sitio y ambiente. Florece abundantemente todos los años en la segunda mitad del invierno, con un fotoperíodo de días alargándose y aumento de la temperatura diaria (SILVA et al., 2007).

Los frutos de *B. densiflora* fueron cosechados en el mes de septiembre de cinco árboles adultos, distribuidos en diferentes zonas de bosques degradados del Departamento de Eldorado.

El fruto es una capsula piramidal pentagonal densamente tomentosa con hasta 5 semillas por fruto. Las semillas son oscuras pubescentes mas o menos globosas, pequeñas (<1 mm) (Figura 1).



Foto: Eibl y otros

Figura 1: Frutos y semillas de *Bastardiopsis densiflora*.

Figure 1: Fruits and seeds of *Bastardiopsis densiflora*

La determinación del peso de 1000 semillas fue de 37.000. Esto equivale aproximadamente 370.000 semillas frescas por kilo.

El contenido de humedad de las semillas al momento de la siembra y durante el almacén para diferentes muestras del lote se encontraba entre el 8 – 14%.

A los fines del almacén se acondicionaron las semillas en bolsas de papel, cubiertas por bolsas plástico y en frascos de vidrio con tapa a rosca y colocadas a $5\pm 1^\circ\text{C}$, material que será utilizado para posteriores evaluaciones de viabilidad en el tiempo.

Por no conocer el proceso de germinación de la especie, y observándose la demora en el mismo, (en cajas de siembra en invernáculo así como en condiciones controladas de laboratorio), se estableció una fecha tentativa para el cierre del ensayo a los 120 días.

Los ensayos de germinación para diferentes tratamientos indicaron los mejores resultados para semillas frescas en arena sin tratamientos pregerminativos (Tabla 1). Las germinaciones se iniciaron a los 7 días y ocurrieron durante 120 días.

Tabla 1: Plántulas normales, anormales, semillas frescas y muertas de *Bastardiopsis densiflora* según tratamiento a los 120 días de la siembra.

Table 1: Normal and abnormal seedlings, fresh and dead seeds of *Bastardiopsis densiflora*

Tratamiento	Plántulas normales (%)	Semillas frescas (%)	Plántulas anormales (%)	Semillas duras (%)	Semillas muertas (%)
T1 Sobre arena	16 ab	20 b	0	0	64
T2 En arena	37 d	9 a	0	0	54
T3 Sobre papel	26 c	0	0	0	74
T4 35°C, 7 días, en arena	18 b	13 a	2	0	67
T5 35°C, 7 días, sobre arena	10 a	14 a	2	0	74

Letras diferentes indican diferencias significativas al nivel del 0,05%

Los tratamientos sobre arena presentaron el mayor número de semillas frescas, posiblemente debido a la dificultad para que se produzca una hidratación adecuada. Los tratamientos sobre papel y arena presentaron una alta contaminación por hongos, dificultando el normal proceso de la germinación. Los tratamientos con altas temperaturas produjeron plántulas con anomalías.

Las plántulas presentan cotiledones acorazonados y entre 14 y 21 días de germinada ya se dispone de una plántula con el primer par de hojas en condiciones de ser repicada a macetas (Figura 2).

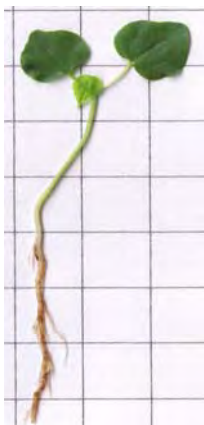


Figura 2: Plántula normal de *Bastardiopsis densiflora* a los 14 días de germinada.
Figure 2: Normal seedling of *Bastardiopsis densiflora*.

La evaluación de las plantas en macetas indicó porcentajes altos de sobrevivencia inicial al repique desde la caja de siembra (80%) pero su crecimiento posterior está condicionado al sustrato, nutrientes, control de la luz y la humedad que aparecen inadecuadas en las condiciones en que se estableció el ensayo en vivero y permanentes daños por insectos, hongos, babosas y roya de las que fueron objeto principalmente las hojas y tallos verdes. Solamente el 20% de las plantas, están en condiciones de ser llevadas a campo antes de los 90 días, con alturas de tallo de 20 cm en promedio (Figura 3).



Figura 3: Plantas de *Bastardiopsis densiflora* en macetas.
Figure 3: *Bastardiopsis densiflora* in pots.

Trema micrantha inicia con la floración antes del año, florece y fructifica en forma simultánea varias veces por año desde agosto y hasta mayo, dependiendo de las condiciones ambientales. La exposición de la planta a la luz directa debe ser total (Figura 4).



Figura 4: Disposición de las hojas en forma perpendicular a los rayos solares en *Trema micrantha*. Fase fenológica de plenitud maduración de frutos

Figure 4: *Trema micrantha* leaves in a flat to maximize the interception of light. In fruit ripening state .

Los frutos de *Trema micrantha* fueron cosechados seleccionando frutos maduros en el mes de mayo de cinco ejemplares distribuidos en diferentes zonas de áreas en proceso de sucesión secundaria del Departamento de Eldorado. Los frutos son drupas carnosas globosas de 3 a 4 mm de color naranja a rojo brillante, glabras, con los sépalos persistentes, contienen una sola semilla (Figura 5).

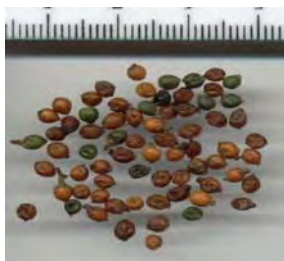


Figura 5: Frutos frescos de *Trema micrantha*.

Figure 5: Fresh fruits of *Trema micrantha*.

Las semillas son pequeñas (<2 mm), de color gris, crema y verde oscuro (Figura 6). La determinación del peso de 1000 semillas fue de 35.300. Esto equivale aproximadamente a 353.000 semillas frescas por kg.



Figura 6: Semillas de *Trema micrantha*.

Figure 6: *Trema micrantha* seeds.

El contenido de humedad de las semillas al momento de la siembra y durante el almacén para diferentes muestras del lote se encontraba entre el 20 – 23%.

A los fines del almacén se acondicionaron las semillas en bolsas de papel, cubiertas por bolsas plástico y en frascos de vidrio con tapa a rosca y colocadas a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$, material que será utilizado para posteriores evaluaciones de viabilidad en el tiempo.

Por no conocer el proceso de germinación de la especie, y observándose la demora en el mismo, (en cajas de siembra en invernáculo así como en condiciones controladas de laboratorio), se estableció una fecha para el cierre del ensayo a los 120 días.

Los ensayos de germinación para diferentes tratamientos indicaron los mejores resultados para semillas frescas sobre arena sin tratamientos pregerminativos (Tabla 2). Las germinaciones se iniciaron a los 20 días y ocurrieron durante 120 días.

Tabla 2: Plántulas normales y semillas muertas de *Trema micrantha* según tratamiento.
Table 2: Normal seedlings and dead seeds of *Trema micrantha*

Tratamiento	Plántulas normales	Semillas frescas	Plántulas anormales	Semillas duras	Semillas muertas
T1 Fruto sobre arena	10 b	0	0	0	90
T2 Fruto sobre papel	0 c	0	0	0	100
T3 Fruto sobre ceniza	0 c	0	0	0	100
T4 Fruto sobre ceniza y arena	0 c	0	0	0	100
T5 Semilla sobre arena	23 a	0	0	0	77
T6 Semilla sobre arena, 7 días a 35°C	12 b	0	0	0	88
T7 Semilla en arena, 60 días a 5°C	0 c	0	0	0	100

Letras diferentes indican diferencias significativas al nivel del 0,05%

Las plántulas presentan cotiledones elípticos alargados y a los 14 días de germinada ya se tiene una plántula con el primer par de hojas en condiciones de ser repicada a macetas (Figura 7).



Figura 7: Plantula normal de *Trema micrantha* a los 20 días de germinada.
Figure 7: Normal seedling of *Trema micrantha*.

La presencia de la pulpa carnosa en el fruto inhibe la germinación. Los tratamientos de altas y bajas temperaturas fueron desfavorables para la germinación. Un tratamiento entre arena como sustrato, posiblemente mejore los porcentajes de plantas que se lograron sobre arena.

La evaluación de las plantas en macetas indico porcentajes bajos de sobrevivencia al repique desde la caja de siembra (40%) y su crecimiento posterior estaba condicionado al sustrato, nutrientes, control de la luz y la humedad que aparecieron inadecuadas para esta especie, en las condiciones en que se estableció el ensayo en vivero. Solamente el 20% de las plantas, presentaron condiciones de ser llevadas a campo antes de los 30 días con alturas de tallo de 20 cm en promedio. (Figura 8).



Figura 8: Plantas de *Trema micrantha* en macetas a los 30 días de germinada.
Figure 8: *Trema micrantha* in pots.

CONCLUSIONES

Estas especies se están utilizando para la restauración de áreas, con fines de producción para miel orgánica, fibra, leña y madera.

Florece y fructifica precozmente y producen abundantes frutos y semillas para la propagación.

Loro blanco con floraciones en épocas invernales, y trema con flores y frutos varias veces al año cubren las necesidades de alimento para abejas y aves en áreas de restauración.

Las germinaciones bajo condiciones controladas son bajas y espaciadas en el tiempo por lo que deben realizarse en camas de siembra y posterior repique a macetas.

La producción de plantas en vivero presentó inconvenientes en varias etapas del crecimiento con bajo porcentaje de plantas logradas.

RECOMENDACIONES

Cuando estas especies aparecen naturalmente en el sitio de restauración, la mejor forma para su propagación es a partir de la regeneración natural. Ejemplares de trema ocupan totalmente el sitio a pleno sol y loro blanco se reproduce y prospera preferentemente en los bordes de los claros.

El loro blanco, es visitado por las abejas que la prefieren antes que otras especies, esto da como consecuencia mieles que se tipifican como del tipo monofloral de loro blanco.

Los ensayos de vivero requieren de ajustes en los sustratos, condiciones ambientales (humedad, luz y temperatura) y control de insectos y patógenos, para definir las mejores condiciones de sobrevivencia y crecimientos y lograr plantas sanas y vigorosas cuando requeridas para su implantación a campo.

Es necesario continuar con los ensayos de almacén para determinar la viabilidad en el tiempo y vivero para ajustar las técnicas de producción de plantas en forma masiva atendiendo a las posibilidades de generar una gran demanda de las mismas. Se deberán ensayar diferentes sustratos recomendándose la inclusión de arcilla y arena en bajas proporciones para mejorar la calidad de las plantas en vivero para ambas especies. Se deberán ensayar diferentes condiciones de iluminación y riegos para lograr plantas sanas y vigorosas. Loro blanco por su potencial maderero además de miel unifloral y trema plantando como acompañante para facilitar el crecimiento de especies nativas de sombra y buscando forma maderable para leña además de su interés para el caso de producción de miel y alimento para la avifauna.

BIBLIOGRAFIA

- BAZZAZ F A y Pickett S T A. 1980. Physiological Ecology of a Tropical Succession: a comparative review. *Ann.Rev.Ecol.Syst.* 11:287-310.
- BAZZAZ F A. 1988. Regeneration of tropical forests: Physiological responses of pioneer and secondary species. En: *Rain Forest Regeneration and Management.* 243 pp.
- BRACK W y Weik J H. 1993. El bosque nativo del Paraguay. Riqueza subestimada. Proyecto planificación del uso de la tierra. Serie n°15. DGP/MAG-GTZ. Asunción Pp.327.
- CARPANEZZI A. A. 1998. Especies para recuperación ambiental. En Seminario Especies nao tradicionais para plantios com finalidades produtivas e ambientais. Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuarias. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. Embrapa - Cnpf. Pp. 43-53
- CARVALHO P E R. 1994. Especies florestais brasileiras: Recomendacoes silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria, Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. EMBRAPA-CNPf. Paraná. Brasil. Pp.639.
- CHAMBERS J C, Mac Mahon J A. 1994. A day in the life of a seed: Movements and fates of seeds and their implications for natural and managed systems. *Annual Rev. of Ecology Systems.* 25:263-292.
- CHAZDON R L. 1988. Sunflecks and their importance to forest understorey plants. *Advances in Ecological Research.* 18:1-61.
- CHAZDON R L, Pearcy R W, Lee D W y Fetcher N. 1996. Photosynthetic responses of tropical forest plants to contrasting light environments. En: Mulkey, Chazdon, Smith (Eds.). *Tropical Forest Plant Ecophysiology.* Pp.5-55. Chapman and Hall, New York.
- DEBUSSCHE M e Isenmann P. 1994. Bird dispersed seed and seedling establishment in patchy Mediterranean vegetation. *Oikos.* 69:414-426.
- DIAZ GONZALES J C. 1995. Caracterización de la iluminación de micrositios de regeneración de 14 especies arbóreas en un bosque húmedo intervenido en Costa Rica y el efecto de la intervención sobre la abundancia de la regeneración natural. Tesis. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) Turrialba. Costa Rica. 91 pp.
- EIBL B, Silva F, Bobadilla A y Ottenweller G. 1995. Fenología de especies forestales nativas de la selva misionera. Primera parte. *Yvyrareta* 6:6(81-91).
- EIBL B, Silva F, Bobadilla A y Ottenweller G. 1997. Fenología de especies forestales nativas de la selva misionera. Segunda parte. *Yvyrareta* 8:8(78-87).
- 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. Árboles para la Miel: Loro blanco. *Revista la Colmena.* Programa Apicola Provincial .Promiel. Año 1(1):12-13. 2007.
- FERRETTI A R, Kageyama P Y, Arbocs G F, Santos J D, Barros M I A, Oliveira C. 1995. Classificacao das especies arbóreas em grupos ecológicos para revegetacao com nativas no Estado de Sao Paulo. *Florestar Estatístico.* Sao Paulo. 3(7):73-77.
- FINEGAN B. 1992. The management potential of neotropical secondary lowland rain forest. *Forest Ecology and Management.* 47:295 - 321.
- FOURNIER L A y Charpantier C. 1975. El tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones en el estudio de las características fenológicas de los árboles tropicales. Turrialba. Vol 25(1):45-48.
- GARWOOD N. 1989. Topical Seed Soil Banks Strategies. En *Ecology of Soil Seed Banks.* Ed. Leck, Parker, Simpson. Ac Press London. New Jersey. Pp.149-207.

- HERRERA C M, Jordano P, López Soria L y Amat J. 1994. Recruitment of a mast-fruiting, bird-dispersed tree: bridging, frugivore activity and seedling establishment. *Ecological Monographs*. 64:315-344.
- HIDALGO D M. 2005. Restauración de Bosques Tropicales en Pastizales. Programa de Restauración y Silvicultura del Bosque, ACG
- HOWE H F y Smallwood J. 1982. Ecology of seed dispersal. *Annual review of ecology and systematics*. 13:201-228.
- INTERNATIONAL Seed Testing Asociation. 1996. International Rules for Seed Testing. *Seed Science and Technology*. 24, Supplement. Pp.335.
- KELLER H, Krapovickas D, Miranda A, Bohren A, Grance L y Cabanne D. 2003. *Bastardiopsis densiflora* (Hook. Et Arn.) Hassl. (Malvaceae): Un antiguo arbol textil de los Guaranies de Misiones, Argentina. XIV Reunión de Comunicaciones Científicas y Técnicas. Facultad de Ciencias Agrarias – Universidad Nacional del Nordeste.
- KNOWLES O H y Parrotta J A. 1995. Amazonian forest restoration: an innovative system for native species selection based on phenological data and field performance indices. *Commonwealth Forestry Review*. 74(3):230-243.
- LAMPRECHT H. 1991. Silvicultura en los trópicos. Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas, posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. GTZ. Cooperación técnica. República Federal de Alemania. Eschborn. Pp.333.
- MINISTERIO de Ecología y Recursos Naturales Renovables. 2004. Información Imágenes Satelitales. Posadas. Misiones. Argentina. Pp.4.
- MONTAGNINI F, Eibl B, Szczipanski L y Ríos R. 1997^a. Tree regeneration following conventional and uniform sapacing methods of selective cutting in a subtropical humid forest reserve. *Biotropica* 30 (3) 349-361.
- MONTAGNINI F, Eibl B, Grance L, Maiocco D, Nozzi D. 1997^b. Enrichement planting in overexploited subtropical forests of the Paranaense region of Misiones Argentina. *Forest Ecology and Management*. 99:237-246.
- MULAWARMAN, Roshetko J M, Sasongko S M y Irianto D. 2003. *Tree Seed Management - Seed Source, Seed Collection and Seed Handling: A Field Manula for Fiel Workers and Farmers*. TFRI Extension series n°152. International Center for Research in Agroforestry (ICRAF) and Winrock International. Bogor, Indonesia. 54 pp.
- PERETTI A. 1994. *Manual para Análisis de Semillas*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. INTA Balcarce. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires. 282 pp.
- PROGRAMA Apícola Provincial. 2007. Promiel. Ministerio del Agro y la Producción, Decreto Provincial 156/04. Provincia de Misiones.
- RITCHIE J T y Nesmith S. 1991. Temperature and Crop Developement. En: *Modeling Plant and Soil System*. Ed. Hanks J y Ritchie J T. Serie n° 31. Agronomy. USA. Pp.5-29.
- SALAZAR R. 1994. Principios básicos para la identificación y selección de fuentes semilleras. En: *Curso Regional sobre identificación, selección y manejo de rodales semilleros*. Catie-Prosefor. 7 -18 de marzo de 1994. Turrialba- Costa Rica. 4 pp.
- SILVA F, Eibl B, Bobadilla A.2007. *Boletín Agrometeorológico Eldorado*. Boletín Mensual y Resumen Anual. Serie Técnica. Secretaría de Extensión, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones. Eldorado - Misiones. Período 1985-2007.
- VAZQUEZ-Yanes C y Orozco-Segovia A.1984. Fotoblastismo en especies forestales. *Revista Ciencia*. N°3. Pp.191.
- VLEESHOUWERS L M, Bouwmeester H J y Karszen C M. 1995. Redefining seed dormancy: an attempt to integrate physiology and ecology. *Journal of Ecology*. 83:1031-1037.

DISPERSION Y BANCO DE SEMILLAS DE *Cedrela fissillis* Vellozo EN LA SELVA MISIONERA (SELVA PARANAENSE)

DISPERSAL PATTERNS AND SEED BANK OF *Cedrela fissillis* Vellozo IN THE SUBTROPICAL FOREST OF MISIONES

Beatriz Eibl ¹
Graciela Verzino ²

¹ Facultad de Ciencias Forestales Universidad Nacional de Misiones. Bertoni 124 (3382) Eldorado. Misiones.
Email: beibl@facfor.unam.edu.ar

² Facultad de Ciencias Agropecuarias – Universidad Nacional de Córdoba. Ciudad Universitaria. Córdoba.
Email: gverzino@agro.uncor.edu

SUMMARY

The subtropical forest of Misiones has among its native tree species, some called "of high quality wood", one of the most important are *Cedrela fissillis*. Some authors consider it as specie of valuable wood and problematic silviculture, this is so because *C. fissillis* can be damaged in juvenile state by the "cedar butterfly". The silvicultural techniques of conduction of natural regeneration by means of dispersion are the most adequate to achieve wood of quality with this species. Mother trees were selected and the dispersion patterns were determined by counting the dispersed seeds at each m², in transects oriented to the North, East, South and West. The autochory and anemochory dispersion gave in media a contribution to the seed bank of 31 thousand seeds, 30 meters around the *C. fissillis* tree. The spatial distribution of 3 or 4 trees per hectare will be enough to guarantee the number of seeds in a system of sustainable management.

Key words: *Cedrela fissillis*, dispersion, seed bank

RESUMEN

La Selva Misionera (Selva Paranaense) tiene entre sus especies nativas, aquellas denominadas del grupo de las "maderas de ley", entre ellas el cedro misionero (*Cedrela fissillis*), considerada especie de madera valiosa y de silvicultura problemática, por ser dañada en su estado juvenil por la mariposita del cedro (*Hypsiphylia grandela*). Las técnicas de conducción de la regeneración natural a partir de la dispersión, son las más adecuadas para lograr madera de calidad con esta especie. Seleccionando árboles semilleros tipo se determinaron los patrones de dispersión mediante el recuento de las semillas dispersadas a cada m² sobre transectas ubicadas en las cuatro orientaciones norte, este, sur y oeste. La distribución de las semillas en función a la distancia al pie del árbol, se basó en la utilización de la ecuación de Meyer. Cada árbol, por dispersión autocórica y anemocórica, influenciado por la mayor frecuencia de los vientos del norte, entre agosto y octubre, aportó aproximadamente 31 mil semillas, en 2.827 m² de suelo, con distancias de dispersión de hasta 30 m. Se encontraron hasta 79 semillas sanas por parcelas, concentrándose en todos los casos la mayor proporción hasta los 10 m, con un promedio de 19 semillas por m². Las semillas dispersadas para el año de observación, indicaron valores alentadores en cuanto a la cantidad y áreas ocupadas, para ser considerados en la planificación para la producción sustentable, a partir del banco de semillas. En función a estos patrones de dispersión, la distribución espacial de 3 a 4 árboles semilleros por hectárea serán suficientes para garantizar la cantidad de semillas en un sistema de manejo sustentable de *C. fissillis* a partir de la conducción de su

regeneración natural.

Palabras clave: *Cedrela fissillis*, dispersión, banco de semillas

INTRODUCCION

La Selva Misionera (Selva Paranaense) tiene entre sus especies nativas, aquellas denominadas del grupo de las "maderas de ley", entre ellas el cedro misionero (*Cedrela fissillis*, Vellozo, Meliaceae), considerada especie de madera valiosa y de silvicultura problemática, por ser dañada en su estado juvenil por la mariposita del cedro (*Hypsiphylla grandella*). Actualmente las técnicas de conducción de la regeneración natural a partir de la dispersión, son las más adecuadas para lograr madera de calidad con esta especie.

CARVALHO (1994), observó que la baja frecuencia de árboles de *Cedrela fissillis* en las selvas subtropicales aumentan su posibilidad de escape al daño por *H. grandella*. A mayor distancia de dispersión desde el árbol semillero y menor agregación entre ejemplares de la misma especie, mayor será la sobrevivencia para las plántulas, por escape a los depredadores (HUBBELL, 1979; HOWE et al., 1985; CHAPMAN y Chapman, 1995; LOPEZ et al. 1997, GUARIGUATA, 1998; NATTAN et al., 2000).

C. fissillis es una especie nativa, cuyas semillas responden a las características de vida corta (CARVALHO, 1994; KNOWLES y Parrotta, 1995; FLORES, 1995; GONZALEZ, 1996), reclutamiento cercano al árbol semillero y cuyo banco de semillas es transitorio (GARWOOD, 1989; KAGEYAMA y Viana, 1991). La unidad de dispersión de estas especies se mueve desde la planta madre por la acción del viento dando lugar a una dispersión del tipo anemocórica (WERKER, 1997, EIBL et al, 1997). Evaluando las germinaciones desde fin del crecimiento del fruto y hasta la dispersión, las semillas poseen el mayor poder germinativo y vigor al momento de la dispersión (CORVELLO et al.,1999; TERESCZUCH et al. 2003; Eibl, 2007).

Los frutos de *C. fissillis* son cápsulas piriformes secas dehiscentes que puede contener entre 35 y 138 semillas aladas y lateralmente planas que son las unidades de dispersión. Es una característica común, según aclaran KAGEYAMA y Viana (1991), que las especies oportunistas u ocupantes de claros pequeños posean semillas aladas y la distancia y dirección de dispersión a la que son transportadas está determinada por su cualidad móvil y la fuerza y orientación del viento que la transporta (BEGON et al., 1997).

Sobre un listado de 160 especies nativas, de la selva amazónica, KNOWLES y Parrotta (1995), colocaron a *Cedrela* spp. como una especie indicada para restauración de bosques degradados mediante conducción de la regeneración natural a partir del banco de semillas.

Informaciones específicas sobre las áreas de dispersión y el banco de semillas para *C. fissillis*, facilitarán las actividades para la conducción de sus renovales con fines de lograr madera de calidad en los programas de manejo sustentable de la selva nativa y de las áreas de restauración.

MATERIALES y METODOS

Los relevamientos se realizaron, en una zona de selva remanente nativa del Departamento de Eldorado, Provincia de Misiones, ubicado a 26° 23' latitud sur, 54° 40' longitud oeste y a 160 msnm. Se identifica con la fórmula Cfa, según Köpen, correspondiente a un clima subtropical húmedo sin estación seca y verano muy caluroso. Con temperaturas medias anuales de 21° C y 1959 mm de precipitación media anual. Los vientos predominantes son del Norte y Noreste con intensidades promedio que no superan los 3

km/hora (SILVA et al., 2007; VALIENTE y Segovia, 2002).

Se seleccionaron para el estudio 3 ejemplares de *C. fissilis*, que respondieron a características de árbol semillero tipo (SALAZAR R, 1994; EIBL et al., 2002; MULAWARMAN et al., 2003), atendiendo a la rectitud del fuste, la disposición centrada de la copa, con exposición completa a la radiación solar de la copa por sobre el dosel, de buen estado sanitario y con edad adecuada para la producción de frutos y semillas viables. El espaciamiento entre los árboles de la misma especie fué una de las consideraciones más importantes cuando se seleccionaron los árboles semilleros, su distancia debió superar aquella asociada con la dispersión. A los fines del presente trabajo, cada árbol semillero seleccionado para el estudio debió estar a una distancia suficiente como para evitar la posible superposición de la lluvia de semillas entre árboles de la misma especie, que se preestableció en un mínimo de 80 metros.

El muestreo de las semillas en el suelo, constó de parcelas ubicadas sobre transectas de 1m de ancho por una longitud determinada por la presencia de semillas (GOLDSMITH y Harrison, 1987; DANIEL y Reis, 1987; HOWE et al, 1985; ALCANTARA et al., 1997; NATHAN et al, 2000).

La disposición de las transectas fué en el sentido radial con respecto al centro del árbol y en los cuatro sentidos cardinales (N, E, S y O).

Cada transecta fué dividida a su vez en parcelas de 1 x 1 m de las que se retiraron todas las semillas presentes de la especie correspondiente al árbol semillero bajo estudio al momento del fin de la fase de dispersión (EIBL et al. 1997). Se determinó el número de semillas, por parcela y para cada transecta. Esta dispersión ocurrió de agosto a octubre y el recuento de las semillas se realizó en septiembre y octubre.

La distancia máxima a la que dispersaron las semillas sobre cada orientación se determinó cuando en parcelas consecutivas no aparecían más semillas.

Para cada parcela se evaluaron las semillas dispersadas según categorías: sueltas, agrupadas, sanas, dañadas por insectos y por hongos.

Se estableció el perfil de abundancia en función a la distancia al pie del árbol semillero, se estimó un perfil promedio para la distribución de semillas y se obtuvo una medida de su variabilidad.

A partir de datos de distribución de semillas se estimó el número total de semillas promedio por árbol, según los criterios de clasificación y su área de dispersión.

Asimismo las diferentes orientaciones fueron comparadas para evaluar los patrones diferenciales de la distribución de semillas según el sentido de la transecta. A los fines del análisis de la similitud de las transectas, se utilizó la prueba de Friedman, cuyo análisis se basa en la suma de los rangos (dentro de bloque) para cada tratamiento (DANIEL, 1999).

El estadístico de la prueba es: $Fr = 12 / bk (k+1) \sum_{j=1}^k R_j^2 - 3b(k+1)$

Donde: b= número de bloques. En este caso los bloques corresponden al conjunto de parcelas a igual distancia del árbol; k= número de tratamientos (transectas); R_j = suma de los rangos del j-ésimo tratamiento dentro de cada bloque.

Las hipótesis propuestas para esta prueba fueron:

H_0 = las funciones de distribución de los k tratamientos son idénticas.

H_1 = por lo menos dos de las funciones de distribución difieren en su parámetro de posición.

Región de rechazo $Fr > \chi^2_{\alpha (k-1)}$

Esta prueba permitió definir si el número de semillas en las diferentes orientaciones de las transectas eran iguales o diferentes.

El número de las semillas dispersadas en el banco, alrededor del árbol semillero se caracteriza por poseer la forma de una "J" invertida (DANIEL y Reis, 1987; HOWE, 1982). Debido a este comportamiento la modelación de la distribución de las semillas en función a la

orientación de la transecta y la distancia al pie del árbol, se basó en la utilización de la ecuación de Meyer (DAVIS y Johnson, 1986).

La ecuación de Meyer tiene la siguiente expresión: $\gamma = \beta_0 e^{-\beta_1 d}$

donde: γ = número de semillas; β_0 = asíntota (valor máximo); e = base de los logaritmos naturales; β_1 = parámetro de forma; d = distancia de la parcela al pie del árbol

El grado de ajuste de la ecuación se expresa por el valor del coeficiente de determinación (R).

Previamente al ajuste del modelo de dispersión, se aplicó una técnica de suavizado, sobre los datos del recuento del número de semillas por parcela. La misma consistió en calcular el promedio móvil del número de semillas de dos parcelas contiguas sobre cada orientación y asociar a ésta la distancia media a la base del árbol de las parcelas consideradas.

RESULTADOS Y DISCUSION

Las pruebas de Friedman para detectar posibles diferencias entre el número de semillas de las orientaciones, permitieron determinar que las transectas N, E y O fueron iguales y la S diferente, para todas las categorías de semillas (para χ^2 , $\alpha=0,05$).

Las orientaciones de las transectas (N,E,O,S) se compararon tomando como bloques las parcelas ubicadas a igual distancia al árbol en cada uno de los tres árboles. De igual forma se compararon las orientaciones omitiendo la orientación S (Tabla 1).

Tabla 1: Diferencias y similitudes entre orientaciones, para el número de semilla de *C. fissilis* mediante la prueba de Friedman.

Table 1: Differences and similarities between orientations, for the number of seeds of *C. fissilis* by Friedman's test.

Árbol	Orientación	N	Chi2 (g.l.)	p-valor	Observación
C ₁ ,C ₂ ,C ₃	N, E, O, S	55	11,30 (3)	0.0102	Comparación entre transectas Por lo menos una es diferente
C ₁ ,C ₂ ,C ₃	N, E, O	55	3,352 (2)	0.187	Comparación entre transectas Las tres son iguales

para χ^2 , $\alpha=0,05$

Las distancias de dispersión para las transectas individuales variaron entre los 19 y hasta los 30 metros, siendo la orientación sur la que mayor distancia de dispersión presentó (Figura 1). El patrón definido por su dispersión anemocórica estuvo influenciado por la mayor frecuencia de los vientos del norte.

En toda el área cubierta por la dispersión de *C. fissilis* se encontraron hasta 79 semillas por m², considerando la totalidad de las categorías de semillas. Figura 1.

Cada árbol de *C. fissilis* aportó aproximadamente 31 mil semillas (con un desvío estándar de 5,492) en 2.827 m² de suelo (área de dispersión promedio de un árbol tipo) que conformaron el banco de semillas por árbol de la especie.

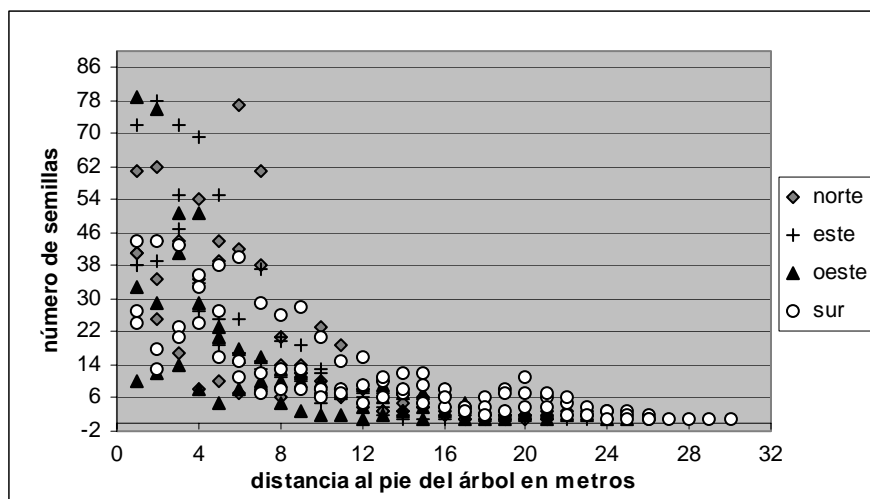


Figura 1: Dispersión total de semillas de *C. fissilis* según orientación y distancia al pie del árbol.
Figure 1: Total dispersion of *C. fissilis* seeds according orientation and distance to the tree.

Las parcelas 1 a 10, en cada orientación, fueron las que más semillas presentaron para todas las categorías, con un promedio de 27 semillas por m² para los 10 primeros metros.

Aplicando la ecuación de Meyer, como modelo de distribución de semillas alrededor del árbol en función a la distancia al pie del mismo, para todas las categorías de semillas, esta dispersión respondió a la ecuación de la forma:

$$\gamma = (55, 44841) * e^{(-0,155060) * d}$$

Con un valor de R=0,82. Esta ecuación representa las semillas totales encontradas en función a la distancia al pie del árbol semillero para cualquier orientación considerada. Figura 2.

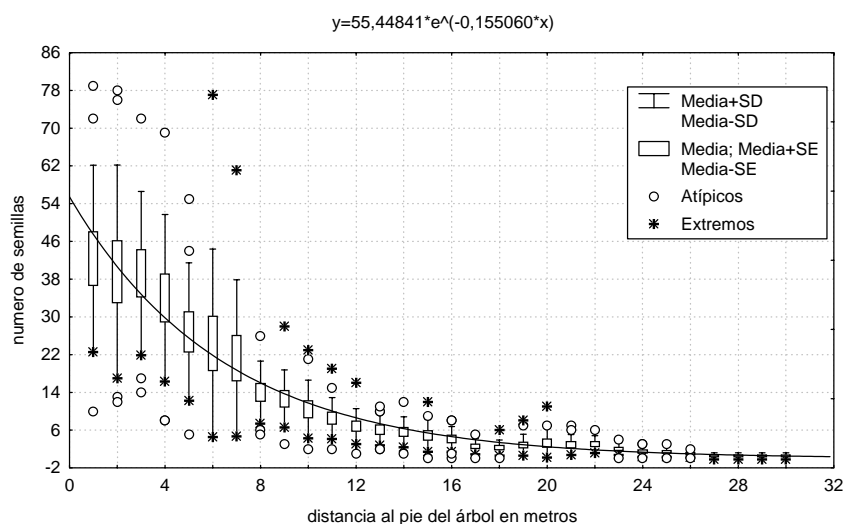


Figura 2: Promedios y desvíos para la dispersión total de semillas de *C. fissilis* en función a la distancia al pie del árbol
Figure 2: Average and Standard deviation for the total dispersion of *C. fissilis* seeds according to the distance.

Del total de semillas dispersadas el 62% correspondió a semillas sanas sueltas. Tabla 2.

Tabla 2: Semillas de *C. fissilis* según categorías en función al total dispersado.

Table 2: Categories of *C. fissilis* seeds according to the total dispersed.

Total	Sueltas				Agrupadas				
	Sanas	Hongos	Insectos	Muertas	Sanas	Hongos	Insectos	Muertas	Frutos podridos
100%	62%	0,06%	5%	1,3%	13%	0,04%	16,8%	1,8%	85 Por árbol

Las semillas de la categoría sanas sueltas fueron las que dispersaron a mayor distancia, siendo las orientaciones sur y oeste las que presentaron el mayor número de semillas para esta categoría (un 81% y 77% sobre el total dispersado en cada orientación). Tabla 3.

Tabla 3: Dispersión de semillas de *C. fissilis* para la categoría sanas sueltas en porcentaje sobre el total y según la orientación.

Table 3: Dispersion of *C. fissilis* seeds for the loose seeds category as a percentage of the total and orientation.

Orientación / Categoría de semillas	N	E	S	O
Sanas sueltas en % sobre el total dispersado	20%	21%	34%	25%
Sanas sueltas en % sobre el total para cada orientación	46%	52%	81%	77%

Las series de datos correspondientes a la dirección del viento para los meses de agosto, septiembre y octubre, indicaron que los vientos desde el norte y noreste fueron los de mayor frecuencia para la zona.

CONCLUSIONES

La floración y fructificación ocurre anualmente y en la misma época del año en los ejemplares adultos de esta especie, con producciones abundantes de frutos a cada 3 ó 4 años. La maduración de los frutos de *C. fissilis* demora varios meses y expuestas a la radiación directa en la copa sin follaje, en la época más seca del año, se favorece la dehiscencia. Estas fructificaciones abundantes producen en determinados años una alta contribución al banco de semillas que formará en poco tiempo un banco de plántulas que luego dará lugar a una regeneración acumulada. Las semillas dispersadas por los árboles semilleros de *C. fissilis* indicaron valores alentadores en cuanto a la cantidad de semillas (31 mil semillas), áreas ocupadas y distancias de dispersión (30 metros), para ser considerados en la planificación para la producción sustentable, a partir del banco de semillas.

La categoría de semillas sanas sueltas, que indica las potencialidades para la regeneración del año, fue la que dispersó con una mayor y mejor distribución abarcando la totalidad de los micrositios aumentando la probabilidad de que una semilla viva ocupe un "sitio seguro" para poder cumplir con todas las etapas desde la germinación.

En función a los patrones de dispersión, la distribución espacial de 3 a 4 árboles semilleros por hectárea serán suficientes para garantizar la necesaria cantidad de semillas en un sistema de manejo sustentable de *C. fissilis* a partir de la conducción de su regeneración natural.

BIBLIOGRAFIA

- ALCANTARA J M, Vera N, Szczypanski L, Eibl B y Ríos R. 1997. Análisis de la dispersión de semillas de *Cedrela fissilis* en el bosque nativo de Misiones. Revista Forestal Yvyrareta. 8(8): 16–21.
- BEGON M, Harper J y Townsend C. 1997. Ecología: Individuos, Poblaciones y Comunidades. Ed.Omega. Barcelona. Pp.886.
- CARVALHO P E R. 1994. Especies florestais brasileiras: Recomendacoes silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria, Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. EMBRAPA-CNPQ. Paraná. Brasil. Pp.639.
- CORVELLO W B, Villela F A, Nedel J L y Peske E S T. 1999. Maturacao fisiológica de sementes de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.). Revista Brasileira de Sementes. 21(2):23-27.
- CHAPMAN C y Chapman L J. 1995. Survival without Dispersers: Seedling Recruitment under Parents. Conservation Biology. 9(3):675-678.
- DANIEL O y Reis M F. 1987. Determinacao dos padroes de disseminacao de *Astronium concinnum* Schott. Revista Arvore. 11(2):119-131.
- DANIEL W W. 1999. Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud. Ed. Limusa. 878 pp.
- DAVIS L y Johnson K N. 1986. Forest Management. 3er Ed. Mc.Graw Hill New York. 790 pp.
- EIBL B, Silva F, Bobadilla A y Ottenweller G. 1997. Fenología de especies forestales nativas de la selva misionera. Segunda parte. Yvyrareta. 8:78-87.
- EIBL B. 2007. Fenometría en la producción de frutos y semillas en especies forestales nativas de la selva Misionera. Registro de Cosechas. Banco Regional de Semillas de Especies Nativas (no publicado).
- EIBL B, Mendez R, Di Stasi M, Bohren A, Sosa G y 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.
- FLORES E. 1995. Morfofisiología, comportamiento y germinación de semillas forestales. En: Avances en la producción de semillas forestales en América Latina. Memorias del Simposio, 16 al 20 de octubre en Managua, Nicaragua. CATIE. 397 pp.
- GARWOOD N. 1989. Topical Seed Soil Banks Strategies. En: Ecology of Soil Seed Banks. Ed. Leck, Parker, Simpson. Ac Press London. New Jersey. Pp.149-207.
- GOLDSMITH F B y Harrison C M. 1987. Description and analysis of vegetation. Transects. In Methods in Plant Ecology. Ed. Chapman S.B. Blakwell Scientific Publications. London. Pp.104-105.
- GONZALEZ M C. 1996. Período de viabilidad de semillas de *Parapiptadenia rigida* y *Cedrela fissilis*. Kaágy Revista Forestal del Paraguay. 12(1):11-15.
- GUARIGUATA M R. 1998. Consideraciones ecológicas sobre la regeneración natural aplicada al manejo forestal. Informe técnico n°304. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Costa Rica. Pp.29.
- HOWE H F y Smallwood J. 1982. Ecology of seed dispersal. Annual review of ecology and systematics. 13:201-228.
- HOWE H F, Schupp E W, Westley L C. 1985. Early consequences of seed dispersal for a neotropical tree (*Virola surinamensis*). Ecology. 66(3):781-791.
- HUBBELL S. 1979. Tree dispersion, abundance and diversity in a tropical dry forest. Science. 203:4387(300-309).
- KAGEYAMA P Y y Viana V M. 1991. Tecnología de sementes e grupos ecológicos de especies arbóreas tropicais. En: Anais do 2º simpósio brasileiro sobre tecnologia de sementes florestais. Instituto Florestal. Governo do Estado de Sao Paulo. Brasil. Pp. 197-215.

- KNOWLES O H y Parrotta J A. 1995. Amazonian forest restoration: an innovative system for native species selection based on phenological data and field performance indices. *Commonwealth Forestry Review*. 74(3):230-243.
- LOPEZ J, Jara L, Mesén F. 1997. Variación en la resistencia de *Cedrela odorata* al ataque de *Hypsipyla grandella*. *Revista Forestal Centroamericana*. 19(6):20-25.
- MULAWARMAN N, Roshetko J M, Sasongko S M y Irianto D. 2003. Tree Seed Management - Seed Source, Seed Collection and Seed Handling: A Field Manula for Fiel Workers and Farmers. TFRI Extension series n°152. International Center for Research in Agroforestry (ICRAF) and Winrock International. Bogor, Indonesia. 54 pp.
- NATTAN R, Safriel U N, Meir I M, Shiller G. 2000. Spatiotemporal variation in Seed Dispersal and recruitment near and far from *Pinus halepensis* Trees. *Ecology*. Disponible en <http://www.findarticles.com>. 21 pp.
- SALAZAR R. 1994. Principios básicos para la identificación y selección de fuentes semilleras. En: Curso Regional sobre identificación, selección y manejo de rodales semilleros. CATIE-PROSEFOR. 7 -18 de marzo de 1994. Turrialba- Costa Rica. 4 pp.
- SILVA F, Eibl B, Bobadilla A. 2007. Boletín Agrometeorológico Eldorado. Período 1984-2007. Boletín Mensual y Resumen Anual. Serie Técnica. Secretaría de Extensión, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones. Eldorado, Misiones.
- TERESCZUCH M, De Oliveira A y Eibl B I. 2003. Momento óptimo de cosecha de frutos de *Cedrela fissilis* en el noreste de la Provincia de Misiones. Trabajo n° C-57, en formato CD. Actas de las X Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales, 25 al 27 de septiembre de 2003. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. Eldorado, Misiones.
- VALIENTE C y Segovia O. 2002. Boletín Meteorológico. Observatorio Meteorológico Alto Paraná S.A. Centro Forestal Ruta Nacional n°12 km.1595. Puerto Esperanza. Misiones.
- WERKER E. 1997. Seed Anatomy. *Encyclopedia of Plant Anatomy*. Boretraeger. Berlin.424 pp.

VIABILIDAD EN SEMILLAS DE *Myrocarpus frondosus* Freire Allemao

VIABILITY OF *Myrocarpus frondosus* Freire Allemao SEEDS

Beatriz Eibl¹
Mónica Otegui²
Cecilia González¹
Liliana Mattes¹

¹ Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones. Bertoni n°124, (3382) Eldorado, Misiones, Argentina. beibl@facfor.unam.edu.ar

² Facultad de Ciencias Exactas Químicas y Naturales, UNaM. Posadas. Misiones. Argentina. motegui@fceqyn.unam.edu.ar

SUMMARY

One of the highest valuable woods of the Atlantic Forest is *Myrocarpus frondosus* Freire Allemao (incienso, cabreuva, balsamo). This leguminous tree is locally used as hardwood, medicinal, aromatic, for organic honey and ornamental. Under a non sustainable use it suffers high exploitation, and is considered as one of the threatened species of the subtropical forest in Misiones, Argentina. With state financial supports, *M. frondosus* is proposed for restoration of degraded forests, but this tropical recalcitrant seeds are normally not available for propagation in nurseries. Dispersed in early summer, dried to 12% of water content, they germinate between 7 and 10 days over 70%, and lost its viability before 60 days. Using different envelopes (aluminum, newspaper, fat and substrate), storage temperatures (25, 8, and 4°C) and times (60, 90, 120, 180 and 380 days), fruits in Newspaper bags and covered by plastic, at 8°C±1, maintain its viability for a longer period.

Key words: *Myrocarpus frondosus*, seeds, storage, viability

RESUMEN

El *Myrocarpus frondosus* Freire Allemao (incienso, cabreuva, balsamo) es una madera de alto valor comercial entre las especies nativas del Bosque Atlántico Interior. Esta leguminosa se utiliza localmente como madera dura para carpintería fina, medicinal, aromática, miel orgánica y ornamental. Debido a su aprovechamiento de alta demanda en forma no sustentable actualmente esta considerada como una especie amenazada para el bosque subtropical en Misiones, Argentina. Atendiendo a su conservación y uso múltiple es una especie recomendada para restauración en bosques degradados, aunque sus semillas recalcitrantes no están fácilmente disponibles para la propagación en los viveros. Dispersa temprano en el verano y con 12% de humedad, germina entre los 7 a 10 días de la siembra con un 74%, pierden su viabilidad antes de los 60 días. Utilizando diferentes envases (aluminio, papel de diario, grasa y sustrato), temperaturas de almacén (25, 8 y 4°C) y tiempos (60, 90, 120, 180 y 380 días), los frutos en papel de diario cubiertos en bolsas plásticas y 8°C±1 mantuvieron su viabilidad por el mayor tiempo.

Palabras clave: *Myrocarpus frondosus*, frutos, almacén, viabilidad

INTRODUCCION

Los frutos de *Myrocarpus frondosus* Freire Allemao (incienso, cabreuva, balsamo) son sámaras secas indehiscentes aladas y lateralmente planas (fig.1) con una a tres semillas unidas en serie, presentan bolsas llenas de resinas aromáticas, utilizadas en perfumería, medicina y como desinfectantes, que actúan como inhibidores al crecimiento de los patógenos.

La floración y fructificación ocurre anualmente con producción de abundantes frutos cada 3 o 4 años (EIBL et al, 2007). La maduración de los frutos ocurre rápidamente (EIBL et al. 1997, 2003), desde que las semillas expuestas en la copa, en la época mas cálida del año (SILVA et al. 2007), deben dispersar y germinar antes de su deshidratación.

El contenido de humedad con el que las semillas alcanzan la madurez varía entre las especies y es un aspecto crítico para el almacenamiento, BONNER (1981) señala que el contenido de humedad de las semillas al momento de la cosecha puede influir en la longevidad durante el almacenamiento de las semillas.

Las semillas de *M. frondosus* corresponden al grupo de las recalcitrantes que son sensibles a la desecación y pierden rápidamente la viabilidad en cualquier clase de condición de almacenamiento (SCHMIDT, 2000), dificultando la programación de siembra, o su comercialización.

Teniendo en cuenta las características recalcitrantes de las semillas y la periodicidad en la producción de abundantes frutos, sumado al creciente interés por parte de los productores por la especie debido a sus usos múltiples (EIBL, 2008, CARVALHO, 1994), este trabajo tiene como objetivo determinar las mejores condiciones para su almacén.

MATERIALES Y METODOS

Los frutos fueron cosechados en el suelo y en el árbol al momento fenológico de plenitud de dispersión (figura.1), en árboles ubicados en diferentes zonas geográficas de su área de distribución natural en la Provincia de Misiones. Estos frutos luego fueron mezclados para conformar el lote de semillas frescas que fueron dispuestos para el análisis de germinación y almacén.

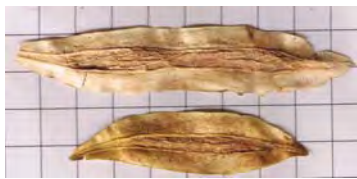


Figura. 1: frutos de *M. frondosus*

Figura. 1: *M. frondosus* fruits

Se sembraron las semillas frescas y luego de 60, 90, 120, 180 y 380 días de almacenadas en ambiente, en sala de cultivo a $25\pm 1^{\circ}\text{C}$, en heladera a $8\pm 1^{\circ}\text{C}$ y cámara a $4\pm 1^{\circ}\text{C}$, usando papel de diario en bolsa plástica, papel aluminio en bolsa plástica, grasa bovina de 1° calidad y sustrato de corteza de pino como envases.

En un diseño completamente aleatorizado de 13 tratamientos con 4 repeticiones de 100 semillas cada una, los ensayos en sala de germinación se realizaron en arena a $25^{\circ}\text{C}\pm 1$, con 8 horas de luz.

En cada caso y al momento de la instalación del ensayo fue determinado el contenido de humedad de la semilla al momento de la siembra. Se utilizó en este caso el método de estufa a temperatura de $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ recomendado por las reglas internacionales de ensayos de semillas (INTERNATIONAL..., 2003).

Se realizaron evaluaciones de la germinación al momento de la emergencia de la plántula por sobre la arena, a cada 7 días y se determinaron los porcentajes de plántulas normales (figura. 2), anormales, semillas fresca y muerta a los 28 días, para cada tratamiento. (INTERNATIONAL..., 2003).



Figura. 2: plántula normal de *M. frondosus* a los 14 días de la siembra

Figura 2: *M. frondosus* normal seedling

RESULTADOS Y DISCUSION

Las semillas recientemente colectadas (Noviembre de 2006) presentaron un porcentaje de germinación del 74%.

Las germinaciones para cada ambiente y envase así como las correspondientes a semillas guardadas en una caja de cartón en la sala de trabajo del laboratorio con temperaturas variables que se utilizaron como testigo, se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1: Porcentaje de plántulas de *M frondosus* obtenidas en función al ambiente, envase y tiempo de almacén.

Table 1: *M frondosus* seedlings after storage in diferent temperature conditions and envelopes.

Almacén	Envase	60 días	90 días	120 días	180 días	380 días
Testigo	Sin envase	38 c	3 e	0	-	-
Ambiente	Papel diario	59 b	23 d	1 e	-	-
25°C±1	Aluminio	59 b	18 d	3 e	-	-
	Grasa	3 e	34 c	12 d	-	-
	Sustrato	-	16 d	4 e	-	-
Heladera	Papel diario	74 a	65 a	68 a	68 a	5 e
8°C±1	Aluminio	59 b	36 c	20 d	5 e	0
	Grasa	24 d	29 c	16 d	0	0
	Sustrato	-	17 d	6 e	10 e	0
Cámara	Papel diario	66 a	0	0	-	-
4°C±1	Aluminio	60 b	1 e	0	-	-
	Grasa	15 d	0	0	-	-
	Sustrato	-	0	0	-	-

Análisis de la variancia según LSD; Letras diferentes indican diferencias significativas al nivel p0.05

Las mayores germinaciones se obtuvieron en el caso de papel de diario para heladera a $8^{\circ}\text{C}\pm 1$ con diferencias significativas respecto a casi todos los demás tratamientos, hasta los 180 días de almacén. El mismo resultado se determinó para papel de diario a $4^{\circ}\text{C}\pm 1$ aunque solamente para los primeros 60 días.

La humedad inicial para el lote de semillas fue del 12%. Los contenidos de humedad al momento de la siembra para cada ambiente y envase así como las correspondientes a semillas guardadas en una caja de cartón en la sala de trabajo del laboratorio con temperaturas variables que se utilizaron como testigo, se detallan en la Tabla 2.

Tabla 2: Contenido de humedad en porcentaje de las semillas de *M frondosus* al momento de la siembra, en función al ambiente, envase y tiempo.

Table 2: *M frondosus* Seeds Humidity in percentage after storage in different temperature conditions and envelopes.

Almacén	Envase	60 días	90 días	120 días	380 días
Testigo	Sin envase	10.8	10.9	14.7	-
Ambiente	Papel diario	-	8.2	9.7	-
25°C±1	Aluminio	10.4	5.1	-	-
	Grasa	5.2	7.8	7.9	-
	Sustrato	-	17	15.5	-
Heladera	Papel diario	12.6	11	10.8	6
8°C±1	Aluminio	6.7	6.7	9.9	-
	Grasa	7.4	7.5	-	-
	Sustrato	-	8.9	13.4	-
Cámara	Papel diario	7.8	12.3	14.7	-
4°C±1	Aluminio	9.1	11.3	15.3	-
	Grasa	9.1	12	12.8	-
	Sustrato	-	13.1	16.1	-

La mayor estabilidad en el contenido de humedad con respecto al material fresco se observó en los frutos almacenados en papel de diario y bolsa plástica, coincidiendo con las mejores germinaciones en el tiempo.

CONCLUSIONES

Conviene sembrar los frutos recientemente cosechados en camas de siembra sombreadas y frescas, considerando las condiciones ambientales de altas temperaturas al momento de la cosecha.

Las fructificaciones abundantes solamente se dan a cada 3 o 4 años, debido a la importancia de la especie por sus usos múltiples y amplia demanda actual, requiere de los ajustes en el almacén para disponer de semillas viables en épocas del año más adecuadas para la siembra en viveros y para cubrir siembras posteriores durante el mismo año.

Las semillas almacenadas en la grasa siempre presentaron el mejor aspecto pero no se lavaron en la primera siembra, motivo por el cual posiblemente la germinación fue inferior a las posteriores en que si fueron lavadas con detergente, lavandina y enjuague con agua corriente por 24 horas.

El mejor envase y temperatura de almacén para frutos frescos de *M frondosus* fue el

papel de diario y bolsa plástica en heladera entre 7 a 9 °C.

BIBLIOGRAFIA

- BONNER, F.T. 1981. Measurement and management of tree seed moisture. USDA For. Serv. Res. Pap. RP-SO-177.
- CARVALHO P E R. 1994. Especies florestais brasileiras: Recomendacoes silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria, Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. EMBRAPA-CNPQ. Paraná. Brasil. Pp.639.
- EIBL B, Silva F, Bobadilla A y Ottenweller G. 1997. Fenología de especies forestales nativas de la selva misionera. Segunda parte. Yvyrareta. 8:78-87.
- EIBL B. 2003. Dispersión y Germinación de *Myrcarpus frondosus* Freire Allemao en condiciones naturales del banco de semillas de la selva paranaense. Actas del XIII Congresso Brasileiro de Sementes y IV Simposio Brasileiro de Sementes Florestais. Vol. 13. N°3. Informativo ABRATES. Setembro de 2003. Londrina. Paraná. Brasil. 538 pp.
- EIBL B. 2007. Fenología de floración y cosecha de frutos de especies nativas. Registros de cosecha anual. Informe interno registro ingresos Banco Regional de Semillas Nativas. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones.
- EIBL B. 2008. Árboles para la Miel: Incienso. Revista la Colmena. Programa Apícola Provincial. Promiel. Ministerio del Agro y la Producción. 1(3): 10-11.
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. 2003. International Rules for Seed Testing. Seed Science and Technology.
- SCHMIDT, L. 2000. Guide to handling of tropical and subtropical forest seed. Danida Forest seed Center.
- SILVA, F; Eibl B; Bobadilla, A. 2007. Proyecto Base de Datos Meteorológico Regional. Secretaría de Ciencia y Técnica. FCF – UNaM. ISIF 02, I057. Eldorado. Misiones.

PLAN DE MANEJO FORESTAL SUSTENTABLE EN UNA FINCA PILOTO EN YUNGAS

SUSTAINABLE FOREST MANAGEMENT PLAN IN A DEMONSTRATIVE PROPERTY IN YUNGAS

Ing. Pablo Matías Eliano, Experto Forestal Local ¹
Ing. Capucine Badinier, Experta Forestal ONF Internacional ²
Dr. Lucio Malicia. Coordinador Fundación ProYungas ³

¹ Ingeniero Agrónomo. Consultor para la Fundación ProYungas. El Guayacán 566, San Salvador de Jujuy. feliano@arnet.com.ar

² Ingeniera Forestal. Consultor para ONF Internacional y Fundación ProYungas. Deán Funes 344 1° piso, oficina 7, Salta. Capucine_badinier@yahoo.fr

³ Doctor en Ecología. Coordinador Técnico del Proyecto Alto Bermejo de la Fundación ProYungas. Alvear 678 Oficina 23, San Salvador de Jujuy. luciomalizia@proyungas.com.ar

SUMMARY

We developed a Responsible Forest Management project in a pilot property as part of an initiative to improve forestry practices conducted in the native forests of NW Argentina, with a focus on Yungas and premontane forest. This initiative result from the collaboration among a private actor, owner of the property, an NGO, concerned with environmental issues, an international agency of cooperation and advice on environmental issues, provincial governments, and others stakeholders related to the forestry sector, trying to include a variety of interests and perspectives. The area has been inventoried and a Forest Management Plan was elaborated on approximately 10.000 ha, to be used as a field demonstration open to the forestry sector.

RESUMEN

El proyecto de Manejo Forestal Responsable en una finca piloto se enmarca de una iniciativa para la mejora de las practicas silvícolas realizadas en los bosques nativos del NOA, con foco en las Yungas y su piso pedemontano. Esta iniciativa resulta en la colaboración de un actor privado propietario del predio, una ONG con incumbencia en aspectos ambientales, una agencia internacional de cooperación y asesoramiento en temáticas ambientales, gobiernos provinciales, y otros actores relacionados al sector forestal, privados y estatales, procurando de esta manera la más amplia participación sectorial. El campo ha sido inventariado y se ha generado su Plan de Manejo Forestal sobre unas 10.000 ha, el cual será evaluado por la provincia de Salta y puesto en marcha durante el año 2008, para ser usado como campo demostrativo abierto al sector forestal en su conjunto.

Orígenes y antecedentes

Existe actualmente una fuerte demanda en el NOA, de muchos ámbitos sociales, para la mejora de las técnicas de aprovechamiento de los bosques nativos, los que son evaluados como no sustentables o casi con un carácter minero. En el marco del proyecto Alto Bermejo, liderado por la Fundación ProYungas, y Financiado por el Fondo Francés para el Medioambiente Mundial a través de la ONF Internacional, agencia de cooperación y

asesoramiento técnico Francesca, se creó un programa forestal liderado por dos técnicos con el nombre de binomio forestal, con el objeto de generar un diagnóstico del sector, debates sobre las mejores herramientas técnicas disponibles para ser usadas en los aprovechamientos, el cual fue realizado mediante dos talleres técnicos, y finalmente la generación de propuestas para cambios en las normativas de Salta y Jujuy en lo que respecta a los permisos de corta y toda la administración del proceso.

Una herramienta central de todo el programa ha sido la designación de un predio piloto donde poner en práctica los criterios y herramientas de manejo que se hubiesen generado del proceso anterior, y que el mismo estuviese abierto a todo el sector (Estado, productores, ONGs, entidades técnicas), para observar sus resultados y mantener abierta la discusión en base a los mismos.

Luego de un proceso de selección, se eligió la finca piloto. El predio elegido pertenece a un activo actor productivo, con fuertes intereses en ambas provincias, propietario de bosques e industria (terciados y chapas, además de aserradero). La finca se ubica en el piso pedemontano de las Yungas, con buen acceso, ya que el mismo se asienta en una cuenca petrolera, que dispone de buena infraestructura en este sentido. Dicho campo se encuentra en la falda de la Serranía de San Antonio, en Dpto. San Martín de la provincia de Salta, 20 km al este de la ruta 34, entre las localidades de Embarcación al sur y Gral. Ballivián al norte. Cuenta con unas 14.000 ha, las cuales vienen siendo aprovechadas con métodos convencionales para la región desde hace más de 80 años.

El predio fue sometido a un proceso de estratificación, se creó su sistema de información geográfico, se diseñó y ejecutó un inventario forestal, basado en una muestra de más 160 parcelas, sobre una superficie aproximativa de 10.000 ha, con una amplia participación de técnicos de la región, además de personal de la empresa propietaria del predio. Adicionalmente se realizaron diagnósticos de biodiversidad y componentes sociales involucrados en el campo, con equipos de trabajos interdisciplinarios de la FPY. Con toda esta información se redactó un Plan de Manejo Forestal para la parte del predio que estará sujeta a ordenación, teniendo en cuenta los requerimientos productivos de la empresa y de la situación que presentaba el bosque tras el análisis de los datos de inventario.

En la delimitación del Plan se tomó en cuenta, además de herramientas técnicas debatidas, cuales han sido las limitaciones a que esta sometido el sector, que surgen de los documentos de diagnóstico. Además, se creó un Comité de Seguimiento del proceso, donde participaron técnicos del INTA Mosconi, la SAGPyA, la Universidad Nacional de Jujuy, y empresas privadas del sector con programas de manejo avanzados y certificados por normas internacionales (FSC), entre otros. También se ha tratado de interaccionar con otros programas similares desarrollándose en la actualidad como la iniciativa dentro del programa COMPYMEFOR para la redacción de manuales de manejo forestal por eco región y la divulgación y socialización de todas las acciones en ámbitos de debate forestal como las II^o Jornadas Forestales del NOA, realizadas en noviembre de 2007 en Salta capital.

Todo el proceso ha sido abierto y participativo, ya que en los talleres, encuestas y trabajos de campo, ha intervenido una gran cantidad de productores e industriales madereros, entidades que los nuclea (Asociación Foresto Industrial de Jujuy), Secretaria de Medio Ambiente de la Nación, Secretaria de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de Salta y Dirección de Política Ambiental de Jujuy, además de los recursos técnicos de la FPY y el laboratorio de Investigaciones de las Yungas (LIEY).

Todo este proceso se inició en Julio de 2006, y ya lleva casi dos años de ejecución, encontrándose ahora en la etapa de presentación del Plan de Manejo Forestal para un periodo de 10 años a la Autoridad de Aplicación de la provincia de Salta. Paralelamente se ha realizado una serie de capacitaciones en volteo dirigido y censo forestal, con participación de empleados de los propietarios y de otras empresas y actores sectoriales. Se han realizado

censos pilotos, en el cuartel previsto para el año 2008 (Plan Operativo anual). Todas estas actividades están previstas dentro de las acciones del PM, con un intenso cronograma previsto para el corriente año.

Actualmente el grueso de los montes de la región son aprovechados, sin programas de ordenación y promoción del bosque, por un sector poco tecnificado, y con pobres nociones culturales sobre el monte nativo y su dinámica, predominando casi siempre una visión corto placista. Las empresas madereras más desarrolladas se sienten jaqueadas por la inestabilidad económica, jurídica, el agotamiento de sus recursos forestales, o la actividad ilegal, de la que se sienten víctimas. Su posición frente a los sectores políticos o decisorios es pobre y su relevancia en la participación económica es poco valorada, debido a su alto contenido de informalidad. Existe además, una creciente presión social sobre el carácter de la actividad, en función de campañas mediáticas de grupos ambientalistas extremos, lo que dificulta la inserción del sector como un motor social. Se detectó además falta de capacidad del sector estatal encargado del control y de la comprensión del problema.

Dentro de este marco, se captó la posibilidad de actuar en forma positiva, implementando un programa participativo y dialoguista, que tenga en cuenta los requerimientos de todos los involucrados, lo cual ha sido una tarea compleja, al mismo tiempo que permita difundir la idea que el manejo forestal beneficia a todos: Productores, Estado, Sociedad y su Medio. Un acuerdo general de los actores involucrados, entre lo que esta bien y esta mal en el uso del bosque, debería ser el resultado final de este proceso.

Características de la experiencia

El objetivo principal de este proyecto de manejo forestal sustentable en una finca piloto es reunir toda la información existente sobre la actividad forestal en las Yungas y elaborar, en concertación con todos los actores del sector, herramientas, pautas y criterios de manejo forestal para mejorar la actividad y hacerla más sustentable, tanto en cuanto a productividad como a calidad ambiental y social.

Para llegar a este objetivo se realizó primero una serie de entrevistas, visitas al campo y un trabajo de recopilación de datos sobre la actividad forestal en las yungas (provincias de Salta y Jujuy principalmente), que acabaron en la redacción de dos informes destinados a la difusión en todo el sector.

A partir de este primer análisis se elaboraron propuestas de manejo forestal que se debatieron en dos talleres técnicos donde participaron los técnicos forestales de todo el sector (empresas forestales, instituciones de investigación, gobierno, ONGs, universidades, etc.).

Las conclusiones de estos talleres fueron implementadas en la Finca Piloto.

La primera operación concreta fue la realización de inventarios forestales y análisis de la biodiversidad y de los aspectos sociales en la finca, donde se involucraron varios actores del sector: técnicos del gobierno, universitarios, biólogos, sociólogos.

Se realizaron también capacitaciones para el personal de la finca pero también para el personal de empresas forestales de Salta y Jujuy (capacitación al censo y marcación, al volteo dirigido, a seguridad, etc.).

En paralelo a este trabajo, se realizó un análisis de la legislación forestal vigente en las provincias de Salta y Jujuy y una encuesta a productores de la región sobre los criterios de corta exigidos por las autoridades de aplicación. A partir de este trabajo, se elaboraron propuestas para integrar nuevas herramientas, pautas y criterios de manejo forestal en la legislación provincial.

Este trabajo se inició en 2006 y se realizó en 2 años.

El plazo de aplicación y evaluación del Plan de Manejo Forestal elaborado para la Finca Piloto se ha elegido de 10 años.

Este trabajo se realizó gracias a aportes financieros y materiales del Proyecto Alto Bermejo, del propietario de la finca piloto y del Estado principalmente.

En cuanto al trabajo de manejo forestal en sí en la Finca Piloto, la estrategia adoptada para el análisis del recurso forestal, fue la de identificar ambientes en el campo, para diseñar un proceso de inventario que sea eficiente, y de acuerdo a los recursos disponibles tanto económicos como técnicos. Este inventario, fue realizado en dos etapas, donde intervinieron más de 10 técnicos y 20 personas en tareas auxiliares. La intensidad de muestreo general fue de aprox. 0,15 % con parcelas de muestreo de 1.000 m², donde se relevaron datos silviculturales (AB, altura comercial, reclutamiento, cobertura, sanidad, especie, etc.).

Como resultados más interesantes se pueden apuntar 17 m² de AB/ha promedio total, 245 individuos/ha de DAP superior a 10 cm, con una participación de 68% de especies de interés maderable, 680 individuos/ha dentro del criterio de reclutamiento (DAP entre 5 y 10 cm), de los cuales un 38% pertenecían a especies maderables, una altura comercial promedio de 7 m, y un coeficiente de variación del orden del 50% a 60% en los datos obtenidos. Se detectaron en algunos sectores del campo un estrato sobre maduro, y una amplia y desordenada acción sobre el bosque, solo por citar algunos aspectos más relevantes que fueron tenidos en cuenta para redactar las recomendaciones de manejo.

Análisis del proceso realizado.

Elementos facilitadores:

Resultaron elementos facilitadores la cierta voluntad del sector forestal más desarrollado a brindar su experiencia y opinión sobre la temática, tanto al nivel de empresas como de instituciones de investigación, universidades, ONGs y del gobierno, encontrar empresarios dispuestos a trabajar en el programa, y un cierto interés de las autoridades provinciales, en especial en sus rangos medios, ya que son partícipes primarios de la problemática. También en algunos sectores técnicos que requieren de la generación de información confiable y comparable, sobre todo técnicos jóvenes provenientes de muchos lugares del país.

También resultaron elementos facilitadores las experiencias ya existentes sobre elementos de silvicultura tales como el crecimiento y la dinámica de especies nativas de las Yungas, experiencias de buen manejo forestal de empresas forestales certificadas, entre otras.

Elementos obstaculizadores:

De carácter General o Contextual:

El principal obstáculo resulta en la falta de cultura forestal en el NOA, donde el bosque es un elemento de uso, o simplemente un problema. Existe gran desinformación en todos los niveles sociales de su dinámica y requerimientos. A una persona normal le da pena la extracción de un gran ejemplar maduro y no de uno joven. Esto se traslada a casi todos los actores involucrados. Un Estado ausente en cuanto a definición de políticas sectoriales, productores y sobre todo propietarios sin compromiso con su bosque, dentro de lo que se inscribe el problema de los arriendos y la falta de planes de largo plazo en el uso. Desde el punto de vista técnico la situación también es mala, con casi nula información confiable, o ella esta dispersa, por lo que hoy nos basamos sobretodo en especulaciones más que en mediciones.

El medio geográfico (su dispersión), físico y ambiental, también resulta complejo contando con zonas de difícil acceso, fuerte estacionalidad, extremos climáticos y una enorme y compleja diversidad en nuestros bosques.

De carácter Específico:

Habida cuenta de la falta de cultura forestal, que siempre debe tener una visión en el largo plazo, todos los conceptos basados en operaciones de manejo y promoción del bosque son vistos con dificultad, aun ante la aceptación de que son necesarios. La falta de información y referencias concretas sobre los procesos de manejo también atentan contra su integración de los protocolos de trabajo. El desconocimiento va desde la estructura de costos que estos programas pueden implicar hasta los resultados esperados, basado en una pregunta tan simple como cuanto crecerá el bosque con las operaciones de manejo o sin ellas, y consecuentemente cuanto tendremos que esperar. Resulta claro que aun para los técnicos, trabajamos con apuestas más que con certezas, y que resultará difícil su seguimiento en el tiempo, debido a lo volátil de las políticas sectoriales (cuando existen) o del financiamiento necesario.

Análisis de los resultados del proceso

Fortalezas, logros y aciertos:

Las fortalezas del programa se basan en apuntar a un requerimiento muy fuerte del sector que se enfrenta a problemas de abastecimiento de materia prima y a una demanda social creciente, donde encuentra un aliado en los sectores productivos de mentalidad más abierta. El programa viene cumpliendo con sus metas con diferencia de pocos meses y ha mantenido un nivel de comunicación adecuado con los actores. Ha sido eficiente en mostrar resultados, ampliando su meta original de un sector de 1.000 ha a todo un predio en función de los resultados obtenidos. Atrajo cierta atención de entes gubernamentales y técnicos, y ha podido adaptarse a nuevas situaciones políticas. El programa puede ser replicado, ya que ha sido pensado para ello, que puede ser aplicado por un número muy amplio de explotaciones forestales medias en la Región. Otra fortaleza importante es que este proyecto ha nucleado a un grupo importante de técnicos, particularmente jóvenes, interesados en la problemática, que en su mayoría trabajan dentro del sector en ámbitos productivos y técnicos, generando un espacio de debate importante de cara a un recambio generacional. Otro aspecto de fortaleza, implica que se combina con elementos interdisciplinarios que han venido trabajando en la dinámica de los bosques hace ya algunas décadas, y que plantea el potenciamiento de un núcleo de información importante. La idea que biólogos, sociólogos y forestales no se pueden mezclar, puede ser revertida.

Debilidades, limitaciones, tensiones, contradicciones:

La principal debilidad del programa es que todavía requiere de financiación externa, la cual ha sido buena y oportuna hasta el momento. Si esta no se logra, su seguimiento puede no ser completo, ya que existe un esfuerzo importante fuera de las acciones del productor, para que el programa sea seguido durante toda su duración, como modelo de trabajo a ser imitado. También es importante desatacar que algunos esfuerzos por vincularlos con instituciones técnicas no han tenido los resultados esperados, o que se realizan acciones en forma paralela sin la debida interrelación y racionalización de esfuerzos. Las universidades han sido particularmente impermeables, salvo situaciones puntuales. El no contar con una carrera forestal en la zona, puede contribuir en esta situación negativa, y reafirma la falta de cultura y

protagonismo forestal del NOA. El hecho que la iniciativa sea de orden privado (ONG, productor), genera en general desconfianza en los ámbitos estatales (gubernamental o técnico). La dispersión geográfica de los actores también resulta en un problema ya que entre las localidades involucradas, existen distancias importantes.

Una debilidad importante resulta, y se asocia a otros aspectos mencionados, en temporalidad del proyecto, que va decididamente en contra de nuestra idiosincrasia como sociedad. En países con culturas forestales fuertes, 10 años no implican una problemática especial, en la Argentina resultan una eternidad.

Desafíos e interrogantes para quienes realizaron el trabajo

Tendencias o fenómenos emergentes para tener en cuenta en situaciones similares:

El planteo de un plan participativo, con mentalidad abierta no es una norma en nuestra sociedad, donde las instituciones imponen los temas y no sus actores. Por lo tanto el proyecto ha tenido que realizar un esfuerzo importante para lograr respuestas del sector en torno a sus propias problemáticas. A esto no escapa ningún sector: Estado, productores, técnicos, etc. La clave del éxito de esta iniciativa u otras en este sentido es la clara conciencia de que el modelo de manejo forestal actual no es sostenible, y que desembocará en el cierre de industrias, pérdidas de trabajos y costos ambientales muy altos. En este sentido, el rol de los industriales es muy importantes, y es donde el programa ha tenido mayor penetración, porque el núcleo de productores mas cercanos a el, tienen asociados distintos procesos de transformación.

Otro desafío importante es revertir, de alguna manera visiones egoístas del tema donde los actores se creen dueños de la verdad (personas, grupos de personas, instituciones), cuando resulta claro que nadie en particular esta ni cerca de conocerla.

En cuanto al Plan de Manejo Forestal en sí, un desafío a venir será su aprobación por el gobierno de Salta, su implementación, evolución y seguimiento durante los 10 años de aplicación. Además, el logro buscado es que este trabajo sirva de base al mejoramiento de las prácticas silviculturales en todo el sector de las Yungas.

Valores relevantes:

Todo lo relevante en este punto ya ha sido expuesto en los anteriores, es decir, existe una causa consecuencia muy fuerte entre el aspecto cultural y la forma de operar en el bosque. Los cambios en este sentido son complejos y resultaran de una toma de conciencia mediante la propagación de conceptos básicos sobre le manejo de los bosques y su visualización en ejemplos prácticos y demostrativos. La capacidad de cambio ha resultado limitada y su resistencia muy amplia, en concomitancia con aspectos culturales muy profundos. También implican un condicionante importante la presión mediática sobre el sector, haciendo que la profesión del maderero o el forestal parezca marginal y agresiva a los intereses de la sociedad en su conjunto. Finalmente, cabe la pregunta si podrán los forestales del NOA cambiar esta visión, basada en este contexto cultural.

**DETERMINACION DE LA PRESENCIA DE *Xenostigmus bifasciatus*
(HIMENOPTERA: BRACONIDAE) PARASITO DEL PULGON DE LOS PINOS
Cinara atlantica EN EL NORTE DE MISIONES**

**DETERMINATION OF *Xenostigmus bifasciatus* (HIMENOPTERA: BRACONIDAE)
PARASITES PINE APHID *Cinara atlantica* IN THE NORTH OF MISIONES**

**Edgar R. Eskiviski¹
Iris Figueredo¹**

¹ INTA EEA Montecarlo. Av. El Libertador 2472 (3384) Montecarlo, Misiones. E-mail: eeskiviski@montecarlo.inta.gov.ar

SUMMARY

Xenostigmus bifasciatus is a parasite of *Cinara atlantica* was detected in the north of Misiones. The objective of this paper is to know the regional dispersion of these organism and parasitism levels over *C. atlantica*. Seven forest plantation of *P. elliottii* and *P. taeda* located in Montecarlo, Eldorado, Garuhapé y San Antonio where evaluated. Evaluations were made in 20 plants for each 10 has of plantations. Number of *C. atlantica* colonies and parasites colonies were registries. *Xenostigmus bifasciatus* was found in all plantations, whit parasitism levels from 9% to 63%. Intense activity of *Xenostigmus* was observed during winter when other biological agent control are absents.

RESUMEN

A partir de la detección de *Xenostigmus bifasciatus* parasitando a *Cinara atlantica* en el norte de la provincia de Misiones, el objetivo del presente trabajo es determinar la distribución regional de este parasitoide y los niveles de parasitismo alcanzados. Los sitios de estudio fueron 7 plantaciones de *P. elliottii* y *P. taeda* localizadas en los Municipios de Montecarlo, Eldorado, Garuhapé y San Antonio. En cada sitio se realizó la evaluación de 20 plantas por cada 10 has de plantación, registrándose el número de colonias de pulgones presentes y la presencia de pulgones momificados o adultos del parasitoide. Se determinó la presencia de *X. bifasciatus* en todos los sitios evaluados, con un porcentaje de afección de las colonias de entre un 9% y 63%. Las evaluaciones fueron realizadas durante el inicio del invierno y se observó una gran actividad de adultos de *X. bifasciatus* a pesar de las bajas temperaturas, lo que convierte en un efectivo agente de control en comparación de los predadores naturales que se presentan en mayor medida en los meses mas cálidos.

Palabras clave: *Cinara atlantica*, parasitismo, *Xenostigmus*, control biológico

INTRODUCCION

El pulgón de los pinos *Cinara atlantica* es un insecto introducido en Misiones y Corrientes a fines de la década de 1990, y afecta a los individuos jóvenes de las especies de *Pinus* cultivadas en la región. Las colonias de *C. atlantica* se localizan preferentemente en los brotes con tejido tierno y cuando ataca a los apicales, además de retrasar el crecimiento de los mismos puede provocar deformaciones en la forma de las plantas (ESKIVISKI *et al.*, 2004).

Cinara atlantica presenta dos picos poblacionales durante el año uno durante los meses de otoño y otro durante la primavera, disminuyendo sensiblemente los niveles poblacionales durante los meses de verano. Numerosos insectos de la fauna entomológica

local se adaptaron como predadores de los pulgones, como ser los pertenecientes a las familias Coccinelidae, Sirphidea y Crispidae. En general estos insectos se presentan en mayor medida en los meses de verano, cuando hay poca presencia de pulgones en las plantas, en momentos posteriores al pico poblacional de *C. atlantica* (ESKIVISKI *et al.*, 2005).

Xenostigmus bifasciatus se encuentra distribuido naturalmente en los estados del sur de los Estados Unidos afectando entre otras especies principalmente a *C. atlantica* (PENTEADO *et al.*, 2003). Estos mismos autores refieren que en el año 2003 EMBRAPA realizó la introducción y liberaciones de *X. bifasciatus* en los Estados de Santa Catarina y Sao Paulo, determinándose el establecimiento y dispersión del mismo en terreno.

Los individuos machos difieren morfológicamente de las hembras alrededor de la nervadura R1 y del estigma, además la forma del abdomen es arredondeada. En cambios las hembras poseen el abdomen alargado y cuneiforme, con presencia de manchas alrededor de la nervadura R1 y del estigma (OLIVEIRA, 2006).

El objetivo del presente trabajo es determinar la distribución del parasitoide en los departamentos del norte de la provincia de Misiones y nivel de parasitismo alcanzado sobre las colonias de *C. atlantica* presentes.

MATERIALES Y METODOS

A partir de septiembre de 2006 se realizaron monitoreos de presencia de enemigos naturales de *C. atlantica* en plantas de *P. taeda* y *P. caribaea* en condiciones de vivero en macetas, localizadas en el Campo Anexo Laharrague (Montecarlo, Misiones). Se determinó la presencia de individuos de *C. atlantica* momificados. Estos fueron llevados a laboratorio donde se constató la emergencia de un micro himenóptero. Se estableció contacto con EMBRAPA Florestas (Curitiba, Brasil) y se llevaron muestras de este insecto, que fue identificado como *Xenostigmus bifasciatus*.

En junio de 2007 se realizó el monitoreo de la presencia del parasitoide en seis plantaciones de *Pinus elliottii* y *P. taeda* de entre 1 y 2 años de edad localizadas en los Departamentos: Libertador Gral. San Martín, Montecarlo, Eldorado y Gral. Manuel Belgrano. Localización de los sitios:

Sitio 1: *P. taeda* de 1 año de edad. Localizado en paraje 3 de Mayo de la localidad de Garuhapé. Superficie 40 has.

Sitio 2: *P. elliotti* de 2 año de edad localizado en el Campo Anexo Laharrague INTA EEA Montecarlo, Misiones. Superficie 0,75 has.

Sitio 3: *P. taeda* 1 año de edad. Colonia Laharrague, Montecarlo. Superficie 18 has.

Sitio 4: *P. taeda* 1 año de edad. Paraje Ita Porá, Montecarlo, Misiones. Superficie: 60 has.

Sitio 5: *P. taeda* 2 años de edad localizado en el paraje Roulet en Eldorado, Misiones. Superficie: 5 has.

Sitio 6: *P. taeda* 1 año de edad, localizado en el Campo Anexo Manuel Belgrano de INTA, San Antonio, Misiones. Superficie: 0,5 has.

La metodología de muestreo fue la utilizada por EMBRAPA Florestas y sugerida por REIS FILHO (Com. personal), que consiste en evaluar 20 plantas por cada 10 has de plantación, o fracción inferior a esta superficie. En cada forestación se determinaron al azar los puntos de inicio de los muestreos. Una vez determinado un punto se evaluaron 5 plantas en la misma fila y luego se intercalaban 5 filas, para realizar la observación en otros 5 árboles. Se continuaba con esta metodología hasta completar los 20 árboles. Si la forestación tenía mas de 10 has se seleccionaba otro punto de muestreo y se repetía la misma metodología sobre otras 20 plantas. En cada planta evaluada, se realizaba el conteo de las colonias de pulgones presentes. Se registraban también las colonias parasitadas por *X. bifasciatus*. Son

consideradas colonias parasitadas aquellas donde fueron encontradas momias parasitadas de pulgones o adultos del parasitoide. Los datos fueron volcados en planillas confeccionadas a tal fin. La época de realización de los muestreos fue durante el mes de junio de 2007.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

En los seis sitios evaluados se detectó la presencia del parasitoide. Se observaron pulgones parasitados momificados, lo cuales toman una coloración marrón a rojiza y se localizan en las acículas de las plantas (Figura 1). También fue posible observar las momias vacías con un orificio circular correspondiente a la emergencia de los insectos adultos. En algunos casos fue posible observar la presencia de adultos del parasitoide (Figura 2).



Figura 1. Momias de *C. atlantica* parasitadas por *X. bifasciatus*.
Figure 1. *C. atlantica* mummified parasites by *X. bifasciatus*.



Figura 2. Adulto de *X. bifasciatus* capturado en Colonia Laharrague (Mnes.).
Figure 2. Adult of *X. bifasciatus* captured in Colonia Laharrague (Mnes.).

Los porcentajes de colonias parasitadas por *X. bifasciatus* variaron desde un 6% en la plantación de Colonia 3 de Mayo, hasta un 63,6% en la localizada en San Antonio (Figura 3). A pesar de las bajas temperaturas observadas en los momentos en que se realizaron los muestreos, se observó una intensa actividad de las hembras del parasitoide que realizaban sus posturas sobre los individuos de *C. atlantica*. Podría suponerse que los mayores niveles de parasitismo observados en la localidad de San Antonio puedan deberse a una presencia más prolongada del parasitoide en esa región limítrofe con Brasil, donde se habían hecho las liberaciones. En la localidad de Montecarlo se registró este agente de biocontrol en marzo de 2007; y no se había observado su presencia en años anteriores cuando se realizaban monitoreos de los enemigos naturales del pulgón de los pinos.

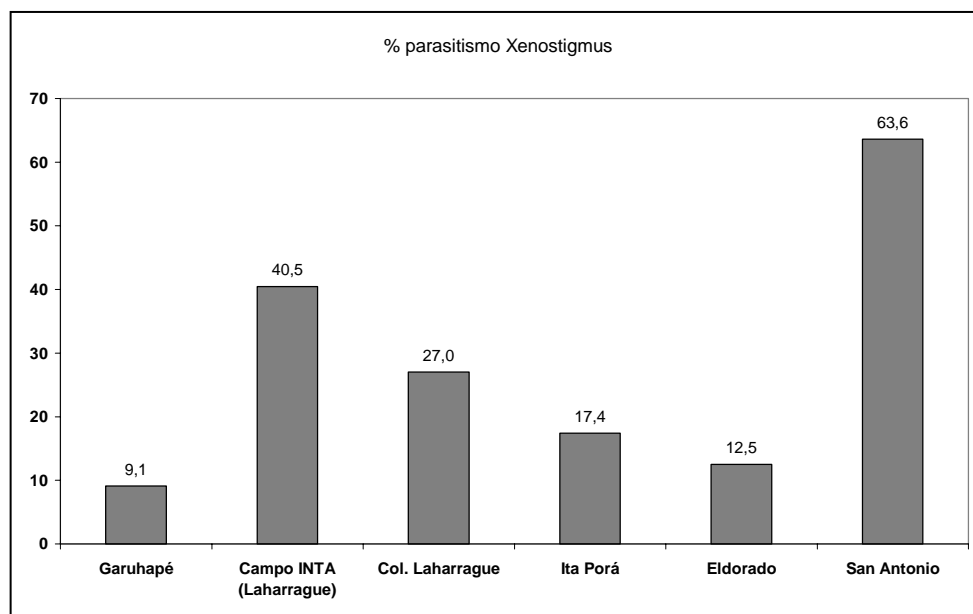


Figura 3. Colonias de *C. atlantica* parasitadas por *X. bifasciatus* (en porcentaje) en seis plantaciones de *P. taeda* en el norte de Misiones.

Figure 3. *C. atlantica* colonies parasites by *X. bifasciatus* (in percentage) on six *P. taeda* plantations in the North of Misiones.

CONCLUSIONES

Se determinó la presencia y establecimiento natural de *X. bifasciatus* parasitando a *C. atlantica* en los departamentos del norte de la Provincia de Misiones. Se considera a este agente de control biológico como una alternativa muy eficiente para el manejo integrado del pulgón de los pinos ya que se presenta en momentos de alta densidad poblacional de estos y cuando es baja en los predadores naturales presentes en la región.

BIBLIOGRAFIA

- ESKIVISKI, E.; Agostini, J.; Toloza, R.; de Coll, O.; Agostini, J. 2004. Daños producidos por el pulgón del pino *Cinara atlantica* W. (Hemiptera: Aphididae) en plantas jóvenes de *Pinus taeda* L. Actas 11as Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales, en CD – FCF, UNaM – EEA Montecarlo, INTA. 6 pp.
- ESKIVISKI, E.; de Coll, O.; Agostini, J.; Toloza, R. 2005. Coccinelidos predadores del pulgón de los pinos *Cinara atlantica* en plantaciones de *Pinus* sp. en Misiones y Corrientes. Actas Jornadas de Protección Forestal. Eldorado, Misiones. Agosto 2005. Pp. 80 – 86.
- OLIVEIRA, S. 2006. Factores biológicos e comportamentais do parasitóide *Xenostigmus bifasciatus* Ashmead 1891 (Hymenoptera, Braconidae) visando a otimização de criação massal em laboratório e índice de parasitismo em casa-de-vegetação. Disertación de tesis de maestria. Universidad Federal de Paraná. Curitiba, Brasil.
- PENTEADO, S.; Reis Filho, W.; Iede, E. 2003. Programa de controle biológico dos pulgões-gigantes-do-pinus no Brasil. Actas en CD. Simpósio sobre *Cinara spp.* em *Pinus*. Curitiba, Brasil. 6 pp.
- REIS-FILHO, W. Entrevista realizada en EMBRAPA Florestas. Colombo, Paraná, Brasil. Mayo de 2007.

REIS-FILHO, W.; Penteadó, S. R. C. & Iede, E. T. 2004. Controle biológico de pulgão-gigante-do-pinus, *Cinara atlântica* (Hemiptera: Aphididae), pelo parasitóide, *Xenostigmus bifasciatus* (Hymenoptera: Braconidae). Comunicado Técnico 122, Colombo, Embrapa Floresta, 3 p.

DISPERSION DEL NEMATODO *Beddingia siricidicola* B. EN TRONCOS DE *Pinus taeda* L. ATACADOS POR LA AVISPA *Sirex noctilio* F.

DISPERSION OF THE NEMATODE *Beddingia siricidicola* B. IN LOGS OF *Pinus taeda* L. AFFECTED BY WOOD WASP *Sirex noctilio* F.

**Edgar Eskiviski¹
Gabriela Faraldo²
Iris Figueredo²**

¹ Técnico Investigador. INTA EEA Montecarlo. Av. El Libertador 2472 (3384) Montecarlo, Misiones. E-mail: eeskiviski@montecarlo.inta.gov.ar;

² Técnico del Laboratorio de Cría del nematodo *Beddingia siricidicola*. INTA EEA Montecarlo. E-mails: gfaraldo@montecarlo.inta.gov.ar; irisfigueredo@yahoo.com.ar

SUMMARY

Sirex wood wasp is the principal pest in pine plantation in South America. Now *S. noctilio* is widespread in Uruguay, Brasil, Argentina y Chile. Pest's population levels are reduced by biological control with parasitic nematode *Beddingia siricidicola*. In this paper is evaluated the longitudinal and radial dispersion of nematode after 30 days from inoculations. Affected inoculated logs were separated in five equal part and nematodes levels in wood were evaluated in each logs. The analysis shows high nematodes levels in the central log and the low level in the basal log. The radial dispersion wasn't uniformed, with significantly more nematodes in the side of inoculations than in the opposite size of the trunks.

Key words: *Sirex noctilio*, *Beddingia siricidicola*, dispersion.

RESUMEN

La avispa *Sirex noctilio* es la principal plaga que afecta a las plantaciones adultas de *Pinus* en Sudamérica, distribuyéndose en la actualidad en Uruguay, Brasil, Argentina y Chile. Los niveles poblacionales se pueden reducir por medio del control biológico con el nematodo *Beddingia siricidicola*. En este trabajo se evalúa como se distribuye este nematodo en forma longitudinal y radial en árboles atacados a los 30 días posteriores a ser inoculados los mismos. Se dividió la longitud de los troncos en cinco partes iguales. En cada una se evaluó la presencia de nematodos en la madera, determinándose a la troza central como la que presentó mayor presencia de nematodos. La troza basal fue donde menor cantidad de nematodos se observó. En cuanto a la distribución radial se registró la presencia de nematodos en el lado del tronco opuesto al que se realizan las inoculaciones, pero en una cantidad significativamente menor. Se concluye que la zona central es donde se encuentra el ambiente propicio para el desarrollo de los nematodos en coincidencia con la zona de mayor emergencia de insectos adultos de *S. noctilio*.

Palabras clave: *Sirex noctilio*, *Beddingia siricidicola*, dispersión.

INTRODUCCION

La avispa *Sirex noctilio* se encuentra introducida en Sudamérica desde la década de 1980 cuando se determinó su presencia en Uruguay, extendiéndose luego a Brasil, Argentina y Chile (IEDE *et al.*, 1998; SAG, 2004). En Argentina *S. noctilio* afecta a las forestaciones con especies del género *Pinus*, principalmente a *P. taeda* y *P. elliotti* en la Mesopotamia, Córdoba y provincias del NOA, y *P. ponderosa* y *P. contorta* en la Patagonia. Es considerada una plaga oportunista ya que ataca preferentemente a individuos debilitados por distintos factores como el inadecuado manejo forestal, estrés hídrico, deficiencias nutritivas o por daños producidos ya sea fenómenos meteorológicos o por las actividades de cosecha forestal sobre los árboles remanentes.

Cuando un árbol es atacado por esta avispa, la hembra de *S. noctilio* además de los huevos introduce en la madera las esporas del hongo *Amylostereum areolatum*, que servirá de alimento a las futuras larvas. Los insectos se desarrollan como larvas en el interior del tronco y concentran su emergencia en forma de adultos entre los meses de octubre y diciembre en Misiones y Corrientes (ESKIVISKI *et al.*, 2004). PENTEADO *et al.* (1998) estudiando la distribución de las emergencias de *S. noctilio* en distintas alturas de troncos de *P. taeda* en los Estados del Sur de Brasil, concluyen que la mayor cantidad de insectos emergidos está comprendida entre el 30% y 80% de la altura del árbol.

El control biológico con el nematodo *Beddingia siricidicola* es el método más eficaz para disminuir los niveles poblacionales de *S. noctilio*, esto se debe a que es un parásito específico y además tiene la posibilidad de ser criado en laboratorio en grandes cantidades y aplicado masivamente en campo. La principal característica de este nematodo es que puede desarrollarse en dos tipos distintos de vida, una micetófaga en la madera de *Pinus* atacada por la avispa, donde se alimenta del mismo hongo que las larvas de la plaga, pudiendo vivir en esta forma un número indefinido de generaciones. En cambio los individuos juveniles que se encuentran en cercanías de larvas de *Sirex*, se desarrollan en forma totalmente distinta al estado anterior tomando la forma parasítica. En esta forma parasítica *B. siricidicola* ingresa al interior de las larvas, afectando el aparato reproductor de las hembras. Las hembras de *S. noctilio* afectadas por el nematodo emergen de los troncos normalmente y realizan sus posturas, pero en vez de huevos viables estarán dispersando huevos conteniendo en su interior centenares de nematodos juveniles que colonizaran nuevos árboles que también serán atacados por avispas sanas y serán parasitados por estos nematodos (BEDDING, 1992). La técnica de inoculación de nematodos consiste en la detección de un árbol con síntomas de ataque de la plaga, el apeo del mismo, desrame y por medio de un martillo sacabocados se realiza una fila de orificios separados por 25 a 30 cm de distancia, realizados desde la base del tronco hasta un diámetro de 5 cm en la parte superior. En cada orificio se introduce una solución gelatinosa conteniendo los nematodos.

El objetivo del presente trabajo es determinar en árboles atacados por la avispa e inoculados con el nematodo *B. siricidicola*, la distribución de estos en forma longitudinal y radial en los troncos a partir de evaluaciones de muestras de madera.

MATERIALES Y METODOS

Para el presente estudio se utilizaron árboles de *P. taeda* de 10 años de edad que presentaban síntomas de ataque de *Sirex noctilio*, localizadas en una forestación al Este del Departamento Santo Tomé en la Provincia de Corrientes, en el predio denominado Península. La mencionada forestación presentaba árboles atacados por la avispa *Sirex noctilio*,

habiéndose realizado una campaña previa de inoculación de nematodos durante el año 2005. En esta forestación se establecieron dos experimentos que se detallan:

Experimento 1: En julio de 2006 fueron seleccionados al azar 10 árboles con síntomas de ataque de la avispa. Estos fueron apeados y se procedió a la inoculación con nematodos *B. siricidicola* procedentes del Laboratorio de Cría de la EEA Montecarlo. Pasados 30 días se localizaron 5 árboles inoculados y se procedió a dividir la longitud total de cada uno de los troncos en cinco partes iguales (denominándose H1, H2, H3, H4 y H5). De la parte central de cada una de estas y por medio de la utilización de un hacha pequeña se extrajeron muestras de madera adaptándose la técnica de muestreo de nematodos en la madera propuesta por HAUGEN (1991) para el monitoreo de la presencia de nematodos en la madera por medio de la evaluación de chips. De cada una de las alturas parciales se extrajeron tres muestras, siendo la dimensión la dimensión final de los mismos de aproximadamente 3 x 1 cm.

Experimento 2: En este caso pasados 30 días de las inoculaciones, en la misma forestación se tomaron otros 5 árboles inoculados y utilizando un barreno de Pressler de 12 mm se procedió a tomar cuatro muestras de madera de la parte central de cada uno de los árboles. Las extracciones se realizaron entre puntos de inoculación de nematodos, estando estos separados por 25 cm aproximadamente. Los tarugos obtenidos fueron divididos en dos a la altura de la médula, rotulados y almacenados en forma separada hasta su traslado a laboratorio. Para la evaluación de la presencia de nematodos se tomó una porción central de 3 cm de cada uno de los medios tarugos.

En ambos experimentos las muestras de madera se trasladaron a laboratorio individualizadas en bolsas plásticas y refrigeradas. En laboratorio de colocaron en recipientes con agua por 24 hs. Pasado este período de tiempo se extraía la muestra de madera y se dejaba decantar la solución por al menos dos horas. Pasado este período de tiempo se extraía por medio de una pipeta 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 esteroscópica marca Leica Modelo S4E se observó la cantidad de nematodos presentes y se calculó la cantidad de nematodos por ml de solución. En ambos experimentos se realizaron análisis de la varianza de la cantidad de nematodos presentes y test de comparación de medias de Tuckey.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Experimento 1: El análisis de la varianza de la cantidad de nematodos presentes a distintas alturas relativas mostró diferencias estadísticas significativas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Análisis de varianza de la cantidad de nematodos en relación a la altura relativa del tronco.
Table 1. Analysis of variance of nematodes to relation to log's relative height.

F. V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	799,35	10	79,94	10,27	<0,0001
Altura relativa	91,51	4	22,88	2,94	0,0270
Muestra	9,98	2	4,99	0,64	0,5299
Árbol	697,86	4	174,46	22,42	<0,0001
Error	498,10	64	7,78		
Total	1297,45	74			

La mayor concentración de nematodos fue determinada en la altura media de los árboles evaluados (Trozas H3). El test de Tuckey mostró diferencias significativas con la

concentración de nematodos presentes en la zona basal de los árboles (H1), no diferenciándose estadísticamente de las demás alturas evaluadas (Cuadro 2 y Figura 1).

Cuadro 2. Medias (nematodos / ml) de las distintas alturas evaluadas.

Table 2. Media (nematode/ml) in heights evaluated.

H relativa	Medias	n	
1	0.93	15	A
2	1.22	15	A B
4	2.22	15	A B
5	2.44	15	A B
3	4.07	15	B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$)

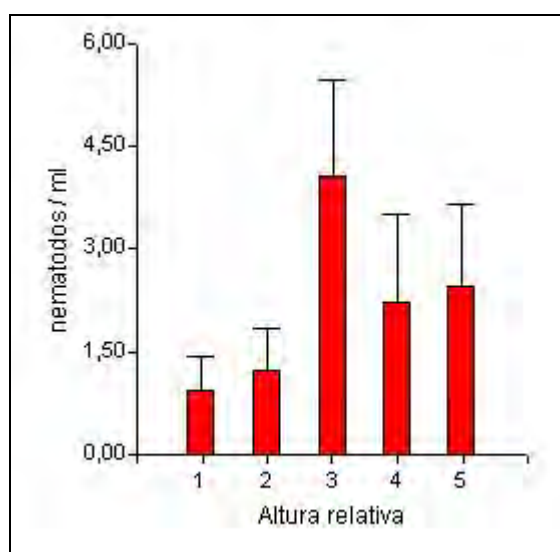


Figura 1. Nematodos por ml y desvío estándar en las alturas evaluadas.

Figure 1. Nematodes / ml and standard deviation in evaluated height

La mayor presencia de nematodos en la parte central de los troncos estaría relacionada con que la zona comprendida entre los 30 y 80% de la altura de los árboles es donde existe un mayor desarrollo de avispas *S. noctilio* (PENTEADO *et al.*, 1998). Como la fuente de alimento de los nematodos es la misma que las larvas de *S. noctilio* (el hongo *Amylostereum areolatum*) a una mayor disponibilidad del hongo en esta parte del árbol se estarían presentando mejores condiciones para el desarrollo de los nematodos.

Experimento 2: En relación a la cantidad de nematodos presentes en la parte del tronco donde se realizaron las inoculaciones en comparación a la parte opuesta, se determinó que la presencia de nematodos en el lado opuesto al de las inoculaciones. El análisis estadístico determinó diferencias significativas entre las cantidades observadas (Cuadro 3).

Cuadro 3. Análisis de varianza de la cantidad de nematodos en relación del lado del tarugo evaluado.

Table 3. Analysis of variance of nematodes to relation to log side evaluated.

F. V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	342,38	4	85,59	6,40	0,0001
Muestra	36,09	3	12,03	0,90	0,4416
Posición	306,28	1	306,28	22,91	<0,0001
Error	3782,79	283	13,37		
Total	4125,16	287			

El test de comparación de medias de Tuckey mostró que la cantidad de nematodos presentes del lado del tronco correspondiente al que se realizan las inoculaciones presenta una cantidad significativamente mayor que la correspondiente al lado opuesto (Cuadro 4 y Figura 2).

Cuadro 4. Medias (nematodos / ml) de las porciones de tarugos evaluadas.

Table 4. Media (nematode/ml) in cores evaluated

Posición	Medias	n
Inferior	1,05	144
Superior	3,11	144

A B

Letras distintas indican diferencias significativas (p <= 0,05)

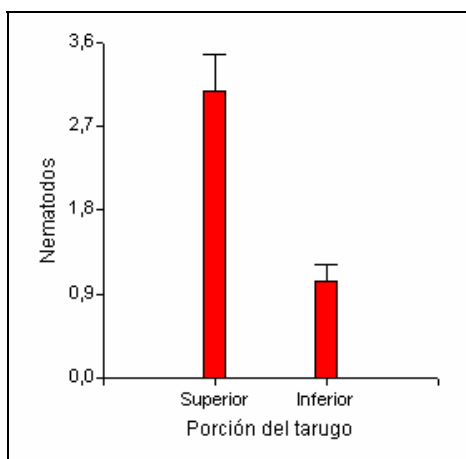


Figura 2. Nematodos por ml y desvío estándar en las porciones del tarugo evaluadas.

Figure 2. Nematodes / ml and standard deviation in the wood core evaluated.

Las evaluaciones mostraron la presencia de nematodos en la cara opuesta de los troncos donde se realizaron las inoculaciones. A pesar de ser significativamente menor, demuestra que existe una migración de nematodos en sentido radial que estaría afectando a las larvas de *S. noctilio* que se desarrollen en esa parte del tronco.

CONCLUSIONES

La mayor concentración de nematodos *B. siricidicola* en troncos de *P. taeda* inoculados se presenta en la parte del tronco correspondiente a la altura media de los mismos. La menor concentración de nematodos corresponde a la troza inferior.

Se determinó la migración de nematodos al lado opuesto al de las inoculaciones.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la especial colaboración del Sr. Otto Knebel en las actividades de campo correspondientes al presente estudio.

BIBLIOGRAFIA

- BEDDING, R.A. 1992. Biological Control of *Sirex noctilio* using the Nematode *Deladenussiricidicola*. In: Nematodes and the biological control of insect pests (Ed: R. Bedding, R.Akhurst and H. Kaya), pp. 11 – 20. CSIRO.
- ESKIVISKI, E.; NUÑEZ CRESTO, M.; OLMEDO, D.; DE COLL, O. 1994. Aspectos biológicos de *Sirex noctilio* F. y parasitismo de *Ibalia leucospoides* H. en plantaciones de *Pinus sp.* en Santo Tomé, Corrientes. Actas en CD, 11° Jornadas Técnicas Ftales. y Ambientales. Eldorado, Misiones.
- HAUGEN, D. 1991, Woodship sampling for the nematode *Deladenus siricidicola* and the relationship with the percentage of *Sirex noctilio* infected. *Australian Forest Research*, 54(1/2): 03-08.
- IEDE, E.T.; PENTEADO, S. SCHAITZA, E. 1998. *Sirex noctilio* problem in Brazil: detection, evaluation, and control. Pp. 45-52. In: Proceedings of a Conference: Training in the Control of *Sirex noctilio* by Use of Natural Enemies.
- PENTEADO, S.; Oliveira, E.; Iede, E. 1998. Métodos de amortragem para avaliação dos níveis de ataques de *Sirex noctilio* em plantios de *Pinus taeda* e para monitoramento da eficiência de seus inimigos naturais. PP 53 – 61. Proceedings of a Conference: Training in the Control of *Sirex noctilio* by Use of Natural Enemies.
- SAG, 2004. Informe anual del Subdepartamento de Vigilancia y Control de Plagas Forestales y Exóticas Invasoras, año 2004. División de Protección agrícola. Ministerio de Agricultura. Gobierno de Chile. 116 pp. 5 pp.

ESTUDIO PRELIMINAR DEL RENDIMIENTO EN EL ASERRADO DE ROLLIZOS DE RODALES DE *PINUS TAEDA* L. CON DISTINTOS REGÍMENES SILVÍCOLAS

PRELIMINAR STUDY OF THE YIELD OF SAWN LOGS FROM *PINUS TAEDA* L. STANDS WITH DIFFERENT SILVICULTURAL REGIMES

Hugo Fassola ¹
Ernesto Crechi ¹
Daniel Videla ²
Aldo Keller ¹

¹INTA E. E. A. Montecarlo, Avenida El Libertador 2472 (C. P. 3384) Montecarlo, Misiones, Argentina.

E-mail: hfassola@montecarlo.inta.gov.ar, ecrechi@ceel.com.ar

²Fac. Cs. Forestales. UNaM. Bertoni 124. (C. P. 3380) Eldorado, Misiones, Argentina.

E-mail: danielv@facfor.unam.edu.ar

SUMMARY

In 5 stands of *Pinus taeda* L, with different ages and silvicultural treatments placed in the agroecological zone Northern Misiones, five to nine trees by stand were felled. The logs were characterized by its external properties; size, pruning and the presence of live or died branches, its diameters by quadrant and position of the verticil in the tree. Each log were sawn following a sawing pattern that priorities the yield of the higher quality grades under Factory grades rules an also Appearance/Selection. After that the lumber was graded the mentioned rules and the volume for each grade in each sample was determined and also the value. It was possible to determine that there were differences between the samples of the stands due to silvicultural regime, age and small end diameter without bark of the logs.

Key words: yield in sawing process, silvicultural treatment, valuation, *Pinus taeda* L.

RESUMEN

En 5 rodales, con distintas edades y manejos silvícolas, de *Pinus taeda* L. ubicados en la zona agroecológica Misiones Norte se procedió al apeo en cada uno de ellos de 5 a 9 árboles. Los rollizos fueron caracterizados por sus propiedades externas, dimensiones, presencia de podas, presencia de ramas vivas o muertas, con su diámetro respectivo, posicionadas en altura y por cuadrante. Estos rollizos fueron aserrados siguiendo un patrón de corte que privilegiaba la obtención de tablas de los cantos con los mayores grados de calidad, tanto en normas Factory Grade como en Apariencia y Selección. En rollizos inferiores a 20 cm de diámetro menor sin corteza (dmsc) el patrón empleado fue el de canto vivo. Con posterioridad se procedió a tipificar las tablas obtenidas bajo las normas mencionadas y determinar el volumen obtenido con ellas por rollizo, árbol y rodal. Mediante listas de precios de los mismos se procedió a valorar la producción por rodal, evidenciando las misma diferencias por régimen, edad y dmsc aserrados.

Palabras clave: rendimiento en el aserrado, régimen silvícola, valoración, *Pinus taeda* L.

INTRODUCCIÓN

La planificación del manejo a largo plazo de rodales no sólo requiere de modelos de crecimiento que permitan predecir los volúmenes a obtener sino también la calidad de los rollizos y sus rendimientos por grados de calidad de tabla, a los efectos de contar con una herramienta potente para poder definir el mercado que podremos abordar con nuestra silvicultura. Herramientas de tal naturaleza estuvieron disponibles desde la década de 1980 en países como Nueva Zelanda y Canadá y son permanentemente actualizados e incluso los métodos no destructivos permiten en la actualidad realizar predicciones sobre la calidad a obtener tanto de árboles en pie como de rollizos mediante técnicas de ultrasonido y sonido expandiendo las posibilidades de toma de decisiones en forma exponencial al poder inferir propiedades internas previo al apeo (WHITESIDE. 1982; BEAUREGARD, 2002).

En nuestro país sólo se dispone de modelos de crecimiento para las principales especies (CRECHI *et al.*, 1999; ANDEMATTEN *et al.*, 2003, FASSOLA *et al.*, 2007) y son escasos los estudios de rendimiento de rollizos en función de la silvicultura aplicada. En coníferas se puede mencionar el estudio realizado en rollizos podados de *Pinus taeda* L. (FASSOLA *et al.*, 2002) a los fines de determinar rendimientos en madera libre de nudos.

En el marco del proyecto Determinación de los grados de calidad de rollizos y su relación con los rendimientos industriales (PNFOR 2211), de INTA, se han comenzado estudios relativos al desarrollo de modelos predictivos de largo plazo del rendimiento en el aserrado por calidad de rollizos. Con tal objetivo se han iniciado tareas de muestreo en *Eucalyptus grandis* y *Pinus taeda* L. En este estudio se presentan resultados parciales, en forma agregada de los rollizos obtenidos en el muestreo de rodales de *Pinus taeda* L. de la zona agroecológica Misiones Norte (PAPADAKIS, 1974) bajo distintos regímenes silvícolas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio y características de los regímenes silvícolas.

El área de estudio se corresponde con la subzona agroecológica Misiones Norte (PADAKIS, 1974). En ella se procedió al muestreo 5 rodales, ubicados tanto en el norte como en el sur y en cercanías del Río Paraná hacia el Oeste y hacia el este en las sierras centrales de Misiones. En la tabla 1 se presentan los datos promedios correspondientes a las variables de estado de las parcelas de los rodales muestreados, como también la cantidad de árboles apeados en cada uno de ellos y el diámetro menor sin corteza (dm_{sc}) de utilización de los rollizos obtenidos. Los materiales genéticos se correspondían con *Pinus taeda* L. origen Marion.

Tabla 1: Caracterización de los rodales muestreados para el estudio de aserrado en *Pinus taeda* L.
Table 1: State variables of the stands of *Pinus taeda* L under study

rodal	edad (años)	densidad (árb/ha)	DAP (cm)	H (m)	G (m ² /ha)	volumen (m ³ /ha/cc)	d.m.s.c	ejemplares
							aserrado cm	apeados N
DC 11	11	227	35	22	23	231	18	9
L 11	11	403	27	19,8	23	239	18	6
L 15	15	350	31	22	27	271	14	7
L 20	20	217	40	26	28	331	13	5
La22	22	240	35	25	24	268	24	7

DC= Régimen directo/silvopastoril. L11, L15 y L20: Régimen silvícola Forestal intensivo, c/podas. La22: Régimen silvícola tradicional, s/poda.

DAP: diámetro promedio a la altura de pecho (cm); H: altura promedio (m); G: área basal; N número de árboles

Los regímenes silvícolas aplicados a los mismos pueden dividirse en Directos/silvopastoril, Forestal Intensivo y Tradicional. El régimen Directo/silvopastoril, rodal DC11, es aquel que se concentró en la obtención de rollizos con destino al aserrado y/o laminados. Para ello se aplicaron podas y raleos perdidos a edades tempranas -2,5 años hasta los 6- y los raleos comerciales practicados hasta el momento, a los 9 años, abastecieron aserraderos y minimamente la industria celulósica. La poda – ejecutada con tijera y con escalera - alcanzó alturas superiores a los 7,5 m y hubo un intervalo entre cada realce de unos 6-8 meses. Es factible que se llegue al turno final con aproximadamente 100 plantas/ha .

El régimen Forestal Intensivo, L11, L15 y L20, se caracterizó también por la aplicación de podas aunque a edades de 4 y 6 años con serrucho y pértiga hasta los 5 m. Los raleos, todos comerciales, se practicaron a partir de los 7 años aproximadamente, obteniéndose en los primeros mayormente material pulpable, para incrementarse posteriormente la porción aserrable. Los siguientes raleos se ejecutaron cada 2-3 años aproximadamente. El turno de tala rasa se estima entre los 20-22 años. Este régimen tiene por objeto satisfacer la industria del aserrado con rollizos de diámetro menor en punta fina sin corteza (dmcs) de 14 cm a 20cm y de más de 20 cm a menos de 50 cm. Aunque hay una fracción laminable se busca asegurar un flujo regular de materia prima hacia el aserradero.

El Régimen Tradicional, La22, no incluyó podas, los raleos se iniciaron de forma tardía y a desecho debido a las dificultades de acceso al rodal. Se consideró al mismo como un ejemplo de la silvicultura practicada hasta inicios de la década de 1980, cuando la orientación era mayormente obtener madera con destino para la industria celulósica. El diámetro de aserrado (dmcs) de los rollizos obtenidos en este rodal fue superior (24 cm) al de los otros rodales (≤ 18 cm dmcs), dado que no se cargaron a aserradero un 30 % los rollizos, lo cual representó un 20 % del volumen total. Sólo un árbol fue enviado en forma completa, las 5 trozas, de otros cinco árboles llegaron a aserradero las 3 primeras trozas y de otro sólo la troza basal.

El largo de los rollizos enviado a los aserraderos varió entre los 2,40 m y 4,40 m.

Patrón de aserrado

El patrón de aserrado fue variado en función del diámetro menor sin corteza (dmcs), por encima de los 20 cm se empleó un patrón que privilegiaba la obtención de los mejores grados de calidad tanto en Apariencia, Selección y Factory. Para ello el corte implicó ir pelando el rollizo de manera que las tablas exteriores brindaran los mejores grados de calidad, dos aserraderos contaban con una sierra de banda doble que cortaba dos laterales que luego eran desdoblados, mientras la baza central se rotaba y pasaba por una circular múltiple. En el otro aserradero se empleó una sierra de carro que permitió ir rotando el rollizo. El ancho de corte fue de 1" y 1 ½". En la figura 1 se presenta el esquema de aserrado principal.

Para los rollizos menores a 20 cm dmcs se empleó el patrón denominado canto vivo. Para ello se empleó sierras circulares múltiples.

Una vez aserrados los rollizos, las tablas obtenidas eran sometidas a secado hasta alcanzar aproximadamente 6 % de humedad.

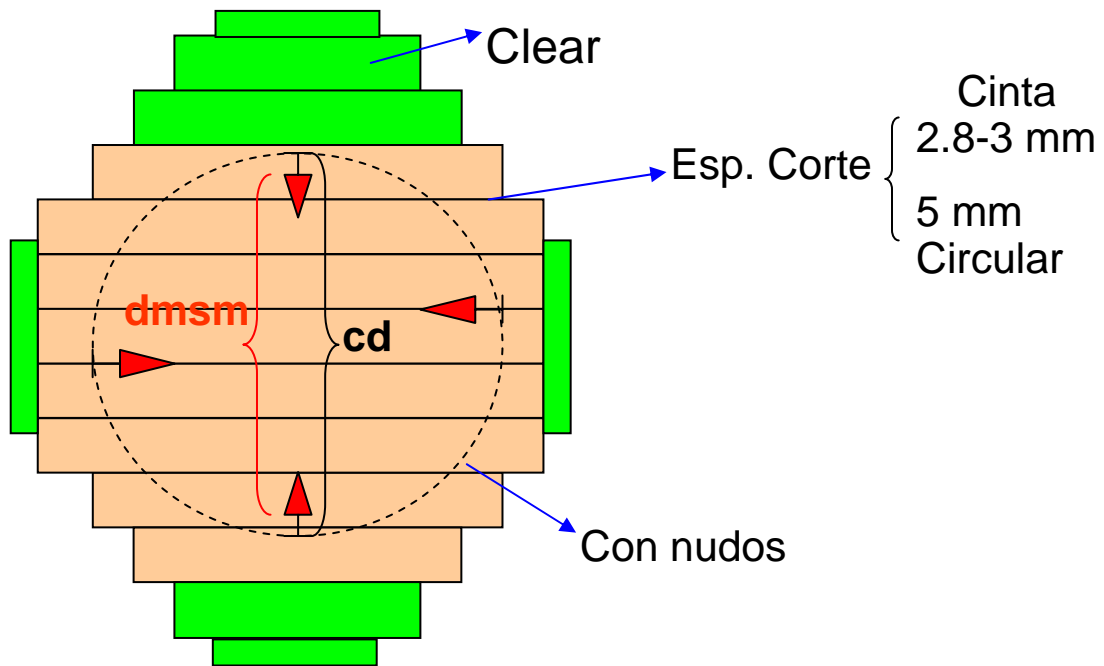


Figura 1: Patrón de corte para rollizos podados y no podados mayores a 20 cm dmsc (dmsm= diámetro máximo sobre muñón. cd = cilindro que contiene los defectos).

Figure 1: Sawing pattern applied to pruned and unpruned logs bigger than 20 cm sedwb

Normas de tipificación

En forma posterior al secado se procedió a la tipificación del material. Todas las muestras fueron tipificadas bajo la norma Factory Grade de la WWPA modificada, cuyo objetivo es la obtención de partes de puertas y ventanas, la cual se emplea habitualmente en el Aserradero de Alto Paraná SA. Las normas de Apariencia y Selección fueron combinadas, madera sin nudos bajo las de apariencia y con destino a la industria mueblera el resto. En las tablas 2,3 y 4 se presentan los criterios resumidos bajo cada norma para cada grado de calidad. Estas normas fueron aplicadas por un operador independiente con la capacitación necesaria.

Tabla 2: Resumen de la Norma Factory Grade modificada aplicada en tablas de *Pinus taeda* L.
Tabla 2: Summary of the factory Grade modified rule applied for grading *Pinus taeda* L. lumber

CRITERIO PARA USO DEL PRODUCTO:	
Se pretende obtener piezas con rendimientos en cortes predefinido de puertas, ventanas y Finger Joint.-	
Criterios de clasificación	
MOULDING & BETTER (M&B)	Cada pieza contiene en su peor cara 67% (2/3) del área en cortes para molduras de ancho mínimo una pulgada (1"). Por diez pies (10') de largo como mínimo
SHOP	Cada pieza contiene en su peor cara 50% del área en cortes para puertas de calidad numero "1". Si existe un corte de puerta calidad numero "1" se acepta un larguero (Stile) de calidad numero "2".
1	
SHOP	Cada pieza contiene en su peor cara una de las siguientes alternativas:
2	25% del área en cortes de puertas de calidad numero "1".
	33,4% del área en cortes de puertas de calidad mixta números "1" y "2".
	40% del área en cortes de puertas de calidad numero "2".
SHOP	Cada pieza contiene en su peor cara 30% del área en cualquier combinación de las alternativas que se indican ,sin que estén alineados:
3	Cortes para puertas de calidad mixta números "1" y "2".
	Cortes para ventanas
	Cortes para los marcos de puerta , ventanas y vierteaguas.
	Cortes para molduras en (2) pulgadas de ancho por diez (10) pies de largo.
P99 (finger)	Cada pieza contiene en su peor cara 50% del área en cortes finger joint de calidad numero "1" , "2" y/o adicional finger joint.
SHOP NC	Madera de ancho variable que no clasifica como P99. También son NC piezas de P99 con defectos críticos. No son NC piezas que estén subdimensionadas en el espesor.
SHOP PC	Piezas de ancho variable para clasificar, no contiene Moulding & Better
Shop Grietas	Factory con exceso de grietas.-
Calidad Común	Madera de RW con exceso de medula y áreas sin cepillar con subdimensión en el espesor

Tabla 3: Resumen de la Norma Apariencia aplicada en tablas de *Pinus taeda* L.
Table 3: Summary of the Appearance Grading Rule applied to *Pinus taeda* L. Lumber

DEFECTOS	Tipo		Restricciones
	Grado	4 Faces Clear	
DESCRIPCIONES GENERALES	· El producto consiste en obtener 2 cara y 2 cantos clear.-	· El producto consiste en obtener 1 cara clear.-	

Tabla 4: Resumen de la Norma Selección aplicada en tablas aserradas de *Pinus taeda* L
Table 4: Summary of the Selection Grading Rule applied for grading *Pinus taeda* L. Lumber

DEFECTOS	Tipo	Restricciones		
		Furniture	Cutting	Internal furniture
DESCRIPCIONES GENERALES		En este producto se pretende obtener un 60 % de rendimiento en cortes Mínimo de 600mm por todo el ancho y más.	En este producto se pretende obtener un 60 % de rendimiento en cortes Mínimo de (6") 152 mm por todo el ancho y más.	En este producto se pretende obtener piezas para componentes de interior de muebles, se pretende obtener un 50 % de rendimiento con cortes Mínimo de (6") 152mm largo por anchos recuperable.

Valoración

Para la valoración de los productos obtenidos bajo la norma Factory Grade fue efectuada empleando una lista de precios para *P.radiata* sobre muelle en la costa oeste de EEUU en Octubre de 2007 proporcionada por Lipsia SA, Tabla 5.

Tabla 5: Escala de precios en Grado calidad Factory
Table5: Prices scale for Factory Grade

Base: U\$S Radiata Pine 6/4; P99= P. ponderosa 6/4; sobre muelle costa oeste EEUU

	MLD&BTR rough	Shop1	Shop2	Shop3	P99
U\$S/m3	595	394	373	250	161

La escala de precios empleada para valorar las tablas en grados de Apariencia y Selección fue proporcionada por Alto Paraná SA y era una escala relativa que guardaba las proporciones entre los distintos grados de calidad existente en el mercado. Tabla 6.

Tabla 6: Escala de precios relativos en grados de calidad Apariencia/Selección
Table 6: Relative Prices scale for Appearance/Selection quality grades

	clear 4	clear 1	furniture	cutting	Internal furniture	Nc	Exc
\$ relativos	315	285	218	200	190	130	110

RESULTADOS

Rendimientos y valoración por norma Factory Grade

En la tabla 7 se presentan los volúmenes por grado de calidad obtenido, estos son presentados en su participación en valor en cada muestra obtenida en la tabla 8. En esta última en función del volumen total se obtuvo el valor por metro cúbico aserrado de cada muestra. Puede observarse que el mayor se obtuvo con la muestra del rodal L20 siguiéndole el LA22, con un valor muy similar al DC11, lo cual podría indicar que un régimen con podas y raleos

sólo alcanzaría una ganancia marginal o tendría un efecto negativo en lo financiero respecto de otro sin podas y con raleos tardíos. Sin embargo debe considerarse que del rodal LA22 no se aserraron rollizos por un 20 % del volumen y si se considera que en los rollizos basales sin podar predominaron los grados shop 2 y shop 3, por tratarse de rollizos con ramas es factible que el grueso de las tablas calificaron mayormente en esos grados, con el cual el valor por metro cúbico aserrado obtenido de esta muestra hubiera sido sensiblemente menor. Es significativo también el hecho de que el rodal DC 11 haya alcanzado un valor por metro cúbico similar al LA22, ambos de similar número de árboles por hectárea, dap y G, con 11 años de anticipación, aunque hubiera factores de sitio influyendo no pueden considerarse a estos tan significativos como para influir en forma determinante. Sí es válido cuestionar que las cortas intermedias del LA 22 no han sido consideradas, pero también sería válido preguntarse si la madera que se acumulará en DC11, donde el M&B tendrá una presencia destacada, no compensará y superará ampliamente el valor actual.

Tabla 7: Rendimiento en el aserrado de la muestra obtenida en los rodales de *Pinus taeda* L. muestreados y tipificadas las tablas por norma de calidad Factory Grade

Table 7: Sawing Yield of the logs sample obtained from the stands of *Pinus taeda* L. and volume of the lumber by factory Grade M⁽³⁾

Rodal	M&b	Shop1	Shop2	Shop3	P99	nc	total
DC 11	0,58	0,297	0,713	1,108	0,682	0,347	3,727
L 11	0,156	0,134	0,279	0,796	0,499	0,189	2,053
L 15	0,159	0,444	0,526	0,824	0,238	0,279	2,47
L 20	0,63	0,5	1,23	1,593	0,296	0,394	4,645
LA20	0,107	0,461	0,934	1,077	0,6	0,043	3,221

Table 8: Valoración en U\$S por grados de calidad Factory del rodal/muestra de *Pinus taeda* L. y del m³ aserrado obtenido en cada muestra

Table 8: Valuation in U\$S by Factory Grade rule of lumber of the stand/sample of *Pinus taeda* L. and the value by cubic meter

Rodal	M&b	Shop1	Shop2	Shop3	P99	nc	total muestra	U\$S/m3 muestra
DC 11	345	117	266	277	110	0	1115	299
L 11	93	53	104	199	80	0	529	258
L 15	95	175	196	206	38	0	710	287
L 20	375	197	459	398	48	0	1477	318
LA20	63	182	348	269	97	0	959	298

En la tabla 9 puede corroborarse el hecho del fuerte incremento del valor que se genera por la presencia de M&B. De esta última se desprende que en los rodales con manejos directos para aserrado o forestal intensivo, los rollizos obtenidos de muestra brindaron la mayor proporción de M&B. También es posible apreciar la mejora en grados de calidad de tabla que inducen los tratamientos con podas y raleos, la muestra La22 que sólo tuvo raleos, e iniciados tardíamente y en la cual no se aserraron la totalidad de los rollizos, tiene un amplio predominio de shop2 y shop 3, lo cual limita el negocio a algunas partes de puertas y principalmente ventanas. Mientras que en los otros regímenes las opciones se incrementan al poder enfocarse también en molduras y partes de puertas de mayores dimensiones.

Tabla 9: Participación porcentual en valor por grado de calidad Factory de los rodales/muestra de *Pinus taeda* L.
Table 9: Percentage of participation in value by Factory Grade quality of the stand/sample of *Pinus taeda* L.

Rodal	M&b	Shop1	Shop2	Shop3	P99	nc	total muestra
DC 11	31	10	24	25	10	0	100
L 11	18	10	20	38	15	0	100
L 15	13	25	28	29	5	0	100
L 20	25	13	31	27	3	0	100
LA20	7	19	36	28	10	0	100

Rendimientos y valoración por norma Apariencia /Selección

Por razones operativas esta tipificación se limitó a las muestras obtenidas de los rodales DC11, L11, L15 y L20. En la tabla 10 se presentan los rendimientos por grado de calidad y totales obtenidos en cada muestra y en la tabla 11 la participación porcentual de cada grado de calidad en el total de cada muestra.

Tabla 10: Rendimiento en el aserrado de la muestra obtenida en los rodales de pinus taeda tipificado por grado de calidad de Apariencia/Selección (m³)
Table 10: Sawing yield of the logs obtained in stands of *Pinus taeda* L. and lumber volume typified with Appearance/Selection grading rules (m³)

Rodal	4 caras Clear	1 cara Clear	Furniture	Cutting	Internal Furniture	Exc	total
DC 11	0,188	0,489	1,147	0,711	0,25	0,671	3,455
L 11	0,015	0,155	0,512	0,539	0,096	0,146	1,464
L 15	0,068	0,032	1,326	0,541	0,259	0,213	2,439
L 20	0,314	0,394	2,895	0,362	0,332	0,288	4,585

Tabla 11: Rendimiento porcentual en el aserrado de la muestra obtenida de los rodales de *Pinus taeda* L. por grado de calidad Apariencia/Selección
Table 11: Percentage of lumber by Appearance/Selection grading rule of the sample obtained from *Pinus taeda* L. stands

Rodal	4 caras Clear	1 cara Clear	Furniture	Cutting	Internal Furniture	Exc	total
DC 11	5	14	33	21	7	19	100
L 11	1	11	35	37	7	10	100
L 15	3	1	54	22	11	9	100
L 20	7	9	63	8	7	6	100

Como puede observarse el tratamiento DC 11 presentó una participación porcentual en grados Clear mayor a la de los otros tratamientos, incluyendo el L20, aunque también presentó un porcentaje más elevado de tablas que no tipificaron (Exc). Esto último puede atribuirse a que uno de los ejemplares apeados en DC11 presentó agrietamientos radiales paralelos al eje del árbol que descalificaron las tablas que incluían el 4^{to} anillo de crecimiento

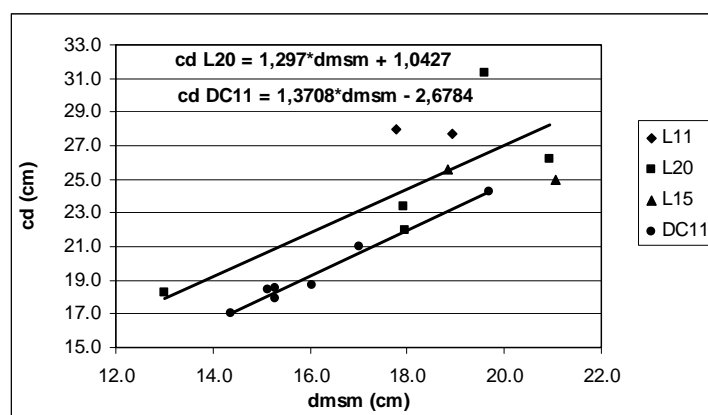
(fotos 1 y 2). Estos agrietamientos no se evidenciaban en el exterior del árbol y pueden estar originados en tensiones de crecimiento o algún tipo de stress.



Fotos 1 y 2: Rajaduras radiales en el 4^{to} anillo de crecimiento en ejemplar de *Pinus taeda* L. en rodal DC11 y tabla afectada por las mismas.

Photography 1 and 2 : Radial splits in the 4th growth ring in a tree of *Pinus taeda* L. in the stand DC11 y lumber affected by splitting

También es de destacar la escasa proporción de Clear en el rodal LA 5 respecto de los otros con manejo similar. Ello pudo estar influenciado por la calidad de sitio y también por las prácticas de manejo. Debe considerarse que las prácticas de poda en la primera mitad de la década de 1990 no tenían la eficiencia actual. Rearmadas las primeras trozas de la muestra de árboles apeados en cada rodal se pudo determinar que todos los ejemplares de la muestra DC11 habían conformado el cilindro que contiene los defectos (CD) en su totalidad al igual que los del L20, no así los de la muestra L11 y L15, donde sólo 2 ejemplares en cada caso habían ocluido sus heridas de poda y conformado el CD, Figura 2. De esta figura se desprende también que el diámetro del CD en DC11 fue inferior al de L20, pudiendo atribuirse ello a la herramienta, oportunidad y/o factores del proceso de trabajo involucrados en la poda. También podría inferirse que los raleos tempranos aplicados a DC11 han contribuido a conformar el CD en forma más rápida que en los otras muestras obtenidas.



Sin embargo en los rollizos de la muestra DC11 por encima de los 3,8 m sólo un rollizo había conformado su CD, por lo que para obtener una proporción apreciable de grados Clear en ellas el turno debe prolongarse o rever las estrategias de manejo que incluyan más de 200 árboles por ha podados.

Al proceder a la valoración con la escala relativa de precios disponible pudo observarse que el valor del metro cúbico aserrado alcanzado entre las distintas muestras analizadas no varió significativamente, aunque fue mayor en el tratamiento L20 y en el DC 11. Ello puede ser atribuible a que el grado Clear 4 caras no tenía un diferencial muy grande respecto de Clear 1 cara, al contrario de la norma Factory donde M&B sí lo tiene respecto de Shop 1, Tablas 12 y 13. Esto es comprensible dado que para muchos usos a la vista no son necesarias que todas las caras carezcan de defectos ya que algunas de ellas están ocultas.

Tabla 12: Valoración en \$ relativos por grados de calidad Apariencia/Selección de la madera aserrada de la muestra de *Pinus taeda* L. y del m³ aserrado obtenido en cada muestra (Ur\$/ m³)

Table 12: Valuation in U\$S by grade of Appearance and Selection grading rule of the lumber of each sample of *Pinus taeda* L and by cubic meter (Ur\$/ m³)

Rodal	4 caras	1 cara	Internal				total	Ur\$/m3 muestra
	Clear	Clear	Furniture	Cutting	Furniture	Exc		
DC 11	59	139	250	142	48	87	725	210
L 11	5	44	112	108	18	16	303	207
L 15	21	9	289	108	49	23	501	205
L 20	99	112	631	72	63	32	1010	220

Tabla 13: Participación porcentual en valor por grado de calidad Apariencia/Selección de la muestra de *Pinus taeda* L.

Table 13: Percentage of lumber by Appearance and selection grades from the sample of the stands of *Pinus taeda* L. (%)

Rodal	4 caras	1 cara	Internal				Total
	Clear	Clear	Furniture	Cutting	Furniture	Exc	
DC 11	8	19	34	20	7	12	100
L 11	2	15	37	36	6	5	100
L 15	4	2	58	22	10	5	100
L 20	10	11	63	7	6	3	100

Ello haría presuponer que la mayor inversión en manejo silvícola del DC11, sin efectuar consideraciones sobre la mayor proporción de tablas excluidas, no se justificaría. Sin embargo este rodal poseía un diámetro promedio que ya lo habilitaba a valorar sus rollizos como aptos en forma parcial para su empleo por la industria del laminado, no así los rodales L11 y L20.

CONCLUSIONES

El análisis de muestras de rollizos obtenidos de rodales con distintos manejos silvícolas evidenció tendencias que reflejan que cuanto mayor es la intensidad de manejo silvícola aplicada se obtiene como resultado una mayor flexibilidad comercial tanto para el productor primario como para el industrial.

La muestra analizada de rollizos podados también deja entrever que factores como herramientas de poda, factores del proceso de trabajo y la regulación de la densidad incidirían fuertemente en la oclusión de la herida de poda y la obtención en forma más temprana de madera libre de defectos.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Ing. E. De Coulon y a Puerto Laharrague SA, Ing. H. Janssen Harms, el haber donado los rollizos y facilitado las tareas de apeo y transporte, a los aserraderos Bochert (Sr. Gualterio Bochert), y Laharrague-Chodorge (Sr. Luis Chodorge) de Montecarlo el haber aserrado y secado los rollizos y tablas, como haber facilitado las operaciones de tipificación. A Lipsia SA (Ings Jorge Fahler y María I. Aguilar) donde se ejecutaron todas las tareas anteriormente mencionadas. A Alto Paraná SA y al responsable de control de calidad de su aserradero en Puerto Piray, Néstor Britez, por su apoyo en las tareas de tipificación.

BIBLIOGRAFÍA

- ANDENMATTEN E., Letourneau, F. 2003. Predicción y proyección del rendimiento de pino ponderosa en las provincias de Chubut y Río Negro, Argentina. Revista Quebracho n°10. Páginas 14 - 25.
- BEAUREGARD, Rado Gazo, and Ball R. D. 2002 Grade recovery, value, and return-to-log for the production of nz visual grades (cuttings and framing) and australian machine stress grades. Wood and Fiber Science: Vol. 34, No. 3, pp. 485–502.
- CRECHI, E.; Fassola, H.; Ferrere, P.; Friedl, A. 1999, Manual de Descripción Técnica del Simulador Forestal de *Pinus taeda* 2.0. INTA EEA Montecarlo – Facultad de Ciencias Forestales. 16 páginas.
- FASSOLA H.; J. Fahler; P. Ferrere; D. Alegranza; J. Bernio. 2002. Determinación del cilindro con defectos en rollizos podados de *Pinus taeda* l. y su relación con el rendimiento en madera libre de nudos.. Publicado en: Revista de Investigaciones Agropecuarias 31(1):121-137
- FASSOLA, H. E.; Crechi E. H.; Keller A. E.; Barth S. R.; Fernández 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. Región Mesopotámica. *Pinus elliottii* y *Eucalyptus grandis*, informe parcial para *Pinus taeda*. Boletín técnico n° 61. INTA. E. E. A: Montecarlo. 103 páginas.
- PAPADAKIS, J. 1974. Ecología, posibilidades Agropecuarias de las Provincias Argentinas. Fascículo 3. Enciclopedia Arg. de Agric. y Jardinería. Ed. ACME. 86 páginas.
- WHITESIDE I.D. 1982. Pronóstico de los valores brutos de trozos aserrables de Pino Radiata y clasificaciones de la madera en bruto a partir de variables de los trozos. FRI Bulletin 4. Rotorua. 35p.

RELACIÓN ENTRE LA BIOMASA AÉREA Y LA SECCIÓN TRANSVERSAL EN LA BASE DE COPA VIVA DE *Pinus taeda* L. EN EL NORTE DE LA PROVINCIA DE MISIONES. ARGENTINA ¹

RELATIONSHIP BETWEEN FOLIAR BIOMASS AND THE CROSS SECTION IN THE BASE OF THE GREEN CROWN OF *Pinus taeda* L IN NORTHERN MISIONES, ARGENTINA

Hugo Fassola ¹; Ernesto Crechi ¹; Sara, Barth ¹; Aldo Keller ¹; Martín Pinazo ¹; Rodolfo Martiarena ¹; Alejandra Von Wallis ¹; Iris Figueredo ¹

¹INTA. E. E. A. Montecarlo, Avenida El Libertador 2472 (C. P. 3384) Montecarlo, Misiones, Argentina.
E-mail: hfassola@montecarlo.inta.gov.ar, ecrechi@ceel.com.ar

SUMMARY

In order to know and quantified, in the next future, functions of the ecosystem as carbon accumulation in different compartments of the tree and hydraulic relationships in stands of *Pinus taeda* L. the Pipe model theory was analyzed. With a vacuum pump it was determined the permeability of the tissues to water passage in the section of the base of the green crown of 62 trees. That's allows to determined that this section was fully conductive for all trees in the studied area. For the establishment of the relationship between the cross section in base of the green crown and needles biomass, 91 trees were felled. With linear regression analysis it was established the proportionality between the cross section in base of the green crown and needles biomass

Key words: foliar biomass, cross section, Pipe model theory, *Pinus taeda* L.

RESUMEN

Se examinó la teoría de los conductos a los fines de poder, a futuro, conocer y cuantificar en rodales de *Pinus taeda* L. funciones del ecosistema como patrones de acumulación de carbono en distintos compartimentos del árbol y también relaciones hídricas. Mediante una bomba de vacío se determinó la permeabilidad al pasaje de agua de los tejidos en la sección correspondiente a la base de la copa viva de 62 ejemplares. Ello permitió determinar que dicha sección era conductiva en su totalidad para la especie en el área bajo estudio. A los fines de establecer la relación entre la sección en la base de la copa viva y la biomasa foliar se apearon 91 árboles, en los cuales se determinó biomasa de los distintos compartimentos. Mediante regresión lineal se estableció que había una proporcionalidad entre la biomasa foliar y el área de la sección de la base de la copa viva.

Palabras clave: biomasa foliar, sección transversal, teoría de los conductos, *Pinus taeda* L.

¹ Trabajo financiado por los proyectos PNFOR 2211, PNFOR 2214 y PNFOR 2215 de INTA
XIII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM – EEA Montecarlo, INTA.
Eldorado, Misiones, Argentina. “2008 Año de las Ciencias”

INTRODUCCIÓN

Diversos tipos de estudios biológicos requieren del conocimiento de la cantidad de biomasa y/o área foliar en plantas individuales o en poblaciones arbóreas, así como su distribución espacial. Mediante el conocimiento de la relación entre la biomasa aérea y el tejido conductor que la sustenta sería factible caracterizar la arquitectura de copas, como también la acumulación de biomasa en el árbol.

La aplicación de una metodología que permita evaluar un proceso o describir el estado particular de un sistema, debe efectuarse con base en un modelo teórico que la sustente. Tomando como base el hecho de que, fisiológicamente, la tasa de transpiración del follaje es proporcional al área foliar y la tasa de provisión de agua hacia la copa es proporcional al área de tejido conductor, SHINOZAKI *et al.* (1964 a) han propuesto conocer este fenómeno en los árboles mediante términos cuantitativos como un requisito previo para realizar estimaciones de biomasa. Esto ha dado lugar al desarrollo del "modelo de tubos".

El análisis de los perfiles verticales de la cantidad de hojas y de órganos no fotosintéticos en diversas poblaciones de plantas (herbáceas o leñosas), ha revelado la existencia de una similitud en su patrón de distribución. Observando este hecho SHINOZAKI *et al.* (1964) establecieron una expresión matemática para relacionar la distribución del follaje y la de los órganos no fotosintéticos. El desarrollo de los órganos fotosintéticos se apoya en el de los órganos no fotosintéticos. Los modelos más recientes tienden a modelar esta relación transporte de agua – almacenaje a través de relacionar albura y follaje e incluso se ha establecido este tipo de relación para *Pinus taeda* L. en EEUU al analizar la acumulación de carbono en sus tejidos (VALENTINE, 1985; MAKELA, 1986; citados por CHIBA, 1997).

En base a ello los objetivos del presente estudio fueron (1) determinar la superficie permeable al pasaje de agua de la sección en la base de la copa viva en *Pinus taeda* L. y (2) considerar teóricamente la relación entre la biomasa aérea y el área de la sección transversal del fuste que soporta dicha estructura en base a las presupuestos expresados en la teoría de los conductos por SHINOZAKI *et al.* (1964 a, b) y análisis más recientes presentados por OOHATA y SHINOZAKI (1979); CHIBA (1990, 1991);

Postulando la propuesta de SHINOZAKI *et al.* (1964a) que condujo a la teoría de los conductos se buscó evaluar el fundamento de dicho modelo y su aplicabilidad en *Pinus taeda* L. implantado en la región agroecológica Misiones Norte (PAPADAKIS 1974), Argentina.

MATERIALES Y MÉTODOS

Determinación de la superficie permeable en la sección de la base de copa viva

Del apeo de 62 árboles de *Pinus taeda* L., empleados en el análisis de la biomasa foliar (2), se obtuvieron discos de la base de la copa verde. De dichos discos se extrajeron, desde el centro a la periferia, un mínimo de 3 tarugos en cada uno de 4 mm de diámetro con barreno Pressler. Dichos tarugos fueron conectados en su parte superior a un caño de goma transparente que se llenaba de agua destilada. En su parte inferior un caño flexible de goma conectaba a un kitasato en su parte superior y que en su pico lateral estaba conectado a una bomba de vacío de 0,9 atmósferas.

Al accionar la bomba, si el tejido era permeable, el agua que se encontraba en la columna superior era recogida en el kitasato, verificándose de esta manera la hipótesis de permeabilidad del sector del disco analizado. Mediante una prueba de "t", se contrastó la hipótesis nula que la sección no es totalmente conductiva, utilizando los datos obtenidos.

Determinación de la relación biomasa de acículas- sección transversal de la base de la copa viva

Se trabajó con datos provenientes del apeo de 91 árboles de *Pinus taeda* origen Marion, en rodales de edades de 3, 5, 7, 11, 20, 22 y 25 años de la zona Misiones Norte. (PAPADAKIS, 1974). En tabla 1 se presenta una caracterización de las principales variables de estado de los árboles apeados.

Los individuos seleccionados fueron apeados, desramados y defoliados, procediéndose al pesaje de biomasa de acículas, tanto vivas como muertas y ramas, separando estas en muertas y vivas como también por tamaño, mayores o menores de 5 cm de diámetro. Otras mediciones efectuadas fueron diámetro a altura de pecho, diámetro de base de copa verde, altura de base de copa verde y diámetros con corteza y sin corteza a lo largo del fuste de las trozas obtenidas. En laboratorio muestras del material de acículas fueron secadas a 103°C +/- 2-3° C con el fin de estimar la biomasa de acículas. Los datos de los árboles apeados fueron procesados mediante análisis de regresión a los fines de comprobar la existencia de una proporcionalidad entre la biomasa foliar y el área de la sección de base de copa viva. La calidad de los ajustes fue evaluada a través de los indicadores coeficiente de correlación, coeficiente de determinación R^2 , error estándar de la estimación S_{xy} , error absoluto medio y análisis de residuales.

Tabla 1. Variables de estado asociadas a los ejemplares apeados de en la zona agroecológica Norte de Misiones.

Table 1. State variables associated to felled trees of *Pinus taeda* L in the agroecological zone Northern Misiones

	edad (años)	dap cc (cm)	h (m)
Mínimo	3	7,6	3,5
Máximo	25	52,0	26,3
Promedio	14	20,00	18,7

Donde: dap cc = diámetro a altura de pecho con corteza, h=altura

Dado que en trabajos de ajustes de modelos para la estimación de biomasa de acículas ejecutados anteriormente en el país se empleó como variable independiente el dap (LACLAU, 2003; PINAZO *et al.*, 2007) también se ajustó un modelo alométrico empleando esta el área basal a la altura de pecho a los fines de contrastar la conveniencia del empleo de una u otra, adoptando también el criterio de estimar las secciones transversales considerando la corteza.

RESULTADOS

Determinación de la superficie permeable en la sección de la base de copa viva

Evaluada la capacidad conductiva del tejido leñoso a través del estudio de permeabilidad del mismo al pasaje de agua, pudo comprobarse que el 8 % de los discos correspondientes a la sección transversal de la base de copa viva de los árboles eran conductivos en forma parcial. El resto de los discos presentó capacidad conductiva en toda la sección. Efectuado el contraste de la hipótesis planteada se rechazó la hipótesis nula y se aceptó que la totalidad de la sección era conductiva al 90 % de probabilidades.

En trabajos anteriores Fassola *et al.* (2005) asumían que la sección en la base de copa viva de *P. taeda* L., como expresión indirecta de la biomasa foliar resultante de distintos tratamientos silvícolas, era totalmente conductiva al relacionarla con la producción de forraje

bajo dosel, estos resultados permiten aceptar dicho presupuesto, como también para establecer relaciones entre la sección transversal y la biomasa aérea.

Determinación de la relación biomasa de acículas - sección transversal de la base de la copa viva

Como resultado de las tareas de muestreo para la obtención de discos de la base de la copa viva, con la consecuente determinación de sus secciones transversales y la determinación de la biomasa de acículas vivas y muertas, como también las estimaciones de las secciones con corteza al dap, se generó una base de datos que permitió establecer mediante análisis de regresión lineal simple la relaciones existentes entre las mismas. En la tabla 2 se presenta los valores promedio, máximo y mínimo determinados

Tabla 2: Valores promedio, máximo y mínimo de la sección en la base de la copa viva, al dap y de la biomasa de acículas determinados en *Pinus taeda* L. en la zona agroecológica Norte de Misiones.

Table 2: Mean, maximum and minimum values of the cross section in the base of the green crown, at breast height and needle biomass determined in felled trees of *Pinus taeda* L in the agroecological zone Northern, Misiones

	g_{bcvcc} (cm^2)	g_{dapcc} (cm^2)	biomasa de acículas (kg)
Mínimo	46,6	44,77	2,9
Máximo	1392	2123,72	123,2
Promedio	366,4	757,29	26,3

g_{dapcc} = área transversal en el dap con corteza; g_{bcvcc} = área transversal en base de copa viva con corteza

Posteriormente se procedió al ajuste de los modelos predictores de la biomasa de acícula, mediante la expresión (a):

$$(a) \text{ Biomasa de acículas} = a + b \cdot x$$

En la tabla 3 se presentan los coeficientes y estadísticos de ambos modelos ajustados. Puede observarse que el modelo que emplea g_{bcvcc} como variable independiente presentó un mejor ajuste, lo cual es explicable en el hecho de que la altura de pecho han dejado ser conductivos.

Tabla 3: Coeficientes y estadísticos del modelo ajustado para la estimación de biomasa de acículas y el área en la base de la copa viva y a la altura de pecho en árboles de la región agroecológica Norte de Misiones.

Table 3: Coefficients and statistics of the fitted model of the relationship between needle biomass and the cross section in the base of the green crown and at breast height in felled trees of *Pinus taeda* L of the agroecological zone Northern, Misiones

Variable independiente	a	b	Coefficiente de correlación	R^2 ajustado %	S_{yx}	EAM
g_{bcvcc}	2,82545	0,0642029	0,89	78,42	9,62	6,52
g_{dap}	3,67116	0,0299449	0,84	70,28	11,29	7,43

Donde: a y b : Coeficientes; S_{yx} : error estándar del estimador; EAM: error absoluto medio

En la figura 1 se presenta la gráfica del modelo seleccionado y en la figura 2 los residuos estudentizados del mismo, no observándose tendenciosidad en los mismos.

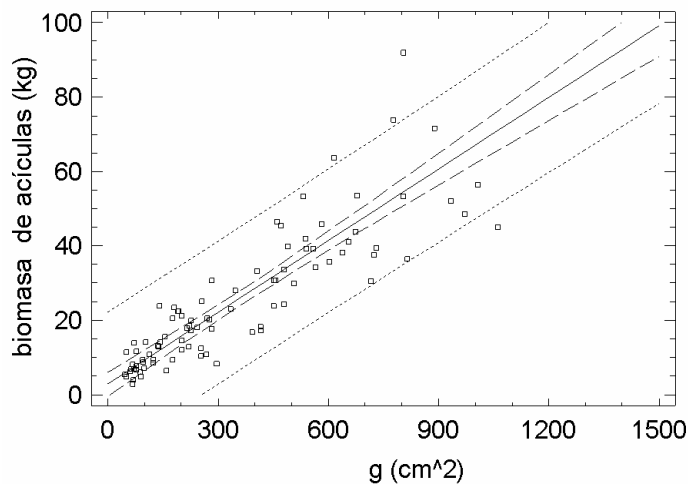


Figura 1. Relación entre de biomasa de acículas y área transversal de base de copa verde en árboles de *Pinus taeda* L. en la zona agroecológica Norte de Misiones ($\alpha = 0,05$).

Figure 1. Relationship between needle biomass and the cross section in the base of the green crown in felled trees of *Pinus taeda* L. of the agroecological zone Northern, Misiones

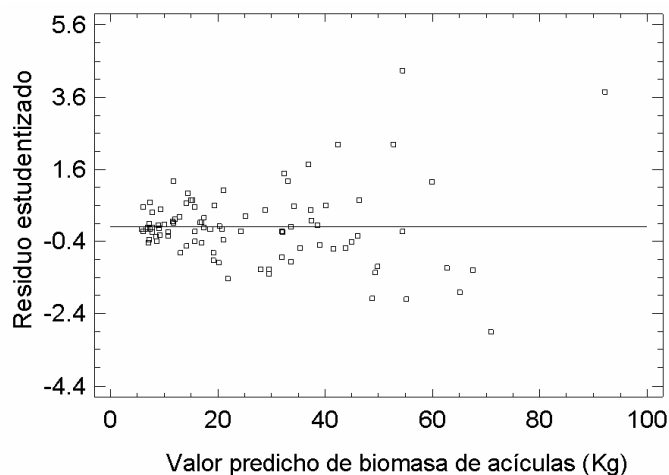


Figura 2. Residuos estudentizados correspondientes al modelo de estimación de biomasa de acículas en relación a la sección en la base de la copa viva con corteza en ejemplares de *Pinus taeda* L. de la zona agroecológica Norte de Misiones.

Figure 2. Studentized residuals of the fitted model for the estimation of needle biomass in relation with the cross section in the base of the green crown in felled trees of *Pinus taeda* L. of the agroecological zone Northern, Misiones

Estos resultados reflejaron la existencia de una proporcionalidad, sostenida por OOHATA (1986), entre la biomasa foliar y la sección transversal en la base de la copa en *Pinus taeda* L. en la zona agroecológica bajo estudio, la cual es la base teórica de la teoría de los conductos

CONCLUSIÓN

Merced a la determinación de la existencia de proporcionalidad entre la biomasa foliar y el área transversal de base de copa viva es posible concluir que la teoría de los conductos es aplicable a *Pinus taeda* L. cultivado en la región dentro de un amplio rango de edades.

También reflejan la conveniencia de que en el desarrollo de modelos donde se establezcan relaciones entre tejidos de sostén y de la biomasa se foliar se utilicen criterios con fundamento biológico y no determinístico

Esta teoría y sus derivaciones brindan un sustento biológico al desarrollo de modelos que permitan predecir la acumulación de tejidos en árboles de la especie, la arquitectura de la canopia y consecuentemente la estructura de ramas.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración de: Ing. Agr. Eduardo De Coulon, Aserradero Bochert, Aserradero Laharrague – Chodorge S. A., Puerto Laharrague S. A., Lipsia S. A., Rama S. A. y Trumpp Hermanos.

BIBLIOGRAFÍA

- CHIBA, Y. 1990. Plant form analysis based on the pipe model theory. I. A statical model within the crown. *Ecol. Res.* 5, pp. 207–220
- CHIBA, Y., 1991. Plant form analysis based on the pipe model theory. II. Quantitative analysis of ramification in morphology. *Ecol. Res.* 6, pp. 21–28
- CHIBA, Y., 1997. Architectural analysis of relationship between biomass and basal area based on pipe model theory. *Ecological Modelling*. Volume 108, Issues 1 a 3. Pages 219–225.
- FASSOLA H. E., Lacorte S.M.; Pachas A. N.1; Pezzuti R. 2005. Factores que influncian la producción de biomasa forrajera de *Axonopus jesuiticus* valls, bajo dosel de *Pinus taeda* L. en el nordeste de Corrientes. *RIA*, 34 (3): 21-38, Diciembre 2005. INTA, Argentina
- LACLAU, P. 2003. Biomass and carbon sequestration of ponderosa pine plantations and native cypress forests in northwest Patagonia. *Forest Ecology and Management*. 180: 317-333
- OOHATA, S. 1986. Some quantitative analices of tree form: Further extensions to the Pipe Model Theory. In: *Crown and Canopy Structure in Relation to productivity*. Edited by T. Fuyimori and D Whitehead. Forestry and Forest Products Research Institute, Ibaraki, Japan. Pp. 159 a 171.
- 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 ISSN 0325 - 8718
- OOHATA, S.; Shinozaki, K. 1979. A statical model of plant form – Further analysis of the Pipe Model Theory. *Japanese Journal of Ecology* n° 29. Páginas 323 a 335.
- 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. Páginas 97 a 105.
- SHINOZAKI, K.; Yoda, K.; Hozumi, K.; Kira, T. 1964 b. A quantitative analysis of plant form - the pipe model theory II. Further evidence of the theory and its application in forest ecology. *Japanese Journal of Ecology* n°14. Páginas 133 a 139.

**TEOR DE MACRONUTRIENTES MINERAIS EM TECIDO FOLIAR DE
IPÊ-ROXO (*Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Toledo).**

**AMOUNT OF MINERAL MACRONUTRIENTS IN LEAF TISSUE OF
IPÊ-ROXO (*Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Toledo).**

**Suzana Ferreira da Rosa¹
Cristiane Roppa²
Juliana Garlet³
Maína Roman⁴
Mauro Valdir Schumacher⁵**

¹ Eng. Florestal, Aluna do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. suzanafdr@yahoo.com.br.

² Eng. Florestal, Aluna do Programa de Pós Graduação em Ciências Ambientais e Florestais da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil. cris_roppla@msn.com.

³ Eng. Florestal, Aluna do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. julianagarlet@yahoo.com.br.

⁴ Eng. Florestal, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. mainaroman@yahoo.com.br.

⁵ Eng. Florestal, Prof. Dr.nat. techn. do Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. schumacher@pesquisador.cnpq.com.br.

SUMMARY

The study was realized at campus of the Federal University of Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS – Brazil (29°42'24" S; 53°48'42" W), with mean altitude of 95 m, climate Cfa, year precipitation of 1770 mm. At the end of the month of september/2004 was collected samples of matures leaves of Ipê-roxo, to four trees, (with one repetition), with the objective to determine the amount of mineral nutrients in the leaves of Ipê-roxo. In the laboratory, its were dries in stove of circulation end renovation of air, for 72 hours, crushed end stored. Were determined the nutrients: N, P, K, Ca, Mg e S. The results showed good amounts for P, K e Mg, with mean amont of 1,12, 9,04 e 4,02 g kg⁻¹. For the N and S the specie have deficiency, with amont of 17,20 e 0,88.

Key words: Ipê-roxo (*Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Toledo), Macronutrients, Dry matter.

RESUMO

O estudo foi realizado no campus da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS – Brazil (29°42'24" S; 53°48'42" W), com altitude média de 95 metros, clima Cfa, precipitação anual de 1770 mm. No fim do mês de setembro/2004 coletaram-se amostras de folhas maduras de Ipê-roxo, para quatro árvores (com uma repetição), com o objetivo de determinar o teor de nutrientes minerais nas folhas de Ipê-roxo. No laboratório foram secas em estufa de circulação e renovação de ar com temperatura controlada de 70° C, por 72 horas, moídas e armazenadas. Determinaram-se os nutrientes: N, P, K, Ca, Mg e S. Os resultados apresentaram bons teores para o P, K e Mg, com teores médios de 1,12, 9,04 e 4,02 g kg⁻¹. Para o N e S, a espécie apresentou deficiência, com teores de 17,20 e 0,88.

Palavras-chave: Ipê-roxo (*Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Toledo), Macronutrientes, Matéria seca.

INTRODUÇÃO

O Ipê-roxo (*Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Toledo) ocorre naturalmente no Brasil, desde o Sul da Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro até São Paulo (LORENZI, 1992). No sul do Brasil, é uma das espécies mais populares em uso no paisagismo.

LORENZI (1992) classifica o Ipê-roxo como uma árvore decídua, heliófila, de pequeno a médio porte (10 a 20 m), com tronco de 40 a 80 cm de diâmetro, casca pardacenta, folhas compostas de 5 a 7 folíolos glabros, membranáceos e com inflorescências rosadas.

Atualmente, há uma crescente demanda de tecnologia para exploração do potencial de essências florestais nativas, tanto para a indústria madeireira como para a utilização na arborização urbana. Desta forma, se fazem necessários estudos mais detalhados sobre a silvicultura destas espécies, e, dentre estes estudos, à avaliação das exigências nutricionais é de fundamental importância.

Em geral, as espécies florestais apresentam características distintas de comportamento, sobretudo, quanto às exigências nutricionais. O conhecimento do comportamento nutricional peculiar a cada uma gera maior produtividade, economia e menores impactos ambientais nos plantios florestais (SOUZA *et al.*, 2006).

A análise nutricional completa de uma planta revela a existência de um grande número de elementos, além disso, as plantas se mantêm vivas e completam seu ciclo biológico devido ao estado nutricional do meio onde se encontram, favorecidas pelas diferentes formas de absorção dos elementos.

Existe uma série de elementos classificados como essenciais. Elemento essencial é definido como aquele cuja ausência impede uma planta de completar seu ciclo de vida ou aquele que tem um papel fisiológico na planta (TAIZ & ZEIGER, 2004). Os elementos essenciais dividem-se em macronutrientes e micronutrientes, os macronutrientes são elementos requeridos em maior quantidade pela planta (concentrações de 1000mg/kg de matéria seca ou mais) (RAVEN *et al.*, 2001).

Alguns autores como LARCHER (1977), RAVEN *et al.* (2001) e EPSTEIN & BLOOM (2006) citam valores adequados ou variações de elementos minerais encontrados em tecido vegetal, tendo por base análises de material vegetal da parte aérea, principalmente folhas de plantas cultivadas. Diante disso, depara-se com algumas dificuldades quando estudamos árvores nativas, visto que são raras análises desse tipo até o momento para tais espécies, ficando restritas apenas a algumas espécies exóticas de grande valor comercial.

Dentre os métodos de avaliação do estado nutricional das plantas, MALAVOLTA *et al.* (1989) citam a diagnose foliar, a qual consiste em analisar o solo usando a planta como solução extratora. Para GONÇALVES & BENEDETTI (2004) a análise nutricional foliar como critério de diagnose está baseado na premissa da existência de uma relação significativa entre a oferta de nutrientes às plantas e os níveis destes nas folhas. Desta forma as folhas são os órgãos mais adequados para serem amostrados, pois as alterações na nutrição das plantas são refletidas nas concentrações de nutrientes das folhas.

CALDEIRA *et al.* (2003) verificou que as folhas das espécies *M. ferruginea* e *M. umbellata* apresentaram os maiores teores de alguns macronutrientes em relação aos outros componentes da biomassa, isso ocorre porque os teores dos nutrientes são maiores nas partes mais ativas metabolicamente das plantas, como folhas e brotações. Além disso, segundo os autores, os teores mais elevados de alguns nutrientes nas folhas, em relação aos outros componentes da biomassa a tornam o componente com potencial para ciclagem de nutrientes, embora represente um pequeno percentual em relação à biomassa total das árvores. Desta forma, a diagnose foliar constitui-se em um método prático de avaliar o estado nutricional das plantas.

O objetivo do presente estudo é avaliar o teor de macronutrientes presente no tecido foliar de Ipê-roxo (*Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Toledo).

MATERIAIS E MÉTODOS

Descrição da área abrangida

O estudo foi realizado na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), localizada na região fisiográfica da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul (Brasil), no Bairro Camobi (a cerca de 12 Km do centro da cidade), situada nas coordenadas geográficas de latitude 29°42'24"S e longitude 53°48'42" W, possuindo altitude média de 95 metros.

O clima predominante na região é Cfa, temperado chuvoso, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano, segundo a classificação de KÖPPEN (MORENO, 1961). A precipitação anual atinge cerca de 1770 mm.

A temperatura média normal do mês mais quente ocorre em janeiro (24,6° C) e a do mês mais frio, em junho (12,0° C). Quanto à média normal das máximas, a mesma é de 30,4°C em janeiro e de 19,2°C em junho. A média das temperaturas mínimas do mês mais quente é de 18,7°C em dezembro e 9,3°C no mês mais frio, em junho (MORENO, 1961).

O solo apresenta três variações, sobressaindo a que pertence a Unidade de Mapeamento São Pedro, classificado no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos como Argissolo Vermelho distrófico arênico (STRECK *et al.*, 2002).

Amostragem

As coletas do material foram realizadas no fim do mês de maio/2004, a fim de evitar os períodos que não coincidiram com a floração e frutificação da espécie, pois nessas épocas há um direcionamento dos nutrientes para a formação das flores e frutos sadios. Entretanto, esta espécie é decídua durante o inverno, logo, ao término da estação não há mais folhas na árvore e se esperar para que elas atinjam a fase completa de maturação, haverá coincidência com a fase de frutificação.

Retiraram-se folhas na posição média da copa com exposição norte, indicado por BIONDI & REISMANN (2002) como a melhor posição de coleta. Deu-se preferência a materiais isentos de sujeiras e sem danos por pragas ou injúrias, o que nem sempre foi possível devido à disposição das ruas, localização das árvores, interferência dos prédios e galhos de outras árvores próximas e altura das árvores.

Para a coleta do material, foram escolhidas quatro árvores de Ipê-roxo (*Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Toledo) com idades semelhantes, localizadas em locais diferentes e distantes uma das outras. Para cada uma das árvores coletou-se uma amostra de folhas, (ou seja, uma repetição), totalizando quatro amostras. Com auxílio de um podão, coletaram-se cinco ramos de cada árvore, dos quais foram retiradas as folhas em fase de maturação, uma vez que a maior parte dos ramos ainda apresentava aspecto jovem, visando formar uma amostra representativa, com material suficiente para as posteriores análises. Desta forma, coletou-se aproximadamente 150 g de folhas para cada amostra (peso fresco).

Durante a coleta, as amostras foram armazenadas em sacos de papel, sendo posteriormente encaminhadas ao Laboratório de Ecologia Florestal, pertencente ao Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) – RS.

No laboratório, as amostras foram secas em estufa de circulação e renovação de ar com temperatura controlada de 70° C por um período de 72 horas.

Após secas, as amostras foram moídas em moinhos de facas de aço inoxidável, tipo Willey, com peneira de 30 *mesh*. Posteriormente, as amostras foram armazenadas em frascos de vidro hermeticamente fechados e encaminhadas para a análise química.

Foram determinados os macronutrientes: Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Magnésio (Mg) e Enxofre (S).

Todas as determinações químicas foram realizadas através de digestão úmida. O N foi determinado no extrato de digestão sulfúrica, para o qual se utilizou uma alíquota de massa de 200 mg para cada uma das amostras. Os demais macronutrientes foram determinados no extrato de digestão nítrica-sulfúrica, utilizando-se uma alíquota de massa de 500 mg de cada amostra. A metodologia utilizada no preparo dos extratos, bem como as soluções empregadas encontram-se descritas em TEDESCO *et. al* (1995). Para a leitura dos extratos foi utilizado espectrofotômetro de absorção atômica para o Mg, fotômetro de chama para K, espectrofotômetro (visível) ou colorímetro para o P e S e destilador vapodest 5.0 para o N.

Após, obtido o laudo das análises químicas, calculou-se as médias de cada elemento no tecido seco foliar de Ipê-roxo e realizou-se o cálculo da variância, desvio padrão e coeficiente de variação das médias de cada nutriente analisado.

RESULTADOS

As médias dos teores de macronutrientes encontrados nas amostras de folhas de Ipê-roxo (*Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Toledo), podem ser observadas na Tabela 1.

Tabela 1: Teores médios (g kg^{-1}), variância, desvio padrão e coeficiente de variação (CV) dos macronutrientes analisados em Ipê-roxo (*Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Toledo).

Table 1: Mean amount (g kg^{-1}), variance, standard deviation and coefficient of variance (CV) of the analyzed macronutrients in Ipê-roxo (*Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Toledo).

Nutriente	Média	Variância	Desvio Padrão	CV (%)
Nitrogênio	17,20	9,78	3,13	18,18
Fósforo	1,12	0,02	0,13	11,44
Potássio	9,04	3,05	1,75	19,31
Magnésio	4,02	1,55	1,24	30,92
Enxofre	0,88	0,03	0,16	18,55

O macronutriente presente em maior quantidade no tecido foliar de Ipê-roxo foi o Nitrogênio, com $17,20 \text{ g kg}^{-1}$. Já o menor teor médio foi obtido pelo Enxofre ($0,88 \text{ g kg}^{-1}$).

BELLOTE & SILVA (2004) consideram alguns teores foliares adequados para *Eucalyptus*, de 20 a 22 g kg^{-1} para N, 0,9 a $1,4 \text{ g kg}^{-1}$ para o P, 7,5 a $8,3 \text{ g kg}^{-1}$ pra o K e 2,6 a $6,2 \text{ g kg}^{-1}$ para o Mg. Em comparação com o presente estudo, Ipê-roxo provavelmente apresenta-se com deficiência de N, já em relação ao P, K e Mg, os dados indicam que a espécie está bem suprida.

A deficiência de Nitrogênio no Ipê-roxo pode estar relacionada com a baixa concentração de matéria orgânica no solo, uma vez que os indivíduos amostrados situam-se em área urbana.

BIONDI & REISSMANN (2002), em estudo avaliando a composição química foliar do Ipê-amarelo na arborização urbana em diferentes situações encontradas no meio urbano de Curitiba, obtiveram teores de N variando de 19,3 a $30,4 \text{ g kg}^{-1}$, o que comprova a provável deficiência de N em Ipê-roxo no presente estudo.

O Nitrogênio é o elemento mineral que as plantas exigem em maiores quantidades, ele serve como constituinte de muitos componentes da célula vegetal e sua deficiência inibe o crescimento do vegetal (TAIZ & ZEIGER, 2004).

BOEGER *et al.* em estudo avaliando nutrientes foliares de espécies arbóreas de três estádios sucessionais de Floresta Ombrófila Densa no Sul do Brasil observou teores médios de N variando de 9,2 a $18,9 \text{ g kg}^{-1}$. Valores relativamente baixos comparados com o teor considerado adequado para *Eucalyptus*, porém, MALAVOLTA *et al* (1989) relata que a

capacidade de absorção dos nutrientes pelas plantas está relacionada com as condições do solo, clima e espécies, os quais poderão influir nesses teores, não sendo possível uma comparação muito precisa entre diferentes espécies. Além disso, não somente fatores externos influenciam nas concentrações dos elementos no tecido vegetal, mas também fatores internos como a capacidade de translocação de nutrientes de um órgão para outro em cada planta.

O teor médio de Fósforo no Ipê-roxo foi $1,12 \text{ g kg}^{-1}$, indicando que apesar de o P ser um nutriente existente em baixas concentrações nos solos brasileiros, a espécie encontra-se bem nutrida deste elemento.

O P é o macronutriente primário exigido pelas plantas em menor quantidade e participa de um grande número de compostos vegetais, além de estar presente em diversos processos metabólicos e de transferência de energia (RAIJ, 1991). Segundo o autor, o P possui alta mobilidade na planta e seus teores mínimos adequados nas folhas de várias culturas variam de $1,2 \text{ g kg}^{-1}$ para o arroz, cana-de-açúcar, café e laranja a $3,0 \text{ g kg}^{-1}$ para a batata e mandioca.

BIONDI & REISSMANN (2000), estudando a influencia das condições ambientais nos conteúdos nutricionais em folhas de árvores urbanas, observaram teores de P variando de $1,3$ a $1,6 \text{ g kg}^{-1}$ e $1,3$ a $1,8$ em Acer (*Acer negundo* L.) e Ipê (*Tabebuia chysotricha* (Mart. ex DC.) Standl), respectivamente. Com isso, verifica-se que a concentração de P no Ipê-roxo situa-se próximo a valores já observados por outros autores em espécies da mesma família botânica.

Em relação ao Potássio, verificou-se um teor de $9,04 \text{ g kg}^{-1}$ no tecido foliar de Ipê-roxo. TAIZ & ZEIGER (2004) consideram níveis adequados de K para a maioria das plantas superiores em torno de 1,0%, ou seja, 10 g kg^{-1} . De acordo com os autores, o K pode ser remobilizado para as folhas mais jovens, apresentando maiores deficiências nas folhas maduras da base da planta. Considerando que para o estudo foram coletadas folhas maduras, a concentração um pouco abaixo da considerada adequada não significa que as plantas estão com deficiência K.

CALDEIRA *et al.* (1999) observaram teores de 0,82 % para o K em folhas recém madura de Acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.), valor abaixo do encontrado para Ipê-roxo no presente estudo. Os autores também observaram que dos elementos analisados o P e o K foram os elementos que mais redistribuíram na planta.

Para *Sebastiania commersoniana* (Baillon) Smith & Downs, RODRIGUES *et al.* (2006) encontrou teores médios de K variando de $5,2$ e $6,6 \text{ g kg}^{-1}$ para tratamento contaminado e não contaminado por petróleo, respectivamente. Segundo os autores, essa redução no teor de K nas folhas das plantas crescidas na área contaminada em relação à área não contaminada não possui muita relação com a contaminação do solo, pois os teores desse elemento no solo não contaminado apresentaram-se também menores e essa diferença entre os teores de K observada pelos autores está relacionada com o solo.

A morfologia do sistema radicular e o poder de absorção de nutrientes pelas raízes afetam as quantidades de K que podem ser absorvidas pelas plantas, além disso, essa diferença do sistema radicular e da capacidade de absorção dos nutrientes do solo pode ser diferente dentro de uma espécie ou mesmo em diferentes genótipos de uma espécie (MEURER & INDA JÚNIOR, 2004).

O teor de Magnésio obtido para Ipê-roxo foi de $4,02 \text{ g kg}^{-1}$. Concentração bem superior à considerada adequada por RAVEN *et al.* (2001) para a maioria das plantas vasculares ($2,0 \text{ g kg}^{-1}$).

DRUMOND *et al.* (1997), avaliando a composição mineral e demanda nutricional de espécies florestais da Mata Atlântica, observaram concentrações médias de Mg em folhas de algumas espécies de maior valor de importância na mata Salão Dourado do Parque Estadual do Rio Doce (Minas Gerais) variando de $3,95$ a $1,32 \text{ g kg}^{-1}$ Indicando que o Ipê-roxo

apresenta bom suprimento deste nutriente, pois apesar de a espécie encontrar-se em um ambiente desfavorável ao bom desenvolvimento e pobre em nutrientes, possui um teor bem superior às espécies da mata estudadas por DRUMOND *et al.* (1997).

Em relação ao Enxofre, o teor médio obtido é de 0,88 g kg⁻¹. De acordo com os teores considerados adequados para algumas essências florestais por MALAVOLTA (1989), o Ipê-roxo pode estar com deficiência deste nutriente, por ter apresentado baixo teor médio no tecido seco foliar da espécie. Pois para o autor os teores de S devem variar entre 1,5 a 2,0 g kg⁻¹ para Araucária, 1,5 a 2,0 g kg⁻¹ para Eucalipto, 1,4 a 1,6 g kg⁻¹ para Pinus e 1,8 a 2,6 g kg⁻¹ para Seringueira.

De acordo com RAIJ (1991), o S encontra-se nas proteínas da planta, e os teores totais situam-se entre 0,2 a 0,5% da matéria seca, já os teores foliares em plantas bem nutridas são da ordem de 0,2 a 0,4%. Reafirmando novamente que Ipê-roxo pode encontrar-se com deficiência de S, detectada através do baixo teor médio deste nutriente no tecido seco foliar da espécie.

Analisando os parâmetros estatísticos (Tabela 1), verificou-se que a maior variância foi obtida para o Nitrogênio (9,78) e as menores para o Fósforo e Enxofre, 0,02 e 0,03, respectivamente. De maneira geral, houve pequena variação nos teores de macronutrientes de Ipê-roxo, cujo maior Coeficiente de Variação foi na ordem de 30,92 para o Mg.

No Gráfico 1, pode-se observar a porcentagem de cada macronutriente analisado na matéria seca foliar de Ipê-roxo. Essa porcentagem foi obtida considerando a soma do teor de todos os macronutrientes analisados na matéria seca foliar igual a 100 % e relacionando este valor a cada um dos elementos. O Nitrogênio correspondeu ao macronutriente encontrado em maiores concentrações no tecido vegetal com 54% em relação aos demais. Já as menores porcentagens foram obtidas para o P e S, ambos com 3%.

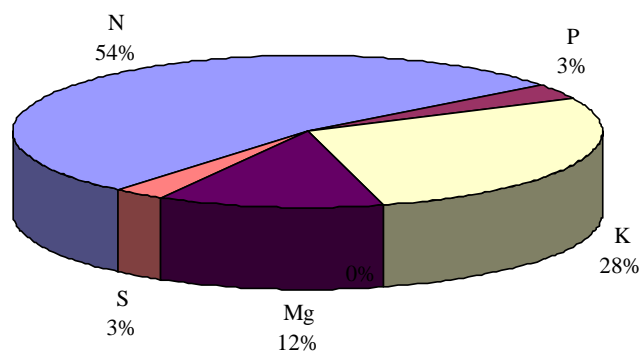


Gráfico 1: Porcentagem dos diferentes macronutrientes na matéria seca foliar de Ipê-roxo (*Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Toledo) em relação ao total de macronutrientes.

Graphic 1: Percentage of the different macronutrients in the leaf dry matter of Ipê-roxo (*Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Toledo) in relation at the total of macronutrients.

As concentrações relativas aos macronutrientes analisados no tecido foliar de Ipê-roxo ficaram distribuídas na seguinte ordem: N>K>Mg>P>S. A relação obtida por BOEGER *et al.* (2005) nas folhas de espécies lenhosas de duas florestas semidecíduas em Uberlândia apresentou comportamento diferenciado para o estágio inicial: Ca > N > Mg > K > P e semelhante para os estágios intermediário e avançado: N > Ca > K > Mg > P.

CONCLUSÃO

Diante dos resultados obtidos pode-se concluir que:

- O Ipê-roxo (*Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Toledo) apresentou bom suprimento de Fósforo, Potássio e Magnésio, com teores médios de 1,12, 9,04 e 4,02 g kg⁻¹, respectivamente;
- A espécie demonstrou deficiência nutricional com relação ao Nitrogênio e Enxofre, com teores de 17,20 e 0,88;
- As concentrações relativas aos macronutrientes analisados no tecido seco foliar de Ipê-roxo apresentou a seguinte ordem: N>K>Mg>P>S.

BIBLIOGRAFIA

- BELLOTE, A. F. J.; Silva, H. D. da. 2004. Sampling techniques and nutritional evaluations in eucalypt plantations. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. Forest Nutrition and Fertilization. Piracicaba: IPEF. pp 114-139.
- BIONDI, D.; Reissmann, C. B. 2000. Influência das condições ambientais nas relações básicas N:P:K das folhas de árvores urbanas. Revista Cerne, 6 (1): 77-82.
- BIONDI, D.; Reissmam, C. B. 2002. Análise da composição química foliar do Ipê-Amarelo (*Tabebuia chrysotricha*) (Mart) Standl) na arborização urbana de Curitiba, PR. Ciência Florestal, 12 (2):153 - 159.
- BOEGER, M. R. T.; Wisniewski, C.; Reissmann, C. B. 2005. Nutrientes foliares de espécies arbóreas de três estádios sucessionais de Floresta Ombrófila Densa no Sul do Brasil. Acta Botânica Brasileira, 19(1): 167-181.
- CALDEIRA, M. V. W.; Schumacher, M. V.; Pereira, J. C.; Della-Flora, J. B.; Santos, E. M. dos. 1999. Concentração e redistribuição de nutrientes nas folhas e no folheto em um povoamento de *Acacia mearnsii* De Wild. no Rio Grande do Sul. Ciência Florestal, 9 (1): 19-24.
- CALDEIRA, M. V. W.; Soares, R. V.; Marques, R.; Wisniewski, C. 2003. Biomassa e nutrientes em *Myrsine ferruginea* (Ruiz & Pav.) Mez e *Myrsine umbellata* Mart. Revista Floresta, 33 (3): 265-273.
- DRUMOND, M. A.; Barros, N. F. de; Souza, A. L. de; Silva, A. F. da; Teixeira, J. L. 1997. Composição mineral e demanda nutricional de espécies florestais da Mata Atlântica. Revista Árvore, 21 (1): 1-10.
- EPSTEIN, E.; Bloom, A. J. 2006. Componentes Inorgânicos de Plantas. IN: Nutrição mineral de plantas: Princípios e Perspectivas. 2ª ed. Londrina: Planta, pp 41 – 68.
- GONÇALVES, J. L. M.; Benedetti, V. Forest nutrition and fertilization. Piracicaba: IPEF, 2004. 421 pp.
- LARCHER, W. 1977. Ecofisiologia Vegetal. Barcelona: Omega S. A. 303 pp.
- MALAVOLTA, E.; Vitti, G. C.; Oliveira, S. A. de. 1989. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 201 pp.
- MEURER, E. J.; Inda Junior, A. V. 2004. Potássio e adubos potássicos. In: BISSANI, C. A.; Gianello, C.; Tedesco, M. J.; Camargo, F. A. O. Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas. Gênese. Porto Alegre. pp. 139-151.
- LORENZI, H. 1992. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 273 pp.
- RAIJ, B. V. 1991. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba: Ceres. 343 pp.
- RAVEN, P. H.; Evert, R. F.; Eichhorn, S. E. 2001. Biologia vegetal. 6ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 906 pp.

- SOUZA, P. A. de; Venturin, N.; Macedo, R. L. G. de. 2006. Adubação mineral do Ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*). *Ciência Florestal*, 16 (3): 261-270.
- STRECK, E. V.; Kämpf, N.; Dalmolin, R. S. D.; Klamt, E.; Nascimento, P. C.; Schneider, P. 2002. Solos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS: Emater/RS; UFRGS. 107 pp.
- TAIZ, L.; Zeiger, E. 2004. *Fisiologia Vegetal*. 3 ed. Porto Alegre: Artmed. 719 pp.
- TEDESCO, M. J.; Gianello, C.; Bissani, C. A.; Bohnen, H.; Volkweiss, S. J. 1995. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS. p. 83-114. (Boletim técnico, n. 5).

SECUESTRO DE CO₂ EN MASAS DE PINO NEGRAL (*PINUS PINASTER* AIT.) EN EL SISTEMA IBERICO MERIDIONAL (CENTRO DE ESPAÑA)

CO₂ SEQUESTRATION IN *PINUS PINASTER* AIT. STANDS IN THE IBERIC MOUNTAIN RANGE (CENTRAL SPAIN)

Ignacio Raúl Fosco¹
Felipe Bravo Oviedo²
Cristóbal Ordóñez Alonso³

¹Ing. Ftal. Universidad de Valladolid. Avenida Madrid N° 44. (34004). Palencia, España. ifosco@hotmail.com

² Ph. D. Profesor Dpto. de Producción Vegetal y Recursos Forestales. Universidad de Valladolid, Avda. de Madrid 44. 34004. Palencia, España. fbravo@pvs.uva.es

³ Ing. de Montes. Profesor Dpto. de Productos Forestales. Universidad de Valladolid, Avda. de Madrid 44. 34004. Palencia, España. a_cristo@pvs.uva.es

SUMMARY

The main objective of this study is estimate the amount of carbon dioxide fixed by natural stands of *Pinus pinaster* Ait. in the Iberic Mountain Range, Central Spain. For this objective it was considered growth for a period of five years. The database contains 92 plots from *Pinus pinaster* Ait stands. Data from permanent plots were used to calculate total biomass and total carbon dioxide amounts. Biomass models developed by MONTERO *et al.* (2005) were used to estimate carbon content by tree fractions. Later analysis of variance (ANOVA) and multiple lineal regression was used to determine impact of stand level variables upon CO₂ sequestration. Finally 13 lineal models were adjusted to predict the quantity of dioxide of carbon (T.ha⁻¹) that could absorb in 5 years of growth stands of *Pinus pinaster* Ait in the Iberic Mountain Range, Central Spain.

Key words: Carbon dioxide, *Pinus pinaster*, National Forest Inventory

RESUMEN

El objetivo principal del presente estudio es estimar la cantidad de dióxido de carbono (CO₂) en T.ha⁻¹ fijado por las masas naturales de Pino Negral (*Pinus pinaster* Ait) en el Sistema Ibérico Meridional del centro de España. Para tal objetivo se consideró un periodo de crecimiento de 5 años. Se trabajó sobre una base de datos de 92 parcelas permanentes correspondientes a la especie *Pinus pinaster*. Los datos de las parcelas permanentes fueron utilizados para calcular la biomasa y la cantidad de dióxido de carbono. Para estimar el contenido de carbono en las diferentes fracciones del árbol, fueron utilizados los modelos de BIOMASA desarrollados por MONTERO *et al.* (2005). Posteriormente se utilizó el Análisis de Varianza (ANOVA) y regresión lineal múltiple para determinar el impacto de las variables de masa frente al secuestro de CO₂. Finalmente se ajustaron 13 modelos lineales para predecir la cantidad de dióxido de carbono (T.ha⁻¹) que podrían absorber en 5 años de crecimiento las masas de *Pinus pinaster* en el Sistema Ibérico Meridional del centro de España.

Palabras clave: Dióxido de Carbono, *Pinus pinaster*, Inventario Forestal Nacional.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años los notables incrementos del nivel de emisiones de gases efecto invernadero en la atmósfera, ponen en riesgo el sistema climático, provocando alteraciones en la temperatura y precipitaciones. El aumento global en la concentración de dióxido de carbono se debe principalmente a la utilización de combustibles fósiles y cambio de uso del suelo, mientras que los incrementos de metano y óxido nitroso se deben principalmente a la agricultura. Estas estimaciones se determinan a partir de muestras testigos extraídas de bloques de hielo de las cuales es posible comparar la concentración de gases efecto invernadero en momentos anteriores. (Intergovernmental Panel of Climate Change, 2007).

Entre los gases de efecto invernadero más importantes, el dióxido de carbono (CO₂) es el gas más perjudicial para la atmósfera (LEWIS, *et al.*, 1996; VAN COTEN *et al.*, 1995) y desde la Revolución Industrial en 1750, las concentraciones de CO₂ aumentaron de 280 ppmv a 379 ppmv (más de 35%) en 2005. El enriquecimiento de gases efecto invernadero ha llevado a un aumento medio de temperatura en la superficie global de 0.6 °C desde finales del siglo XIX y se estima un aumento de la misma del orden de 1,4° a 5,8° durante el período 1990-2100 (Intergovernmental Panel of Climate Change, 2007).

Ante esta problemática, surge un “alerta” y comienza a desarrollarse un Programa de Investigación Atmosférica en la década del 60. Los problemas y soluciones referentes al Cambio Climático se discutieron en varias reuniones como “La Cumbre de la Tierra”, celebrada en Río (1992), Kyoto (1997), Johannesburg (2002) y recientemente Bali (2007).

Como resultado, nace la COP (Conferencia de las partes) la cual es el órgano supremo sobre Cambio Climático. Durante la COP3 realizada en Kyoto en Diciembre de 1997, se crea un instrumento legal conocido como Protocolo de Kyoto, el cual establece la reducción de emisiones de Gases Efecto Invernadero por parte de 186 estados.

Para una correcta aplicación del Protocolo de Kyoto es necesario crear una base para todas las actividades que ayuden a mitigar el cambio del clima. La preservación y ordenación de los bosques pueden contribuir en el almacenamiento de CO₂. Pero es imprescindible disponer de estimaciones exactas de la dinámica potencial de flujos de carbono en los ecosistemas del bosque y proyectos de forestación. (OSORIO *et al.*, 2006).

Los bosques como ecosistemas almacenan más Carbono (C) que otros ecosistemas terrestres (Dixon *et al.*, 1994). Entre los diferentes ecosistemas terrestres, los bosques de conífera son los que más contribuyen al almacenamiento de Carbono. (Gucinski *et al.*, 1995). A pesar de esto, la perturbación del bosque a través de la deforestación y quemas, puede favorecer las emisiones de CO₂ a la atmósfera. (BIRDSEY *et al.*, 1993)

En un estudio reciente, BRAVO *et al.*, (2008), compararon diferentes edades de rotación e índices de sitio, sobre masas de *Pinus pinaster* en España, con el objetivo de evaluar los regímenes de manejo más adecuados para fijar una mayor cantidad de carbono. Las características iniciales de la masa para realizar las simulaciones fueron: 1500 árboles por hectárea, diámetro medio cuadrático (Dg=15.85 cm), área basimétrica de 21.6 m²/ha y edades de rotación de 128 y 149 años considerando índices de sitio de 15 y 21 m. respectivamente. para una edad índice de 80 años (BRAVO-OVIEDO *et al.* 2004), observaron que aplicando claras intensas (35% del área basal) en edades tempranas (30 años) sobre la masa forestal, es de suponer una mayor fijación de carbono (221.87 T.ha⁻¹) a la edad de rotación. Todas las alternativas de manejo aplicadas aumentaron la proporción de carbono fijado entre un 2.85 % a 12.47 % más, con respecto a las masas que no recibían claras. Por otro lado, observaron árboles más gruesos en la masa (Dg = 51,47 cm.).

Otros investigadores como MONTERO *et al.*, (2003), trabajando sobre masas de *Pinus sylvestris* L. en España, simularon 2 alternativas silviculturales y encontraron que el incremento anual de carbono fijado, es superior con manejos de mayor intensidad, en concordancia con BRAVO *et al.*, (2008).

El objetivo principal de este estudio es estimar la cantidad de dióxido de carbono (CO₂) en T.ha⁻¹ absorbido por las masas de *Pinus pinaster* en el Sistema Ibérico Meridional.

Los objetivos secundarios son:

- Estimar las toneladas acumuladas de Biomasa, Carbono y CO₂ por hectárea en cada fracción del árbol (fuste, ramas y raíces).
- Confeccionar un modelo general para predecir el secuestro de CO₂ (T.ha⁻¹) en 5 años de crecimiento por las masas de *Pinus pinaster* en el Sistema Ibérico Meridional.
- Construir un ejemplo evolutivo del número de árboles con la edad y secuestro de CO₂

MATERIALES Y METODOS.

Área de estudio.

El secuestro de CO₂ fue estudiado en 5 diferentes ecorregiones de España, (Elena Resello, 1996): Ecorregión “Duriense”, Páramos de Teruel”, “Albarracín”, “Litoral-Mediterránea” y “Manchega” (Tabla 1), para explorar el potencial forestal del *Pinus pinaster*.

Tabla 1: Principales características de las Ecorregiones

Table 1: Main characteristics of the Ecoregions.

Ecorregiones		T° mín media anual (C°)	T° máx media anual (C°)	Precipitación mín media anual (mm)	Precipitación máx media anual (mm)	Altura Mín media (m)	Altura Máx media (m)
Código	Nombre						
2	Duriense	7.5	13.2	307	1192	689	1192
3 ^a	Páramos Teruel	9.6	11.9	485	622	983	1183
3b	Albarracín	9.3	11.3	617	762	990	1700
4	Litoral-Mediterranea	10	18.5	212	678	100	998
6	Manchega	7.6	15	357	819	400	1238

A continuación se puede observar en la figura 1 la localización de las 92 parcelas permanentes situadas en las diferentes ecorregiones dentro de España.

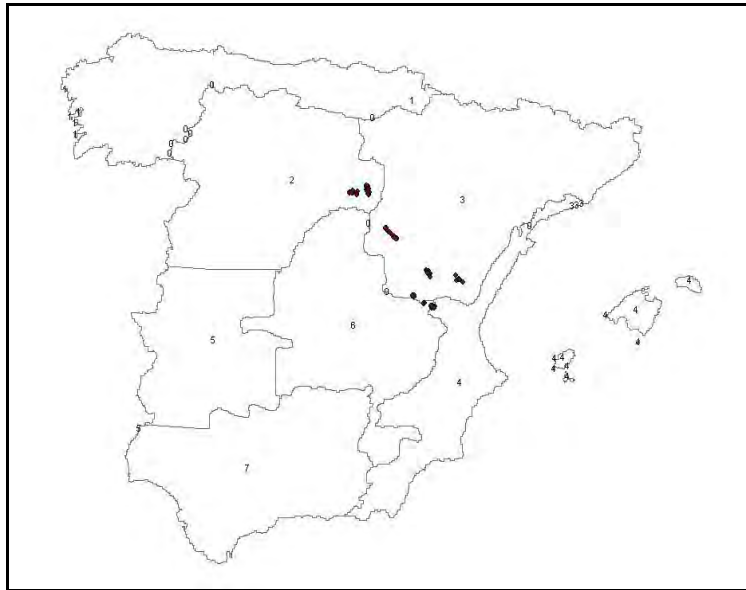


Figura 1: Mapa de las ecorregiones con la distribución de las parcelas de *Pinus pinaster*.
Figure 1: Ecorregions map with plot distribution of *Pinus pinaster*.

Base de datos: Características de las parcelas muestreadas.

Para la estimación del secuestro de CO₂, se trabajó sobre una base de datos de 92 parcelas permanentes con 3647 árboles correspondientes a la especie *Pinus pinaster*, las cuales son objeto de estudio del grupo de investigación sobre Gestión Forestal Sostenible del Departamento de Producción Vegetal y Silvopascicultura (E.T.S de Ingenierías Agrarias de Palencia, Universidad de Valladolid). El inventario fue realizado entre los años 2002 y 2004.

Una vez instaladas las 92 parcelas en masas de *Pinus pinaster* dentro del Sistema Ibérico Meridional (Provincias de: Cuenca, Guadalajara, Teruel y Soria), se realizó el inventario forestal en el cual se utilizó un diseño compatible con el Inventario Forestal Nacional Español (IFN), se utilizan parcelas de radio variable y de forma circular, compuestas por 4 subparcelas de radios 5, 10 y 15 metros, con diámetros normales mínimos inventariables que cambian con el radio considerado, dichos diámetros se corresponden a 75, 125 y 225 mm. respectivamente (BRAVO *et al.*, 2002).

El diseño de parcelas de radio variable implica la necesidad de utilizar unos factores de expansión para poder conocer los resultados por unidad de superficie. Los factores de expansión son coeficientes que multiplicados adecuadamente convierten las parcelas concéntricas en estimaciones de las parcelas “reales” del radio máximo considerado en las anteriores. (BRAVO *et al.*, 2002). El factor de expansión (Fi) se define como la relación entre la superficie de referencia (en general 1 ha) y la superficie de la parcela por lo que para los diámetros mínimos inventariables los Fi utilizados son los siguientes: 127.32, 31.83 y 14.14 respectivamente.

VARIABLES DE MASA MEDIDAS Y CALCULADAS.

En cada árbol fueron registrados el diámetro normal (Dap) con forcípula registradora, la altura total con vertex y su posición (distancia al centro de la parcela y azimuth) con una estación total. Con respecto a la edad de la masa, para su estimación se empleó el método sin apeo del árbol, el cual consiste en extraer mediante el barrenado de incrementos o de Pressler tarugos a la altura del tocón y del diámetro normal del árbol sin que este sufra heridas severas. Posteriormente se cuentan los anillos de crecimiento para determinar la edad. Esta medición se realiza con equipos especialmente contruidos para este fin en el cual se escanean y analizan los anillos de crecimiento presentes en cada rodaja para determinar la edad de los árboles. (RÉGENT INSTRUMENT INC.,1997).

Dichos tarugos se emplearon además para tener una estimación de crecimiento con anillos de los últimos 5 años en todos los pies, y de esa forma se calculó el Dap 5 años antes de la medición. Como el objetivo es predecir la absorción de CO₂ en los siguientes 5 años, es necesario conocer las variables en el momento inicial de la predicción, es decir, cinco años antes de la medición de la parcela. Para conseguirlo se realiza el proceso conocido como Backdating (HANN *et al*, 2001), en el que se estiman las variables en el momento inicial a partir de ecuaciones de regresión que relacionan las variables que se deseen estimar, el Dap y variables de masa.

Una vez realizado el inventario forestal, se calcularon las variables de masa: área basimétrica (m²/ha), densidad (en n° de árboles/ha), diámetro medio cuadrático (cm.), índice de sitio (dm.) para el cual se trabajó con una edad índice de 80 años, (BRAVO OVIEDO *et al*, 2004) y el Índice de densidad de Reineke.

ESTIMACIÓN DE LA BIOMASA Y EL CO₂ ABSORBIDO EN EL ÁRBOL.

La fijación del CO₂ en la masa forestal fue calculada utilizando los modelos de biomasa desarrollados por MONTERO *et al.*, (2005), esto permite estimar la biomasa seca presente en el total del árbol (BT) y por fracciones del mismo, fuste (BF), raíces (BR), ramas con un diámetro superior a 7 centímetros (BR₇), ramas con un diámetro comprendido entre 2 y 7 centímetros (BR₂₋₇) y ramas con un diámetro inferior a 2 centímetros (BR₂); esto incluye las acículas. El modelo utilizado es de la siguiente forma: $Lg(Y) = a + b Lg(X)$

A partir de la determinación de la Biomasa seca, se calculó la proporción de Carbono (C) presente en la materia seca. Tal proporción es similar en las distintas especies leñosas, como también en las diversas partes de un árbol, (KOLLMANN, 1959), admitiéndose que todas las maderas contienen aproximadamente un 50 % de Carbono. Por otra parte si consideramos la proporción entre el peso de la molécula de CO₂ y el peso del átomo de C que la compone obtenemos la relación que se utilizará para pasar de Kg. de C a Kg. de CO₂ equivalente (44/12 = 3.67). Finalmente multiplicando los valores de biomasa por el contenido de carbono y por 3.67 obtenemos los valores de CO₂ en Kg. Los valores acumulados estimados de biomasa, Carbono y CO₂ se pueden observar en la tabla 4.

Para el cálculo del Incremento (T.ha⁻¹) de CO₂ en 5 años, se restó el CO₂ acumulado en el momento 2 (período medición 2002/2004) menos el CO₂ acumulado en el momento 1 (1997), cinco años antes tal como se muestra más adelante en la tabla 5.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Para analizar los diferentes factores que influyen en el secuestro del CO₂ en las masas de *Pinus pinaster*, se realizaron análisis de varianza (ANOVA) y regresión lineal múltiple.

El ANOVA se realizó con el menú “GLM Procedure” de SAS (2001). Se incluyó en el análisis a la ecorregión como factor para determinar la factibilidad de realizar 1 modelo general para las 5 ecorregiones que prediga el secuestro de CO₂. Los resultados del ANOVA se pueden observar en la Tabla 6.

Las hipótesis estadísticas planteadas son:

hipótesis nula: $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5$

hipótesis alternativa: al menos el valor promedio de una ecorregión es diferente.

Seguido al ANOVA, se efectuó el análisis de regresión lineal con la herramienta REG Procedure del menú MODEL de SAS. Las 13 ecuaciones predictoras de la variable respuesta, CO₂ total árbol, (Tabla 2), fueron ajustadas a los datos usando el método de mínimos cuadrados. Para comparar la bondad del ajuste de las funciones obtenidas se utilizó el coeficiente de determinación ajustado (R² adj). La capacidad predictora de los modelos obtenidos se calculó con el estadístico PRESS, descrito por MYERS (1991). En todos los ajustes se comprobó el cumplimiento de los supuestos de homogeneidad de variancia y de distribución normal de los residuos. Las variables regresoras utilizadas fueron: la densidad, la edad y el índice de sitio y transformaciones de las mismas para estabilizar la varianza. En los ajustes, evaluación y selección de modelos se adoptó en general la metodología descrita por MYERS (1991).

Tabla N° 2: Modelos lineales ajustados.

Table N° 2: Linear models fitted.

MODELO	EXPRESION
1	CO ₂ = Bo + B1*Edad + B2* IDR
2	LN CO ₂ = Bo + B1*Edad + B2* IDR
3	LN CO ₂ = Bo + B1*Edad + B2* LN IDR
4	LN CO ₂ = Bo + B1*100/Edad + B2* LN IDR
5	LN CO ₂ = Bo + B1*1/N + B2* LN DG
6	LN CO ₂ = Bo + B1*N + B2* LN DG
7	LN CO ₂ = Bo + B1*DG*E
8	LN CO ₂ = Bo + B1*LN N + B2* 100/Edad + B3*LN IDR
9	LN CO ₂ = Bo + B1*N + B2* IS
10	CO ₂ = Bo + B1*N + B2* IS
11	LN CO ₂ = Bo + B1*1/N + B2* LN IS
12	LN CO ₂ = Bo + B1*LN N + B2*LN IS
13	LN CO ₂ = Bo + B1*LN N + B2* LN IS + B3*100/Edad

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Resumen de variables de masa.

A continuación se muestra un resumen de los valores de las variables de masa para las 5 ecorregiones respecto al período de medición 2002-2004. (n=92 parcelas)

Tabla 3: Variables de masa expresadas por Ha. (años 2002-2004).
Table 3: Stand variables expressed per Ha. (years 2002-2004).

Variabes	Media	Mínimo	Máximo	Desvío
Dg	27.05	11.12	37.06	5.98
N	891.9	487	1897	440
IDR	796	440.8	1096	176
E	79	37	122	28
AB	39.1	23.9	55.4	9.07
IS	141.1	90.15	204.3	35.8

Valores estimados acumulados de Biomasa, Carbono y secuestro de CO₂.

En la Tabla 4 se resumen los valores acumulados de Biomasa, carbono y CO₂ total árbol y por fracción (Toneladas de materia seca/Ha) calculados con los modelos de MONTERO *et al.*, (2005)

Tabla 4: Biomasa, carbono y CO₂ total árbol y por fracción (T.ha⁻¹), años 2002 al 2004.
Table 4: Biomass, carbon and CO₂ total tree and per fraction (T.ha⁻¹), years 2002 at 2004.

Fracción	Media	Mínimo	Máximo	Desvío St.
BIOMASA TA a	129,27	44,68	216,54	37,90
BIOMASA TA r	37,25	13,90	60,01	10,36
BIOMASA TA	166,52	58,58	276,55	48,24
BIOMASA A f	106,73	36,46	179,28	31,51
BIOMASA Ar > 7	0,35	0,00	1,63	0,32
BIOMASA Ar 2-7	5,45	1,75	9,37	1,66
BIOMASA Ar < 2	16,74	6,43	26,46	4,56
CARBONO TA r	18,63	6,95	30,00	5,18
CARBONO TA	83,26	29,29	138,28	24,12
CARBONO A f	53,37	18,23	89,64	15,76
CARBONO Ar > 7	0,17	0,00	0,82	0,16
CARBONO Ar 2-7	2,72	0,87	4,68	0,83
CARBONO Ar < 2	8,37	3,22	13,23	2,28
CO ₂ TA a	239,470	81,990	397,350	23,948
CO ₂ TA r	68,780	25,500	110,120	6,454
CO ₂ TA	308,250	107,490	507,470	30,386
CO ₂ A f	197,830	66,910	328,980	19,942
CO ₂ Ar > 7	0,660	0,020	3,000	0,233
CO ₂ Ar 2-7	10,120	3,200	17,190	1,062
CO ₂ Ar < 2	30,865	11,800	48,560	2,823

Los resultados de la tabla 4 muestran que las masas naturales de *Pinus pinaster* en el Sistema Ibérico Meridional, tienen acumuladas en promedio 308.25 T.ha⁻¹ de CO₂ total árbol.

Resultados similares fueron encontrados por MONTERO *et al.*, (2004) en masas de *Pinus sylvestris* L. y *Quercus pyrenaica* Willd. en Segovia (Centro de España) con valores de 398 y 214 T.ha⁻¹ de CO₂ total árbol para cada Monte. Sin embargo en masas de Pino piñonero (*Pinus pinea* L) en la región de Andalucía, MONTERO *et al.*, (2002) encontraron almacenadas 103 T.ha⁻¹ de CO₂, cantidad que correspondería a menos de la mitad de CO₂ absorbido, si la comparamos con las de *Pinus pinaster* (308.25 T.ha⁻¹).

Tabla 5: Incremento de CO₂ total árbol y por fracción en 5 años de crecimiento en T.ha⁻¹
Table 5: Results of increment CO₂ in 5 years of growth by fractions tree in T.ha⁻¹

CO ₂ Fracción Árbol	Media	Mínimo	Máximo	Desvío St.
CO ₂ TA a	27,023	8,900	58,090	4,826
CO ₂ TA r	7,699	2,400	17,100	1,480
CO ₂ TA	34,727	1,130	75,030	6,304
CO ₂ A f	22,334	7,400	47,940	3,956
CO ₂ Ar > 7	0,092	0,002	0,386	0,026
CO ₂ Ar 2-7	1,147	0,392	2,420	0,194
CO ₂ Ar < 2	3,442	1,040	7,880	0,682

Los resultados de la Tabla 5 muestran que este tipo de masas fijan en promedio 34,72 T.ha⁻¹ de CO₂ total árbol como consecuencia de su crecimiento en un período de 5 años. (6,94 T.ha⁻¹ de CO₂ por año) acorde con lo estimado por MONTERO *et al*, (2004) en masas de *Pinus silvestris L.* y *Quercus pireaica Willd.* en la provincia de Segovia. Concluyen que se fijan por año 70872 TN. de CO₂ en Pinar de Valsaín sobre una superficie de 7216.8 ha (9.82 T.ha⁻¹ de CO₂) y en Matas de Valsaín 10725 TN. en 2161.5 ha (4.96 T.ha⁻¹ de CO₂ por año)

Análisis estadístico.

Los resultados del ANOVA se pueden apreciar en la tabla 6.

Tabla 6: Análisis de Varianza (ANOVA). Variable Dependiente: CO₂ Total árbol
Table 6: Analysis of Variance (ANOVA). Dependent variable: CO₂ Total tree.

Fuente	Grados Libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F Valor	P > F
ECOREGIONES	4	974,778	243,694	1,08	0,3709
Error Experimental	87	19610,96	225,41		
TOTAL	91	20585,74			

Acorde a los resultados de la tabla 6, la ecorregión no resultó significativa ($P \geq 0.05$). El valor F de tabla con 4 grados de libertad para el factor y 87 para el error experimental es de 2,48 resultando mayor al valor F calculado (Fo) de 1,08. De esta manera Fo se encuentra en la región de aceptación de la hipótesis nula; no existiendo diferencias estadísticamente significativas entre las 5 ecorregiones estudiadas. Consecuentemente se construirá un modelo general para todas las ecorregiones, para estimar el secuestro de CO₂.

Tabla 7: Estadísticos de bondad y capacidad de predicción de los modelos ajustados y parámetros ajustados.

Table 7: Statistics of model goodness and prediction capabilities and fitted parameters.

MODELO	R ² adj.	PRESS	B0	B1	B2	B3
1	0,498	10771	48,972	-0,3828	0,0175	-
2	0,523	112,52	3,629	-0,0112	0,0008	-
3	0,530	112,33	0,4399	-0,011	0,5798	-
4	0,646	107,31	-2,11	0,3835	0,7448	-
5	0,442	115,01	5,4061	-169,73	-0,5168	-
6	0,386	116,10	5,116	0,00032	-0,5987	-
7	0,495	111,54	4,042	-0,000302	-	-
8	0,6857	105,26	-1,667	0,240	0,307	0,4584
9	0,604	109,22	2,14	0,0007	0,051	-
10	0,616	8368	-10,075	0,237	0,176	-
11	0,625	110,03	0,378	-271,29	0,711	-
12	0,67	106,47	-3,949	0,575	0,734	-
13	0,686	105,70	4,52	0,4937	0,4883	0,108

Modelo final seleccionado

Se seleccionó el modelo 13 que presentó mayor valor de R² adj. y menor valor PRESS, aquel que tuvo todos sus términos significativos ($P < 0,05$) y que cumplió con las hipótesis de partida sobre los residuales. En la figura 2 se representan gráficamente los residuos del modelo frente a los valores predichos por el mismo. Se observa el cumplimiento de homocedasticidad de los residuales crudos, descartándose inflación de varianza, resultado del buen ajuste del modelo.

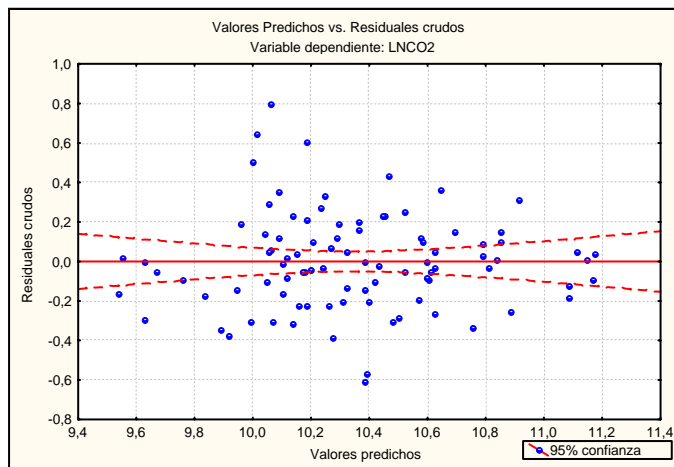


Figura 2: Gráfico residuos crudos vs. Valores Predichos.

Figure 2: Raw residual graphics vs. Predictive values

Simulación de diferentes escenarios de manejo de la masa respecto al secuestro de CO₂.

Con la ecuación seleccionada (ec. 13) se construyó un ejemplo de evolución del número de árboles con la edad y el secuestro de CO₂ para una masa con un índice de sitio de 21 y considerando un período de crecimiento de 5 años. (tabla 8 y figura 3). Los resultados muestran una disminución en el secuestro del CO₂ con el aumento de edad y disminución en el número de árboles. Se observa además el impacto positivo de las variables independientes,

densidad e índice de sitio, respecto al incremento en el secuestro de CO₂. Estos resultados son acordes respecto al conocimiento de la silvicultura actual.

Tabla 8: Simulación de manejo de la masa y secuestro de CO₂.
Table 8: Simulation management mass and CO₂ sequestration.

Edad (años)	Nº de árboles	CO ₂ (T.ha ⁻¹)
20	1800	28,48
29	1042	18,36
39	648	13,19
62	417	9,57
80	277	7,52

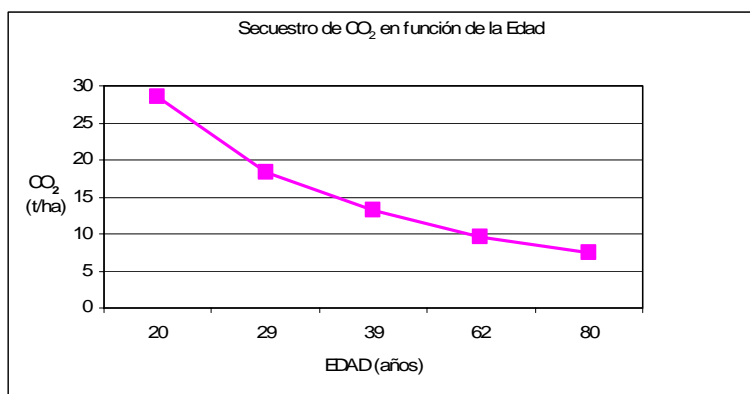


Figura 3: Valores de secuestro de CO₂ en función de la edad.
Figure 3: Sequestration values of CO₂, based on the age.

CONCLUSIONES

Para el ajuste de los modelos de secuestro de CO₂, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las diferentes ecorregiones bajo estudio.

Los valores de los coeficientes de determinación ajustados (R²) arrojaron valores que van de 0.5 a 0.68 aproximadamente. El mejor modelo lineal (ecuación 13) incluyó como variables independientes, la edad, el logaritmo natural de la densidad y del índice de sitio.

El modelo final para predecir el secuestro de CO₂ total árbol (T.ha⁻¹) en 5 años de crecimiento de las masas de *Pinus pinaster* en el Sistema Ibérico Meridional es el siguiente:

$$\text{LnCO}_2 = - 2.38567 + 0.49371 * \text{LN } N + 0.48830 * \text{LN } \text{IS} + 0.10882 * 100/\text{Edad.}$$

Esta ecuación general se desarrolló para estudiar la influencia de la edad, densidad e índice de sitio con respecto al incremento en el secuestro de CO₂ del Pino negral en el centro de España, proponiendo una vía de análisis útil para el diseño de diferentes estrategias de manejo silvicultural tendientes a optimizar el secuestro de carbono en este tipo de bosques.

Aunque el uso de métodos de modelización aumenta nuestro conocimiento, la utilización de modelos de crecimiento que incluyan el efecto del cambio climático en las estimaciones facilitaría aún más la comprensión de los procesos biológicos.

Sería recomendable continuar con estudios serios sobre secuestro de dióxido de carbono tanto en bosques nativos como implantados, para fomentar el mercado de bonos de carbono y amortiguar los impactos del cambio climático.

BIBLIOGRAFÍA

- BIRDSEY R, Platinga A, Heath L. 1993. Past and prospective carbon storage in Unit States forests. *Forest Ecology and Management*. 58, 33-40.
- BRAVO, F., Del Río, M., Del Peso, C. 2002. El Inventario Forestal Nacional: Elemento clave para la Gestión Forestal Sostenible. Editó: Fundación Universidad de Valladolid.
- BRAVO-OVIEDO, F. 2004. Actas de la reunión de modelización forestal. Cuaderno N° 18 de la Sociedad Española de Ciencias Forestales. 18: 237-242.
- BRAVO-OVIEDO, A., Río, M., Montero, G. 2004. Site index curves and growth model for Mediterranean Maritime pine (*Pinus pinaster Ait.*) in Spain. *For Eco. Manage*. 201: 187-197
- BRAVO, F., Bravo-Oviedo, A., Diaz-Balteiro, L. 2008. Carbon sequestration in Spanish Mediterranean forest under two management alternatives: A modelling approach /*European Journal of Forest Research* /DOI 10.1007/s10342-007-0198-y.
- DIXON, R. K., Brown S, Houghton R A, Solomon A M, Trexler M, Wisniewski J.1994. Carbon pools and flux of global forest ecosystems. *Science* 263, 185-190.
- ELENA RESELLÓ R. 1996. Clasificación bioclimática de la España Peninsular y Baleares, Madrid. Ministerio de Agricultura, 446 pp.
- GUCINSKI, H, Vance E, Reiners W. 1995. Potencial effects of global climate change. In Smith, W.K; Hinckley, T.M (eds.) *Ecophysiology of Coniferous Forests*. Academic Press, New York, Chapter 10, pp. 309-331.
- HANN, D., Hanus, M., 2001. Enhanced mortality equations for trees in the mixed conifer zone of Southwest Oregon. Oregon State University. Forest Research Laboratory.34 p.
- IPCC. 2007. Climate Change: The Physical Science Basis Summary for Policymakers. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Paris, February 2007. 18 pp.
- KOLLMANN, F, 1959. *Tecnología de la Madera y sus aplicaciones / traslation of second edition in Germano "Technologie des Loses und der Holzwerkstoffe: mit 1194 Abbildungen im Text und 6 Tafeln"*. Springer; Berlin.
- LEWIS, D, Turner D, Winjum J.1996. An inventory-based procedure to estimate economic costs of forests management on a regional scale to conserve and sequester atmospheric carbon. *Ecology* 16, 35-49.
- MYERS, RH. 1990. *Classical and Modern Regression with Applications*. Boston, USA. PWS-KENT Publishing Company.488 pp.
- MONTERO, G., Alonso, A., Ruiz-Peinado, R.,Cañellas, I., Candela, J.A., Pavón, J. 2002. Fijación de CO₂ por masas de pino piñonero en Andalucía *Forestalia* 7:1-8
- MONTERO, G.; Río, M.; Cañellas, I.; Muñoz, M.; Rojo, A. 2003. Including CO₂ fixation in the evaluation of silvicultural alternatives in Scots pine stands in Spain. *Decision Support for Multiple Purpose Forestry*. Vienna, April-23rd-25th.
- MONTERO, G, Muñoz M, Dones J, Rojo A. 2004. Fijación de CO₂ por *Pinus sylvestris* L. y *Quercus pyrenaica* en los montes de Pinar de Valsaín y Matas de Valsaín. *Revista de Investigaciones Agrarias: Sistemas y Recursos Forestales* 13(2):399-415
- MONTERO, G., Ruiz-Peinado, R., Muñoz, M. 2005. Producción de Biomasa y fijación de CO₂ por los bosques españoles. *Monografías INIA, Serie Forestal*, no. 13, 270 pp.

- OSORIO, L, Bravo F, Pando V. 2006. Carbon sequestration in Mediterranean Maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.) forests in central Spain under traditional management method. Proceedings of the IUFRO Div 4 2006 International meeting. "Managing forest ecosystem The challenges of Climate change". Palencia, Spain, April 3rd – 7th.
- RÉGENT INSTRUMENT INC. 1997 a. WINDENDRO V 6.2 REFERENCE. Regent Instrument Inc, Quebec. 34 pág.
- SAS INSTITUTE INC, 2001. SAS/STAT™. User's Guide, Release 8.2, Cary, N.C. USA.
- VAN KOOTEN, G, Binkley C, Delcourt G.1995. Effect of carbon taxes and subsidies on optimal forest rotation age and supply of carbon services- *An. J. Agric. Econ.* 77, 365-374.

MODELOS INDIVIDUALES PARA LA RELACIÓN DIÁMETRO ALTURA EN *Pinus taeda* L, EN MISIONES, ARGENTINA.

INDIVIDUAL MODELS FOR DIAMETER-HEIGHT RELATIONSHIP IN *Pinus taeda* L. MISIONES, ARGENTINA.

Ignacio Raúl Fosco¹
Rubén Alberto Costas¹
Silvia Marisel Korth¹

¹ Ing. Ftal. Facultad de Ciencias Forestales (U.Na.M.). Bertoni 124. (3380) Eldorado, Misiones, Argentina.
rualcostas@yahoo.com.ar

SUMMARY

Was evaluated individual models predictive of the height of each tree planting of *Pinus taeda* L., carried out in the northeast of Argentina, taking as predictive variables diameter at breast height (DBH) and the age of the stand. They used data from a trial generated from a regular *Pinus taeda* stand provenance Marion, established in 1996 in the town of Garuhapé-mí, Department Libertador Gral. San Martín, Misiones, Argentina. Results are presented on the settings of 11 linear models and 9 non-linear models, selecting the most appropriate in terms of graphic representations and the use of statistical comparison. The utility of the use of predictive models for estimating the Ht (total height), it is necessary to obtain Diameter-height relationship allowing calculate the heights of all trees within the plot, as it usually is only an inventory extent Ht sub-sample of a tree.

Key words: Individuals models. *Diameter-height relationship. Pinus taeda, Misiones*

RESUMEN

Fueron evaluados modelos individuales predictivos de la altura de cada árbol para plantaciones de *Pinus taeda* L., realizadas en el NE de Argentina, tomando como variables predictoras al diámetro a la altura del pecho (DAP) y la edad de la masa. Para el ajuste de los modelos fueron utilizados los datos de un ensayo generados a partir de una masa regular de *P. taeda* Marion, implantada en 1996 en la localidad de Garuhapé-mí, Departamento Gral. Libertador San Martín, Misiones, Argentina. Se muestran los resultados de los ajustes de 11 modelos lineales y 9 modelos no lineales, seleccionando el más adecuado en función de representaciones gráficas y estadísticos de comparación. La utilidad de uso de los modelos predictivos para la estimación de la Ht (altura total), es necesaria para obtener relaciones hipsométricas para predecir las alturas de todos los árboles dentro de la parcela, ya que habitualmente en un inventario sólo es medida la Ht de una submuestra de árboles.

Palabras clave: Modelos individuales, *Relación diámetro-altura, Pinus taeda, Misiones.*

INTRODUCCIÓN

El diámetro normal y la altura total son las dos principales variables que se miden en los inventarios forestales y su conocimiento es necesario para calcular las existencias como para su uso en los modelos de crecimiento.

El diámetro normal se puede medir en todos los árboles de las parcelas de inventario con un bajo costo, en cambio la medición de la altura total debido a su mayor dificultad tiene un costo más elevado, por lo que es medida en una muestra de árboles. Debido a esto es posible desarrollar modelos de regresión que permiten estimar la altura de un árbol en función de su diámetro normal, bien mediante modelos lineales o más usualmente a través de modelos no lineales, que pueden denominarse curvas altura-diámetro locales (Prodan *et al.*, 1997).

Tales modelos se ajustan separadamente para cada masa, rodal o estrato, esto conlleva algunos problemas cuando se intentan aplicar a las masas forestales (Prodan *et al.*, 1997): (1) la curva de alturas de rodales jóvenes, en general tiene pendientes más fuertes, mientras que a medida que aumenta la edad o se reduce la calidad, la curva se aplana; (2) la curva de alturas se desplaza con la edad, variando para cada clase sociológica; (3) los árboles que crecen en masas de elevada densidad tienen un diámetro menor, para la misma altura, respecto a los que crecen en masas menos densas, consecuencia de la mayor competencia entre individuos. Crechi *et al.* (1998) y Crechi *et al.* (1999), ajustaron este tipo de funciones y las incorporaron en el Simulador Forestal V 2.0 para *Pinus elliottii* y *Pinus taeda* L. en la provincia de Misiones, Argentina. Costas y Rodríguez (2002) ajustaron un conjunto de funciones predictivas de la altura media en función del diámetro medio y en algunos casos de la edad de la masa de *Pinus elliottii*, con datos recolectados en ensayos regionales, utilizando como base funciones hipsométricas.

El objetivo de este trabajo fue obtener modelos individuales predictivos de la Ht de cada árbol en un ensayo de *Pinus taeda* L., utilizando como variables regresoras al DAP de cada árbol y la EDAD de la plantación.

MATERIAL Y MÉTODOS

Características del ensayo

El material experimental es un ensayo generado a partir de una masa regular de *P. taeda* Marion, implantada en 1996 en el paraje Garuhapé-mí, Departamento Libertador Gral. San Martín, Misiones. La superficie total del ensayo es de 19.080 m², instalado sobre un suelo correspondiente a un Kandudult típico, Soil Taxonomy. La pendiente máxima del área es menor al 3%. El material del ensayo fue homogéneo respecto del material genético y tratamientos culturales realizados hasta el tercer año de edad.

En el ensayo se combinaron de manera factorial cuatro alturas finales de poda, tres niveles diferentes de número de levantes de poda y tres densidades manejadas con raleos por lo bajo. Cada una de las 36 combinaciones de densidad y tratamientos de poda tuvo dos parcelas como repeticiones. (Costas *et al.*, 2005).

Desde el 4° (año 2000) hasta el 7° año de edad (2003) fueron medidos los diámetros a la altura de pecho (DAP), las alturas de poda (Hp) y las alturas totales (Ht) de los árboles de todas las unidades experimentales. Los estadísticos de las variables DAP, EDAD y Ht se muestran más abajo en la tabla 1. En los años 2004, 2005 y 2006, se midieron todos los DAP y algunas alturas por tratamiento. El número total de pares DAP-H en 7 años de medición (2000-2006) fue de 4780. Con la información de las variables obtenidas, algunas transformaciones y combinaciones entre ellas, se ajustaron funciones lineales y no lineales predictores de Ht.

Modelos individuales de la Ht

Para efectuar los ajustes estadísticos, en general se aplicaron los procedimientos recomendados por Myers (1990). Como un primer paso para observar el grado de relación lineal de las *variables independientes*, se efectuó una matriz de correlación con todas las

variables regresoras puras y transformadas tal como se muestra en la tabla 2. Esto es útil para diagnosticar la presencia de correlaciones altas entre las variables regresoras, que estando fuertemente asociadas entre sí suelen producir modelos sobreespecificados o sobreparametrizados.

Los modelos ajustados fueron generados y modificados a partir de ecuaciones identificadas en el ámbito forestal con el nombre de sus autores, como CURTIS, GADOW, WEIBULL, CHAPMAN-RICHARDS, MITCHERLICH y WANG & TANG, incorporando en una primera etapa una sola variable regresora, el **DAP**. Posteriormente se comprobó el cumplimiento de los supuestos del método de mínimos cuadrados respecto los residuales (presencia de homocedasticidad u homogeneidad de varianza, normalidad y ausencia de autocorrelación o independencia) y se realizaron transformaciones en las ecuaciones para estabilizar la varianza residual. Para aumentar la capacidad de predicción y la calidad de los ajustes, se incorporó la variable regresora **edad (E)**.

Además se utilizaron procedimientos de regresión “paso a paso”, para seleccionar modelos que tienen en cuenta el grado de importancia de las variables regresoras, con los cuales se llega a “entrar o remover” a las mismas. En este trabajo se utilizó la “selección Forward Stepwise” la cual produce una selección de las variables por etapas. En cada etapa, todas las variables presentes en el modelo "completo" fueron evaluadas a través de una prueba F parcial.

Los *modelos lineales* fueron ajustados utilizando el **método de mínimos cuadrados ordinario**. En cada ajuste se obtuvo, el coeficiente de determinación ajustado (R^2 adj), como indicador de la **calidad de ajuste**. Simultáneamente a la obtención de estimaciones de los coeficientes de regresión de cada modelo, se utilizó la prueba “t” ($P < 0,05$) para determinar el grado de contribución de cada término en la predicción de cada variable respuesta. Para cada modelo lineal ajustado se calculó el estadístico PRESS, resultante de la suma de cuadrados de residuales de predicción (Myers, 1990) utilizado como indicador de la **capacidad predictiva** de cada función.

Finalmente se seleccionó el modelo que presentó mayor valor de R^2 adj. y menor PRESS, aquel que tuvo todos sus términos significativos, que cumpla con los supuestos del método de ajuste y que sea un modelo con sentido biológico, sencillo y práctico para estimar la altura total. Para observar la evolución de la Ht predicha para las diferentes edades de la masa y verificar el comportamiento del modelo seleccionado, se construyó un gráfico correspondiente.

Con respecto al ajuste de modelos *no lineales* el procedimiento de ajuste fue a través del procedimiento **Cuasi-Newton**, ya que se llega a la convergencia con menos iteraciones que otros métodos como el de Gauss Newton, dados iguales valores iniciales. En cada ajuste se obtuvo, el coeficiente de determinación ajustado (R^2 adj) y el error estándar de estimación (S_{xy}), calculado con la formula $S_{xy} = (SC_{RES} / n)^{0,5}$. En todos los ajustes se comprobó el cumplimiento de los supuestos de homogeneidad de variancia y de distribución normal de los residuos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El gráfico 1 muestra el diagrama de dispersión de los 4780 pares de valores (DAP, Ht), en el cual es posible apreciar la factibilidad de ajustar **relaciones hipsométricas**.

En la Tabla 1 se muestran algunos estadísticos que caracterizan a las variables regresoras y respuesta utilizadas para los ajustes de los modelos. En gráfico 1 se puede observar el diagrama de dispersión DAP-H obtenido .

Tabla 1: Medidas de posición y de dispersión de las variables regresoras y dependiente (Ht).
Table 1: Measures of position and variability regressors and dependent variables (Ht).

VARIABLE	MEDIA	MIN	MAX	SD	CV(%)
X ₂ EDAD (años)	4,9	3	9	1,81	36,8
X ₁ DAP(cm)	15,69	3,1	49,7	5,81	37,05
Y Ht (m)	10,49	2,57	19,6	3,27	31,23

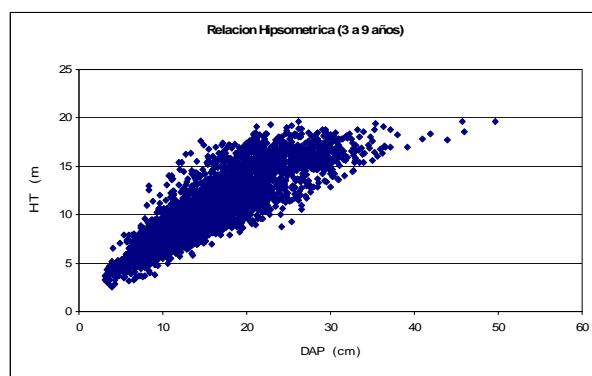


Gráfico 1: Diagrama de dispersión con los pares de valores DAP-H o relación hipsométrica.
Graphic 1: Diagram scattering pairs of values DBH-H or hypsometric relation.

Modelos lineales ajustados

Predicción de la altura total

En la tabla 2 se puede observar la matriz de correlaciones entre las variables y/o sus transformaciones utilizadas.

Tabla 2: Valores del coeficiente de correlación R de Pearson calculado.
Table 2: Values of the correlation coefficient R Pearson calculated.

	E	Dap	Lndap	1/dap	dap ²	edad ²	edad*dap	1/(dap*edad)	lnedad	1/edad	ht
E	1,000	0,742	0,702	-0,583	0,717	0,988	0,911	-0,720	0,986	-0,945	0,909
Dap	0,742	1,000	0,962	-0,833	0,970	0,714	0,924	-0,797	0,751	-0,738	0,856
INDAP	0,702	0,962	1,000	-0,947	0,875	0,661	0,845	-0,907	0,728	-0,734	0,850
1/dap	-0,583	-0,833	-0,947	1,000	-0,703	-0,535	-0,685	0,951	-0,621	0,643	-0,753
Dap ²	0,717	0,970	0,875	-0,703	1,000	0,705	0,930	-0,668	0,709	-0,681	0,800
Edad ²	0,988	0,714	0,661	-0,535	0,705	1,000	0,910	-0,654	0,949	-0,885	0,883
Edad*dap	0,911	0,924	0,845	-0,685	0,930	0,910	1,000	-0,719	0,888	-0,841	0,913
1/(dap*edad)	-0,720	-0,797	-0,907	0,951	-0,668	-0,654	-0,719	1,000	-0,777	0,813	-0,821
Lnedad	0,986	0,751	0,728	-0,621	0,709	0,949	0,888	-0,777	1,000	-0,986	0,913
1/edad	-0,945	-0,738	-0,734	0,643	-0,681	-0,885	-0,841	0,813	-0,986	1,000	-0,892
Ht	0,909	0,856	0,850	-0,753	0,800	0,883	0,913	-0,821	0,913	-0,892	1,000

En la tabla 3 se muestran los 11 modelos lineales ajustados para predecir la altura total de cada árbol y sus estadísticos indicadores de la calidad de ajuste y capacidad de predicción. Las funciones 1 y 2 fueron las únicas que no contuvieron a ninguna variable vinculada con el

tiempo (EDAD). De los ajustes de las 9 funciones que contuvieron variables de tiempo, resultó que todas tuvieron mayores valores de R^2 adj. y menores valores PRESS que las funciones 1 y 2. Se destacaron las funciones identificadas con los números 3, 4, 5, 6, 9, 10 y 11 que fueron las que tuvieron los menores PRESS y los mayores R^2 adj. Como en todas ellas resultaron incluidas variables relacionadas a la edad se observó un notable aumento de la bondad del ajuste y la capacidad de predicción, puede deducirse que la edad es una variable relevante para explicar la variabilidad de la altura predicha. Los resultados de la regresión paso a paso no evidenciaron aportes significativos de las variables $\ln(\text{edad})$, dap^{-1} y E^2 . Además se verificó en los modelos sobresalientes el cumplimiento de los supuestos de homocedasticidad y de distribución normal de los residuales, observándose muy leves apartamientos de los mismos. Todos los términos independientes de los modelos presentados en la tabla 3 resultaron estadísticamente significativos al aplicarse la prueba “t” ($P < 0,05$).

Tabla 3: Expresión de los modelos lineales simples y múltiples predictivos de la Ht. con sus estadísticos de ajuste.

Table 3: Linear simple and multiple models predictive of Ht their fitted statistics.

M	Expresión
1	$Ht = b_0 + b_1 \text{dap}$
2	$Ht = b_0 + b_1 \text{dap}^2$
3	$\ln(Ht) = b_0 + b_1 \text{dap}^{-1} + b_2 E^{-1} + b_3 (E \text{dap})^{-1}$
4	$\ln(Ht) = b_0 + b_1 \text{dap}^{-1} + b_2 (E \cdot \text{dap})^{-1} + b_3 (\text{dap} E)^{-1}$
5	$Ht = b_0 + b_1 E + b_2 \ln(\text{dap})$
6	$\ln(Ht) = b_0 + b_1 E + b_2 \ln(\text{dap})$
7	$Ht = b_0 + b_1 E + b_2 \text{dap}^{-1}$
8	$Ht = b_0 + B_1 \ln(\text{dap}) + b_3 \ln(E)$
9	$Ht = b_0 + b_1 E \text{dap} + b_2 (E \text{dap})^{-1} + b_3 E + b_4 \ln(\text{dap}) + b_5 \text{dap}^2 + b_6 E^{-1} + b_7 \text{dap}$
10	$\ln(Ht) = b_0 + b_1 E + b_2 \text{dap}^{-1}$
11	$Ht = b_0 + b_1 \text{dap} + b_2 E$

Tabla 4: Parámetros de los modelos y estadísticos indicadores de la calidad de ajuste y capacidad de predicción.

Table 4: Parameters of the models and fitted statistical of the quality adjustment and predictability.

M	B0	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	R^2 adj	PRESS
1	2,921	0,482	-	-	-	-	-	-	0,73	13711
2	7,116	0,012	-	-	-	-	-	-	0,64	18487
3	3,442	-8,12	13,03	-3,4	-	-	-	-	0,90	4883,57
4	2,286	2,662	0,002	-20	-	-	-	-	0,89	4885,07
5	-4,64	1,118	3,593	-	-	-	-	-	0,914	4392,6
6	0,592	0,085	0,454	-	-	-	-	-	0,88	4894,46
7	6,675	1,291	-34,2	-	-	-	-	-	0,901	5051,5
8	-7,65	3,386	5,926	-	-	-	-	-	0,906	4814,3
9	-14,660	0,0158	90,31	0,61	11,52	0,0033	-13,11	-0,61	0,916	4279,41
10	2,156	0,102	-4,85	-	-	-	-	-	0,894	4885,27
11	1,494	0,227	1,105	-	-	-	-	-	0,899	5187,2

Análisis de residuos

Se inició la evaluación de los mismos con el modelo 11 el cual conserva las 2 variables regresoras puras sin transformación alguna. Se obtuvieron los siguientes resultados: todos sus coeficientes fueron significativos, el R^2 adj. fue = 0, 89. En el gráfico 2, se aprecia la **tendencia heterogénea** de los residuos estandarizados respecto del DAP. En algunos casos es de esperar tendencias cuadráticas de los residuos estandarizados respecto de las variables independientes, en caso de existir esta tendencia sería necesario incorporar un término de las variables al cuadrado o transformaciones sobre las mismas, lo cual mejoraría la calidad de ajuste y la capacidad de predicción de Ht. Se encontraron datos aberrantes cuyo residual estandarizado supera al valor de 3, esto indicaría la presencia de datos sospechosos en la base de datos, pero se optó por no eliminarlos luego de chequear posibles errores de medición y/o de registro.

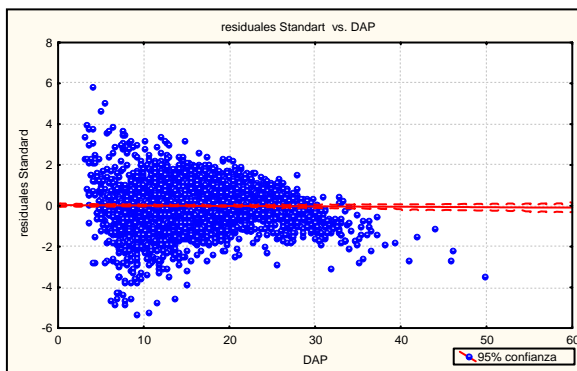


Gráfico 2: Residuos estandarizados vs. DAP.
Graphic 2: Standard residuals vs. DBH.

Seguidamente el análisis de residuos se efectuó sobre los modelos candidatos 3, 4, 5, 6, 9 y 10 que tuvieron los menores PRESS y los mayores R^2 adj.

Modelo final seleccionado

El modelo 9 fue el que presentó mayores valores de R^2 adj. y menor valor PRESS, tuvo todos sus términos significativos y cumplió con las hipótesis de partida con respecto al cumplimiento de homocedasticidad, normalidad e independencia de los residuales. Aunque tuvo el mejor comportamiento estadístico, presenta la desventaja de ser un modelo con muchos parámetros, lo cual dificulta el procesamiento de los datos. Por tal motivo se seleccionó un modelo más sencillo pero estadísticamente robusto, la ecuación 5, de similares valores PRESS y R^2 adj. que el modelo 9. La expresión obtenida de la función 5 es la siguiente:

$$Ht = - 4,64 + 1,118 E + 3,593 \ln(dap)$$

Análisis de residuos para el Modelo final seleccionado.

En el gráfico 3 puede observarse el cumplimiento de homocedasticidad, es decir la varianza de los residuales crudos es homogénea, no habiendo inflación de varianza. En el gráfico 4 son mostrados los valores predichos de Ht vs los valores observados y en el cual se evidencia el buen ajuste del modelo.

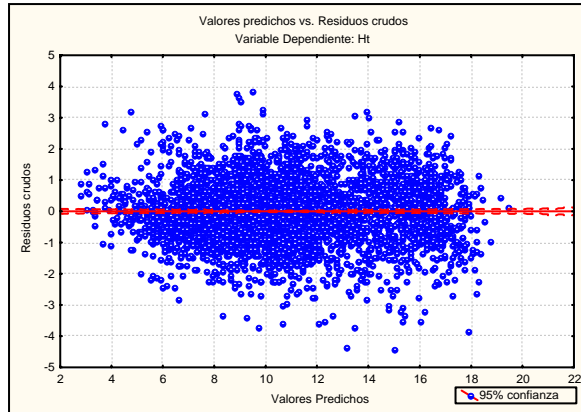


Gráfico 3: Residuales crudos vs. Ht predicha.
Graphic 3: Raw residual vs. Predicted Ht.

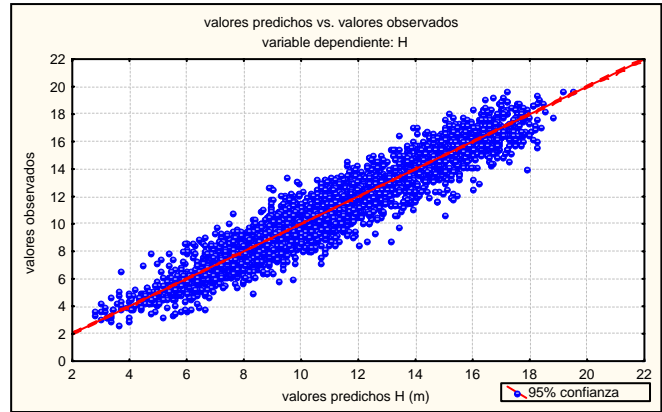


Gráfico 4: Valores predichos Ht vs observados.
Graphic 4: Predicted Ht values vs Observed.

En el gráfico 5 se aprecia la distribución normal de los residuales crudos cumpliéndose así la hipótesis sobre normalidad de los residuales. Por otro lado en el gráfico 6 se observa una dispersión más homogénea de los residuales crudos frente a la variable regresora, evidenciándose de esta manera que las transformaciones de la variable regresora son adecuadas para formar parte del modelo.

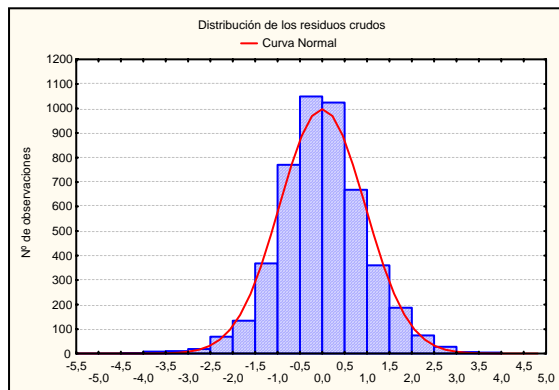


Gráfico 5: Normalidad de los residuos crudos.
Graphic 5: Normality of raw residual.

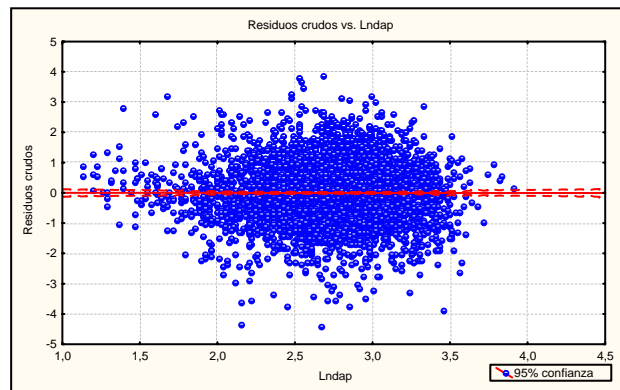


Gráfico 6: Residuos crudos vs. Lndap.
Gráfico 6: Raw residual vs. DBH.

Evolución de la Ht predicha por el modelo 5

Para graficar la evolución de la Ht predicha por el modelo nº 5 para las diferentes edades de la masa de *Pinus* se construyó el gráfico 7.

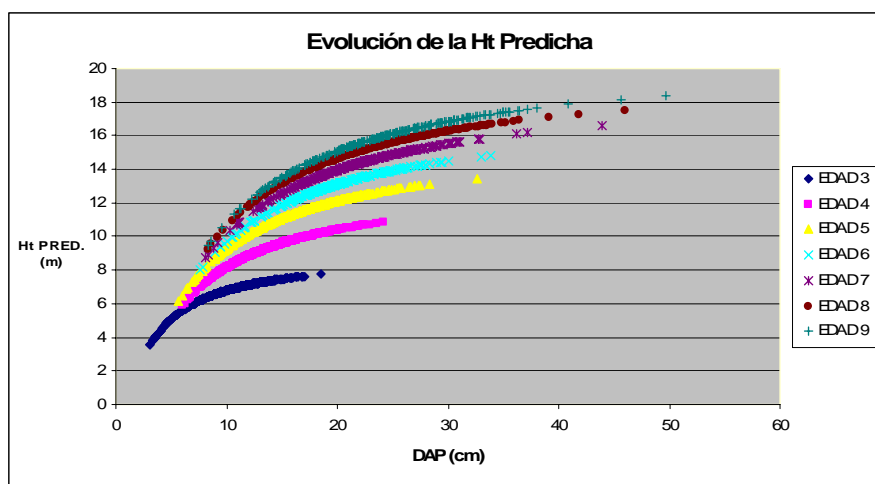


Gráfico 7: Evolución de la altura total predicha por el modelo.
Graphic 7: Evolution of the total height predicted by the model.

Modelos no lineales ajustados

En la tabla 4 se muestran las expresiones de los 9 modelos ajustados, los autores de los mismos, los parámetros del modelo, el R^2 adj. y el S_{xy} .

Tabla 4: Modelos no lineales múltiples predictivos de la Ht con sus ajustes.
Table 4: Multiple nonlinear models predictive of Ht with their fitted.

Modelo no lineal y autor	Expresión	B0	B1	B2	B3	R^2 adj	S_{xy}
1. CHAPMAN-RICHARS	$Ht=1,3+b_0*(1-\exp(-b_2*dap))^b_3$	22,261	0,0454	1,26967	-	0,74	1,64
2. GADOW	$Ht=1,3+(b_0*E^{b_1*dap}b_2*E^{b_3})$	1,3169	0,2995	0,3637	0,299	0,904	1,013
3. HUANG & TANG	$Ht=1,3+b_0*E^{b_1*\exp(-b_2/dap)}$	5,1953	0,6085	5,69690	-	0,91	0,94
4. CURTIS	$Ht=1,3+\exp(b_0+b_1*1/dap+b_2*1/E+b_3*1/dap*E)$	3,4426	-8,265	-3,92925	12,24	0,91	0,97
5. POTENCIAL	$Ht=b_0*b_1^{dap}$	5,7708	1,0374	-	-	0,66	1,88
6. MITERLICH	$Ht=b_0*(1-\exp(-b_1*dap))$	25,697	0,0346	-	-	0,74	1,64
7. WEIBULL	$Ht=b_0-b_1*\exp(-b_2*dap^{b_3})$	-9021	-91344	0,01257	-0,0065	0,72	1,72
8. LOGISTICO	$Ht=b_0/(1+b_1*EXP(-b_2*dap))$	0,7309	-0,905	-0,0016	-	0,52	2,25
9. EXPONENCIAL	$Ht=b_0*\exp(b_1/dap)$	22,94	-11,4	-	-	0,71	1,73

Modelo final seleccionado.

Los modelos no lineales 2, 3 y 4 fueron los que presentaron mayores valores de R^2 adj. y menores valores de S_{xy} . De estos 3 modelos, se seleccionó el modelo 3 o Modelo No Lineal Múltiple de HUANG & TANG arrojando el mayor valor del coeficiente de determinación ajustado (R^2 adj = 0,91) y menor error estándar de la estimación ($S_{xy} = 0,94$). Su expresión es

$$Ht = 1,3 + 5,1953 E^{0,6085} \exp(-5,69690/Dap)$$

En los análisis de residuales del modelo no lineal seleccionado, pudo observarse homogeneidad de varianza y distribución normal de los residuales.

CONCLUSIONES

Todos los modelos ajustados por métodos de regresión lineal como no lineal, arrojaron valores medianos a altos de coeficientes de determinación ajustados; que van desde 0,52 a 0,91 aproximadamente. Se obtuvieron modelos mejores en calidad de ajuste y en capacidad de predicción al incorporar la variable vinculada a la EDAD de la masa para predecir Ht.

Los modelos obtenidos para predecir la Ht de árboles en plantaciones de *Pinus taeda* L en función del DAP y de la EDAD, se muestran confiables para ser utilizados en situaciones similares a las observadas en el ensayo donde se obtuvieron los datos.

AGRADECIMIENTOS

A los académicos del Campus de Palencia, Universidad de Valladolid (UVa), España, por facilitar el uso de programas para la realización del procesamiento de los datos, durante una estancia de uno de los autores de este trabajo.

BIBLIOGRAFIA

CRECHI, E., FASSOLA, H., FRIEDL, A. 1998. Simulador Forestal *Pinus elliottii* V 1.0. Manual de descripción técnica. Programa Cooperativo Simulador Crecimiento INTA - FCF. Montecarlo, Misiones, Argentina. 18 p.

CRECHI, E., FASSOLA, H., FERRERE, P. 1999. Simulador Forestal *Pinus taeda* V 2.0. Manual técnico. Programa Cooperativo Simulador Crecimiento INTA. Montecarlo, Misiones, Argentina. 16 p.

COSTAS R, MAC DONAGH P, WEBER E, FIGUEREDO S, IRSCHICK P. 2005. Influencias de la densidad y podas sobre la producción de *Pinus taeda* L a los 7 años de edad. Ciencia Florestal, año/Vol 15, numero 003. Univ. Federal de Santa Maria, Brasil. pp 275-284.

COSTAS R, RODRIGUEZ G. 2002. Relaciones hipsométricas promedios para *Pinus elliottii* Engl. en Misiones y NE de Corrientes. Novenas Jornadas Técnicas Forestales. INTA-FCF-MEYRNRYT-Eldorado, Misiones, Argentina

MYERS, R. H. 1990. Classical and Modern Regression with Applications. Second Edition. PWS-KENT Publishing Company. Boston.

PRODAN, M.; PETERS, R.; COX, F. Y REAL, P. 1997. Mensura Forestal. IICA-BMZ/GTZ. San José. Costa Rica. 561pp.

ANÁLISIS POR ENVOLTURA DE DATOS (DEA) COMO HERRAMIENTA PARA COMPARAR LA EFICIENCIA TÉCNICA RELATIVA DE PARCELAS SILVOPASTORILES

DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA) AS A TOOL FOR COMPARING RELATIVE TECHNICAL EFFICIENCY OF SILVOPASTURE PARCELS

Gregory E. Frey¹

¹Department of Forestry and Environmental Resources, Campus Box 8002, North Carolina State University, Raleigh, NC, 27695, U.S.A. gefrey@ncsu.edu

SUMMARY

Silvopasture is a form of agroforestry that incorporates trees, livestock and pasture on a single parcel of land, and can provide numerous benefits. In northeast Argentina, this technology has become moderately adopted by different types of producers, through extension programs. The next steps in research and extension should be to identify those farmers whose specific practices are the most productive and pass those practices along to other farmers. Data envelopment analysis (DEA) is a non-parametric method that can be used to identify parcels and practices that are the most efficient. DEA is adapted to analyzing silvopasture systems because it is easily able to incorporate multiple inputs and outputs. DEA can be used to perform a variety of important applications, including identifying the most efficient farms, identifying efficient peers for inefficient farms and finding the most productive scale size. DEA could be a useful tool for extensionists and researchers in the context of silvopasture systems northeast Argentina.

Key words: Agroforestry, silvopasture, technical efficiency, efficient peers, data envelopment analysis

RESUMEN

Los sistemas silvopastoriles son los sistemas agroforestales que incorporan árboles, ganado y pasto en una sola parcela, y pueden proporcionar numerosos beneficios. En el noreste de Argentina, esta tecnología ha sido adoptada moderadamente por muchas clases de productores, a través de programas de extensión. Los próximos pasos en la investigación y extensión deben ser identificar los productores que utilizan las prácticas más productivas y transferir esas prácticas a los demás productores. El análisis por envoltura de datos (DEA) es un método no paramétrico que se puede utilizar para identificar parcelas y prácticas que son las más eficientes. DEA se adecua a analizar sistemas agroforestales porque incorpora fácilmente múltiples insumos y productos. Se podría utilizar DEA para efectuar una variedad de aplicaciones importantes, como por ejemplo, identificar las parcelas más eficientes, identificar pares eficientes para parcelas no eficientes y encontrar el tamaño de escala más productivo. Se demuestra cómo DEA puede ser una herramienta útil para extensionistas e investigadores, en el contexto de sistemas silvopastoriles en las provincias de Misiones y el noreste de Corrientes, Argentina.

Palabras clave: Sistemas agroforestales y silvopastoriles, eficiencia técnica, pares eficientes, análisis por envoltura de datos

INTRODUCCIÓN

La adopción de tecnologías agropecuarias se lleva a cabo a través de programas de extensión. El diseño de tecnologías y programas de extensión depende de los deseos de los mismos productores de innovar sistemas para satisfacer sus propias necesidades.

Cada productor practica tecnologías agropecuarias de manera distinta, de acuerdo a sus propias disponibilidades y necesidades. Sin embargo, es probable que algunos productores logren un manejo que produce más con menos. Es el trabajo de investigadores y extensionistas distinguir cuáles productores tienen prácticas más eficientes, y difundirlas a otros productores.

Sistemas agroforestales son sistemas de múltiples entradas (insumos) y salidas (productos). En muchos casos, las entradas y salidas no tienen valor en el mercado local. Por ejemplo, un productor puede usar mano de obra familiar como entrada y recibir leña para consumo doméstico como salida. El Análisis por Envoltura de Datos (DEA, sigla en inglés) es un método no paramétrico de modelar sistemas productivos, apropiado para comparar la eficiencia de varias unidades de decisión (DMUs, sigla en inglés) en situaciones con múltiples entradas y salidas, las cuales tal vez no tengan valor de mercado. DEA es una aplicación de programación lineal (LP) y se lo puede realizar con cualquier programa que tenga un componente para LP, incluyendo MS Excel, SAS, MATLAB y otros.

Se demuestra, a través de teoría y un estudio de caso, como se puede utilizar DEA para mejorar el entendimiento de producción agroforestal para investigadores, extensionistas, y más importante aún, los mismos productores. Se puede utilizar el DEA para mostrar a los productores cómo mejorar la eficiencia de sus propias parcelas agroforestales y para facilitar intercambios de productor a productor.

ANTECEDENTES

Sistemas silvopastoriles en Misiones y NE de Corrientes, Argentina

Los sistemas silvopastoriles forman una clase de sistemas agroforestales, involucrando forraje y ganado bajo cobertura arbórea. Las provincias de Misiones y el noreste de Corrientes en el noreste de Argentina han experimentado adopción moderada de sistemas silvopastoriles en décadas recientes (ESQUIVEL et al. 2004; FASSOLA et al. 2004). En Misiones y Corrientes, los sistemas silvopastoriles generalmente tienen un componente arbóreo de *Pinus* spp., *Eucalyptus* spp. o *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, componente forrajero de pastos nativos o exóticos y ganado vacuno.

Los sistemas silvopastoriles han sido adoptados por productores de varias escalas en Misiones y NE Corrientes. En la región, existen estancias ganaderas y empresas forestales de mediana a grande escala y fincas familiares de pequeña a mediana escala. Existen ejemplares de cada una de las clases de fincas que practican sistemas silvopastoriles.

Los productores de diferentes escalas tienen percepciones diferentes de las ventajas y desventajas de los sistemas silvopastoriles, pero no se sabe si una clase de productores logra mejor eficiencia (Frey et al. 2007). Si una de las clases de productores generalmente tiene menor eficiencia, investigadores y extensionistas deberían estudiar si el sistema es adecuado para ese grupo. Si el sistema es adecuado, se debe encontrar los productores con las prácticas más eficientes. Una vez que se encuentran los productores con prácticas eficientes, extensionistas pueden difundir sus prácticas a otros productores. Por ejemplo, se puede llevar excursiones de grupos de productores para visitar las parcelas de los productores eficientes.

También se debe comparar la eficiencia de sistemas silvopastoriles con otros sistemas productivos para saber si vale la pena utilizarlos.

Medición de eficiencia

Durante largo tiempo, ha sido un objetivo de economistas poder comparar la productividad de diferentes unidades de decisión (DMUs). DMUs pueden ser, por ejemplo, empresas, fábricas, entidades sin fines de lucro o fincas agrícolas. Después de todo, la economía es una ciencia sobre la asignación de recursos escasos, entonces se debe poder percibir cuándo una DMU opera de forma ineficiente. Existe una literatura inmensa sobre producción, funciones de producción, eficiencia de DMUs y asuntos relacionados.

Si los sistemas productivos tendrían solamente una entrada (insumo) y una salida (producto), sería fácil calcular un coeficiente de eficiencia. Sencillamente sería la proporción de salidas y entradas: $E = y/x$, donde y es la salida y x es la entrada. Si quisiéramos una proporción para medir eficiencia con una escala de 0 a 1 (donde 1 representa eficiencia óptima), se lo multiplica por un coeficiente c para normalizar: $E = c*(y/x)$.

Con múltiples entradas y salidas, es posible calcular una proporción de la suma ponderada de salidas a la suma ponderada de entradas:

$$E = \frac{\sum_{i=1}^N w_i * y_i}{\sum_{j=1}^M v_j * x_j} \quad (1),$$

donde E es la eficiencia, los y_i y x_j son las salidas y entradas, y los w_i y v_j son pesos. Si tanto las salidas como las entradas tienen valores de mercado, los pesos w y v pueden ser sus precios. En ese caso, la proporción (1) es la proporción beneficio/costo. Pero si no tienen valor de mercado, o si el valor varía para las diferentes DMUs, tenemos un problema para calcular o estimar los pesos. FREY, et al. (2007) demostraron la dificultad de calcular este tipo de medida de eficiencia de beneficio/costo cuando los precios varían de región a región o entre grupos de DMUs. FREY, et al. (2007) no pudieron detectar un grupo de productores con mayor productividad con sistemas silvopastoriles en Misiones y Corrientes por la existencia de diferencia en el valor de mano de obra.

DEBREU (1951) presentó el concepto de medir la eficiencia en sistemas ineficientes, utilizando como medida la distancia desde la utilización real de recursos a la utilización óptima. La función de distancia de SHEPHARD (1953) es una generalización del concepto de Debreu. Sin embargo, mientras Debreu y Shephard presentaron la forma de comparar productividad de DMUs individuales con la productividad óptima, no especificaron cómo estimar esta productividad óptima. FARRELL (1957) utilizó observaciones empíricas de DMUs para construir una frontera determinista de producción óptima. Esta frontera está construida de las DMUs que logran mayor producción de salidas con menor utilización de entradas. La frontera óptima de Farrell permite calcular *eficiencia técnica relativa* de las DMUs que caen debajo de la frontera. Eficiencia técnica es diferente que la *eficiencia asignativa*, que representa la asignación de recursos según sus valores.

Análisis por envoltura de datos (DEA)

DEA es un método no paramétrico para estimar la frontera eficiente de producción de Farrell, que permite medir la eficiencia relativa de DMUs. DEA es una herramienta que podría ser útil para investigadores y extensionistas de sistemas agroforestales.

CHARNES, COOPER y RHODES (1978) (CCR) crearon la metodología de DEA. Su modelo utiliza la proporción de las sumas ponderadas de salidas y entradas mencionada anteriormente. Sin embargo, en vez de usar los precios de mercado, el modelo CCR crea pesos suponiendo que las DMUs asignan sus recursos eficientemente según los valores que ellos ven, es decir, que logran eficiencia asignativa. Entonces, el resultado representa la

eficiencia técnica. El modelo CCR puede ser formulado como un programa lineal (LP). Aquí se presenta una formulación alternativa equivalente (CHARNES et al. 1978):

$$\begin{aligned}
 & \min_{z, \lambda} z_0 \\
 & \text{sujeto} \\
 & - \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j + y_{r0} E_0 \leq 0 \forall r \\
 & \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \leq x_{i0} \forall i \\
 & \lambda_j \geq 0 \forall j
 \end{aligned} \tag{2},$$

donde z_0 es una medida de la eficiencia técnica total de DMU 0, n es el número de DMUs, los y son las salidas, los x son las entradas y los λ son los pesos para DMU. j , r y i son índices de las DMUs, las salidas y las entradas. El modelo (2) permite computar una estadística $E_0 = 1/z_0$, entre 0 y 1, que representa la *eficiencia técnica relativa total* de la DMU 0 con relación a las otras DMUs. Si E_0 es una proporción menor que 1, significa que la DMU está produciendo esa proporción del total de las salidas que podría producir con las entradas que está utilizando (CHARNES et al. 1978; BANKER et al. 1984). Una eficiencia de 1 significa que la DMU es técnicamente eficiente con relación a las otras DMUs, o sea, no hay ninguna otra DMU o combinación lineal de DMUs que logra mayor valor de salidas con igual o menor valor de entradas, en general.

El LP (2) se repite con cada DMU tomando el lugar de DMU 0. En la formulación (2), se utilizan pesos para cada DMU y no para cada entrada y salida como en la suma ponderada de (1). Se puede demostrar que el resultado de la eficiencia E_0 es igual con ambas formulaciones (CHARNES et al. 1978; RAY 2004). Aquí se usa pesos para las DMUs porque permite encontrar pares eficientes, de que se habla posteriormente.

Permitir que los pesos varíen es intuitivamente atractivo. En el caso de que se utiliza la formulación del DEA que se pone pesos a las entradas y salidas como en (1), se permite que las diferentes DMUs valoran diferentemente las entradas y salidas del sistema. Los pesos que salen del LP representan los valores relativos que la DMU pone a cada recurso. El razonamiento es igual para los pesos de la formulación (2) pero es más difícil verlo con sola intuición.

La eficiencia técnica total de (2) utiliza la suposición de rendimientos constantes a escala. BANKER, CHARNES y COOPER (1984) (BCC) extendió el modelo para incluir rendimientos variables a escala. Se agrega una condición al modelo (2):

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \tag{3}.$$

Agregar la condición (3) al modelo (2) permite suponer que una tecnología tenga rendimientos crecientes o decrecientes a escala. Calcular la eficiencia técnica con rendimientos variables utilizando (3) ayuda a contestar la pregunta, “Dado la escala de DMU 0, ¿Cuánto es eficiencia relativa a otras DMUs de escala parecida?” La eficiencia que resulta es la eficiencia que es debida a la utilización de recursos en el sistema. La eficiencia con condición (3) con rendimientos variables a escala se llama aquí *eficiencia técnica de utilización de recursos*.

Una vez calculadas las eficiencias de utilización de recursos y total, se puede calcular la *eficiencia de escala*. La eficiencia de escala representa la parte de la eficiencia total que es debido al tamaño de la DMU. Por ejemplo, si una tecnología tiene rendimientos crecientes a escala, una DMU pequeña no podrá lograr la misma proporción de salidas y entradas como

una DMU grande. La eficiencia de escala es el cociente de la eficiencia total y la eficiencia de utilización de recursos (BANKER et al. 1984; RAY 2004):

$$E_0^E = \frac{E_0}{E_0^V} \quad (4),$$

donde E^E es la eficiencia de escala y E^V es la eficiencia de utilización de recursos. Separar la eficiencia total en las dos partes de eficiencia de escala y eficiencia de utilización de recursos permite saber cuánta ineficiencia es debida a la escala de la DMU y cuánta es debida a la mala utilización de recursos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Encuesta de fincas con parcelas silvopastoriles

En junio y julio del año 2006, se llevó a cabo una encuesta de administradores de parcelas silvopastoriles en Misiones y el norte de Corrientes. La encuesta fue revisada por investigadores del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y fue practicada con productores de escalas variables para probar entendimiento y exactitud de las preguntas.

Se seleccionó una muestra intencionada de adoptadores de sistemas silvopastoriles de toda la región con la ayuda de extensionistas e investigadores del INTA. Se llevaron a cabo las entrevistas con los administradores de las parcelas silvopastoriles, sean cabezas de familia, dirigentes profesionales o consultores contratados. En algunos casos, cuando el administrador no estuvo disponible, se eligió un entrevistado suplente de la misma finca que estaba involucrado con el manejo de la parcela, o de otra finca de la misma comunidad. Cuando fue posible, se visitaron las parcelas para observar el manejo y crecimiento de los componentes. En los casos que la misma finca también manejaba una plantación forestal tradicional (i.e. sin componente ganadero) o potrero a cielo abierto (i.e. sin cobertura arbórea), también se le preguntó sobre el manejo y rendimiento de ellos para comparar con el rendimiento de los sistemas silvopastoriles.

En total, se entrevistaron 38 administradores de sistemas silvopastoriles de escalas variables, que produjo 32 respuestas utilizables sobre sistemas silvopastoriles, 26 sobre potreros a cielo abierto y 11 sobre plantaciones forestales tradicionales. El tamaño de las fincas varió desde 20 a 14.000 ha con media de 1.536 ha y mediana de 280 ha. Los productores entrevistados fueron clasificados en tres grupos naturales, pequeña escala (2-50 ha), mediana escala (90-800 ha) y gran escala (>1100 ha). Había 13 productores de pequeña escala, 10 de mediana y 12 de gran escala en la muestra.

Cálculo y clasificación de entradas y salidas del sistema

Los datos de las encuestas fueron recopilados para calcular una estimación de las entradas y salidas de los sistemas. Se utilizó una tasa de descuento de 7%. En la mayoría de los casos, este cálculo incluyó la previsión de rendimiento futuro de madera de los árboles. Este se calculó con el SIMULADOR FORESTAL (CRECHI et al. 1997) para *P. taeda*, *elliottii* y *A. angustifolia* y ecuaciones para *P. caribaea* (FERRERE & FASSOLA 1999; FERRERE et al.).

Un sistema agroforestal puede tener docenas de entradas y salidas distintas. Mientras en teoría DEA es adecuado para múltiples entradas y salidas, en la práctica, con una muestra pequeña, la metodología pierde poder para identificar DMUs ineficientes cuando el número de variables se aumenta (KAO et al. 1993; SOWLATI 2005). El investigador se enfrenta con una compensación: si reduce el número de variables, aumenta el poder de la metodología, pero pierde parte de la razón de utilizar DEA, que es aceptar múltiples entradas y salidas. Es

recomendado juntar entradas y salidas cuando se tiene sentido económico y representa las decisiones de los productores. Por ejemplo, los productores compran insumos como herbicida, combustible, semillas, etc. en el mercado con precios de mercado, pero muchos de ellos utilizan mano de obra familiar que no tiene precio en el mercado. Es razonable juntar los insumos que generalmente se compran del mercado en una sola variable, que podemos llamar “capital” y mano de obra en otra variable. La decisión de cómo juntar las entradas y salidas depende también del tamaño de la muestra. Con más observaciones, se puede utilizar más clasificaciones de entradas y salidas.

Tabla B.1 en Apéndice B muestra las entradas y salidas de los sistemas productivos de las diferentes parcelas. Las entradas elegidas son superficie de la parcela en hectáreas, mano de obra descontada en jornales, valor de cultivos de la chacra utilizado para alimento para ganado medido en pesos argentinos del año 2006 y capital para insumos en pesos descontados. Se separaron los cultivos de chacra de otros insumos porque muchos de los productores de pequeña escala producen estos cultivos principalmente para consumo en su propia finca, y valores de mercado no tienen mucho significado para compararlos con otros insumos como agroquímicos. Sin embargo, se utilizó precios de mercado para juntar los cultivos como maíz, mandioca y caña de azúcar en una sola variable. En este caso, los precios de mercado no representan un valor, sino que una aproximación del costo relativo de la producción de cada cultivo.

Las salidas son valor descontado de madera producida, valor descontado de carne producida y valor descontado de leche producida. Otra vez, se separó un producto, leche, de la producción de carne porque generalmente se la utiliza para consumo doméstico.

Debido a que la tierra utilizada para sistemas silvopastoriles en cada finca pertenecía a una de muchas posibles condiciones iniciales, los costos de la preparación de sitio fueron intrínsecamente diferentes en cada caso. En algunos casos, la parcela silvopastoril se instaló sobre tierra con tala rasa de bosque implantado, cultivos anuales, pastizal o bosque nativo. Para poder comparar las entradas de mano de obra y capital de lugar a lugar sin introducir sesgo de la condición inicial del sitio, fue necesario ajustar las entradas para representar una sola condición inicial. Se eligió una condición inicial de tala rasa, porque si se sigue implementando sistemas silvopastoriles en el futuro, será encima de tala rasa. Se utilizó la diferencia de las entradas promedio de preparación de sitio de COLCOMBET (2005) entre la condición inicial verdadera y la condición de tala rasa para hacer el ajuste.

Cálculo de eficiencia técnica relativa

Se creó un programa para el modelo CCR utilizando la función de programación lineal (LP) llamado “linprog” en MATLAB para evaluar la eficiencia técnica total relativa de los sistemas productivos suponiendo rendimientos constantes a escala de (2). Se debe notar que es necesario optimizar el programa lineal para cada una de las observaciones con un lazo en MATLAB. También se creó otro programa para el modelo BCC utilizando (3), que calcula la eficiencia técnica relativa de utilización de recursos suponiendo rendimientos variables a escala. Los dos programas aparecen en el Apéndice A.

Es posible utilizar MS Excel con la utilidad auxiliar llamada “Solver” (“Solucionador”), la cual es una utilidad para solucionar programas lineales para llevar a cabo DEA. RAGSDALE (2004) demuestra cómo utilizar MS Excel con Solver para realizar DEA.

La eficiencia técnica total se separó en dos partes, la eficiencia técnica de utilización de recursos y la eficiencia de escala. La eficiencia técnica de utilización de recursos representa la eficiencia relativa a otras DMUs de la misma escala.

Comparación estadística

Para poder generalizar sobre la eficiencia de diferentes sistemas y diferentes grupos de productores, es necesario realizar una comparación estadística de los resultados de la estimación de eficiencia. En general, no se debe utilizar en las comparaciones estadísticas variables que podían haber sido entradas o salidas en la estimación de eficiencia, o que están correlacionados con alguna de las otras entradas o salidas, porque sus resultados en la comparación estadística serán sesgados hacia cero (JUST 2003). No existe una buena solución.

Lastimosamente, esta es la situación aquí. Se quiere estimar la diferencia en eficiencia para fincas de pequeña, mediana y gran escala, pero algunas de las entradas y salidas pueden ser correlacionadas con las diferentes escalas. Por ejemplo, los pequeños productores utilizan más mano de obra y menos capital por hectárea.

Sin embargo, ayuda saber la dirección del sesgo. Si el valor P muestra significancia estadística, sabemos que realmente existe significancia estadística. Existe mucha literatura que utiliza estadística estándar de prueba t aunque se sabe que existe un sesgo hacia cero.

Se compararon como variables dependientes las dos partes de la eficiencia total, la eficiencia de utilización de recursos y de escala para los sistemas silvopastoriles, forestales y potreros, y también para fincas de pequeña, mediana y gran escala utilizando regresión ordinaria de mínimos cuadrados. Las variables independientes son ocho variables dummy para las combinaciones de escala de finca y sistema productivo, omitiendo la clasificación grande/silvopastoril. Se utilizaron los intervalos de confianza de 95% de los coeficientes para compararlas.

Pares eficientes

En la formulación (2), una DMU ineficiente se mide contra una combinación lineal de las otras DMUs eficientes. Esta formulación del DEA puede ser útil también porque muestra las DMUs eficientes que una DMU ineficiente puede emular para mejorar su producción. Estas parcelas agrícolas se llaman las pares eficientes. Estas pueden ser útiles para extensionistas que quieren organizar intercambios de productores a productores.

El programa de MATLAB en el apéndice produce listas de los pares eficientes para cada DMU. En los casos que una DMU es eficiente ($E = 1$), el par eficiente será esa misma DMU. Se puede calcular y utilizar pares eficientes de la eficiencia total y también de la eficiencia de utilización de recursos. En nuestro caso, tiene más sentido utilizar los pares de la eficiencia de utilización de recursos, porque serán pares con escala más parecida a la DMU eficiente. Lo que es importante saber es cómo los productores pueden utilizar mejor sus recursos para producir más eficientemente, lo que implica utilizar los pares de la eficiencia técnica de utilización de recursos.

Un extensionista puede tomar la lista de pares eficientes como una lista de productores de quienes los otros productores pueden aprender. Los pares eficientes que aparecen con más frecuencia en la lista posiblemente pueden enseñar a más otros productores, y una excursión a visitar su parcela podría ser útil. No reemplaza la intuición del extensionista, pero puede ayudar a elegir.

RESULTADOS

Eficiencia total, eficiencia de escala y eficiencia de utilización de recursos

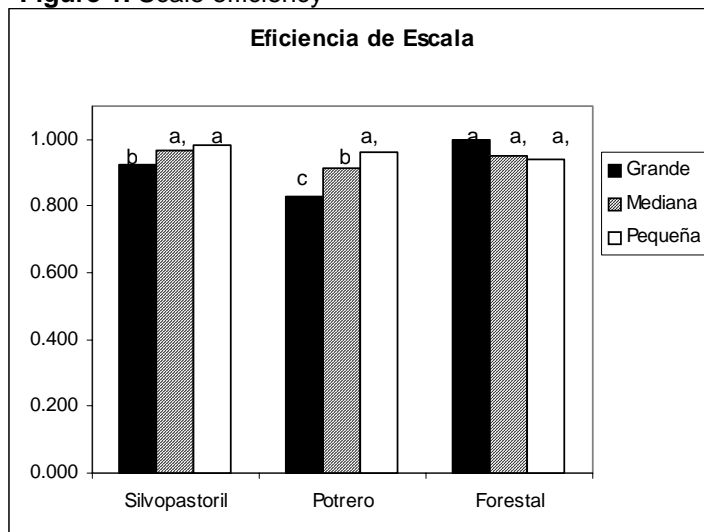
Los resultados de eficiencia técnica total, eficiencia técnica de utilización de recursos a escala, y eficiencia de escala aparecen en tabla B.2 en Apéndice B. De las 69 DMUs, 22 son eficientes técnicamente con relación a las demás DMUs. Separando la eficiencia técnica en las partes de eficiencia de utilización de recursos y eficiencia de escala, se ve que 25 DMUs tienen eficiente utilización de recursos y 22 operan con una escala eficiente.

Cuando se compara la eficiencia de escala de los sistemas silvopastoriles entre grupos de fincas de diferentes escalas, se puede notar que fincas de pequeña escala tienen mayor eficiencia que fincas de gran escala. Esto significa que los sistemas silvopastoriles pueden ser de más utilidad para productores de pequeña escala. La misma tendencia se nota con sistemas de potrero a cielo abierto, pero no con sistemas forestales (gráfico 1).

La eficiencia de utilización de recursos no muestra diferencias estadísticamente significativas entre las fincas de diferentes escalas para sistemas silvopastoriles. Las diferencias no significativas muestran que fincas pequeñas y medianas tienden a tener menor eficiencia de utilización de recursos para sistemas forestales y silvopastoriles (gráfico 2). Esto es consistente con el concepto de que pequeños productores tienen restricciones en su producción.

Gráfico 1. Eficiencia de escala.

Figure 1. Scale efficiency



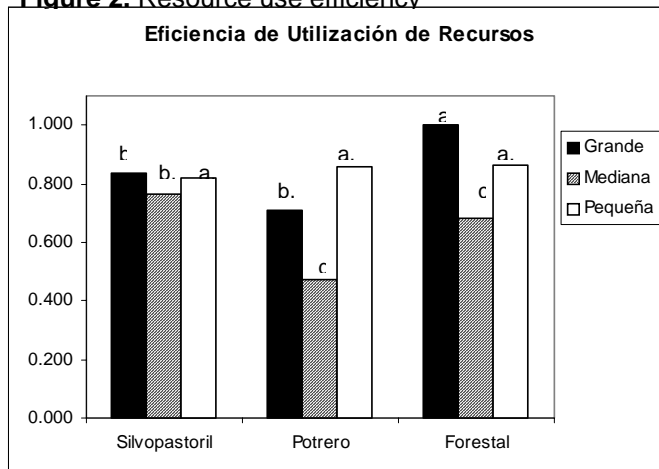
Los sistemas de ganadería con potrero a cielo abierto tienden a tener menor eficiencia de utilización de recursos en general que sistemas silvopastoriles, para fincas de gran y mediana escala. Al contrario, los sistemas forestales tienden a ser más eficientes que los sistemas silvopastoriles para fincas grandes pero no para fincas pequeñas y medianas.

Para sistemas silvopastoriles, fincas de gran escala tienen eficiencia total de 0,77, mediana escala de 0,74 y pequeña escala de 0,81, lo que no representa diferencia significativa.

Las fincas de gran escala parecen tener escala desfavorable, pero utilizan mejor los recursos.

Gráfico 2. Eficiencia de utilización de recursos

Figure 2. Resource use efficiency



Fincas pares eficientes

En la tabla 1, aparece una lista parcial de fincas pares eficientes. Para ahorrar espacio, no aparece la lista completa, pero esta aparece como un ejemplo de la utilidad de saber los pares eficientes.

Tabla 1. Lista parcial de las parcelas pares eficientes para las parcelas ineficientes.

Table 1. Partial list of the efficient peer parcels for the inefficient parcels

Parcela Ineficiente	Escala G= gran M=mediana P=pequeña	Sistema S=silvopast P=potrero F=forestal	Parcela Par Eficiente	Escala G= gran M=mediana P=pequeña	Sistema S=silvopast P=potrero F=forestal
1	M	P	9	P	P
			14	P	P
			18	M	S
			20	G	P
3	M	S	12	M	F
			17	G	S
			20	G	S
			28	G	F
3	M	P	18	M	S
			20	G	P
			25	P	P
4	G	S	12	M	F
			20	G	P
			26	M	S
			28	G	F
7	P	F	12	M	F
			28	G	F
8	M	S	12	M	F
			18	M	S
			25	P	P
			26	M	S
8	M	P	28	G	F
			12	M	F
			20	G	S
			25	P	P

Contar el número de veces que una parcela par eficiente aparece en la lista

nos da una idea del número de parcelas ineficientes que

pueden aprender de cada par eficiente. El número de veces que cada par eficiente aparece en la lista está en la tabla 2.

Se puede ver que los pares eficientes que pueden enseñar mucho a las demás fincas son 20 (sistema potrero), 28 (forestal), 18 (silvopastoril), 12 (forestal), 6 (silvopastoril), 14 (potrero) y 16 (silvopastoril). Se podría utilizar algunas de estas parcelas para hacer intercambios de productor a productor o excursiones.

Tabla 2. Número de veces que cada parcela par eficiente aparece en la lista.

Table 2. Number of times each efficient peer parcel appears in the list.

Finca	Escala G= gran M=mediana P=pequeña	Sistema S=silvopast P=potrero F=forestal	Número de veces que aparece
6	G	S	12
7	P	S	2
7	P	P	2
9	P	S	2
9	P	P	5
12	M	F	21
13	P	S	1
13	P	P	3
14	P	P	7
15	P	P	1
16	P	S	7
16	P	P	2
17	G	S	3
18	M	S	21
20	G	S	6
20	G	P	24
22	G	S	3
25	P	P	8
25	P	F	2
26	M	S	6
28	G	S	1
28	G	F	22
30	G	S	1
31	M	S	5
35	P	S	3
38	G	P	1

CONCLUSIÓN

Los sistemas silvopastoriles ofrecen oportunidades para muchas clases de productores en Misiones y el NE de Corrientes, Argentina. Los resultados de eficiencia técnica total demuestran que los sistemas silvopastoriles en general son más eficientes que sistemas de potrero a cielo abierto, especialmente para grandes productores, y que pueden ser más eficientes que plantaciones forestales tradicionales para pequeños a medianos productores.

En general, los resultados demuestran que los sistemas silvopastoriles y sistemas de potreros a cielo abierto tienden a favorecer a los pequeños productores porque ellos tienen eficiencia de escala más alta para esos sistemas. Pueden existir rendimientos decrecientes a escala, o la utilización de mano de obra familiar, que generalmente es mano de obra de buena calidad, ayuda a los pequeños productores. Sistemas forestales tradicionales parecen favorecer a grandes productores.

Sin embargo, no existen diferencias significativas en eficiencia de utilización de recursos para las diferentes escalas.

La lista de parcelas pares eficientes que produce el programa lineal de los modelos de CCR y BCC puede ser útil para extensionistas. Con esa lista, pueden distinguirse cuáles productores con parcelas eficientes pueden ayudar a más productores con parcelas ineficientes.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a mi esposa Zulema, quien siempre me ha ayudado y apoyado.

Agradezco a todos los investigadores y extensionistas de INTA quienes me ayudaron a entender las provincias de Misiones y Corrientes y la forma que se utilizan los sistemas silvopastoriles en la región. Hugo Fassola, Nahuel Pachas y Luís Colcombet de EEA Montecarlo, Alejandra Carvallo de Bernardo de Irigoyen, Santiago Lacorte y Clorinda Peruca de CR Misiones fueron los que me apoyaron muchísimo en el trabajo y no hubiera podido hacer nada sin ellos. También me apoyaron Miguel Correa, José Luis Houriet, Valentín Kurtz, Pablo Rohatsch y muchos otros.

Oscar Pérez, estudiante de la Carrera Ingeniería Forestal de la Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones, colaboró muchísimo para realizar las encuestas.

Finalmente y más importante, queda agradecer a los productores que colaboraron al proyecto con su tiempo y que contestaron nuestras preguntas difíciles.

BIBLIOGRAFIA

- BANKER, R. D., A. Charnes, and W. W. Cooper. 1984. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science* **30**(9):1078-1092.
- CHARNES, A., W. W. Cooper, and E. Rhodes. 1978. Measuring efficiency of decision-making units. *European Journal of Operational Research* **2**(6):429-444.
- COLCOMBET, L. 2005. Coeficientes Técnicos de Plantaciones Forestales en la Provincia de Misiones. INTA: EEA Montecarlo, Montecarlo, Misiones, Argentina.
- CRECHI, E., H. Fassola, and A. Freidl. 1997. SIMULADOR FORESTAL: Sistema de simulación y crecimiento para especies forestales implantadas. Misiones, Argentina.
- DEBREU, G. 1951. The coefficient of resource utilization. *Econometrica* **19**(3):273-292.

- ESQUIVEL, J., H. E. Fassola, S. M. Lacorte, L. Colcombet, E. Crechi, N. Pachas, and A. Keller. 2004. Sistemas Silvopastoriles - Una sólida alternativa de sustentabilidad social, económica y ambiental. 11as Jornadas Tecnicas Forestales y Ambientales - FCF, UNaM - INTA: EEA Montecarlo.
- FARRELL, M. J. 1957. The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society Series A-General* **120**(3):253-290.
- FASSOLA, H. E., S. M. Lacorte, J. Esquivel, L. Colcombet, F. Moscovich, E. Crechi, N. Pachas, and A. Keller. 2004. Sistemas Silvopastoriles en Misiones y NE de Corrientes y su Entorno de Negocios.
- FERRERE, P., and H. Fassola. 1999. *Pinus caribaea var. caribaea*: Funciones de volúmenes totales parciales y de forma. INTA EEA Montecarlo, Montecarlo, Misiones, Argentina.
- FERRERE, P., H. Fassola, E. Crechi, and J. Fahler. Estudio del crecimiento y modelos de producción para *Pinus caribaea var. caribaea* en un sitio de Puerto Esperanza, Misiones. INTA EEA Montecarlo, Montecarlo, Misiones, Argentina.
- FREY, G., H. Fassola, N. Pachas, L. Colcombet, S. Lacorte, F. Cubbage, and O. Pérez. 2007. Adoption and economics of silvopasture systems by farm size in Northeastern Argentina. Pages 219-229 in A. Olivier and S. Campeau, editors. *When Trees and Crops Get Together*. Proceedings of the 10th North American Agroforestry Conference. Association for Temperate Agroforestry, Québec City, Canada.
- JUST, R. E. 2003. Risk research in agricultural economics: Opportunities and challenges for the next twenty-five years. *Agricultural Systems* **75**(2-3):123-159.
- KAO, C., P. L. Chang, and S. N. Hwang. 1993. Data envelopment analysis in measuring the efficiency of forest management. *Journal of environmental management* **38**(1):73-83.
- RAGSDALE, C. T. 2004. *Spreadsheet Modeling and Decision Analysis*. 4th edition. Thomson South-Western, Mason, OH.
- RAY, S. C. 2004. *Data envelopment analysis: theory and techniques for economics and operations research*. Cambridge University Press, Cambridge, UK ; New York.
- SHEPHARD, R. W. 1953. *Cost and Production Functions*. 1st edition. Princeton University Press, Princeton, NJ.
- SOWLATI, T. 2005. Efficiency studies in forestry using data envelopment analysis. *Forest Products Journal* **55**(1):49-57.

APÉNDICE A

Programa crsdea.m de MATLAB para realizar el cálculo de eficiencia técnica relativa total (modelo de CCR).

```
% crsdea is a function which conducts a constant returns to scale (CRS)
% output-oriented data envelopment analysis (DEA) of a matrix of
% economic inputs and outputs for various decision making units (DMUs)
% based on the CCR model, using slacks.
% USAGE
% [TE,P] = crsdea(B,n,m)
% INPUTS OF FUNCTION
% n : number of economic inputs
% m : number of economic outputs
% B : an (n + m) x d matrix of economic inputs and outputs for the d
%     DMUs. Columns must represent the DMUs. The first n rows must
%     represent the economic inputs and the remaining m rows must
%     represent the economic outputs.
% OUTPUT OF FUNCTION
% TE : a d x 2 matrix, with the first column showing the DMU number and
%     the second column with the technical efficiency of that DMU.
% P : a matrix showing the efficient peers for each DMU and the linear
%     combination of each peer for that DMU to reach efficiency

function [TE,P, S] = crsdea(B,n,m)

% error check
if n+m ~= size(B,1), error('total number of rows must equal number of
inputs plus outputs') ; end ;
d = size(B,2) ;

% make matrices of inputs and of outputs
inputs = zeros(n,d) ;
outputs = zeros(m,d) ;
for j=1:n ;
    inputs(j,:) = B(j,:) ;
end ;
for k=1:m ;
    outputs(k,:) = B(k+n,:) ;
end ;

epsilon = .0000001 ; % infinitesimally small epsilon for slacks
ep = epsilon*ones(n+m,1) ;

f = [-1 ; ep ; zeros(d,1)] ; % Objective function vector
A = [zeros(d+n+m,1) -eye(d+n+m)] ; % Non-negativity constraints
b = zeros(d+n+m,1) ;

% Linear Program loop for DEA model - solved for each DMU
options = optimset('MaxIter',500) ; % Maximum number of iterations
results = zeros(d+n+m+1,d) ;
for i=1:d ;
    x0(:,1) = inputs(:,i) ; %inputs for DMU being evaluated
    y0(:,1) = outputs(:,i) ; %inputs for DMU being evaluated
    phi_vector = [zeros(n,1) ; y0] ;
    Aeq = [phi_vector eye(n+m) [inputs ; -outputs]] ;
    beq = [x0 ; zeros(m,1)] ; %constraint
    results(:,i) = linprog(f,A,b,Aeq,beq,[],[],[],options) ; % DEA LP for
DMU i
end ;
```

```

% inefficiency score is >= 1, take inverse for 0<=score<=1
phis = results(1,:);
TE = zeros(d,1);
for p=1:d;
    TE(p,1) = 1/(phis(1,p));
end;

S = results(2:1+n+m,:)' ;

mus = zeros(d,d);
for s=1:d;
    mus(s,:) = results(s+n+m+1,:); %weights
end;

[r,c] = find(mus>.000001);
peer = zeros(length(r),1);
for t = 1:length(r);
    peer(t,1) = mus((r(t,1)),(c(t,1)));
end;

P = [c r peer]; %matrix showing efficient peers

```

Programa vrsdea.m de MATLAB para realizar el cálculo de eficiencia técnica relativa de utilización de recursos a escala (modelo de BCC).

```

% vrsdea is a function which conducts a variable returns to scale (VRS)
% output-oriented data envelopment analysis (DEA) of a matrix of
% economic inputs and outputs for various decision making units (DMUs)
% based on the BCC model, using slacks.
% USAGE
% [TE,P] = vrsdea(B,n,m)
% INPUTS OF FUNCTION
% n : number of economic inputs
% m : number of economic outputs
% B : an (n + m) x d matrix of economic inputs and outputs for the d
% DMUs. Columns must represent the DMUs. The first n rows must
% represent the economic inputs and the remaining m rows must
% represent the economic outputs.
% OUTPUT OF FUNCTION
% TEV : a d x 2 matrix, with the first column showing the DMU number and
% the second column with the technical efficiency of that DMU.
% PV : a matrix showing the efficient peers for each DMU and the linear
% combination of each peer for that DMU to reach efficiency

function [TEV,PV] = vrsdea(B,n,m)

% error check
if n+m ~= size(B,1), error('total number of rows must equal number of
inputs plus outputs'); end;
d = size(B,2);

% make a matrices of inputs and of outputs
inputs = zeros(n,d);
outputs = zeros(m,d);
for j=1:n;
    inputs(j,:) = B(j,:);
end;
for k=1:m;

```

```

    outputs(k,:) = B(k+n,:);
end ;

epsilon = .0000001 ; % infinitesimally small epsilon for slacks
ep = epsilon*ones(n+m,1) ;

f = [-1 ; ep ; zeros(d,1)] ; % Objective function vector
A = [zeros(d+n+m,1) -eye(d+n+m)] ; % Non-negativity constraints
b = zeros(d+n+m,1) ;

% Linear Program loop for DEA model - solved for each DMU
options = optimset('MaxIter',500) ; % Maximum number of iterations
results = zeros(d+n+m+1,d) ;
for i=1:d ;
    x0(:,1) = inputs(:,i) ; %inputs for DMU being evaluated
    y0(:,1) = outputs(:,i) ; %inputs for DMU being evaluated
    phi_vector = [zeros(n,1) ; y0] ;
    Aeq = [phi_vector eye(n+m) [inputs ; -outputs] ; zeros(1,n+m+1)
ones(1,d)] ;
    beq = [x0 ; zeros(m,1) ; 1] ; %constraint
    results(:,i) = linprog(f,A,b,Aeq,beq,[],[],[],options) ; % DEA LP
end ;

% inefficiency score is >= 1, take inverse for 0<=score<=1
phis = results(1,:) ;
TEV = zeros(d,1) ;
for p=1:d ;
    TEV(p,1) = 1/(phis(1,p)) ;
end ;

mus = zeros(d,d) ;
for s=1:d ;
    mus(s,:) = results(s+n+m+1,:) ; %weights
end ;

[r,c] = find(mus>.000001) ;
peer = zeros(length(r),1) ;
for t = 1:length(r) ;
    peer(t,1) = mus((r(t,1)),(c(t,1))) ;
end ;

PV = [c r peer] ; %matrix showing efficient peers

```

APÉNDICE B

Tabla B.1. Entradas y salidas de las Unidades de Decisión (DMUs).
Table B.1. Inputs and outputs of the Decision-Making Units (DMUs).

Finca	Escala G= gran M=mediana P=pequeña	Sistema S=silvopast P=potrero F=forestal	ENTRADAS				SALIDAS		
			Superficie (has)	Mano de Obra (jornales)	Capital (2006 pesos)	Valor de Cultivos de Chacra (2006 pesos)	Ingreso Forestal (2006 pesos)	Ingreso de Carne (2006 pesos)	Valor de Leche (2006 pesos)
1	M	P	7.0	353.8	10867.8	8669.8	0.0	12061.1	3256.4
3	M	S	3.0	97.3	21037.4	0.0	37762.5	3101.4	0.0
3	M	P	20.0	351.6	11544.1	0.0	0.0	27912.7	0.0
4	G	S	22.0	2011.9	56776.0	0.0	87991.4	13544.5	0.0
5	G	S	500.0	11285.0	822425.6	0.0	2122833.7	287168.0	0.0
6	G	S	100.0	1310.9	465190.7	0.0	747603.2	507452.9	0.0
7	P	S	1.0	337.5	2867.5	570.1	9212.1	1520.3	4842.6
7	P	P	2.0	488.0	119.5	1140.1	0.0	1520.3	4842.6
7	P	F	2.0	230.8	8298.5	0.0	26186.0	0.0	0.0

8	M	S	3.0	435.7	8162.3	0.0	14461.9	10466.2	2247.8
8	M	P	17.0	221.6	75234.7	0.0	0.0	20932.4	4495.6
9	P	S	1.0	333.8	5302.3	8640.1	24918.6	2176.4	7330.5
9	P	P	3.0	717.1	988.7	25920.3	0.0	10260.0	34558.2
9	P	F	1.0	115.8	1651.5	0.0	5411.5	0.0	0.0
10	P	P	16.0	265.7	13931.4	0.0	0.0	32756.1	0.0
10	P	F	2.0	56.0	2940.8	0.0	7598.2	0.0	0.0
11	P	S	3.0	268.6	6198.3	2461.8	12746.1	4506.6	3490.7
11	P	P	18.0	960.3	8401.9	14771.0	0.0	15773.2	12217.5
11	P	F	2.0	123.0	5745.7	0.0	19246.1	0.0	0.0
12	M	S	1.5	125.4	4680.0	1430.2	8656.4	827.2	469.0
12	M	P	6.5	287.3	7741.0	6197.4	0.0	1378.7	781.7
12	M	F	0.8	23.0	1622.6	0.0	5667.3	0.0	0.0
13	P	S	1.0	155.5	4660.9	4320.1	14396.0	1539.1	8726.8
13	P	P	2.0	273.2	1599.5	8640.1	0.0	4617.4	26180.5
13	P	F	1.0	54.0	4118.5	0.0	10786.2	0.0	0.0
14	P	S	2.0	223.5	6604.3	1489.3	25223.8	604.7	1071.4
14	P	P	5.0	290.2	1363.0	3723.2	0.0	11489.2	20357.1
15	P	S	3.0	708.0	12087.9	3187.5	32307.3	1779.0	9417.0
15	P	P	2.0	303.5	528.4	2125.0	0.0	1779.0	9417.0
16	P	S	1.5	209.0	6764.4	814.1	32624.1	3045.2	4259.7
16	P	P	3.0	202.4	341.6	1628.1	0.0	6090.4	8519.4
17	G	S	7.0	246.5	85572.1	0.0	78572.9	43096.1	0.0
17	G	P	174.5	7806.9	323844.5	0.0	0.0	470554.5	0.0
18	M	S	10.0	372.7	41864.0	0.0	51359.2	71751.6	0.0
19	G	S	8.0	539.5	67795.8	0.0	102881.7	10472.5	0.0
19	G	P	380.0	5420.3	149732.2	0.0	0.0	497443.8	0.0
20	G	S	33.0	237.9	126071.4	0.0	335451.6	89943.0	0.0
20	G	P	1110.0	6557.4	213182.5	0.0	0.0	2076224.5	0.0
21	G	S	114.0	2021.3	204200.2	0.0	378980.5	84113.2	0.0
21	G	P	666.0	11055.0	79920.3	0.0	0.0	491398.3	0.0
22	G	S	70.0	633.9	417305.5	0.0	848482.3	-17238.5	0.0
22	G	P	1500.0	12427.8	511688.7	0.0	0.0	1108186.5	0.0
23	M	S	7.0	764.2	60621.4	2769.3	40913.3	28157.8	0.0
23	M	P	25.0	2729.2	83775.1	9890.4	0.0	40225.5	0.0
24	M	S	5.0	341.8	16152.4	5074.7	27524.9	9056.8	0.0
24	M	P	70.0	2623.5	151565.4	71045.9	0.0	126795.5	0.0
24	M	F	4.0	99.4	20770.7	0.0	32120.1	0.0	0.0
25	P	S	3.0	146.7	17855.3	0.0	25751.5	5176.6	3727.1
25	P	P	7.0	223.2	8723.9	0.0	0.0	20706.5	14908.5
25	P	F	3.0	146.7	19087.9	0.0	30994.8	5176.6	4245.8
26	M	S	18.0	1056.6	53830.5	0.0	177749.7	44987.0	0.0
26	M	P	100.0	4366.1	162483.6	0.0	0.0	233370.0	0.0
26	M	F	44.0	1009.6	109743.1	0.0	279525.2	0.0	0.0
27	G	P	350.0	5302.4	265568.7	0.0	0.0	248024.1	0.0
28	G	S	35.0	2703.8	510224.3	0.0	653210.9	100792.8	0.0
28	G	F	18.0	1181.8	136021.7	0.0	526675.7	0.0	0.0
29	M	S	7.5	473.5	48438.4	0.0	88290.6	10340.3	0.0
29	M	P	90.0	2133.6	55395.8	0.0	0.0	124083.1	0.0
29	M	F	7.5	284.8	41653.4	0.0	74998.4	0.0	0.0
30	G	S	18.0	877.2	74538.3	0.0	104920.4	105583.9	0.0
31	M	S	10.0	1113.2	159291.2	0.0	223141.4	61565.9	0.0
32	P	S	3.0	201.1	11513.0	7601.0	28116.0	1521.4	0.0
33	P	S	2.5	262.3	10634.0	5067.3	34043.3	6401.0	1277.9
33	P	P	12.5	632.2	7095.6	25336.7	0.0	25603.9	5111.7
34	P	S	3.0	140.3	9850.4	0.0	12860.0	1015.8	1309.0
35	P	S	1.0	73.5	3858.8	197.0	3688.8	2758.2	4188.9
35	P	P	3.0	289.9	8134.0	591.1	0.0	2758.2	4188.9
38	G	S	65.0	477.5	177015.8	0.0	261561.0	86609.9	0.0
38	G	P	5500.0	11034.7	909523.1	0.0	0.0	2021662.9	0.0

Tabla B.2. Eficiencia técnica relativa total, de utilización de recursos y de escala de las DMUs.
Table B.2. Total, resource use and scale relative technical efficiencies for the various DMUs.

Finca	Escala G= gran M=mediana P=pequeña	Sistema S=silvopast P=potrero F=forestal	Eficiencia Total	Eficiencia de utilización de recursos	Eficiencia de Escala
1	M	P	0.4431	0.4434	0.9992
3	M	S	0.6834	0.7918	0.8631
3	M	P	0.5859	0.6134	0.9552

4	G	S	0.4287	0.4297	0.9976
5	G	S	0.7025	1	0.7025
6	G	S	1	1	1
7	P	S	1	1	1
7	P	P	1	1	1
7	P	F	0.815	0.8301	0.9818
8	M	S	0.9141	0.969	0.9433
8	M	P	0.4749	0.4806	0.9882
9	P	S	1	1	1
9	P	P	1	1	1
9	P	F	0.8463	0.9363	0.9038
10	P	P	0.7386	0.7746	0.9535
10	P	F	0.6673	0.705	0.9465
11	P	S	0.5507	0.5526	0.9966
11	P	P	0.3481	0.4247	0.8197
11	P	F	0.8651	0.8889	0.9732
12	M	S	0.4013	0.4105	0.9776
12	M	P	0.0626	0.0629	0.9956
12	M	F	0.9021	1	0.9021
13	P	S	1	1	1
13	P	P	1	1	1
13	P	F	0.6764	0.816	0.8289
14	P	S	0.7919	0.7923	0.9996
14	P	P	1	1	1
15	P	S	0.6716	0.7582	0.8857
15	P	P	1	1	1
16	P	S	1	1	1
16	P	P	1	1	1
17	G	S	1	1	1
17	G	P	0.6609	0.8687	0.7608
18	M	S	1	1	1
19	G	S	0.5467	0.5581	0.9795
19	G	P	0.6121	0.6383	0.9589
20	G	S	1	1	1
20	G	P	1	1	1
21	G	S	0.5299	0.6132	0.8643
21	G	P	0.6313	0.6395	0.9872
22	G	S	1	1	1
22	G	P	0.3572	0.5338	0.6692
23	M	S	0.5841	0.5988	0.9755
23	M	P	0.261	0.3209	0.8133
24	M	S	0.5177	0.5391	0.9604
24	M	P	0.3945	0.5119	0.7708
24	M	F	0.4989	0.5456	0.9144
25	P	S	0.871	0.892	0.9765
25	P	P	1	1	1
25	P	F	1	1	1
26	M	S	1	1	1
26	M	P	0.6185	0.7614	0.8123
26	M	F	0.6578	0.658	0.9997
27	G	P	0.2702	0.3082	0.8765
28	G	S	0.8086	1	0.8086
28	G	F	1	1	1
29	M	S	0.5594	0.5746	0.9734
29	M	P	0.5667	0.5686	0.9967
29	M	F	0.5083	0.5136	0.9897
30	G	S	0.9137	0.99	0.9229
31	M	S	1	1	1
32	P	S	0.5785	0.5823	0.9933
33	P	S	0.8116	0.8366	0.9701
33	P	P	0.7792	0.7828	0.9953
34	P	S	0.4149	0.42	0.9881
35	P	S	1	1	1
35	P	P	0.391	0.4709	0.8304
38	G	S	0.5586	0.629	0.8882
38	G	P	0.5594	0.9908	0.5645

PERCEPTIONS OF SILVOPASTURE SYSTEMS IN NORTHEASTERN ARGENTINA.

PERCEPCIONES DE SISTEMAS SILVOPASTORILES EN EL NORESTE DE ARGENTINA.

Gregory E. Frey¹, Hugo Fassola², Nahuel Pachas², Luis Colcombet²,
Santiago Lacorte³, Frederick Cubbage¹ and Oscar Pérez⁴

¹ North Carolina State University, Dept. of Forestry and Env. Res., Raleigh, NC 27695, U.S.A. gefrey@ncsu.edu

² Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, EEA Montecarlo, Misiones, Argentina

³ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, CR Misiones, Posadas, Misiones, Argentina

⁴ Universidad Nacional de Misiones, Fac. Ciencias Forestales, Eldorado, Misiones, Argentina

SUMMARY

It is necessary to understand farmers' perceptions and expectations of technologies in order to design appropriate extension programs and policy tools and to improve technologies. Previous research has shown that silvopasture systems could benefit farmers in various parts of the world, but adoption has only been moderate, implying that farmers' perceptions of the system may be somewhat different than researchers'. A survey of silvopasture adopters of varying scales was taken in northeastern Argentina to investigate their perceptions of the advantages and disadvantages provided by the system. The farmers perceived the most important advantages to be improved microclimate and diversified cash flow, while the most important disadvantages were competition between trees and forage species, and the complex management that the system requires. These perceptions differed somewhat from farmers' initial expectations of the system, before adoption. In general, adopters indicated that they would probably continue or expand silvopasture plots, with or without further policy intervention.

Key words: Adopter perceptions, Decision factors, Farm scale, Silvopasture

RESUMEN

Es necesario que entendamos las percepciones y expectativas de los productores sobre tecnologías para poder diseñar herramientas de políticas y programas de extensión apropiados y para mejorar tecnologías. Investigaciones previas han demostrado los beneficios de los sistemas silvopastoriles para productores, pero se los han adoptados solamente moderadamente, que implica que las percepciones de los productores son diferentes de las percepciones de los investigadores. Una encuesta de adoptadores de sistemas silvopastoriles de diferentes escalas fue llevada a cabo en el noreste de Argentina para investigar sus percepciones de las ventajas y desventajas que el sistema proporciona. Los productores percibieron que las ventajas más importantes son un microclima mejorado y un flujo de ingresos más diversificado, mientras que las desventajas más importantes son competencia entre los árboles y especies forrajeras, y el complejo manejo que el sistema requiere. Estas percepciones son distintas de las expectativas iniciales de los productores, antes de adoptar. También las percepciones varían con los diferentes grupos de escala de finca. En general, adoptadores indicaron que probablemente mantendrán o aumentarán el área de las parcelas silvopastoriles, con o sin políticas que las favorecen en el futuro.

Palabras clave: Percepciones de adoptadores, Factores de decisiones, Escala de finca, Sistemas silvopastoriles.

INTRODUCTION

Silvopasture systems have been shown to have potential profitability in many parts of the world (CLASON and SHARROW, 2000; COLCOMBET, et al. 2004; DANGERFIELD and HARWELL, 1990; ESQUIVEL et al., 2004; FASSOLA et al., 2004; GRADO et al., 2001), yet are not commonly adopted (DAGANG and NAIR, 2003; RAPEY et al., 2001; STAINBACK and ALAVALAPATI, 2004).

Understanding the ways in which farmers perceive that agroforestry systems affect them can help research and extension. First, this knowledge can help researchers improve old and design new technologies more targeted to farmers' needs.

Second, extension to new potential adopters can be aided by understanding the views of more experienced farmers. If we are to expect good adoption, we should properly understand the motivations and expectations of farmers (DAGANG and NAIR, 2003).

Third, farmers' perceptions of technologies after practicing them for several years can help researchers consider whether adoption of a practice will result in its continued usage. It is possible to imagine outreach programs achieving moderate levels of technology adoption only for those same technologies to be discarded after the program discontinues support. Unfortunately, most research institutions and funding sources are not designed to investigate the long-term success of projects.

SHRESTHA, ALAVALAPATI and KALMBACHER (2004) investigated the strengths, weaknesses, opportunities and threats (SWOT) of silvopasture practices in south Florida by interviewing three agricultural "opinion leaders". Silvopasture systems showed strengths and opportunities of providing a strong sense of stewardship and satisfaction to adopters, aiding in environmental protection and helping to diversify income. On the other hand, characteristics such as fire hazard, uncertainty about government regulations and the length of the silvopasture investment were the major weaknesses of and threats to silvopasture (SHRESTHA et al., 2004).

The fact that many of the strengths, weaknesses, opportunities and threats of silvopasture practices in south Florida are not directly related to criteria used in previous cost-benefit analyses reinforces how little we know about the way in which potential adopters make decisions about new technologies (SHRESTHA et al., 2004).

Where silvopasture is practiced in the Americas, it is most often practiced by large landholders. There are several possible barriers to adoption of silvopasture systems for small-scale farmers with limited resources (DAGANG and NAIR, 2003; PAGIOLA et al., 2004). If we are to expect good adoption of silvopasture systems among small farmers, we should properly understand their particular motivations and expectations (DAGANG and NAIR, 2003; SHRESTHA et al., 2004).

One possible explanation for the differential in adoption between small and large landholders is that silvopasture systems exhibit increasing returns to scale. Most financial analyses to date have assumed constant costs and benefits per hectare. This may be a naïve approach to modeling silvopasture. PÉREZ (2006) found that while large-, medium-, and small-scale farmers in Honduras manage silvopasture systems in similar ways, their total net revenues and net revenues from forestry versus livestock were quite different. We should be aware of the different roles agroforestry systems play for distinct types of farms.

This study uses survey methods to qualitatively investigate the perceptions farmers of different scales in northeastern Argentina about silvopasture systems. Further, it addresses the issue of whether adopters are likely to continue use of the system.

MATERIALS AND METHODS

Study area

The northeastern provinces of Misiones and northern Corrientes, Argentina have experienced moderate adoption of silvopasture systems in recent years among farms of all scales. A number of large-scale cattle ranchers as well as medium- to large-scale forest plantation firms have adopted silvopasture systems. Also, special extension programs, including in-kind provision of necessary capital for starting silvopasture parcels, have convinced a few small-scale farmers to adopt the system.

Farm survey

A farm survey of silvopasture adopters was conducted in Misiones and northern Corrientes during June and July of 2006. A purposive sample of adopters of varying farm scales was selected throughout the region to participate in the survey. These were identified by researchers and extension agents at the Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), who were familiar with the region. Personal interviews about perceptions of silvopasture systems, farm inputs and budgets, and producer success were conducted.

In total, 38 silvopasture practitioners of varying scales were interviewed, producing 35 usable responses. Farm size (including all properties of the same owner in relatively close proximity) ranged from 20 to 14,000 hectares with a mean of 1536 ha and a median of 280 ha. Surveyed farmers were classified into three groups using natural clusters: small-scale (20-50 hectares), medium-scale (90-800 ha) and large-scale (>1100 ha). There were 13 small-, 10 medium- and 12 large-scale farmers in the sample.

Farmers were asked qualitatively about the advantages and disadvantages that they perceived in the silvopasture system at two points in time, at the time of the adoption decision and in the present (i.e. during implementation of the system). They were asked whether they would be likely to continue practicing silvopasture systems with and without the current prices and incentive policies. Each of these questions was open-ended, that is, no list of possible responses was given. Farmers were permitted to give as many responses as they felt appropriate.

Responses for perceived advantages and disadvantages and for the perceived likelihood of continuance of silvopasture were pooled into similar responses. Responses were compiled into the three farm-scale groups.

RESULTS AND DISCUSSION

Perceived advantages and disadvantages

In many cases, the perceived advantages and disadvantages of the system varied from the point in time before adopting the system to the present. Among the 35 farmers interviewed, the most common responses for advantages and disadvantages are listed in tables 1 and 2, respectively.

In general, there were fewer negative responses about silvopasture systems than positive responses. It is important to note that, since the sample was only of adopters, there is a form of self-selection bias in the sample. Adopters most likely believed from the beginning that the system would offer something positive. However, the study does provide one of the first comparisons of perceptions of various advantages or disadvantages across farm-scale groups or across time frames.

Table 1: Most common perceived advantages of silvopasture systems. Responses with less than a 15% frequency among all groups were omitted for brevity.

Advantage	Explanation
Cash flow	The products (livestock, thinned timber and final sawtimber) operate on different time scales.
Practical	Provides a low-cost way to combine two activities that farmers were practicing anyway.
Profitable	Silvopasture systems provide more profit than alternative production systems in the region.
Microclimate	In the summer, shade reduces heat stress on the livestock. Also, reduced heat stress on the forage helps keep it tender and palatable. In the winter, trees provide some shelter against frost.
Weed control	Livestock help combat shade-tolerant weeds which would otherwise need to be sprayed in forest plantations. Trees shade out some aggressive shade-intolerant weeds.
Fire control	Livestock reduce the amount of dry matter under the forest, and thus reduce the risk of catastrophic forest fires.
Erosion control	Compared to other production systems, silvopasture provides a high degree of soil cover.
Dual use	The system produces two products, timber and livestock, from the same parcel of land.
Timber quality	The silviculture implied by a silvopasture system (high intensity of pruning and thinning) leads to a high-quality end product (high grade sawtimber or veneer with few knots).

Table 2: Most common perceived disadvantages of silvopasture systems. Responses with less than a 15% frequency among all groups were omitted for brevity.

Disadvantage	Explanation
Uncertainty	Being a new technology, relatively few studies have been conducted, leaving farmers to trial and error. Also, institutional instability in Argentina creates uncertainty in prices, export policy and the continuance of the cost-share program.
Capital	The investment required for the purchase of seedlings, herbicides, pesticides, etc. can be high.
Competition	Competition between the tree and forage components for light, water and nutrients.
Complexity	The system requires a very intensive, complicated management regime.
Land	The system would take land away from other productive systems. Economically, this statement may be equivalent to stating that silvopasture is not as profitable as other systems.
Health	Wooded areas provide habitat for an increased quantity of livestock pests, such as ticks.

Expected advantages at time of adoption

When farmers were asked about the advantages and disadvantages they expected from silvopasture at the time of the adoption decision, there was relatively little variability between farm scale groups (fig. 1). The two most common responses for the expected advantages were that farmers would receive two products from one parcel of land, and that an improved microclimate would favor livestock production. The percentages of farmers who gave these responses were remarkably similar between farm-scale groups.

There were some differences between the farm-scale groups in the next most common responses, that silvopasture systems help with control of weeds and prevention of forest fire. Large and medium-scale managers were more likely to provide these responses. The discrepancy in the fire control response may partially reflect the fact that the more fire-prone, savanna areas of the region are generally divided into much larger landholdings, while areas of native forest are less likely to have major difficulties with fire and have been colonized more recently by small-scale farm families.

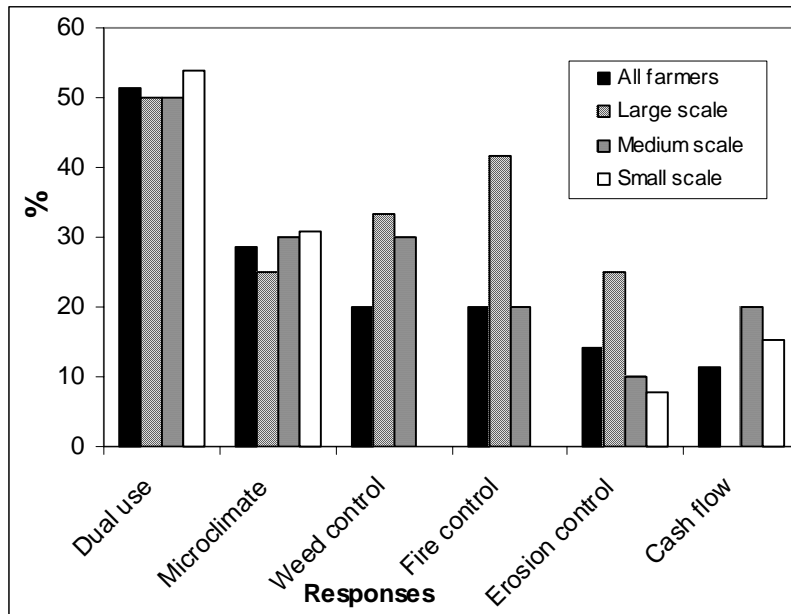


Figure 1: Expected advantages of silvopasture.
 Frequency of response for various perceived advantages, by farm-scale groups. Responses with less than a 15% frequency among all groups were omitted for brevity.

Expected disadvantages at time of adoption

There was notable uniformity in the responses for the disadvantages farmers were expecting from silvopasture when they initially adopted the system (fig. 2). The most common responses were that competition between trees for light, water and nutrients would reduce productivity and that the system would be too complex to manage easily.

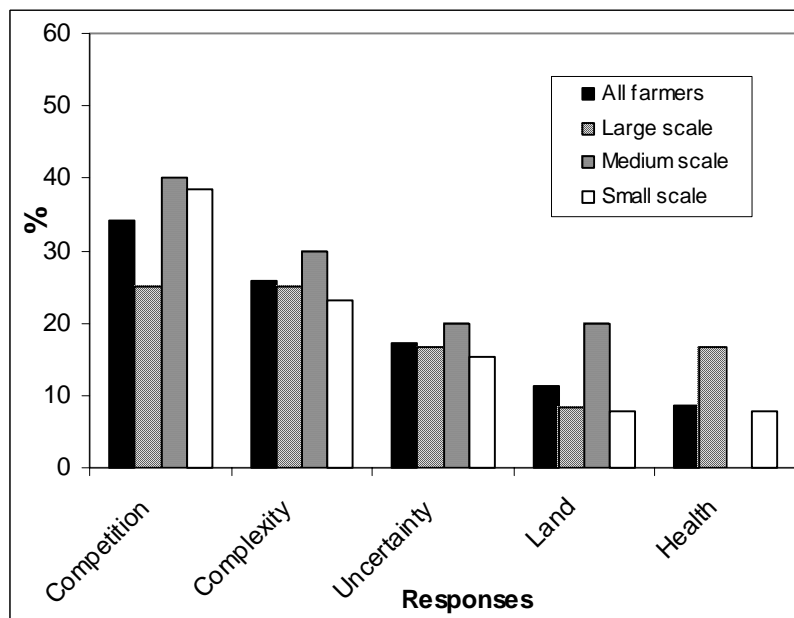


Figure 2: Expected disadvantages of silvopasture.
 Frequency of response for various perceived advantages, by farm-scale groups. Responses with less than a 15% frequency among all groups were omitted for brevity.

Currently perceived advantages

When farmers were asked what advantages they see in silvopasture at the present, the most common response was that silvopasture systems provide microclimate benefits for livestock management (fig. 3). Large- and medium-scale managers were more likely to give this response than small-scale farmers. The second most common response in general, and the most common response among small-scale farmers, was that silvopasture systems have good cash-flow qualities. In particular, sale of cattle and frequent forest thinnings can provide short- to medium-term income, while the growth of sawtimber acts as a long-term investment. The fact that cash flow benefits were the most common response among small-scale farmers corresponds well to the fact that in developing regions it is difficult for small-scale farmers to access credit (or savings accounts). In addition, because of the past instability of the Argentinean currency, real assets including land, livestock, and trees may have exceptional value still in the country.

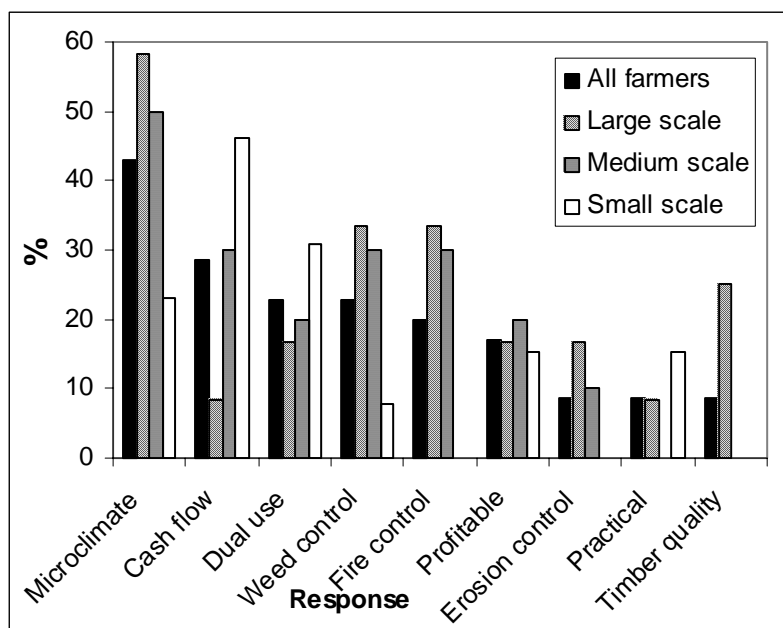


Figure 3: Currently-perceived advantages of silvopasture.
Frequency of response for various perceived advantages, by farm-scale groups.
Responses with less than a 15% frequency among all groups were omitted for brevity.

High percentages of respondents also answered that silvopasture provided the benefits of two products from the same plot of land and weed control. Small farmers tended to respond that the “dual-use” of land was a benefit while medium and large farmers were more pleased with the benefit of weed control.

Fire control was an important response for large- and medium-scale farmers. Again, this is likely due to the geographic distribution of farms.

There were substantial differences between the benefits farmers believed they would receive when they adopted the systems and the benefits they actually felt were the most important now that they have significant experience with the system. In particular, improved “microclimate” increased in perceived importance, surpassing “dual-use” of land, which decreased in frequency of response. In addition, “cash flow” became an increasingly important benefit, especially for small-scale farmers.

In general, it appears that small-scale farmers focused mostly on more direct financial benefits of the system, while large- and medium-scale farmers perceived the technical benefits

of the system as more advantageous (although technical benefits such as microclimate and fire control do have a financial side).

Currently perceived disadvantages

The most common concerns among farmers at the present are competition between trees and forage plants for light, water, etc., and the complexity of system management (fig. 4). Farmers have fewer concerns about silvopasture in the present, now that they have experience with the system, than before adoption. There is a decreased importance of concerns about plant competition relative to system complexity, indicating that farmers now realize that there are many ways of managing the competition among plants, although this management requires much planning.

The only disadvantage of silvopasture that was perceived to be more important currently than it was at the time of adoption is the requirement of investment capital to start the system. Normally, we would think that this would be a more important disadvantage when farmers are considering adoption, since this is when most of the investment would take place. However, most of these farmers initially adopted silvopasture before 2001, when cost-share and in-kind support programs were more easily accessible. It is likely that they did not view the capital requirement as a barrier at the time of adoption because of the availability of these programs, which may no longer be a feasible alternative. It is interesting that no small-scale farmers voiced this concern.

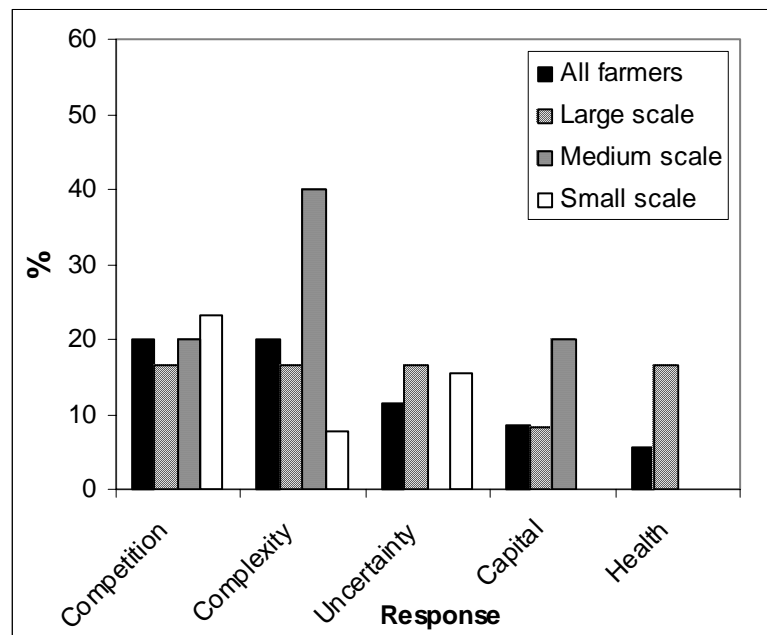


Figure 4: Currently-perceived disadvantages of silvopasture
 Frequency of response for various perceived disadvantages, by farm-scale groups. Responses with less than a 15% frequency among all groups were omitted for brevity.

Likelihood of continuance

The majority of farmers indicated that they had received help starting the silvopasture system either through government cost-share programs or in-kind support. By a wide margin, farmers indicated that they would probably increase the area of land given to silvopasture if cost-share or in-kind support programs continued (fig. 5). Small farmers seemed somewhat less likely to state that they would increase the area of their land dedicated to silvopasture, but this is at least in part due to the fact that small farmers are more land-constrained and most high-productivity areas are used for annual subsistence or cash crops.

In addition, the majority of farmers, particularly large- and medium-scale farmers, indicated that they would continue implementing silvopasture systems, even if no government support were provided (fig. 6). This is a good indication that these farmers believe that silvopasture is beneficial to them. Furthermore, these data seem to indicate, to some degree, that the hurdle of convincing farmers to install silvopasture is a one-time barrier.

Figure 5: Likelihood of continuance of silvopasture system area, with current prices and incentive policies

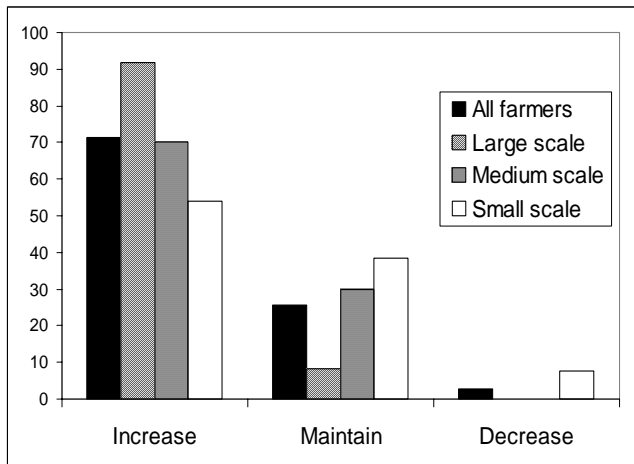
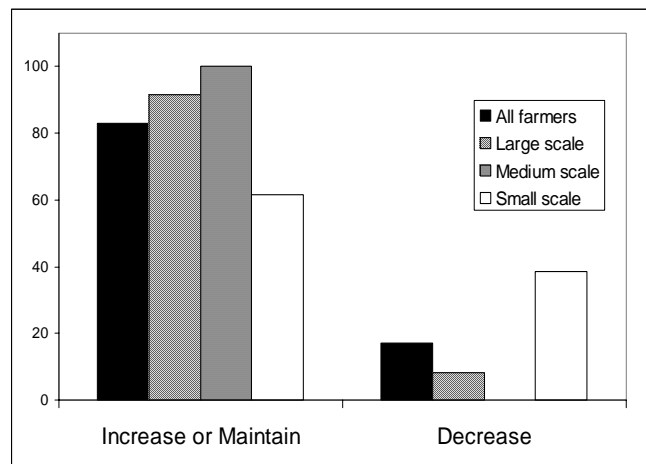


Figure 6: Likelihood of continuance of silvopasture system area, with no incentive policies



CONCLUSIONS

Small, medium and large farmers in Northeastern Argentina demonstrated different perceptions of silvopasture systems. Small farmers are interested in the financial advantages of having short-, medium- and long-term cash flow, while larger-scale farmers seem to appreciate technical benefits such as improved microclimate, weed control and fire control. Extensionists and researchers should keep in mind the benefits farmers believe to be the most important when conversing with potential future adopters and when comparing production systems.

The question of whether or not the front-end investment in silvopasture is too much for farmers to overcome is still an interesting one and merits more precise research. The majority of all adopters surveyed indicated that they would continue implementation or even expand silvopasture on their lands, with or without cost-share or in-kind benefits. In addition, only a relatively few farmers believed that the high investment cost was a disadvantage of the system. However, it is questionable whether or not new farmers, particularly small farmers with limits on capital, are likely to adopt the system without some form of incentives. Small-scale farmers did not cite capital costs as major concern. These results indicate that adoption will probably continue.

Overall, the results of this study do indicate that silvopasture systems have significant benefits to farmers who adopt them, of all scales. Further research in other countries in the Americas may help determine their applicability in other locations where good livestock and forest products markets exist. The results also can inform future research on economic analyses of silvopasture systems and differences by ownership size.

REFERENCES

- CLASON, T.R. and Sharrow, S.H. 2000. Silvopastoral practices [in the USA]. In: Garrett, H.E., Rietveld, W.J., Fisher, R.F. (Eds.), North American Agroforestry: An Integrated Science and Practice, American Society of Agronomy, Madison, 119.
- COLCOMBET, L., Crechi, E., Fassola, H., Lacorte, S., San Jose, M., 2004. Resultados del análisis financiero y socioeconómico del manejo forestal y silvopastoril de *Grevillea robusta* en Misiones. Revista Forestal YVYRARETA, 12: 9-18.
- DAGANG, A.B.K. and Nair, P.K.R. 2003. Silvopastoral research and adoption in Central America: Recent findings and recommendations for future directions. Agroforestry Systems, 59 (2): 149-155.
- DANGERFIELD, C.W., Jr. and Harwell, R.L. 1990. An analysis of a silvopastoral system for the marginal land in the southeast United States. Agroforestry Systems, 10 (3): 187-197.
- ESQUIVEL, J., Fassola, H.E., Lacorte, S.M., Colcombet, L., Crechi, E., Pachas, N., Keller, A. 2004. Sistemas Silvopastoriles - Una sólida alternativa de sostenibilidad social, económica y ambiental. In: 11as Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales - FCF, UNaM – INTA: EEA Montecarlo. Eldorado, Misiones, Argentina.
- FASSOLA, H.E., Lacorte, S.M., Esquivel, J., Colcombet, L., Moscovich, F., Crechi, E., Pachas, N., Keller, A. 2004. Sistemas silvopastoriles en Misiones y NE de Corrientes y su entorno de negocios. Available from INTA: EEA Montecarlo. Directorio de información: Sistemas Silvopastoriles.
- GRADO, S.C., Hovermale, C.H., St Louis, D.G. 2001. A financial analysis of a silvopasture system in southern Mississippi. Agroforestry Systems, 53 (3): 313-322.
- PAGIOLA, S., Agostini, P., Gobbi, J., de Haan, C., Ibrahim, M., Murgueitio, E., Ramírez, E., Rosales, M., Ruíz, J.P. 2004. Paying for Biodiversity Conservation Services in Agricultural Landscapes. Report 96, International Bank for Reconstruction/World Bank, Washington.
- PÉREZ, E. 2006. Caracterización de sistemas silvopastoriles y su contribución socioeconómica a productores ganaderos de Copán, Honduras. Master's Thesis, CATIE.
- RAPEY, H., Lifran, R., Valadier, A. 2001. Identifying social, economic and technical determinants of silvopastoral practices in temperate uplands: Results of a survey in the Massif Central region of France. Agricultural Systems, 69 (1/2): 119-135.
- SHRESTHA, R.K., Alavalapati, J.R.R., Kalmbacher, R.S. 2004. Exploring the potential for silvopasture adoption in south-central Florida: An application of SWOT-AHP method. Agricultural Systems, 81 (3): 185-199.
- STAINBACK, G.A. and Alavalapati, J.R.R. 2004. Restoring longleaf pine through silvopasture practices: An economic analysis. Forest Policy and Economics, 6 (3/4): 371-378.

AVALIAÇÃO DA DENSIDADE DO SOLO EM PLANTIO DE *Eucalyptus grandis* E LAVOURA NA REGIÃO DE SANTA MARIA RS.

ASSESSMENT OF SOIL DENSITY IN *Eucalyptus grandis* FOREST AND FARMING IN REGION OF SANTA MARIA RS.

Juliana Garlet ¹
Karina Modes ²
Mauro Valdir Schumacher ³

¹ UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA. Departamento de Ciências Florestais. Av. Roraima s/n°. Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. julianagarlet@yahoo.com.br.

² UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA. Departamento de Ciências Florestais. Av. Roraima s/n°. Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. ksmodes@yahoo.com.br

³ UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA. Departamento de Ciências Florestais. Av. Roraima s/n°. Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. schumacher@pesquisador.cnpq.br

SUMMARY

The present paper had for objective to compare the soil density in the *Eucalyptus grandis* forest and farming of oats, in the Federal University of Santa Maria, Santa Maria, RS. The results showed that the soil density have not statistical difference in the profundities 0-5 and 5-10. But the soil density have statistical difference in the profunds 10-15 and 15-20, the farming of oats has bigger soil density, a due the characteristics of argissolo. In the *Eucalyptus grandis* forest the soil density reduce of the 10-15 e 15-20 cm, a due the smaller root.

Key words: soil density, farming, *Eucalyptus*.

RESUMO

A densidade é um dos atributos físicos mais importantes do solo, pois reflete as condições de compactação do solo, podendo ter um valor variável para o mesmo solo, sendo reflexo do manejo empregado. Com o aumento da densidade reduz-se a macroporosidade, a quantidade de água disponível e a aeração. O objetivo deste trabalho é comparar a densidade do solo em um povoamento de *Eucalyptus grandis* e uma área de lavoura sob plantio de aveia, no campus da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. Para realização das coletas foram abertas três trincheiras de aproximadamente 30 cm de profundidade no povoamento com *Eucalyptus grandis*, e mais três na lavoura localizada próxima a floresta. Em cada trincheira coletou-se solo nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-15 e 15-20 cm, para análise da densidade. Os resultados mostraram que para a densidade do solo não houve diferença estatística significativa nas profundidades de 0-5 e 5-10 cm, enquanto nas profundidades de 10-15 e 15-20 cm houve diferença significativa, sendo que área de lavoura apresentou valores mais elevados de densidade. Na área de floresta a densidade diminuiu aos 10-15 e 15-20 cm.

Palavras- chaves: Densidade do solo, lavoura, *Eucalyptus*.

INTRODUÇÃO

As técnicas de cultivo com mecanização intensa e a elevada taxa de uso dos solos, têm ocasionado mudanças no comportamento das propriedades físicas, o que influencia de forma direta a produção e o equilíbrio dos recursos naturais.

Segundo BERTOL et al. (2000) as propriedades físicas do solo precisam ser monitoradas visto que o uso intensivo ou acima da capacidade de suporte pode provocar mudanças indesejáveis, como aumento da densidade do solo (Ds), redução do teor de matéria orgânica (MO), diminuição da porosidade, tamanho de agregados, taxa de infiltração de água e resistência à penetração das raízes.

No contexto da conservação do solo, a Ds é um dos atributos físicos que mais se destaca em virtude de refletir, as condições de compactação do solo, podendo ter um valor variável para o mesmo solo, sendo reflexo do manejo empregado (DIAS, 2000). Com o aumento da densidade reduz-se a macroporosidade, a quantidade de água disponível e a aeração.

A determinação da densidade do solo dos horizontes de um perfil permite avaliar propriedades do solo como a sua drenagem, sua condutividade hidráulica, sua permeabilidade ao ar e a água, sua capacidade de saturação de água, etc. Através dela teremos informações sobre o manejo atual do solo, e a possibilidade de uso para determinadas culturas, valores elevados de densidade podem causar aumento da resistência mecânica à penetração de raízes, redução da aeração, alteração do fluxo de água e calor e da disponibilidade de água e nutrientes para as plantas (KIEHL, 1979).

Desta forma, quanto menor for a densidade do solo maior será o número de macroporos. SCHUMACHER et al. (2004), cita a importância da matéria orgânica, que tem densidade menor que a matéria mineral do solo e tem a função de flocular o solo, melhorando a sua estrutura e conseqüentemente diminuindo a sua compactação. Este aspecto é favorecido em solos florestais, onde o grande aporte de matéria orgânica proveniente das árvores faz com que os mesmos apresentem, ao menos nas camadas superiores, grandes teores da mesma.

O objetivo deste trabalho é comparar a densidade do solo e em uma área de lavoura sob plantio de aveia, e uma com floresta de *Eucalyptus grandis*.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado no campus da Universidade Federal de Santa Maria – Santa Maria (RS), situada na região da Depressão Central do RS, sob coordenadas geográficas próximas a 29°42'24" S e 53°48'42" W, a uma altitude média de 95 m.

O clima na região segundo a classificação de KÖPPEN (MORENO, 1961) é do tipo Cfa – temperado chuvoso com chuvas bem distribuídas, atingindo cerca de 1770 mm anuais. A temperatura média anual é de 18,8° C.

O solo pertence à Unidade de Mapeamento São Pedro, classificado no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos como Argissolo Vermelho distrófico arenico (STRECK et al., 2002). As duas áreas analisadas são vizinhas, separadas por uma cerca apresentando assim o mesmo tipo de solo. A área de lavoura está sob plantio de aveia, e o povoamento de *Eucalyptus grandis* encontra-se com sete anos de idade.

Para realização das coletas foram abertas três trincheiras de aproximadamente 30 cm de profundidade no povoamento com *E. grandis*, e mais três na lavoura localizada próxima a floresta. Em cada trincheira coletou-se solo nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-15 e 15-20 cm, para análise da densidade. As trincheiras tiveram profundidade de 30 cm, afim de que fosse

possível realizar coleta de solo até os 20 cm, camada comumente utilizada para avaliações das propriedades físicas e químicas do solo.

Na determinação da densidade, coletou-se solo segundo o método de KOPECKY, (EMBRAPA, 1997) nas respectivas profundidades, com o auxílio de anéis volumétricos e extrator.

As amostras de solo e os anéis de densidade coletados foram encaminhados ao Laboratório de Ecologia Florestal do Departamento de Ciências Florestais da UFSM onde as amostras foram secas em estufa a 110°C para determinação da densidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise comparativa das densidades foi utilizado o teste t com 5% de significância, pelo teste t a densidade nas profundidades 0-5, e 5-10 não apresentou diferença significativa entre a lavoura e o povoamento de Eucalyptus, apesar dos valores da densidade no Eucalyptus terem sido menores. Nas profundidades de 10-15 e 15-20, o teste verificou diferença significativa nas duas áreas, com valores bem mais elevados de densidade na área de lavoura, como pode ser observado no Gráfico 1.

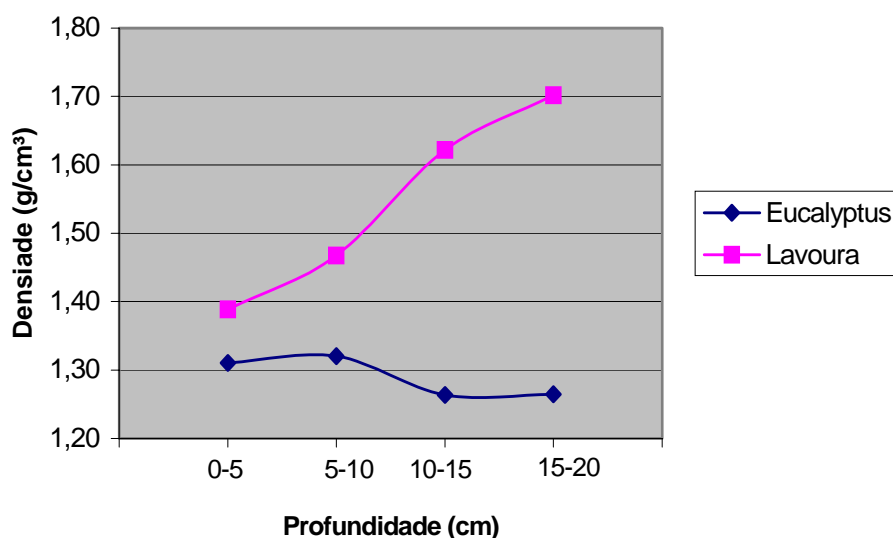


Gráfico 1: Valores de densidade do solo na lavoura, e em floresta de *E. grandis*, Santa Maria 2007.
Graphic 1: Values of soil density in farming and forest of *E. Grandis*, Santa Maria 2007.

Argissolos Vermelhos distróficos arênicos, segundo STRECK et al. (2002), bem como os demais argissolos apresentam horizonte Bt do tipo B textural, que é sempre mais argiloso em comparação ao horizonte A. Isto explicaria a variação de densidade do solo entre as profundidades 10 – 15, e 15-20 cm na lavoura, sendo explicada pela passagem do horizonte A para o horizonte B textural, que apresenta maior porcentagem de argila, apresentando assim maior densidade. Outro fator a ser considerado é formação do chamado “pé-de-arado”, em solos sob cultivo agrícola, que ocorre próximo aos 15 cm, o que também aumentaria a densidade com o aumento da profundidade.

Quanto aos valores de densidade do solo na floresta de *E. grandis* observou-se que a mesma diminui com a profundidade (Gráfico1). Isso pode estar relacionado pela presença de raízes finas, uma vez que a floresta encontra-se em um estágio adulto, a morte e decomposição dessas raízes aumenta a porosidade do solo, diminuindo a densidade do mesmo.

Em estudo realizado por ROSA et al. (2007), comparando a densidade em Florestas de *Pinus sp.* e área de campo, observaram densidade menor do solo na floresta de *Pinus sp.*,

sendo que a densidade diminuía com o aumento da profundidade na área com floresta.

SANTI *et al.* (2006), estudando as características físicas do solo da microbacia hidrográfica em Arvorezinha-RS, constataram que em áreas ocupadas com reflorestamentos e florestas naturais, apresentaram valores menores de densidade do que áreas sob cultivo anual.

Estudando as propriedades físicas e teor de matéria orgânica em um Latossolo Vermelho de cerrado sob diferentes usos e manejos, SOUZA E ALVES (2007), constataram que diferentes usos e manejos, empregados induziram à degradação das propriedades físicas do solo, isso pode ser quantificado através de maiores valores de densidade do solo, resistência à penetração e microporosidade e menores valores de macroporosidade, porosidade total, sendo que áreas sob florestamento apresentaram menores valores de densidade.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados e com as condições em que o experimento foi realizado, pode-se concluir que:

- Não houve diferença significativa da densidade do solo nas profundidades de 0-5, e de 5-10 cm na área de lavoura quando comparada com a área de *E. grandis*.
- Nas profundidades de 10-15, e 15-20 cm, houve diferença significativa na densidade do solo, sendo que na área de lavoura os valores foram bem mais elevados que na área com floresta.
- A densidade na área com lavoura aumentou com a profundidade, enquanto na área de floresta com *E. grandis*, a densidade diminuiu com a profundidade.

BIBLIOGRAFIA

- BERTOL, I.; ALMEIDA, J. A. DE; ALMEIDA, E. X.; KURTZ, C. **Propriedades físicas do solo relacionadas a diferentes níveis de oferta de forragem de capim-Elefante-Anão**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.35, n.5, p.1047-1054, 2000.
- DIAS J. M. S. **Compactação do solo**. Tópicos em ciência do solo. Viçosa: SBCS, 2000. cap.2, p.55-94.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- KIEHL, J. E. **Manual de Edafologia. Relações solo-planta**. Ed. Ceres. São Paulo. 1979. 262p.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura, 1961. 73 p.
- ROSA, S. F.; BARBIERI, J.; PISSININ, L. Z. *et al.* Estudo comparativo das características químicas e físicas do solo em campo nativo e floresta de *Pinus elliottii* engelm. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2007. Gramado. **Anais...** Gramado RS, 2007.
- SANTI, G. R.; REINERT, J.; REICHERT, J. M. *et al.* **Características físicas do solo da microbacia hidrográfica de Cândido Brum -Arvorezinha-RS**. Disponível em: www.sbcnet.org.br/eventos/58ra/pags/P%F4steres_FINAL.PDF Acesso em 09/08/2007.
- SCHUMACHER, V. M. **Análise de nutrientes para sustentabilidade**. Revista da Madeira n° 83 - ano 14 - agosto de 2004. Disponível em http://www.remade.com.br/pt/revista_materia.php.edicao=83&id=601 Acesso em: 08/08/2007.

SOUZA, M. Z.; ALVES, C. M. **Propriedades físicas e teor de matéria orgânica em um Latossolo Vermelho de cerrado sob diferentes usos e manejos.** Disponível em: <http://br.monografias.com/trabalhos/propriedades-fisicas-materia/propriedades-fisicas-materia.shtml>. Acesso em: 09/08/2007.

STRECK, E. V.; KÄMP, N.; DALMOLIN, R. S. D. *et al.* **Solos do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: Emater-RS/UFRGS, 2002, 107p.

CRECIMIENTO Y CALIDAD DE MADERA DE PALO SANTO
(*Bulnesia sarmientoi*)

GROWTH AND WOOD QUALITY OF PALO SANTO
(*Bulnesia sarmientoi*)

Giménez, A¹
Hernández, P.²
Sparagino, C³
Moglia, J.G.⁴
Ríos, N.A.⁵

¹ Dr. Ing. Ftal. Dendrología- FCF-UNSE.- E mail: amig@unse.edu.ar

² Ing. Forestal- Becario Proyecto PICTO Biodiversidad -hernandez_patricia03@yahoo.com.ar

³ Ing. Forestal- APCD. (Asociación para la Promoción de la Cultura y el Desarrollo) Formosa.

⁴ Dr. Ing. Ftal. Dendrología- FCF-UNSE.- E mail: vimog@unse.edu.ar

⁵ MSc. Dasometría. FCF-UNSE.- E mail: nar@unse.edu.ar

SUMMARY

The study aims to analyse the potential for growth in a forest of palo santo (*Bulnesia sarmientoi*), valuing growth of individual trees, to determine transit time and characterize the quality of roundwood. It works in Formosa, G. Bazán, Lote 27. To study the growth of 10 adult trees alighted from the plots of forest inventory. For wood quality are studied stacks of wood. *Bulnesia sarmientoi* presents a wood anatomical features with the specialized xerophytic with an adaptive strategy that combines the presence of vascular elements, small aggregates, too numerous and accompanied vascular tracheids. Growth rings are small, thickness of 2.2 mm. Sapwood is formed by 8-rings (7 -14). Transit time between class diameters of 5 cm is estimated in 12 years and a rotation of 62 years to reach the minimum diameter short.

Key words: *Bulnesia sarmientoi*, wood, growth.

RESUMEN

El estudio tiene por objeto analizar la potencialidad de crecimiento de palo santo (*Bulnesia sarmientoi*), valorar el crecimiento de árboles individuales, determinar tiempo de tránsito y caracterizar la calidad de madera rolliza. Se trabaja en Formosa, Bazán, Lote 27. Para el estudio de crecimiento se apearon 10 individuos en parcelas de inventario. Para calidad de la madera se estudia estibas de madera. *Bulnesia sarmientoi* presenta un leño con rasgos anatómicos que caracterizan una especie xerofítica, con estrategia adaptativa que combina la presencia de elementos vasculares, pequeños, agregados, numerosos, acompañados por traqueidas vasculares. Los anillos son pequeños, espesor medio 2.2 mm. La albura está formada por 8 anillos (7 -14). Se estima un tiempo de tránsito entre clase diamétrica de 5 cm de 12 años y rotación de 62 años para alcanzar el diámetro mínimo de corta.

Palabras clave: *Bulnesia sarmientoi*, madera, crecimiento.

INTRODUCCIÓN

Bulnesia sarmientoi Lorentz ex Griseb. (Palo santo) (Zigophyllaceae) es una de las leñosas arbóreas argentinas emblemáticas del Chaco semiárido argentino por las bondades de su madera. Su área de distribución esta restringida a la región norte del país, donde es un componente poco común en el bosque de maderas duras. El palo santo habita en diferentes ambientes al oeste de Formosa y Chaco y este de Salta, crece aislado o formando rodales pequeños en sitios bien drenados, donde desempeña el papel de árbol emergente en el estrato arbustivo espinoso (GIMÉNEZ, MOGLIA; 2003).

GIMÉNEZ *et al.* (2006) citan para un estudio de biodiversidad en un palosantal como principales componentes de la asociación las siguientes especies: *Bulnesia sarmientoi*, *Aspidosperma quebracho-blanco*; *Pisonia zapallo*, *Sideroxylon obtusifolium*, *Ziziphus mistol*, *Prosopis ruscifolia*, *Tabebuia nodosa*, *Cercidium praecox*, *Prosopis nigra*, *Diplokeleba floribunda*, *Capparis salicifolia*, *Capparis twediana*, *Maytenus vitis-idaea*, entra las principales leñosas arbóreas.

El principal valor del palo santo es la calidad de la madera, sumado a su área de distribución hacen necesario implementar medidas de conservación por el inigualable valor ecológico de la especie.

Esta especie es muy apreciada por sus múltiples aplicaciones, es una de las maderas que por su color pardo-verdoso, peso específico mayor a 1,1 kg./dm³, brillo y aroma intenso, se consideran de un valor inapreciable en la flora dendrológica argentina. El nombre vulgar hace referencia a al hecho que la madera una vez encendida, mantiene la llama largo tiempo y despide olor muy agradable (TORTORELLI, 1956). Para uso exterior se la emplea en trabajos de tornería, tallados, pisos, marcos y para postes de gran duración.

De la madera se destila un aceite esencial conocido como guayacol, que se emplea como ingrediente de perfumes. Es fuente de productos bioquímicos: insectífugo, medicinal, planta melífera, con propiedades tintóreas. Tiene aplicaciones en manufactura de barnices y pinturas oscuras (PFNM, 2003). Como ocurre con gran parte de las especies nativas, se conoce poco sobre el crecimiento de árboles individuales, información necesaria para establecer planes de manejo acorde a las posibilidades de crecimiento y a la calidad efectiva de la madera en rollo.

Se plantea el siguiente trabajo que tiene por objetivo: caracterizar el leño de *Bulnesia sarmientoi*, su patrón de anillos de crecimiento; determinar los principales defectos de la madera, el crecimiento en árboles individuales, y evaluar el turno de rotación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en bosques naturales del Chaco Semiárido Formoseño, localidad Ampliación Lote 27, G. Bazán, Provincia de Formosa, de 2917,32 Ha

Se aparearon 10 individuos adultos que provienen de las parcelas de inventario forestal para realizar el análisis epidométrico. La elección de los árboles se realizó en forma selectiva con el criterio de: individuo adulto, DAP (diámetro a la altura de pecho) superior a 30cm; fuste sin defectos; árbol dominante; copa simétrica y sana. En él se midió el DAP, altura de fuste y altura total y se marcó la dirección Norte en el fuste. Los árboles seleccionados fueron abatidos y se extrajeron rodajas de 5 cm de espesor, en la altura de 0.30m, (HELINSKA *et al.*, 1991).

Las muestras se cepillaron y lijaron hasta tener una superficie lisa que demarque con la mayor fidelidad los anillos de crecimiento. Para el estudio de anillos de crecimiento se trabajó con las secciones transversales determinándose las orientaciones Norte, Sur, Este y Oeste. La albura se contabilizó en número de anillos y en cm. La marcación y medición de anillos se

efectuó con el Equipo Computarizado ANIOL y el programa CATRAS (ANIOL, 1991). En este procedimiento se consignó el número de años y el espesor del anillo con una precisión de centésima de milímetro.

Para determinar calidad de madera se usó la metodología de GIMÉNEZ *et al.* (2007).

RESULTADOS

La madera es dura, muy pesada, con diferencia entre albura y duramen. La albura es de color blanco amarillento (HUE 2.5 Y 8/6 Munsell) y el duramen pardo-verdoso (HUE 7.5 GY 5/2 a 6/2 Munsell). El veteado es pronunciado, espigado-plumoso debido al grano entrecruzado con zonas muy angostas, realzado por el ángulo divergente de las líneas vasculares.

El leño presenta porosidad difusa no uniforme, con patrón dendrítico. Los vasos constituyen el 25% del tejido leñoso, están dispuestos en cadenas oblicuas o radiales y también solitarios, acompañados por traqueidas vasicéntricas. Vasos pequeños a medianos, moderadamente numerosos a muy numerosos, de elementos vasculares cortos 98μ (75-130), son del tipo bajos; placa de perforación es simple, con puntuaciones intervasculares alternas, hexagonales pequeñas. Los vasos del duramen están ocluidos por sustancias orgánicas de color pardo-verdoso, solubles en agua. El leño presenta rasgos anatómicos de alta especialización al xerofitismo (índice de vulnerabilidad muy bajo 0,91)

El tejido parenquimático axial y radial es escaso y representa el 25,5 % del leño. El parénquima axial se presenta en banda marginal, de hasta 3 células de ancho, además bajo la forma de parénquima apotraqueal difuso y paratraqueal escaso, vasicéntrico y confluyente. Los radios leñosos son homogéneos Tipo 1 de Kribs, con todas sus células procumbentes, muy numerosos (14–18/ mm), del tipo biseriados (66%), uniseriados (20,5 %) y escasos triseriados (13,5%); bajos de una altura media de $70,8\mu$. El carácter de mayor relevancia del leño es la estratificación completa de los radios, así como del parénquima axial y elementos de vasos (Figura 8). El número de estratos por mm axial es de 8–12.

El tejido mecánico es el más abundante (46,5% del tejido leñoso), de ahí las propiedades físico-mecánicas de su madera. Presenta fibras y fibrotraqueidas cortas, (500–774-1400 μ), con paredes muy gruesas, diámetro medio de $6,6\mu$, con puntuaciones simples o con aréolas minúsculas. Presenta cristales de oxalato de calcio, prismáticos, localizados en células del parénquima axial, septadas, con un cristal por cámara.

Patrón de anillos de crecimiento

La demarcación del anillo de crecimiento a nivel microscópico es bastante complicada ya que intervienen diferentes elementos: el tamaño, la frecuencia, distribución y orientación de vasos.

El anillo de crecimiento se caracteriza por la presencia de vasos abundantes en el leño temprano y menor número en el tardío, adoptando una disposición dendrítica. Las traqueidas vasicéntricas están presentes en todo el anillo. Corresponde a una estructura de anillo del tipo 6 según la clasificación de CARLQUIST (1988).

A nivel macro el anillo se demarca a partir de una línea oscura definida, seguida por una zona clara, y así sucesivamente. La presencia de contenidos colorantes pardo verduzcos entorpece la lectura. Ante la dificultad de definir los anillos en sección transversal, se contabilizó los mismos en la cara radial para ver coincidencia con la edad. Se pudo determinar que la presencia de leño con grano entrelazado que da origen a un nítido veteado espigado, en cada anillo el grano varía de ángulo, lo cual favorece la lectura de anillo.

El espesor medio de anillos es de 2,077 mm (1.18- 3.27); S: 0.47; varía con la edad y ajusta a una ecuación polinómica de tercer grado (figura 1). El ANOVA de la relación es altamente significativa entre individuos ($p < 0.95$) según Tabla 1.

Tabla 1- ANOVA

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	4567,49015	1	4567,49015	14,0843315	0,0002894
	Residual	33402,4718	103	324,295842		
	Total	37969,9619	104			

El espesor de anillos, presenta un máximo entre los 50-55 años de edad. El comportamiento del espesor en cada individuo permitió leer sus respectivas historias de crecimiento. La edad máxima estudiada es de 104 años y la tendencia de espesor de anillos se incrementa. La evolución del DAB (diámetro a la base) y edad ajusta a una ecuación polinómica de segundo grado, que estima un Diámetro a la base de 42 cm a los 100 años de edad (figura 2).

La albura está formada por un promedio de 8 anillos de crecimiento (7 -14) y ajusta a una ecuación logarítmica (figura 3). El número promedio de anillos de crecimiento en la albura corresponde a un espesor de 3,32 cm del diámetro del fuste (2,90- 5,08).

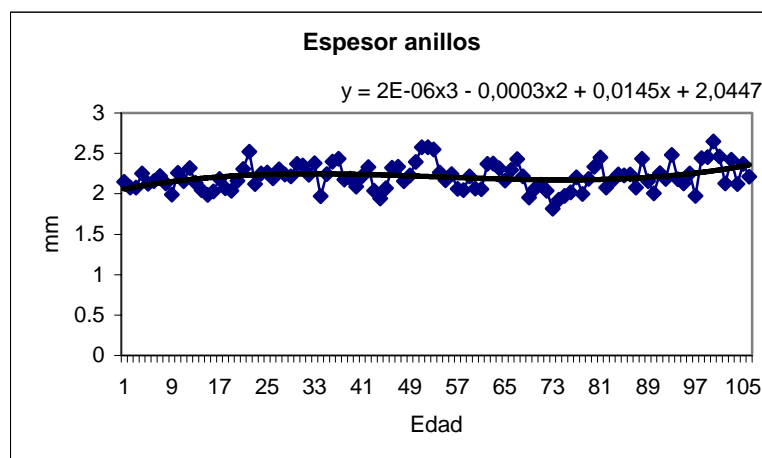


Figura 1. Evolución del espesor de los anillos y la edad
Figure 1. Rings evolution and age

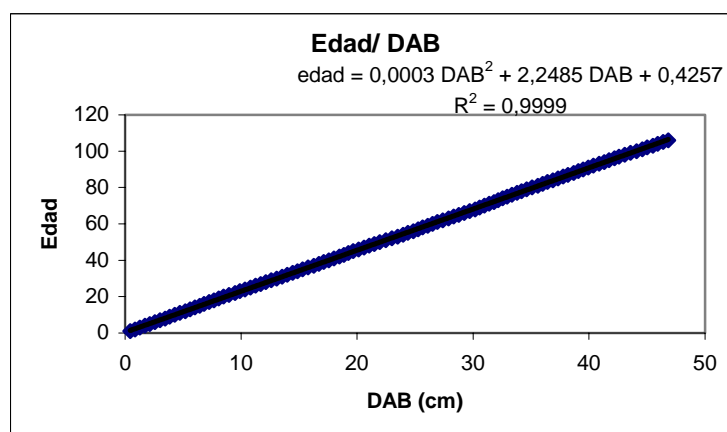


Figura 2. Relación edad y DAB.
Figure 2 . Relationship age and DAB

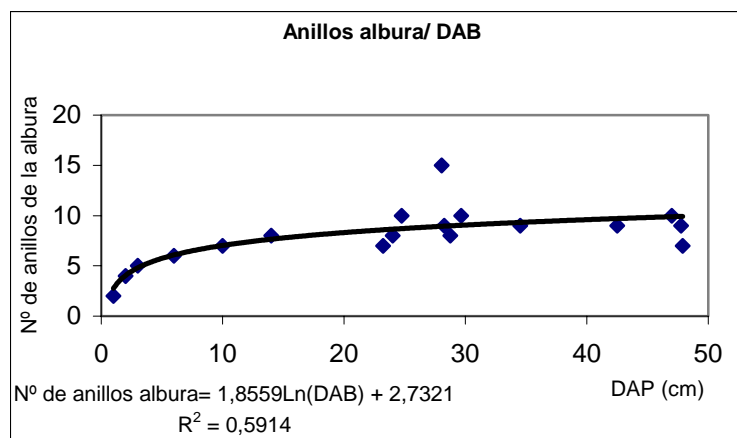


Figura 3. Espesor de la albura en número de anillos y el DAB
Figure 3. Sapwood thickness in rings number and DAB

El incremento anual diametral (IA) para la edad de 104 años de 4,42 .mm. y un incremento medio anual (IMA) de 4,18 mm (figura 4). Para el árbol 10 el IA máximo es a los 31 años.

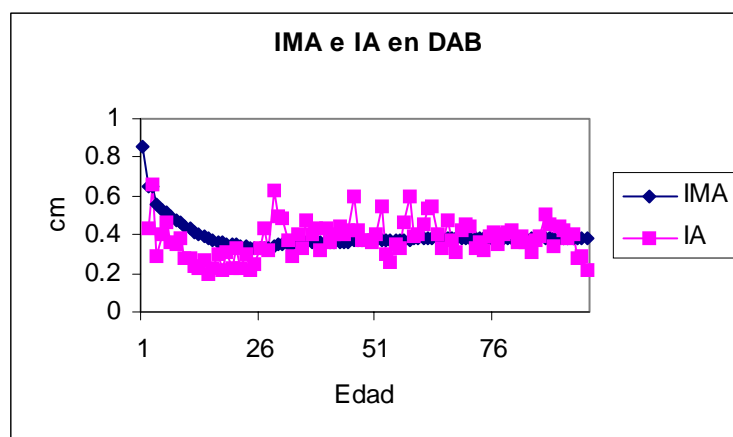


Figura 4. Evolución del IA e ICA en DAB
Figure 4. AI and ICA evolution in DAB

La sección basal y la edad ajusta a la siguiente función, para 100 años de edad corresponde un valor medio de 1500 cm² (figura 5).

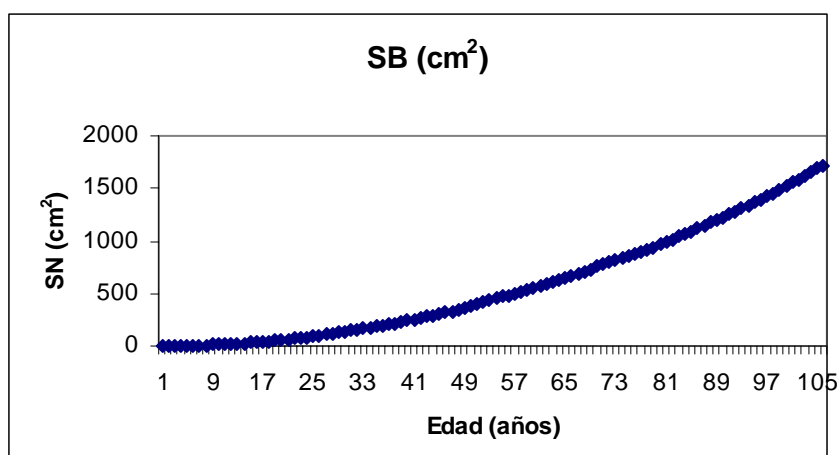


Figura 5. Evolución SB y edad
Figure 5. BS and age evolution

El IMA e IA en Sección basal no se intercepta a la edad considerada (figura 6).

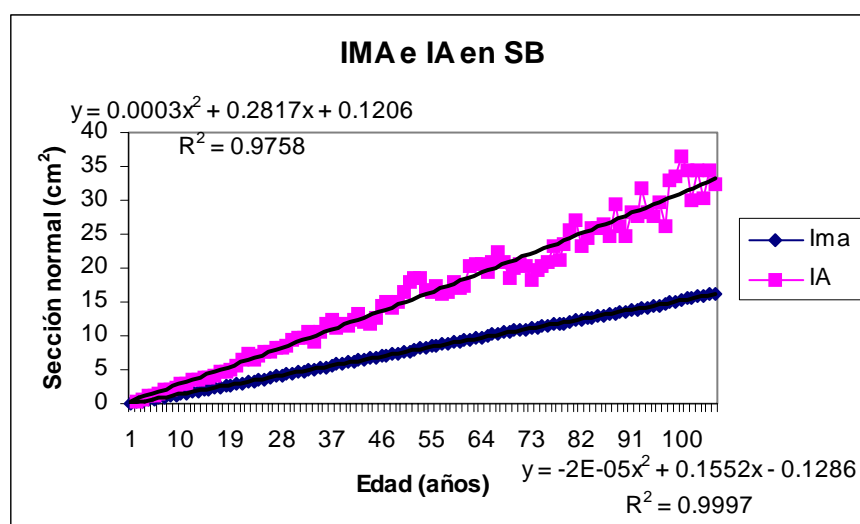


Figura 6. Evolución del IA e ICA en SB
Figure 6. IA e ICA evolution in BS

La culminación en crecimiento en SB a los 104 años no se ha producido aún. Actualmente los diámetros mínimos de corta son de 35 DAP, según la normativa vigente. Disp. 355/89 (Provincia de Formosa), que corresponde a un árbol de 83 (+5) años de edad.

Particularmente el estudio del crecimiento diamétrico permite analizar que se puede esperar del incremento en diámetro a través de las sucesivas clases de diámetro y estimar el número de años necesarios para que los individuos que se encuentran en una clase de tamaño pasen a la siguiente. Tales estimaciones sirven para calcular el tiempo de tránsito y el módulo de rotación, determinación fundamental para la obtención de un rendimiento sostenido y para la organización de la masa en el tiempo y en el espacio (ARAUJO, 1993).

Para calcular el tiempo de tránsito por clase diamétrica se empleó la curva de espesor de anillos promedio y a partir de ella se estableció en número de años que tarda en pasar de una clase a otra. Se calcula una rotación de 62 años, con un tiempo de tránsito de 12 años.

Defectos más frecuentes en la madera en rollo

De los individuos inventariados el 37% tiene sanidad buena; 49% media; 32% sanidad baja.

Los principales defectos en la madera en rollo fueron costillas basales; excentricidad; pudrición; acañonado u hoquedad; acebolladura; rajaduras; heridas de fuego, galerías producidas por insectos, madera decolorada y corteza inclusa.

Costillas basales: un 25% de los fustes presentan costillas basales que producen la pérdida de la forma cilíndrica al Diámetro a la base.

Excentricidad: se observó este defecto en alrededor del 25 % de las muestras transversales, aunque los árboles seleccionados para el análisis de anillos, tuvieran un fuste cilíndrico. Según KOLLMAN (1959) este defecto puede presentarse por efecto de los vientos, o una fuerte insolación lateral. La excentricidad en quebracho blanco (MOGLIA, 2001), itín y otras nativas arbóreas, se modifica según la altura del fuste (GIMÉNEZ *et al.* 1997). Esto se debe probablemente a que el árbol tiende a mantener el fuste erecto y cilíndrico.

Madera decolorada: la presencia de madera decolorada está siempre asociada alteraciones producidas por heridas o infecciones. Se caracteriza por una diferencia de color con el normal de la albura o duramen. La decoloración de la madera es un efecto del decaimiento de la misma que afecta la calidad y puede tener diferentes causas.

El palo santo presenta el tipo de decoloración que corresponde a albura inclusa en el duramen, formada por más de tres anillos en un 6% de los rollos estudiados. Las muestras con bandas decoloradas presentan signos de pudrición lo que indica la presencia de un patógeno que origina la transformación de los contenidos del leño.

Heridas de fuego: el fuego daña la madera, produciendo heridas que están relacionadas a la intensidad, edad de la planta y a sus propias características.

Marcas producidas por fuego no es un defecto frecuentemente observado (5%). Lo que se debe investigar es si el leño resiste al fuego ó el alto contenido de extractivos ocasiona muerte del individuo.

Acañonado u hoquedad del fuste: hace referencia a un hueco cilíndrico en el interior del fuste, producido por desintegración total del tejido leñoso. El 10% de los rollos presentan el defecto.

Acebolladura: separación del leño entre dos anillos consecutivos. El 12% de los rollos presentan el defecto.

CONCLUSIONES

- *Bulnesia sarmientoi* presenta un leño con rasgos anatómicos especializados al xerofitismo, con una estrategia adaptativa que combina la presencia de elementos vasculares, pequeños, agregados, muy numerosos y acompañados por traqueidas vasculares.
- Los anillos de crecimiento son pequeños, con espesor medio de 2.2 mm. El incremento anual diametral (IA) para la edad de 104 años de 4.42 .mm. y un IMA de 4.18 mm. La albura está formada por un promedio de 8 anillos de crecimiento (7 -14)
- Se estima un tiempo de tránsito entre clase diamétrica de 5 cm de 12 años y se estima una rotación de 62 años para alcanzar el diámetro mínimo de corta. El IA e ICA en Sección basal no se interceptan a la edad estudiada de 104 años.

BIBLIOGRAFIA

ANIOL, R. 1991. Computer Aided Tree Rings Analysis System, User manual. Schleswig, F.R.G, Germany, 31 p.

ARAUJO, P. A. (1993) Idade relativa como subsídio á determinação de ciclo de corte no manejo sustentável de povoamentos florestais nativos. Tesis de M. Sc. Universidad Federal de Viçosa, Viçosa. Brasil. 119 p.

- CARLQUIST, S. 1988. Comparative wood anatomy. Systematic, Ecological and evolutionary aspect of Dicotyledons wood. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 460 p.
- GIMÉNEZ, A.; Ríos, N.; Moglia, G. 1997. Leño y corteza de *Prosopis kuntzei* (Harms) en relación a algunas magnitudes dendrométricas. Rev. Investig. Agrarias Sistemas y Recursos Forestales. España. Vol. 6(1-2): 163 – 182.
- GIMÉNEZ, A.; Moglia, J. 2003. Árboles del Chaco Argentino. Guía para el reconocimiento dendrológico. FCF. Secretaria de Ambiente y Desarrollo sustentable. 307 p.
- GIMÉNEZ, A.; Moglia, G.; Hernández, P.; Gerez, R. 2007. Calidad de maderas nativas del Chaco Argentino. IBEROMADERAS 1:1-15
- GIMÉNEZ, A.; Hernández, P.; Gerez, R.; Ríos, N. A. (2006). Biodiversidad Vegetal en un bosque de Palo Santo en la Provincia del Chaco, Argentina. Trabajo Voluntario. Comisión Biodiversidad, Educación y Conservación. 12 Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales Eldorado. Misiones. 56.1:13.
- HELINSKA, R., Raczkowska, E.; Fabisiak, G. 1991. Radial variation and growth rate in the length of the axial elements of sessile oak wood. IAWA Bull. Vol.12 (3): 257- 262.
- KOLLMAN, F. 1959. Tecnología de la madera y sus aplicaciones”. Tomo I. Ministerio de Agricultura. Madrid. 675 p.
- MOGLIA, J.G. 2001. Tesis Doctoral. Variabilidad de leño de *Aspidosperma quebracho blanco*. UNT. 100p.
- PFNM. 2003- Base de Datos PFNM. Dirección de Bosques, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.
- TORTORELLI, 1956 Maderas y bosques argentinos. ED. ACME. Bs. As. 560 p.

CONCENTRACIÓN FOLIAR DE NUTRIENTES EN PLANTACIONES DE DIFERENTES EDADES DE *Pinus taeda* L. EN EL NORTE DE MISIONES, ARGENTINA.

FOLIAR NUTRIENT CONCENTRATIONS IN PLANTATIONS OF DIFFERENT AGES OF *Pinus taeda* L, IN NORTH OF MISIONES, ARGENTINA.

Juan F. Goya¹
Carolina A. Pérez¹
Roberto Fernández²

¹ Laboratorio de Investigación de Sistemas Ecológicos y Ambientales (LISEA) UNLP Diagonal 113 n°469 (1900) La Plata, Buenos Aires, Argentina. jgoya@agro.unlp.edu.ar

² INTA E.E.A. Montecarlo, Av. El Libertador 2472 (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina. rfernandez@montecarlo.inta.gov.ar

SUMMARY

The relationship between net primary productivity in *Pinus taeda* plantations and foliar nutrient concentrations during the productive cycle was investigated. Three different ages were considered from 7 to 21 years of the plantation. Foliar concentrations were compared between these ages. Nutrient concentrations were analysed between different ages of leave formation. No significant differences were found among formation ages of leaves except for Mg which was lower in leaves older than 1 year, in the intermediate age of development. Foliar concentrations of P, K, Ca and Mg did not vary significantly between ages and N concentration was greater in older plots. Decrease in net primary productivity of the plantation was related with a lower efficiency of foliar N and P productivity, due to changes in stand density, as a result of thinning practices, situation which might be reverted in time.

Key words: productivity, efficiency of nutrients productivity, foliar biomass.

RESUMEN

Se investigó la relación entre la productividad primaria neta de plantaciones de *Pinus taeda* y la concentración de nutrientes foliares durante el ciclo productivo. Se consideraron tres edades desde 7 a 21 años de plantación entre las cuales se compararon las concentraciones foliares. Se analizaron las concentraciones de nutrientes entre diferentes edades de formación de las acículas. No se encontraron diferencias significativas entre edades de formación excepto para el Mg que fue menor en las hojas mayores a 1 año, en la edad intermedia de desarrollo. Entre edades las concentraciones foliares de P, K, Ca y Mg no variaron significativamente y la concentración de N fue mayor en las parcelas de mayor edad. Se vinculó la disminución en la productividad primaria neta de la plantación con una menor eficiencia del N y P en la producción de biomasa, debido a cambios en la densidad del rodal, producto de las prácticas de raleo, situación que podría revertirse con el tiempo.

Palabras clave: productividad, biomasa foliar, eficiencia de los nutrientes en la productividad.

INTRODUCCIÓN

Durante el crecimiento de una plantación se registran cambios significativos en la producción y distribución de la biomasa, en el contenido de nutrientes y en parámetros asociados tales como eficiencia en el uso de nutrientes (JARVIS y LEVERENZ, 1983; FORD, 1984; ADEGBIDI *et al.*, 2002). Asimismo se ha verificado que a lo largo del tiempo, la productividad primaria neta (PPN) de una plantación luego de alcanzar un pico, disminuye aún a edades tempranas (STITH *et al.* 1996; OLSSON *et al.*, 1998; JOKELA y MARTIN, 2000; SMITH y LONG, 2001; ADEGBIDI *et al.*, 2005). ADEGBIDI *et al.* (2005) señalan que la temprana disminución de la PPN en plantaciones de *Pinus taeda* bajo silvicultura intensiva se correlaciona con una disminución en la disponibilidad de nutrientes en el suelo, verificada a través de una disminución de las concentraciones (dilución) de nutrientes en la biomasa foliar.

En plantaciones de *P. taeda*, situadas en el Norte de la provincia de Misiones, GOYA *et al.* (2005) estudiaron los cambios ocurridos en la biomasa, productividad y distribución de nutrientes en una secuencia de edades. En dicho estudio la productividad primaria aérea neta (PPAN) disminuyó de 27 Mg ha⁻¹ año⁻¹ a 20 Mg ha⁻¹ año⁻¹ entre los 7 y 21 años de edad de la plantación. En plantaciones de *P. taeda*, en el norte de Misiones, los problemas de fertilidad más probables se asocian con la disponibilidad de fósforo y potasio, nutrientes cuyo comportamiento en suelos ácidos los hace particularmente sensibles al tipo de manejo. Las prácticas post-cosecha que incluyen la quema de los residuos producen un impacto negativo significativo sobre la estabilidad nutritiva de las plantaciones (GOYA *et al.*, 2003).

En este trabajo se plantea como hipótesis que la disminución de la PPAN a lo largo del ciclo productivo de la plantación podría deberse a un decrecimiento en el suministro de nutrientes del suelo, evidenciado a través de una disminución en las concentraciones de nutrientes foliares. A su vez, las hojas de diferente edad dentro de una misma fase de desarrollo, podrían diferir en su concentración, influyendo de este modo en la demanda de nutrientes. Se plantean tres objetivos de estudio: (1) conocer si existen diferencias significativas entre las concentraciones de nutrientes en acículas de *Pinus taeda* de diferentes edades de plantación (fases de desarrollo); (2) establecer si existen diferencias de concentración de nutrientes entre acículas de diferentes edades de formación dentro de una misma fase de desarrollo; (3) estimar el índice de eficiencia de productividad de los nutrientes foliares (HIREMAT *et al.* 2002) a lo largo del ciclo de producción de biomasa de la plantación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el establecimiento Forestal Puerto Larrhague, próximo a la localidad de Montecarlo, provincia de Misiones. (26°04'S y 53° 45 'O, 565 m s m). La temperatura media anual es de 20.7 °C, con una media máxima de 25.2 °C y una media mínima 14.8 °C. La precipitación media anual es de 2108 mm, con un régimen de distribución isohigro (INTA, 2000).

Se seleccionaron parcelas correspondientes a rodales de *Pinus taeda* L. de tres edades de plantación 7, 12 y 19 años al comienzo del ensayo, a estas edades fueron denominadas fases de desarrollo, Fase I, II y III, las que conformaron grupos de edades que abarcaron un período de muestreo de dos años, Fase I: 7,8,9; Fase II: 12,13,14; Fase III: 19,20,21. Las diferentes fases estaban ubicadas sobre suelos con características similares, y recibieron los mismos tratamientos silviculturales sin fertilización, una poda a los 4, 5 m y raleos a los 7, 11 y 15 años, de manera tal que podrían ser consideradas como una cronosecuencia. En cada fase se instalaron tres parcelas de 600 m² (20 x 30 m). El área basal fue similar en las fases de desarrollo I y II (26.3 y 25.8 m²/ha, respectivamente) y aumenta en la fase III (28.7 m²/ha). La

densidad fue 817, 489 y 300 individuos/ha, en las fases I, II y III respectivamente. La densidad actual es producto de raleos efectuados en los rodales (GOYA *et al.*, 2005).

Las muestras de acículas fueron obtenidas en primavera a partir de la cosecha de 3 árboles por parcela (total 27 individuos), abarcando el rango de distribución diamétrica de las mismas. Las acículas de una misma planta se separaron en edades de formación según la edad de la rama: a) hojas de un año, en ramas con un anillo de crecimiento; b) hojas mayores a 1 año, en ramas con 2 o más anillos de crecimiento y c) hojas nuevas, que representan a aquellas de reciente formación.

Se analizaron las concentraciones de N, P, K, Ca y Mg para cada edad en las que fueron separadas las acículas. Las muestras se molieron en molino Wiley y tamizaron con malla 20. Para analizar P, K, Ca y Mg, se incineraron submuestras a 490°C, se digirieron las cenizas en H₃NO₃ y H₂O₂ al 30% (LUH HUANG Y SCHULTE, 1985) y se midieron en un espectrómetro de emisión de plasma Beckman Spectra-Scan V. En otras submuestras se determinó la concentración de C y N con un LECO CNS-2000, mediante el método de combustión seca (TABATABAI Y BREMNER, 1991). Con las concentraciones medias de cada elemento y la materia seca de cada compartimiento, se obtuvieron las correspondientes masas minerales.

Se compararon las concentraciones de nutrientes entre diferentes edades de formación y fase de desarrollo mediante ANOVA de dos factores. Las medias se compararon mediante el test de Tukey ($\alpha < 5\%$) (SOKAL y ROLHF, 1979).

A partir de un estudio más amplio, realizado simultáneamente por GOYA *et al.* (2005) en las mismas parcelas que el presente trabajo (**Tabla 1**) se obtuvieron los datos para la estimación de la eficiencia de los nutrientes en la producción de biomasa, calculado como el cociente entre la productividad primaria neta (PPAN) y la mineralomasa foliar (HIREMATH *et al.*, 2002).

Tabla 1. Productividad primaria aérea neta y mineralomasas foliares en diferentes fases del desarrollo de la plantación.

Table 1: Net Primar Productivity (PPAN) and foliar mineral mass in different ages of plantation.

Fase de desarrollo	PPAN (kg ha ⁻¹ año ⁻¹)	Mineralomasa foliar (kg/ha)				
		N	P	K	Ca	Mg
I	27400	180.0	8.7	43.7	37.8	10.4
II	22300	167.7	7.5	35.3	32.6	9.6
III	20700	167.3	7.8	30.8	23.7	7.9

Fuente: GOYA *et al.* (2005)

RESULTADOS

Se encontraron diferencias significativas en las concentraciones de N foliar entre fases de desarrollo pero no entre las edades de formación de acículas de una misma fase. Las acículas de la fase III poseen mayor concentración de N. Para el P no se observaron diferencias significativas, con una tendencia a la mayor concentración en fase III. Para K y Ca no se observaron diferencias significativas, con una tendencia inversa a los otros nutrientes, es decir disminuyendo la concentración hacia la fase III. El Mg mostró un patrón algo diferente con una tendencia a disminuir hacia la Fase III y con menor valor en las edades de hojas de más de 1 año (**Figura 1**). El término de interacción entre fases de desarrollo y edad de formación de las acículas resultó no significativo para N, P, K y Mg, pero significativo para el Ca indicando que las concentraciones en acículas de diferentes edades guardan relación con la edad de plantación o fase de desarrollo.

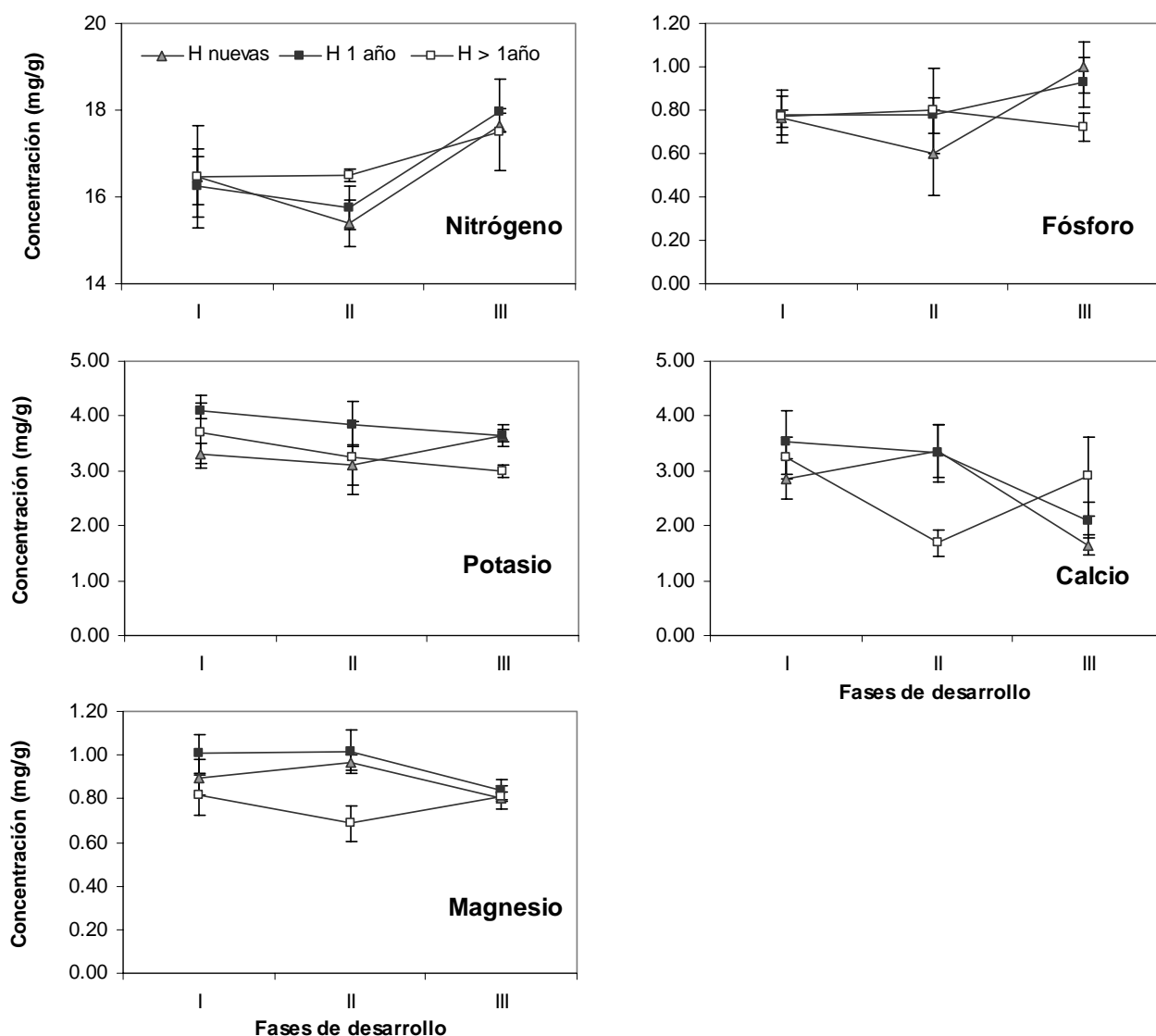


Figura 1. Concentraciones de nutrientes en hojas de diferente edad de formación (H Nuevas: hojas nuevas, H 1 año: hojas de 1 año, H > 1 año: hojas mayores a 1 año) en las diferentes fases de desarrollo de la plantación. Las líneas verticales indican el error estándar.

Figure 1: Concentrations of nutrients in leaves of different age of formation (H Nuevas: new leaves, H 1 año: leaves 1 year old, H > 1 año: leaves greater than 1 year old) at the different stages of development of the plantation. The vertical lines indicate the standard error.

El índice de eficiencia de los nutrientes en la productividad mostró una tendencia decreciente del 19% para el N y del 16% para el P desde la fase I a la fase III. El K mostró una tendencia creciente del 7% entre dichas fases. La eficiencia de producción del Ca y Mg decreció entre la fase I y II en un 6 y 12% respectivamente. En ambos casos se observó un aumento de la eficiencia de de ambos nutrientes en la productividad entre las fases II y III, con un incremento del 21% en la eficiencia de Ca y sólo del 11% en la eficiencia del Mg, que alcanzó valores similares a los de la fase I (Tabla 2).

Tabla 2. Eficiencia los nutrientes en la producción de biomasa, estimada como el cociente entre la productividad primaria neta (PPAN) y la mineralomasa foliar (HIREMATH *et al.*, 2002).

Table 2: Efficiency of nutrient productivity, estimated as the ratio of net primary productivity (ANPP) and the leaf nutrient standing stock (HIREMATH *et al.*, 2002).

Fase de desarrollo	Eficiencia (Kg de Materia seca/Kg de nutriente)				
	N	P	K	Ca	Mg
I	152	3149	627	725	2635
II	133	2973	632	684	2323
III	124	2654	672	873	2620

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Las concentraciones foliares de nutrientes correspondientes a la fase III (19-21 años) fueron similar a las estimadas por GOYA *et al.* (2003) en plantaciones de *P. taeda* de 20 años de la localidad de San Antonio, Misiones.

La ausencia de diferencias significativas en las concentraciones de N, P, K y Ca entre edades de formación de las acículas podría relacionarse con lo señalado por NAMBIAR y FIFE (1991), quienes reportaron cambios cíclicos en el contenido de N y P en las acículas de *P. radiata* desde su formación inicial hasta su senescencia. Las disminuciones de las concentraciones de nutrientes foliares coinciden con los períodos de activa productividad de la planta, mientras que la acumulación de nutrientes ocurre en los períodos con bajas tasas de crecimiento (NAMBIAR y FIFE, 1991). Por lo cual se esperaría que cambios mas notorios en las concentraciones foliares de los nutrientes móviles (N, P y K) podrían registrarse estacionalmente más que en un mismo momento en hojas de diferente edad de formación.

La limitación de nutrientes a lo largo del desarrollo de una plantación fue reportada como una de las causas en la disminución de la tasa de producción en plantaciones de *P. taeda* (JOKELA y MARTIN, 2000; ADEGBIDI *et al.*, 2005). En el presente estudio, los cambios en las concentraciones de nutrientes foliares entre fases no respaldan la hipótesis de una disminución en la disponibilidad de nutrientes edáficos con la edad de la plantación. ADEGBIDI *et al.* (2005) señalan que la disponibilidad del N, P y K puede aumentar a lo largo del tiempo en plantaciones manejadas intensivamente, ya que es aportada por fertilizantes, pero el rápido crecimiento de las plantas y la alta demanda de nutrientes que conlleva, pueden conducir a deficiencias en otros nutrientes que no son incorporados mediante fertilización, en particular Mg, Ca y micronutrientes. En el presente estudio, las concentraciones de K, Ca y Mg mostraron una tendencia decreciente con la mayor edad de las plantaciones, aunque estas diferencias fueron no significativas. En cambio las concentraciones de N y P se incrementaron a lo largo del tiempo aunque solo significativamente en el caso del N. Las mayores concentraciones de N y P se obtienen en árboles de mayor desarrollo de copas en la fase III producto del raleo efectuado.

La eficiencia del N y el P en la productividad disminuyó desde la fase I a la fase III. Es decir que la cantidad de materia seca aérea producida por unidad de N y P presentes en las acículas fue menor a lo largo del ciclo de producción en estas plantaciones. Aunque la eficiencia de producción del Ca y K mostró una tendencia creciente, la menor eficiencia de producción a lo largo del tiempo de los nutrientes más importantes para el crecimiento (N y P) se relaciona con la disminución de la tasa de producción de estas plantaciones durante el ciclo productivo, esta disminución se produce en el compartimiento fuste, la caída anual no varía con la edad (GOYA *et al.*, 2005). La evolución de la biomasa foliar o el área foliar a nivel de parcela posee un patrón distintivo con un rápido incremento al inicio del desarrollo hasta que alcanza valores más o menos constantes, aún cuando biomasa foliar a nivel individual puede seguir aumentando (JOKELA y MARTÍN, 2000; SMITH y LONG, 2001). Si la biomasa foliar de la parcela permanece constante, entonces una menor tasa de crecimiento podría atri-

buirse a una disminución en la eficiencia fotosintética, a menudo vinculada con el auto-sombreado, con limitaciones de nutrientes o con el envejecimiento de las hojas que implica tasas fotosintéticas relativamente más bajas y menor eficiencia en el uso del N (JOKELA y MARTÍN, 2000; SMITH y LONG, 2001; ESCUDERO y MEDIAVILLA, 2003). En el presente estudio, la biomasa foliar a nivel del individuo se incrementó de 16.5 a 39.7 kg / árbol desde la fase I a la fase III respectivamente, mientras que a nivel del rodal mostró una tendencia decreciente entre dichas fases, producto de las prácticas de raleo (GOYA *et al.*, 2005). De acuerdo con estos datos, la disminución en la PPAN desde la fase I a la fase III se vincula con cambios en la densidad de la plantación y con una menor eficiencia del N y P en la productividad, debidas a cambios estructurales a nivel de rodal. Asimismo se podría concluir que el raleo produjo una redistribución del crecimiento incompleta, la plantación en su conjunto crece menos, los árboles individualmente, aumentaron su crecimiento, sin poder aún, compensar el efecto de la extracción de individuos (que aportan crecimiento), ese mayor crecimiento se observa en un mayor desarrollo de las copas, la caída de hojarasca no varía con la edad en concordancia con un aumento de la concentración de los nutrientes foliares (N y P), en consecuencia se podría esperar que la productividad aumente con el tiempo, fundamentalmente por el aumento del crecimiento del fuste, el IMA representa mas del 60% de la PPAN (GOYA *et al.*, 2005).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue realizado gracias a la financiación del Proyecto Forestal de Desarrollo PIA 7/98, SAPGyA-Participaron en cooperación el LISEA y la EEA INTA Montecarlo, Misiones.

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 of the southeastern USA. *Forest Ecology and Management* 167: 91-102.
- ADEGBIDI, H.G., Comerford, N.B., Jokela, E.J. 2005. Factors influencing production efficiency of intensively managed loblolly pine plantations in a 1-to 4-year-old chronosequence. *Forest Ecology and Management* 218:245-258
- ESCUDERO, A., Medavilla, S. 2003. Decline in photosynthetic nitrogen use efficiency with leaf age and nitrogen resorption as determinants of leaf life span. *Journal of Ecology* 91: 880-889
- FORD, E.D. 1984. The Dynamics of Plantation Growth. En: Nambiar y Bowen (Eds.) *Nutrition of Plantation Forest*. Academic Press. London. Pp. 17-52
- GOYA, J.F., Perez, C., Frangi, J.L., Fernández, R. 2003. Impacto de la cosecha y destino de los residuos sobre la estabilidad del capital de nutrientes en plantaciones de *Pinus taeda* L. *Ecología Austral* 13:139-150.
- GOYA, J.F., Frangi, J.L., Pérez, C.A., Fernández, R., 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 Proyecto Forestal de Desarrollo SAGPyA. PIA 7/98.
- HIREMAT, A.J., Ewel, J.J., Cole, T.G. 2002. Nutrient use efficiency in three fast-growing tropical trees. *Forest Science* 48: 662-671.
- INTA. 2000. Boletín de Información climática. INTA EEA Montecarlo. Misiones
- JARVIS, P.G., Leverenz, J.W. 1983. Productivity of temperate deciduous and evergreen

- forests. En: Pirson A. y Zimmermann, M.H. (Eds.). Encyclopaedia of Plant Ecology 12 D. Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York. Pp. 233-280.
- JOKELA, E.J., Martin, T.A. 2000. Effects on ontogeny and soil nutrient supply on production, allocation, and leaf area efficiency in loblolly and slash pine stand. *Canadian Journal of Forest Research* 30: 1511-1524.
- LUH HUANG, C.Y., Schulte, E.E. 1985. Digestion of plant tissue for analysis by ICP emission spectroscopy. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 16: 943-958.
- NAMBIAR, E.K.N., Fife, D.N. 1991. Nutrient retranslocation in temperate conifers. *Tree Physiology* 9: 185-207.
- OLSSON, U., Binkley, D., Smith, F.W. 1998. Nitrogen supply, nitrogen use, and production in an age sequence of lodgepole pine. *Forest Science* 44: 454-457.
- SMITH, F.W., LONG, J.N. 2001. Age-related decline in forest growth: an emergent property. *Forest Ecology and Management* 144:175-181
- SOKAL, R.R., Rohlf, F.J.U. 1979. *Biometría. Principios y métodos estadísticos de la investigación biológica*. H. Blume Ed. Madrid. 832 pp.
- STITH, T.G., McMurtrie, R.E., Murty, D. 1996. Aboveground net primary production decline with stand age: potential causes. *Trends in Ecology and Evolution* 11: 378-382
- TABATABAI, M.A., Bremner, J.M. 1991. Automated Instruments for Determination of total Carbon, Nitrogen and Sulfur in Soils by Combustion Techniques. p.261-286. In *soil Analysis. Modern Instrumental Techniques*. Second Edition. Marcel Dekker. Inc. New York. N.Y.

UNA ISLA EN EL NORTE DE SANTIAGO DEL ESTERO: CERRO EL REMATE
AN ISLAND IN THE NORTH OF SANTIAGO DEL ESTERO: CERRO EL REMATE

Hernández, Patricia¹
Giménez, Ana María²

¹ Ing. Forestal-Becaria Doctoral FONCYT-PICTOS 2003-08-18618.Av. Belgrano 1912-Santiago del Estero-phernandez@unse.edu.ar

² Dra. Ing. Forestal - Profesor Titular Cátedra de Dendrología-FCF-UNSE-Av. Belgrano 1912- Santiago del Estero- amig@unse.edu.ar

SUMMARY

Cerro El Remate is located in the northwestern province of Santiago del Estero. The objective is to identify and interpret the diversity indices alpha and beta; analyze the current situation of diversity and based on this information is intended to provide input in the development of conservation strategies.

The sampling was conducted at three altitudes. The sample size for each site is 500 m² to 100 m² plots, there was counting of individuals of woody species and succulents.

The species indicate that localized Cerro El Remate is an ecotono. The nonparametric indexes show that the number of expected species has values close to the number of species observed. The values of alpha diversity indices indicate that the environment is uniform, confirmed by the values of diversity Shannon Wie-and-down dominance. The beta indexes indicate that sites have a high similarity.

Cerro El Remate has a high ecological and socio-economic status. The proposal is to serve their environmental value and to develop their socio-economic value through proper management of the resource.

Key words: Pellegrini, cerro, diversity

RESUMEN

En el noroeste de la provincia de Santiago del Estero se encuentra Cerro El Remate el cual se origina como un desprendimiento de las Sierras de Medina de Tucumán.

El objetivo es determinar e interpretar los índices de diversidad alfa y beta; analizar la situación actual de la diversidad y en base a esto se pretende realizar aportes en la elaboración de estrategias de conservación y/o recuperación.

El muestreo se realizó en tres altitudes: 400; 450 y 550 m. El tamaño de la muestra en cada sitio es de 500 m², con parcelas de 100 m², donde se realizó conteo de individuos de especies leñosas y suculentas.

Las especies localizadas señalan que Cerro El Remate es un ecotono entre el Chaco Semiárido y otras ecorregiones más húmedas. La abundancia de especies disminuye desde la base del cerro hacia la parte más alta. Los índices no paramétricos indican que el número de especies esperadas tiene valores próximos al número de especies observadas. Los valores de los índices de diversidad alfa indican que el ambiente conserva su equitatividad, confirmado por los valores de diversidad de Shannon- Wiener y de dominancia de Simpson. Los índices beta indican que los tres sitios tiene una alta similitud.

Es notable la importancia de Cerro El Remate por su alto valor ecológico y socio-económico. La propuesta es conservar su valor ambiental y desarrollar su valor socioeconómico mediante un adecuado manejo del recurso.

Palabras clave: *Pellegrini, cerro, diversidad*

INTRODUCCIÓN

Diversidad biológica y biodiversidad son términos que se ponen de manifiesto a partir de la década del 80' cuando la sociedad comienza a percibir la profunda alteración de los recursos naturales, si bien existen diferencias conceptuales muchos autores prefieren considerarlos sinónimos.

Existen actualmente múltiples definiciones sobre diversidad biológica y biodiversidad, según el texto del Convenio sobre la Diversidad Biológica (UNEP, 1992), “por **diversidad biológica** se entiende la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas” (Giménez *et al*, 2007)

Además del significado que tiene en si misma la biodiversidad, es también un parámetro útil en el estudio y la descripción de las comunidades ecológicas. Tomando como base que la biodiversidad en una comunidad dada depende de la forma como se reparten los recursos ambientales y la energía a través de sistemas biológicos complejos, su estudio puede ser una de las aproximaciones más útiles en el análisis comparado de comunidades o de regiones naturales. La biodiversidad es quizá el principal parámetro para medir el efecto directo o indirecto de las actividades humanas en los ecosistemas. La más llamativa transformación provocada por el hombre es la simplificación de la estructura biótica y la mejor manera de medirla es a través del análisis de la biodiversidad (Solbrig, 1991). La evolución sería así un proceso emergente de los sistemas ecológicos y, más recientemente, también de los sistemas socioculturales, en tanto que la biodiversidad el resultado de ese proceso evolutivo (Margalef, 1996).

Existen investigaciones que indican que, en promedio, la biodiversidad aumenta la estabilidad de los ecosistemas. La estabilidad de los ecosistemas depende de la habilidad de las comunidades de contener especies, o grupos funcionales, que son capaces de responder diferencialmente. Si la alta biodiversidad favorece la estabilidad ecológica, la acelerada pérdida de especies puede desestabilizar o inclusive llevar al colapso a ecosistemas completos (McCann 2000- Mencionado por Squeo *et al* 2001).

En muchos casos el hábitat de las especies se ha reducido en forma importante producto de la actividad antrópica, la provincia de Santiago de Estero sufre desde hace varias décadas la pérdida de sus ambientes naturales, incluidos sus bosques nativos, como consecuencia del avance de la frontera agrícola y ganadera y esta situación se agrava por la superposición con la actividad ganadera semiextensiva dentro del bosque, que dificulta el desarrollo de renovales.

El norte de Santiago del Estero, en especial el departamento Pellegrini, es la zona de mayor producción de soja de la provincia, en consecuencia es la más afectada por los desmontes y por ende la pérdida de su biodiversidad es alarmante.

Este trabajo tiene como objetivos determinar e interpretar los Índices de diversidad alfa y beta; analizar la situación actual de la diversidad y en base a esto se pretende realizar aportes en la elaboración de estrategias de conservación y/o recuperación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del sitio de estudio

Santiago del Estero, es una Provincia del noroeste Argentino, es una vasta planicie limolésica y salitrosa de impresionante chatura, sólo interrumpida por los cursos fluviales di-

agonales que se caracterizan por ser temporarios y se pierden en bañados, esteros o salinas. El relieve corresponde en general a las características de la llanura chaqueña, posee elevaciones marginales ubicadas en los bordes sur, oeste y noroeste, donde se localizan las máximas altitudes.

En el extremo noreste de la provincia de Santiago del Estero la monotonía de su paisaje sólo es transformada por pequeñas serranías de los desprendimientos de las Sierras de Medina de Tucumán, allí se encuentra el Cerro El Remate donde se realizó el presente trabajo. Probablemente Cerro El Remate sea consecuencia de las últimas y muy recientes manifestaciones de la tectónica andina terciaria, que se prolonga hasta nuestros días. Este pequeño cerro está constituido en su parte principal por: Cuarcitas córneas, de color blanco a rojo, de edad presumiblemente Devónica; cuarcitas blancas y abigarradas, esquistas; calizas oolíticas con margas arcillosas, con intercalaciones de yeso, las arcillas son de color gris a verde, predominando este último, por sus características y posición, deben pertenecer al Mioceno. (Página Web Secretaria de Minería de la Nación)

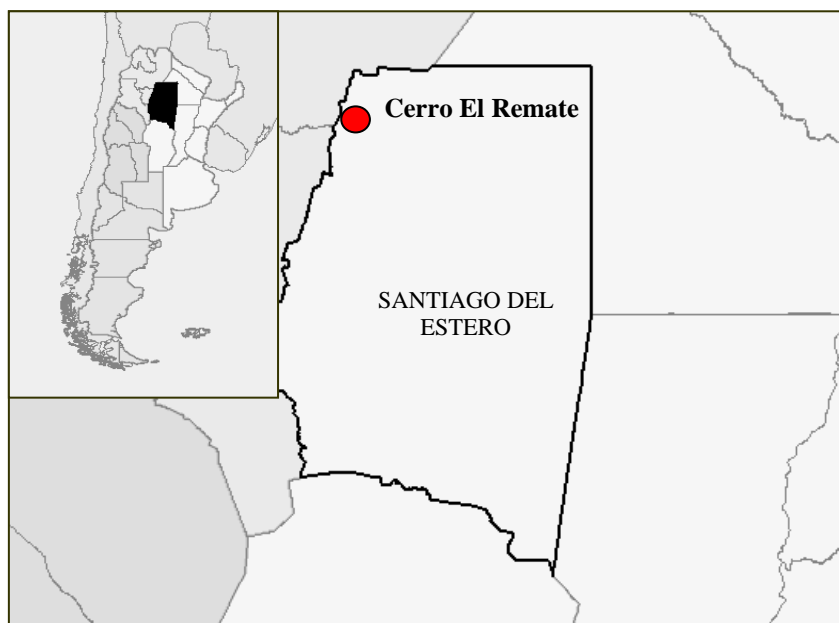


Figura N° 1: Ubicación del sitio de estudio, Cerro El Remate en la provincia de Santiago del Estero

Toda la superficie de la provincia pertenece al Gran Chaco y dentro de las clasificaciones nacionales se encuentra en la ecorregión del Chaco Semiárido donde el coeficiente de variación de lluvias sigue un gradiente NE-SO y también se caracteriza por tener un clima cálido con temperaturas máximas absolutas que superan los 45° C y temperaturas mínimas por debajo de 0° C, según lo mencionan Giménez, Moglia (2003)

Las características climáticas y edáficas de la región noroeste de la provincia, como el departamento Pellegrini, la hacen apta para la producción de soja y en consecuencia quedan muy pocas hectáreas de bosque nativo. La producción de soja avanza año tras año y actualmente Cerro El Remate es una isla dentro de los campos cultivados con esta oleaginosa.

Metodología del muestreo

El Cerro El Remate posee laderas de pendiente muy elevada por lo que se dificulta el desplazamiento entre su espesa vegetación. El muestreo se realizó en tres altitudes:

- a) Sitio 1: 400 m, en la base del cerro,
- b) Sitio 2: 450 m y
- c) Sitio 3: 550 m, lugar más elevado donde se pudo muestrear.

El tamaño de la muestra en cada uno de los tres sitios es de 500 m², con 5 parcelas de 4 m x 25 m cada una, en ellas se realizó conteo de individuos de especies leñosas (árboles, arbustos y subarbustos) y suculentas presentes. Las parcelas se disponen sobre una transecta principal y en forma alternada, como se indica en la figura siguiente. La dirección de la transecta principal sigue las curvas de nivel.

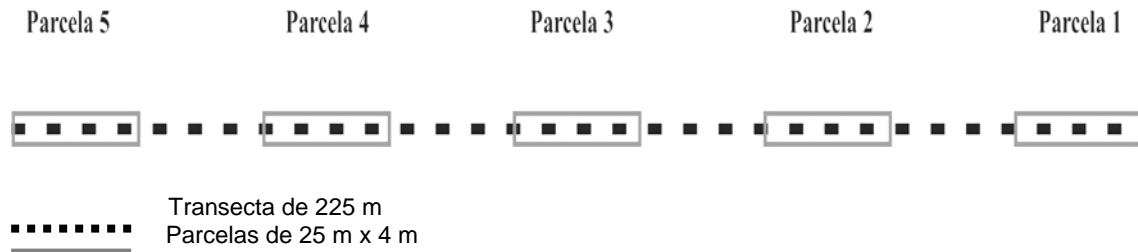


Figura N° 2: Distribución de las parcelas de muestreo en cada sitio.

Los datos relevados se procesan a fin de obtener valores de índices de diversidad y equidad: índice de Shannon e índice Pielou, y de dominancia: índice de Simpson e índice de Berger Parker, con lo cual se puede estimar la situación en que se encuentra la diversidad alfa y los índices diversidad beta (Jaccard, Sorensen, Morisita Horn y Bray Curtis) que indican el grado de similitud entre los tres sitios (Magurran, 1989; Moreno 2001). En el procesamiento de los datos, además de Excel, se utilizaron el software PAST y Estimates (Version 8.0.0). La nomenclatura utilizada para las especies es la propuesta por Zuloaga y Morrone (2005). Los nombres comunes de las especies se obtuvieron de bibliografía y de entrevistas informales con campesinos de la zona.

RESULTADOS

Sobre imágenes satelitales Landsat 7 se determinó que la superficie de Cerro El Remate es de 2000 has aproximadamente con 7 km de largo por 3 kilómetros de ancho en su parte mas ancha y una altitud máxima determinada con GPS de 570 m.

Del muestreo resulta que *Phyllostylon ramnoides* es una especie arbórea abundante en los tres sitios muestreados y además se observa gran número de renovales; *Schinopsis marginata* “horco quebracho” aumenta su abundancia con la altitud, es decir del Sitio 1 al Sitio3. Dentro de las especies arbustivas es notable la presencia de varias Capparidáceas: *Capparis speciosa* “sacha limón” y *Capparis atamisquea* “atamisqui” en la base del cerro; y *Capparis twediana* “sacha membrillo”, en el sitio de mayor altitud. También es interesante la presencia de *Sideroxylon obtusifolium* “guaraniná” y dos especies del género *Ruprechtia*: *R. triflora* y *R. apétala*. Para la identificación de algunas de las especies arbóreas se consultó a Leganme (1966).

En el gráfico siguiente se observa la distribución de la abundancia de especies en cada sitio estudiado.

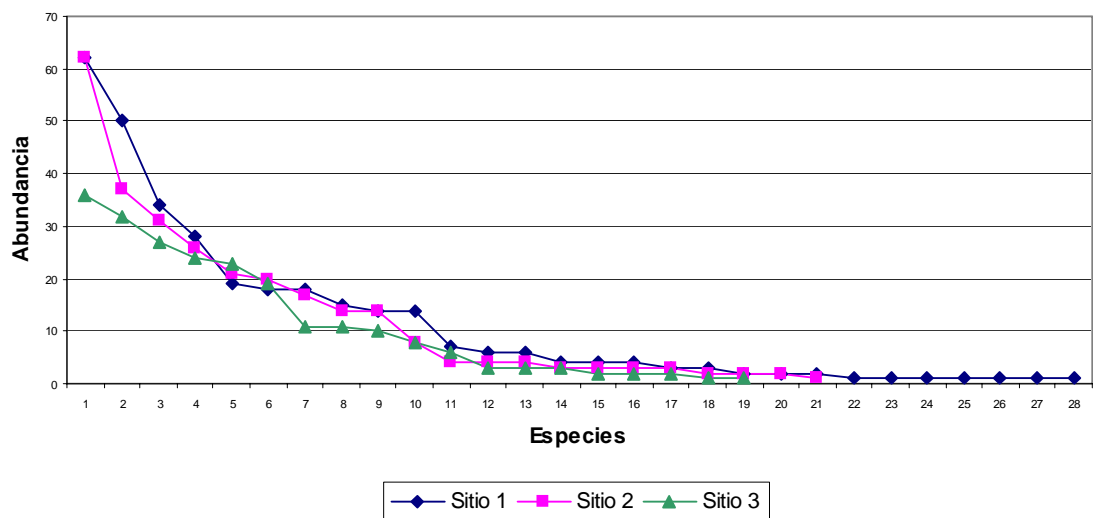


Gráfico N° 1: Abundancia de especies en las tres altitudes muestreadas

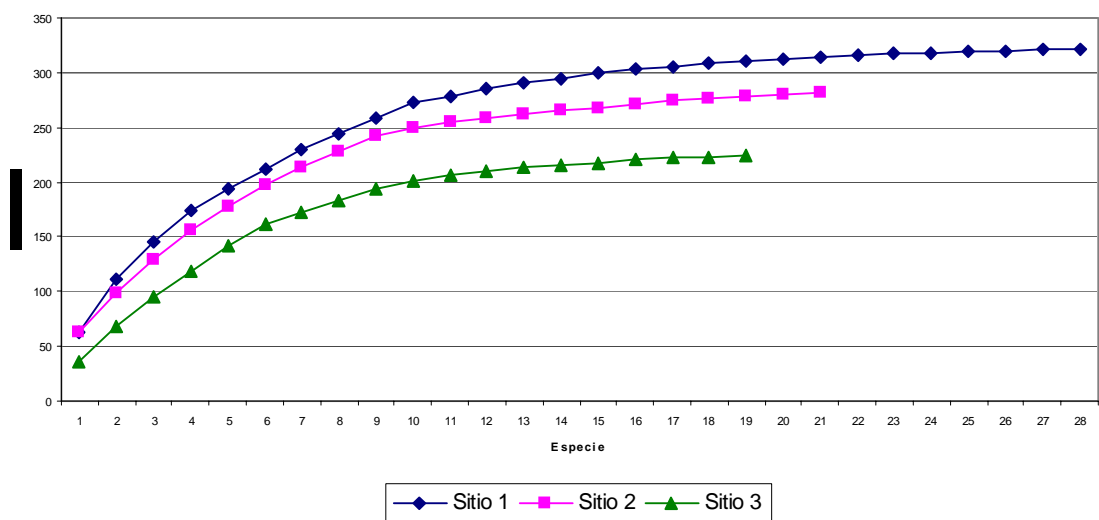


Gráfico N° 2: Abundancia acumulada de especies en los tres sitios.

Tabla N° 1: Número de especies esperadas según índices no paramétricos

Índice	400 m Sitio 1	450 m Sitio 2	550 m Sitio 3
Chiao' 1	36,2	21,2	19,7
Chiao' 2	40,4		
Jacknife 1	41		
Jacknife 2	43,7		

En base al análisis de las curvas de abundancia de especies se concluye que ésta disminuye desde la base del cerro hacia la parte más alta, es decir desde el Sitio 1 al Sitio 3, lo cual es lo esperado. Y según la curva de acumulación de abundancia el tamaño de la muestra es adecuado. Los índices no paramétricos, de Chiao 2, Jacknife 1 y Jacknife 2, indican el número de especies esperadas comparando las tres muestras; sus valores son próximos al número de especies observadas; esto confirma que el tamaño de muestra es adecuado.

Tabla N° 2: Valores de índices de diversidad alfa

Concepto	Índice	400 m Sitio 1	450 m Sitio 2	550 m Sitio3
Riqueza específica	S	27	21	19
	Margalef	4,503	3,547	3,326
	Menhinick	1,505	1,253	1,269
Diversidad	Shannon- Wiener	2,625	2,517	2,508
Equitatividad	Pielou	0,796	0,827	0,852
Dominancia	Simpson (inversa: D-1)	0,894	0,892	0,901
Dominancia	Berger- Parker	0,199	0,221	0,161

En el siguiente gráfico se muestra el resultado de los índices beta de similitud/ disimilitud:

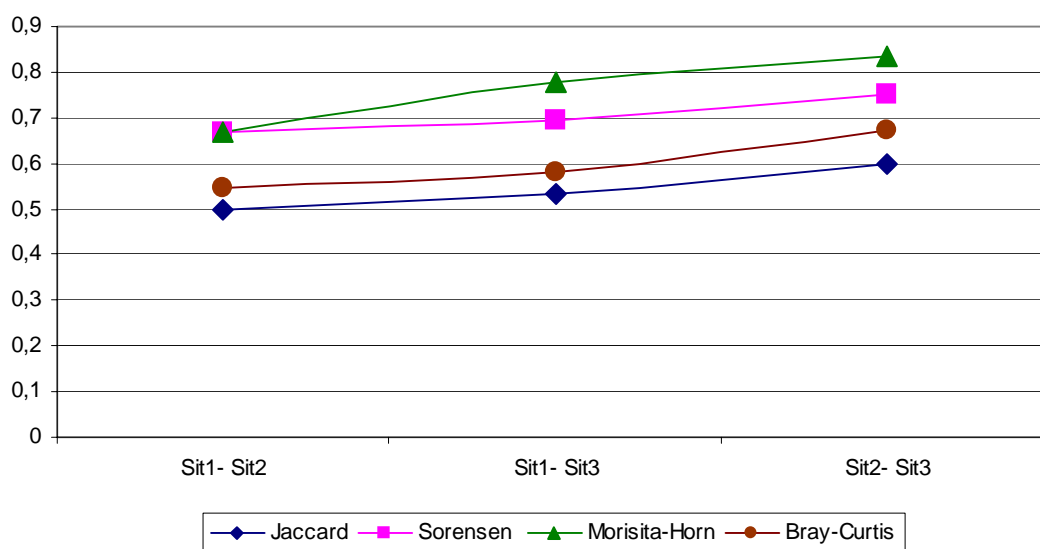


Gráfico N° 3: Índices de similitud/ disimilitud

CONCLUSIONES

Cerro El Remate es un ecotono donde se asocian especies del Chaco Semiárido con otras típicas de ecorregiones más húmedas como la Selva de Yungas y el Chaco Húmedo. Se localizaron especies arbóreas y arbustivas que no se registran en otros sitios de la provincia. De los valores de los índices de diversidad alfa se concluye que:

El índice de equitatividad de Pielou está siempre por arriba del 0,5, lo que está indicando que el ambiente es uniforme. Esto se confirma con los valores muy bajos de los índices de dominancia, que apenas superan 0,2 en una escala de 0 a 1; y del índice Shannon- Wiener con valores alrededor de 2,5, teniendo en cuenta que la bibliografía indica que éste índice pocas veces supera 4,5.

Los índices beta de similitud/ disimilitud, tanto de índices cualitativos (Jackard y Sorensen) como cuantitativos (Morisita Horn y Bray- Curtis), están por encima de 0,5 por lo tanto se concluye que los tres sitios tiene una alta similitud.

RECOMENDACIONES

Considerando lo expuesto anteriormente es notable la importancia de Cerro El Remate por su alto valor ecológico, debido a su composición florística tan particular. Y si además se considera que es una isla dentro de los campos cultivados con soja, entonces este valor se acentúa. La propuesta es conservar su valor ambiental y desarrollar su valor socioeconómico mediante un adecuado manejo del recurso.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Ftal. Mario Cejas por su valiosa colaboración en las campañas de campo.

BIBLIOGRAFIA

- GIMÉNEZ, A. Moglia, J.G. 2003. Árboles del Chaco Argentino. Guía Para El Reconocimiento Dendrológico. Editorial Secretaría de Recursos Naturales de La Nación. 370 p
- GIMÉNEZ, A.M.; Hernández, P.; Gerez, R.; Ríos, N.A. 2007. Diversidad vegetal en 7 unidades demostrativas del chaco semiárido argentino. Revista Maderas y Bosques, México. Vol 13, No. 1, p: 43-53. ISSN
- LEGNAME, Digilio, A; P- 1966- Arboles indígenas de la provincia de Tucumán- Instituto Miguel Lillo- Universidad Nacional de Tucumán- República Argentina.
- MAGURRAN, A. 1989. Diversidad ecológica y su medición. Ediciones Vedra. 200 pp.
- MARGALEF. R (1996) Information and uncertainty in living systems: A view from Ecology. Biosystems 38: 141-146.
- MORENO, C.- 2001- Métodos para medir biodiversidad- M&T – Manuales y Tesis SEA, vol. 1.- Edita: CYTED- ORSYT-UNESCO- Sociedad entomológica Aragonesa- Zaragoza- España
- Secretaría de Minería de la Nación: <http://www.mineria.gov.ar/>
- SOLBRIG, O.T. 1991. From genes to ecosystems: a research agenda for biodiversity. IUBS-SCOPE-UNESCO, Paris, France.
- SQUEO, F; Arancio, G, Martincorena, M; Gutierrez J- 2001- Diversidad Vegetal de la IV Región de Coquimbo, Chile –Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile- Capítulo 9: 149 – 158.
- ZULOAGA, Morrone- 2005- Catálogo de las plantas vasculares de la Argentina II- Editado por Instituto de Botánica Darwinion. URL: <http://www.darwin.edu.ar>

PROMOCION DEL CRECIMIENTO CON APLICACIÓN PGPR EN ESPECIES NATIVAS DESTINADAS A LA PRODUCCIÓN EN MASAS REGULARES O A LA RESTAURACIÓN DE BOSQUE NATIVO

GROWTH PROMOTION OF NATIVE TREE SPECIES WITH THE APPLICATION OF PGPR FOR FOREST RESTORATION PROJECTS IN NW ARGENTINA

Cristian Humano¹
María Elena Lazzaro²
Fanny Altamirano³
Elvio Del Castillo⁴

¹ Facultad de Ciencias Agrarias. Cát. de Dasonomía. Universidad Nacional de Jujuy. Alberdi 47. CP 4600. San Salvador de Jujuy. Argentina. cahumano@yahoo.com

² Facultad de Ciencias Agrarias. Cát. de Dasonomía. Universidad Nacional de Jujuy. Alberdi 47. CP 4600. San Salvador de Jujuy. Argentina. maria_elenalazzaro@hotmail.com

³ Facultad de Ciencias Agrarias. Cát. de Biología Celular. Universidad Nacional de Jujuy. Alberdi 47. CP 4600. San Salvador de Jujuy. Argentina. fealtamirano@yahoo.com.ar

⁴ Facultad de Ciencias Agrarias. Cát. de Dasonomía. Universidad Nacional de Jujuy. Alberdi 47. CP 4600. San Salvador de Jujuy. Argentina. edelcastillo@inta.correo.gov.ar

SUMMARY

In the test of restoration of the native forest, there were chosen 11 native species of Jujuy's forests. From the inoculation with bacteria, one tries to increase the speed of growth with the aim to reduce his turn of felling, in regular masses or to diminish the time of closing to the cattle in projects of restoration of native forest. The methodology consisted of inoculating the seeds and of re-inoculating to the chime of the seedlings, at a height of 30 cm, they were taken to field, in plots contemporary with a lot witness and another agreement with PGPR. The major differences were in Pacará, Chilean Carob-tree and Jacaranda, and were kept in the plantation. In Guayacan and Cebil Colorado differences were not detected, but if in health of seedlings. The inoculation is recommended by PGPR as a forest practice that favors the speed of growth and the health of seedlings.

Keys words: Restoration, regular masses, PGPR.

RESUMEN

En el ensayo de restauración de bosque nativo, se eligieron 11 especies nativas de los bosques de Jujuy. A partir de la inoculación con bacterias promotoras del crecimiento (PGPR), se intenta aumentar la velocidad de crecimiento con el objetivo de reducir su turno de corta, en rodales regulares o disminuir el tiempo de clausura al ganado en proyectos de restauración de bosque nativo. La metodología consistió en inocular las semillas y reinocular al repique, a la altura de 30 cm, fueron llevadas a campo, en parcelas coetáneas con un lote testigo y otro tratado con PGPR las mayores diferencias fueron en Pacará, Algarrobo chileno y Jacaranda, y se mantuvieron en la plantación. En Guayacán y Cebil colorado no se detectaron diferencias, pero si en sanidad de plántulas. Se

recomienda la inoculación con PGPR como una práctica forestal que favorece la velocidad de crecimiento y la sanidad de plántulas.

Palabras claves: Restauración, Rodales regulares, PGPR

INTRODUCCIÓN

En la provincia de Jujuy existen dos formaciones boscosas Las yungas y el bosque chaqueño (CABRERA, 1976), las mismas cuentan con especies de gran valor forestal. Dichos ambientes comenzaron a ser explotados forestalmente, aunque con baja intensidad, en la época de la colonia; actualmente todas las prácticas silviculturales se transforman en extracciones o aclareos que comienzan con las especies de mayor valor tecnológico y mayor diámetro y se continúa hasta agotar completamente el bosque (DEL CASTILLO *et al*, 2005).

Merenson (1999) informa que a causa de los incorrectos usos del suelo, junto a técnicas forestales inadecuadas y aún ausentes, redundaron en la alarmante caída de las especies forestales nativas.

A la desordenada explotación del bosque se debe agregar el efecto del ganado que elimina por ramoneo los brinzales de especies forestales, anulando por completo la renovación o futuro del bosque (DEL CASTILLO *et al*, 2005). Los árboles deben superar la altura de 2 metros para no ser ramoneados por el ganado (BORDON, 1998.), y de esa manera asegurar su reclutamiento, pauta prioritaria para el aprovechamiento de los bosques nativos.

Para lograr la regeneración natural de los árboles nativos se recurre a la clausura de los lotes a manejar, para evitar la entrada del ganado (BORDON, 1988), por ello analizando el crecimiento en altura y diámetro de las plántulas de las especies nativas; se estimara cuantos años de clausura es suficiente para que estas superen la altura de ramoneo (BRASIOLO, 2000); y proponer un plan de manejo que permitirá definir un ciclo de corta y regular la productividad del bosque (ARAUJO, 2006).

Como una alternativa para mejorar la velocidad de crecimiento y la sanidad de los árboles, y de esta manera disminuir el tiempo de clausura de lotes; existe la posibilidad de utilizar rizobacterias promotoras del crecimiento de las plantas (PGPR). Al respecto (ALTAMIRANO, *et al*, 2000) realizaron un ensayo sobre Cedro coya (*Cedrela lilloi*), determinando que las plántulas tratadas con PGPR manifestaron diferencias en el crecimiento y un mejor estado sanitario, según el inóculo bacteriano aplicado. (ALBANESI *et al* 1988) con el propósito de optimizar el manejo de los ambientes forestales, estudian la variación estacional de los microorganismos fijadores de nitrógeno asociados a la rizósfera de algunas especies nativas (quebracho, algarrobo y tusca). El algarrobo es una especie de lento crecimiento, que se caracteriza por demandar mucho tiempo y derivar muchos recursos en desarrollar la masa radical, es una estrategia ecofisiológica de las leñosas del chaco. (NEUMANN, 1983). Las otras especies nativas como Jacaranda, Pacará, Tipa Blanca etc. manifiestan una mayor germinación de las semillas tratadas con rizobacterias durante la viverización (HUMANO *et al*, 2007)

Como parte de las propuestas de manejo de bosque nativo se debe tener en cuentas: las experiencias pioneras en tratamientos silviculturales como la reforestación por plantación con Quebracho Colorado chaqueño (*Schinopsis balansae*)(VALENTÍN, 1960) realizadas en el bosque chaqueño; los sistemas policíclicos de manejo de bosque nativo como la forestación bajo cubierta (DEL CASTILLO *et al*, 2005), propuestos para el bosque de yungas y la aplicación de biotecnologías .

Para la aplicación de biotecnologías, en nuestro ensayo, se cuentan con cepas PGPR aisladas de la rizósfera del aliso *Alnus acuminata* ssp *acuminata* por Altamirano *et al*, (2002, 2003) como potencial biofertilizante para la producción de especies arbóreas de leguminosas con aplicación a programas de recuperación de suelos tanto agrícolas como forestales.

El algarrobo es una especie de lento crecimiento y mayor rusticidad, como la mayoría de las especies de ambientes áridos se caracterizan por demandar mucho tiempo y derivar muchos recursos en desarrollar la masa radical que le asegura un mayor capacidad para absorber agua, retrasando el crecimiento en altura; es una estrategia ecofisiológica de las leñosas del chaco frente a la sequía y extremos térmicos. (NEUMANN, 1983).

Objetivo: este trabajo tiene como propósitos

- a) Determinar diferencias en el crecimiento en los primeros estadios entre plántulas inoculadas con PGPR y no inoculadas.
- b) Determinar el tiempo requerido por las especies nativas en superar la altura de ramoneo.
- c) Establecer los años de clausura en la restauración de bosque nativo, para lograr el reclutamiento de las especies nativas.
- d) Evaluar los efectos de Biocontrol en las especies forestales nativas.
- e) Establecer efectos sobre características fisiológicas de las semillas inoculadas. (poder germinativo y energía germinativa).
- f) Generar un sistema de recuperación de bosque degradado a partir de plantas inoculadas, de fácil aplicación para pequeños productores.

La hipótesis: la utilización de PGPR (Bacterias Promotoras de crecimiento de las plantas) favorece la velocidad de crecimiento y la sanidad de las plántulas de especies forestales nativas, en vivero y en plantación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material Biológico

Semillas: semillas de once especies nativas de valor forestal fueron recolectadas entre junio y agosto de 2006, siendo las siguientes:

- *Tipuana tipu* (Benth O.) Kuntze (tipa blanca)
- *Pterogyne nitens* Tul (Tipa colorada)
- *Aspidosperma quebracho blanco* Schlecht (Quebracho blanco)
- *Schinopsis lorentzii* (Griseb) Engler (Quebracho colorado santiagueño)
- *Enterolobium contortisiliquum* (Well) Morong (Pacará, timbó)
- *Jacaranda mimosifolia* D. Don (Jacarandá o tarco)
- *Cedrela lilloi* C. DC. (Cedro coya o cedro peludo)
- *Caesalpinia paraguariensis* (D. Parodi) Burkart (Guayacán)
- *Prosopis chilensis* (Mol) Stuntz Algarrobo chileno
- *Juglans australis* griseb. (Nogal criollo)
- *Anadenanthera colubrina* griseb (Cebil)

Tratamiento de las semillas: Las semillas de las especies con tegumento grueso, recibieron diferentes tratamientos de escarificación como lijado , remojo en agua , o una combinación de ambos.

Antes de la siembra fueron inoculadas con un inóculo mixto compuesto por las rizobacterias aisladas de la rizosfera de *Alnus acuminata* (aliso) mas una cepa aislada del compost de residuos de tabaco.

Preparación del inóculo: Las rizobacterias de *Alnus* identificadas como Al 2-3, Al 2-6, Al 2-8 y Al 3-5, Al 3-7, AL 3-8, Al 3-11 y la H-13 del compost fueron cultivadas en Caldo nutritivo (CN) durante 24- 48 hs. y en la etapa de crecimiento exponencial se tomo una alícuota de cada una para preparar el inóculo mixto.

Preparación de los almácigos: Los almácigos fueron preparados en cajones con 30% de arena, 40% de tierra del monte y el resto tierra común. Cuando las plántulas tuvieron 3-4 hojas verdaderas fueron repicados en macetas individuales, reinoculados con 1ml del inóculo y mantenidas en vivero. El tiempo de siembra a repique fue de 25 días para Jacarandá y Algarrobo y de 30 para Pacará. Estas tres son hasta el momento las especies que mostraron mejor adaptación a la inoculación en semillas.

Evaluación en vivero: Se evaluó el poder germinación y la energía germinativa; y a los seis meses y medio se midió: altura y diámetro en la base del tallo, en las tres especies mencionadas..

Plantación a campo: Previo a su plantación las plántulas de las distintas especies, de los lote tratado como del testigo, se les efectuó el escamondo basal de ramas. Para evaluar efectos posteriores de la inoculación se medirá el crecimiento corriente anual , fenología, adaptabilidad al sitio y la influencia de características edáficas sobre el crecimiento de las especies.

El Cedro y Nogal, se plantaron ocurrió en la finca La Quesera Ubicada en el Bioma del Bosque Montano de las Yungas, Lat. 65° 27' 53,2" Long. 24° 14' 09,9" y a 1800 msnsm, con una precipitación media anual de 900 a 1100 mm y una temperatura promedio anual de 16,1 C° (Jujuy), para su posterior seguimiento. El Guayacam, Pacará, Algarrobo chileno y Cebíl se plantaron los ensayos, en el campo experimental Dr Emilio Navea, en el Bioma de Chaco semiárido transición Yungas, a 1100 manm, 600 mmm de precipitación promedio anual y una temperatura promedio anual de 18,1 C° (Jujuy)

Diseño y análisis estadístico:

Se realizaron parcelas de medición de 40 individuos, de los cuales se determinaron dos lotes de 6 repeticiones, uno correspondiente al testigo y el otro al tratamiento (inoculado con PGPR). Las mediciones, del Diámetro al cuello de las plantas y Altura total, se realizaron en los lotes elegidos y posteriormente se realizó un Anova para determinar las diferencias entre los tratamientos y un test de Tuckey para determinar las diferencias entre las medias de los tratamientos.

RESULTADOS

Germinación: la germinación ocurrió simultáneamente tanto en el testigo como en las inoculadas, pero con mayor densidad de emergencia y velocidad de crecimiento en las que recibieron tratamiento. En la tabla 1 se puede observar los días a germinación de las especies trabajadas y en donde no se observaron diferencia entre el tratamiento y testigo.. Los almácigos fueron atacados por damping off pero con mayor intensidad en el lote testigo. Pero al hacer la desinfección del sustrato a partir de algún método físico, calor o vapor de agua, el porcentaje de germinación aumenta considerablemente en las especies con semillas de tegumento blando (Cedro, Jacaranda, Cebil, Quebracho blanco, Tipa colorada).

Tabla 1.- Periodo de germinación de las especies trabajadas.
Table 1. Germination periods of species.

Periodo de germinación	
Especies	Días
Quebracho blanco	5
Cebil	6
Tipa blanca	6
Tipa colorada	8
Guayacán	9
Pacará	10
Jacaranda	10
Quebracho colorado	12
Cedro	14
Algarrobo	17
Nogal	45

El análisis estadístico de las plántulas en vivero (tabla 3), previa a su plantación a campo, indicó en Pacará diferencias estadísticamente significativas ($p=0,01$), entre el lote testigo y el lote inoculado, tanto para altura de planta como para diámetro de tallo. En Jacaranda las diferencias estadísticamente significativas fueron para diámetro de tallo. En algarrobo las diferencias altamente significativas ($p=0,01$) se registraron, entre el lote testigo y el inoculado, para altura de planta y diámetro de tallo, y diferencias significativas ($p=0,05$) para diámetro de tallo entre Testigo versus reinoculadas. En Guayacán no existen diferencias significativas, entre el lote testigo y el lote inoculado, tanto para altura de planta como para diámetro de tallo. En Cebil diferencias significativas ($p=0,01$), entre el lote testigo y el lote inoculado, tanto para altura de planta como para diámetro de tallo diferencias altamente significativas ($p=0,01$).

En las especies en las cuales no se determinaron diferencias de crecimiento, pero si de sanidad y poder germinativo son en tipa blanca, tipa colorada, cedro y Nogal
En Guayacan y Cebil las diferencias significativas ($p=0,01$) para altura se dieron a favor del testigo, mientras que en diámetro de tallo no hubo diferencias

Tabla 2: Valores promedios de las medidas efectuadas en el testigo y lote tratado con PGPR. Las variables son Diámetro de la base del tallo (mm) y Altura total planta (cm.)

Table 2: Values averages of the measures conducted In the witness and The lot dealt with Pgpr

	inoculados		Sin inocular	
	Altura (cm)	Diam. Tallo (cm)	Altura (cm)	Diam. Tallo (cm)
Pacará	68	8,14	54,64	5,85
Jacarandá	33,17	4,10	32,84	3,25
Algarrobo	37,4	1,55	26,8	0,72
Guayacán	48,5	5,28	64	5,67
Cebil	41,33	3,73	54,42	4

Tabla 3. Análisis de varianza para las medias de los tratamientos.

Table 3. ANOVA for means of treatments.

Especie: Algarrobo							
DAB (mm)							
FV	GL	SC	CM	Fc	Ftabla5%	Ftabla1%	CV
TRAT	1	1,9200	1,9200	5,5868	4,9646	10,0443	10,89%
EE	10	3,4367	0,3437				
TOTAL	11	5,3567					
Hay diferencias significativas entre inoculadas e no inoculadas.							
AT (cm)							
FV	GL	SC	CM	Fc	Ftabla5%	Ftabla1%	CV
TRAT	1	0,3333	0,3333	0,0055	4,9646	10,0443	9,18%
EE	10	611,3333	61,1333				
TOTAL	11	611,6667					
No hay diferencias significativas							
Especie: Pacará							
DAB (mm)							
FV	GL	SC	CM	Fc	Ftabla5%	Ftabla1%	CV
TRAT	1	0,5633	0,5633	23,3039	4,9646	10,0443	7,15%
EE	10	0,2417	0,0242				
TOTAL	11	0,8051					
Hay diferencias altamente significativas entre las inoculadas y las no inoculadas							
AT (cm)							
FV	GL	SC	CM	Fc	Ftabla5%	Ftabla1%	CV
TRAT	1	0,3710	0,3710	25,5018	4,9646	10,0443	7,64%
EE	10	0,1455	0,0145				
TOTAL	11	0,5165					
Hay diferencias altamente significativas entre las inoculadas y las no inoculadas							
Especie: Guayacán							
DAB (mm)							
FV	GL	SC	CM	Fc	Ftabla5%	Ftabla1%	CV
TRAT	1	0,4408	0,4408	0,6951	4,9646	10,0443	14,55%
EE	10	6,3417	0,6342				
TOTAL	11	6,7825					
No hay diferencias significativas							

AT (cm)							
FV	GL	SC	CM	Fc	Ftabla5%	Ftabla1%	CV
TRAT	1	720,7500	720,7500	10,8957	4,9646	10,0443	14,46%
EE	10	661,5000	66,1500				
TOTAL	11	1382,2500					
Hay diferencias altamente significativas entre las inoculadas y las no inoculadas							
Especie: Cebil							
DAB							
FV	SC	GL	CM	Fc	F5%	F1%	CV
TRAT	0,2133	1	0,2133	0,6287	4,96	10,04	15,07%
EE	3,3933	10	0,3393				
TOTAL	3,6067	11					
No hay diferencias entre los tratamientos							
AT (cm)							
FV	SC	GL	CM	Fc	F5%	F1%	CV
TRAT	513,5208	1	513,5208	8,7253	4,96	10,04	16,02%
EE	588,5417	10	58,8542				
TOTAL	1102,0625	11					
Hay diferencias entre los tratamientos							

Posteriormente las especies de acuerdo a su velocidad de crecimiento y considerando que las plántulas poseían una altura superior a los 30 cm, fueron llevadas a campo; por ello el Pacará se plantó a los 12 meses con una altura promedio de las plántulas de 62 cm, el algarrobo a los 12 meses con una altura promedio de las plántulas de 33 cm, el cebil a los 7 meses con una altura promedio de 48 cm y el Guayacán a los 18 meses con una altura promedio de plántulas de 50 cm.

A los 5 meses después de la plantación a campo, en Pacará las diferencias se mantuvieron entre testigo y inoculadas, siendo altamente significativa ($p=0,01$) tanto para diámetro de tallo y altura total, en tanto que para el algarrobo las diferencias significativas ($p=0,01$) fueron entre testigo e inoculadas solo para diámetro de tallo.

Dentro de las labores post plantación se deben realizar en la época estival un escamondo de brotes laterales una vez al mes, en todas las especies; el tutorado es fundamental en ellas para lograr la rectitud del fuste, el control de hormigas es prioritario al momento de la plantación y repetirlo a los 15 días y luego a los 30 días desde este último.

DISCUSIÓN

Dado que la inoculación de las semillas provocó una emergencia más pareja sin afectar días de germinación., se dedujo que al lograr mayor poder germinativo en cada especie se puede ayudar a superar la latencia de algunas semillas. Además como el sustrato de los almácigos fue una mezcla no estéril, compuesta en parte por tierra del monte, se prueba que las cepas introducidas compiten eficientemente con la flora nativa. Si consideramos los efectos altamente significativos observados en Pacará, tanto para altura de planta como para el diámetro de tallo, los cuales se mantuvieron posteriormente en la plantación, podemos asegurar que en esta especie el inóculo fue muy efectivo, permitiendo mayor velocidad de crecimiento lo que determinó su trasplante y plantación antes que las otras especies, concordando con ALBANESI *et al.*, (1988) y

ALTAMIRANO *et al.*, (2001) sobre los beneficios de la inoculación. Analizando los efectos en algarrobo, donde los resultados fueron altamente significativos respecto al testigo, aunque no los logrados en Pacará; en plantación a campo se encontraron diferencias en el diámetro de tallo no así en la altura total. Esto se explica ya que el algarrobo es una especie de lento crecimiento y mayor rusticidad, como la mayoría de las especies de ambientes áridos se caracterizan por demandar mucho tiempo y derivar muchos recursos en desarrollar la masa radical que le asegura un mayor capacidad para absorber agua, retrasando el crecimiento en altura; es una estrategia ecofisiológica de las leñosas del chaco frente a la sequía y extremos térmicos (NEUMANN, 1983). En Jacarandá, una especie de crecimiento relativamente rápido, la efectividad del inóculo se tradujo en aumento de la biomasa aérea, semejante a lo observado en Pacará aunque en menor magnitud, lo que se viene observando desde el momento de la emergencia (HUMANO *et al.*, 2007).

En Guayacán y Cebil, en la etapa de vivero, no se observaron diferencias entre los tratamientos con respecto a la variable diámetro de tallo, pero si en altura total, pero a favor de las no inoculadas. Esto se explica si se tiene en cuenta que no todas las especies manifestaron la misma especificidad de huésped, en consecuencia la regulación de las funciones implicadas en la colonización de la rizósfera, se traducen en una respuesta distinta en cada especie, tal como lo explican ALTAMIRANO *et al.* (2001) al probar distintos inóculos bacterianos en el crecimiento del cedro, y con ALBANESI *et al.* (1988) quienes estudian la variación estacional de los microorganismos que pueden optimizar el manejo de los ambientes forestales. Pero aún se debe evaluar si en plantación a campo persiste el comportamiento observado.

Por otra parte el estado sanitario de todo el ensayo, superado el estadio de muerte por damping-off en vivero, es hasta el momento excelente lo que indica que el inóculo indujo resistencia a enfermedades en las cinco especies mencionadas. El hecho de encontrar diferencias entre el lote testigo y el tratado, nos permite afirmar que hay una mayor promoción del crecimiento en Pacará, Algarrobo y Jacaranda, estimándose una mejor adaptabilidad al sitio de plantación en las dos primeras. Además la reproducción de estas especies en vivero y plantación a campo no presenta dificultades. Por ello es recomendable la introducción de biotecnologías que se debe sumar a las experiencias pioneras manifestadas por VALENTIN (1960) y a los sistemas policíclicos de manejo de bosque nativo (DEL CASTILLO *et al.*, 2005),

CONCLUSIONES

Si bien el resultado no fue el mismo en todas las especies forestales ensayadas, fue efectivo principalmente en la promoción del crecimiento y en menor grado en el Biocontrol, en la etapa de vivero, asegurando mayor cantidad de plántulas viables y con menor tiempo a repique.

Esto nos permite recomendar a la inoculación con PGPR como una práctica forestal para promover el crecimiento en las especies nativas, ya que está probado que las PGPR modifican los niveles de regulación del crecimiento de las plantas; lo que ratifica la hipótesis planteada.

Se podría reducir además el ciclo de corta en rodales puros o disminuir el tiempo de clausura en proyectos de restauración de los bosques nativos.

La proyección de este trabajo es crear material biológico de especies nativas tratado con biotecnología disponible para el productor forestal, que le garantice su reproducción. De esta manera generar la posibilidad de que el mismo material sirva en proyectos de forestación bajo cubierta, disminuyendo el tiempo de clausura y permitiendo, que en

sistemas silvo pastoril, el ganado pueda aprovechar las pasturas naturales del bosque en el menor tiempo. Asimismo crear conciencia en los ambientes oficiales y sociales para la recuperación del bosque, no solo desde la mira ecológica sino también desde sus riquezas intrínsecas, e inducir a los propietarios de tierras con bosques degradados a recuperarlos y devolverlos a la producción económica, regulada.

BIBLIOGRAFÍA

- ALTAMIRANO, FE; Lázaro, ME. Arias, MP; Zankar, G. del C: 2001. “Respuesta de *Cedrela lilloi* C.DC. a la Acción de Rizobacterias Introducidas”. III Reunión Nac. Científico-Técnica de Biología del Suelo. III Encuentro sobre Fijación Biológica de Nitrógeno. Salta, p 90-91
- ALTAMIRANO, FE. Lázaro, ME; Arias, MP; Zankar, G del C.; Villarroel, ME. 2002. “Características del bosque del aliso en Yala-Jujuy (Argentina)”. II Reunión Regional de Selvas de Montaña. S.S. de Jujuy. Pag. 33-34
- ALTAMIRANO, FE. Arias, MP; Zankar, G. del C.; Lázaro, ME.; Villarroel, ME. 2003. Indicadores que reflejan Impactos Ambientales en el Bosque del aliso (*A. acuminata*) Jujuy. 2003. IV Reunión Nac. Científico -Técnica de Biología del Suelo. IV Encuentro sobre Fijación Biológica de Nitrógeno. Termas de Río Hondo, Santiago del Estero. Pag. 53-54.
- BRASSIOLA, M. M et B. Pokorny. 2000. Crecimiento de plantas Jóvenes de quebracho Colorado Santiagueño. Revista de Ciencias forestales Quebracho. N° 8. Págs. 64-69. Santiago del Estero. Argentina.
- CATIE. Silvicultura de Bosques Latifoliados Húmedos con énfasis en America Central. Serie Técnica. Manual Técnico n° 46. pags: 260. Editado por Bastiaan Louman. Costa Rica. 2001.
- DEL CASTILLO, E. M. et al. 2005. Selva de Yungas del NOA (Jujuy, Salta, Tucumán). Recuperación ambiental y productiva. Págs. 48. 1° Ed. INTA. Jujuy.
- DEL CASTILLO, E. M. et M., Gil. *Cedrela angustifolia*: característica ecológicas y silvícolas para su manejo. Págs. 1-18. E.E.C.T.Y INTA. Jujuy.
- HUMANO et al. 2007. Viverización de especies nativas. II FORO DE LA MONTAÑA. Tilcara. Jujuy. Argentina. pag. 12-14
- NEUMANN, Roberto. Ecología y manejo del Chaco semiárido. Panorama Agropecuario. Año V. Vol 18. Inta-Salta. Argentina.
- USDA-Forest Service. 2002. Manual de Reforestación para América Tropical. Pags 1-205. Editado por Blanca Ruiz. San Juan. Puerto Rico.

EFFECTO DE LA DENSIDAD DE PLANTACIÓN SOBRE LA PRODUCCIÓN EN VOLUMEN DE *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. EN MISIONES, ARGENTINA, A LOS 35 AÑOS DE EDAD.

EFFECT OF THE DENSITY OF PLANTATION ON THE PRODUCTION IN VOLUME OF *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. IN MISIONES, ARGENTINA, TO THE 35 YEARS OF AGE.

**Aldo Keller¹
Ernesto Crechi¹
Ezequiel Fernández Tschieder²**

¹ EEA Montecarlo INTA. El Libertador 2472. Montecarlo, Misiones. Tel./Fax: (03751)-480057/480512. e-mail: akeller@montecarlo.inta.gov.ar

² EEA Delta INTA. Río Paraná de las Palmas y Canal. L. Comas. Campana, Buenos Aires. Tel.: (03489)-460075. e-mail: rndelta@correo.inta.gov.ar

SUMMARY

The effect of 10 plantation densities was evaluated, from 625 to 4444 plants by hectare on the total volume of *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. at 35 years of age. The used data come from a trial of *Araucaria angustifolia*, installed in 1971, in Cuartel Río Victoria, Misiones, Argentina. The effect of plantation density on the total volume was evaluated through variance analysis and the Tukey's test. At the 35 years of age were not observed significant differences between the treatments for a level of confidence of 95%. It was observed that different plantation densities converge towards a same volumetric asymptote.

Key words: volume, density, *Araucaria angustifolia*, Misiones.

RESUMEN

Se evaluó el efecto de 10 densidades de plantación, desde 625 hasta 4444 plantas por hectárea sobre el volumen total de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. a los 35 años de edad. Los datos utilizados provinieron de un ensayo de *Araucaria angustifolia*, instalado en 1971, en el Campo Anexo Cuartel Río Victoria, en San Vicente, Provincia de Misiones, Argentina. El efecto de la densidad de plantación sobre el volumen total con corteza fue evaluado a través del análisis de variancia y del test de comparación de medias de Tukey. A los 35 años de edad no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos para un nivel de confianza del 95%. Se observó que diferentes densidades de plantación convergen hacia una misma asíntota volumétrica.

Palabras clave: volumen, densidad, *Araucaria angustifolia*, Misiones.

INTRODUCCIÓN

La actividad forestal de bosques de cultivo en la provincia de Misiones está basada principalmente en especies de coníferas, entre las cuales se encuentran *Pinus taeda* L, *Pinus elliottii* Engelm, y desde hace algunos años el híbrido entre *Pinus elliottii* var. *elliottii* y *Pinus caribaea* var. *hondurensis* y en menor medida *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze; esta última con un área plantada aproximada de 18.000 ha. (Ministerio de Ecología, 2000).

A pesar de ser una especie nativa de la zona NE de la provincia de Misiones y poseer características deseables tales como buena forma y un mercado relativamente favorable, esta especie ha sido desplazada por los pinos debido a diferentes factores: menor ritmo de crecimiento, escasa disponibilidad de semillas, rápida pérdida de viabilidad y elevada exigencia en calidad de sitio (CRECHI, 1996).

La producción de una población forestal es determinada por los siguientes factores: la calidad del material genético (especie, origen, procedencia y el nivel de mejora), factores climáticos, edáficos y topográficos, cuya interacción representa el concepto de calidad de sitio; la densidad inicial y los tratamientos silviculturales aplicados (limpieza, raleos, podas, fertilización y otros).

Según DANIEL et al. (1982) la densidad del bosque es el segundo factor en importancia, después de la calidad de sitio, en la determinación de la productividad de una población forestal. Además, la densidad es uno de los principales factores que el silvicultor puede manejar durante el desarrollo de la plantación.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la densidad de plantación sobre el volumen total con corteza de *Araucaria angustifolia* a los 35 años de edad y comparar estos resultados con otros obtenidos del mismo ensayo a edades menores.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización y caracterización del ensayo

En 1971, en el Campo Anexo Cuartel Río Victoria, (INTA-E.E.A Cerro Azul), Municipio de San Vicente, Departamento Guaraní, Provincia de Misiones, Argentina, se instaló el ensayo con el objetivo de evaluar el efecto de la densidad inicial (densidad de plantación) sobre la producción y el crecimiento a lo largo de su ciclo productivo. Este ensayo ocupa un área de 3 hectáreas, habiéndose utilizado semillas comerciales para la producción de plantas. El tamaño de las parcelas es 20mx50m, y están dispuestas en 3 bloques completos al azar (Figura 1). Los tratamientos fueron 10 densidades iniciales comprendidas entre 625 y 4444 plantas por hectárea ($pl.ha^{-1}$) (Tabla 2).

8	3	1	BLOQUE 1
7	2	4	
10	6	9	
5	3	5	BLOQUE 2
10	7	6	
9	8	4	
6	2	1	BLOQUE 3
4	1	8	
9	7	3	
10	5	2	

Nota: el número dentro de las celdas corresponde al número de identificación de cada tratamiento.

Figura 1. Diseño del ensayo para las diferentes densidades iniciales.
Figure 1. Experimental design.

Tabla 2. Tratamientos (densidades iniciales) del ensayo
Table 2. Applied treatments

Tratamiento Número	Espaciamiento de plan- tación (m x m) ^a	Densidad inicial (pl.ha ⁻¹)
1	1,5 x 1,5	4444
2	1,5 x 2,0	3333
3	2,0 x 2,0	2500
4	2,0 x 2,5	2000
5	2,0 x 3,0	1600
6	2,5 x 2,5	1666
7	2,5 x 3,0	1333
8	3,0 x 3,0	1111
9	3,5 x 3,5	816
10	4,0 x 4,0	625

^a El primer número indica la distancia entre árboles de una misma fila y el segundo indica la distancia entre filas de árboles.

La conducción del ensayo solo incluyó los cuidados culturales de los primeros años, sin podas y sin raleos. Por lo tanto las diferencias entre la densidad inicial de cada tratamiento y la correspondiente a las diferentes edades de medición se debieron a mortalidad natural.

Análisis de datos

Evaluación del efecto de la densidad inicial sobre el rendimiento en volumen a los 35 años de edad

Los efectos de la densidad de plantación sobre el rendimiento en volumen total con corteza y tocón, hasta 7 cm en punta fina (*vtcc*, expresado en $m^3 \cdot ha^{-1}$) de *Araucaria angustifolia* a los 35 años de edad fueron evaluados a través de un análisis de variancia (ANOVA), de acuerdo al diseño experimental del ensayo (bloques completos al azar). Para el mismo se utilizó la prueba de significancia de F con un nivel de confianza del 95% y el Test de comparación de medias de Tukey para separar los tratamientos con diferencias significativas (SOKAL & ROHOLF, 1988).

El volumen individual de cada árbol (*v*) fue estimado a través de una ecuación de volumen local de *Araucaria angustifolia* publicada por MARIOT & DE DIO (1982). La misma presenta la siguiente expresión:

$$v = -0,007507 * Dap + 0,001029 * (Dap)^2$$

Donde:

v = volumen con corteza y tocón, hasta 7 cm en punta fina (m^3).

Dap = diámetro a la altura del pecho (1,30 metros de altura) (cm).

Los volúmenes de cada parcela fueron calculados como la sumatoria de los volúmenes individuales de los árboles contenidos en la misma ($\sum v$) y luego fueron convertidos a valores por hectárea para obtener el *vtcc*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto de la densidad inicial sobre el rendimiento en volumen a los 35 años de edad

La evaluación a los 35 años de edad es de particular interés, ya que el turno estimado para *Araucaria angustifolia* se aproxima a los 30-35 años (GÖTZ, 1992).

En la Tabla 3 se observan los valores medios de *vtcc* a los 35 años de edad para las diferentes densidades de plantación evaluadas. Los máximos valores de *vtcc* correspondieron a las densidades de plantación de 1111 y 4444 pl.ha⁻¹, mientras que los menores valores se produjeron en las densidades iniciales de 1666 y 1600 pl.ha⁻¹.

Tabla 3. Volumen total con corteza (*vtcc*, m³.ha⁻¹) de *Araucaria angustifolia* para 10 densidades de plantación a los 35 años de edad

Table 3. Total volume with bark (*vtcc*, m³.ha⁻¹) of *Araucaria angustifolia* for 10 initial densities to the 35 years of age

Tratamiento (pl.ha ⁻¹)	<i>n</i>	Media (35 años)
625	3	476,48
816	3	492,45
1111	3	499,92
1333	3	466,87
1600	3	456,58
1666	3	430,46
2000	3	479,80
2500	3	478,87
3333	3	472,47
4444	3	496,87
Media del ensayo	30	475,08

Nota: (*n*) número de observaciones.

A los 35 años de edad el análisis de variancia, para un nivel de confianza del 95%, no mostró diferencias significativas entre el *vtcc* correspondiente a las diferentes densidades de plantación y entre bloques (Tabla 4). Esto indicaría que a los 35 años de edad el *vtcc* es estadísticamente equivalente e independiente de la densidad de plantación, lo cual refuerza la hipótesis de que los rodales convergen hacia la misma asíntota volumétrica independientemente de la densidad inicial.

Tabla 4. Análisis de variancia para el volumen total con corteza (*vtcc*, m³.ha⁻¹) de *Araucaria angustifolia* a los 35 años de edad

Table 4. Variance analysis for *vtcc* of *Araucaria angustifolia* to the 35 years of age

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado medio	F	<i>p-value</i>
Efectos principales					
Tratamientos	11518,6	9	1279,85	0,83	0,5999
Bloques	8893,96	2	4446,98	2,88	0,0840
Residual	27836,5	18	1546,47		
Total (corregido)	48249,1	29			

Nota: Nivel de confianza 95%.

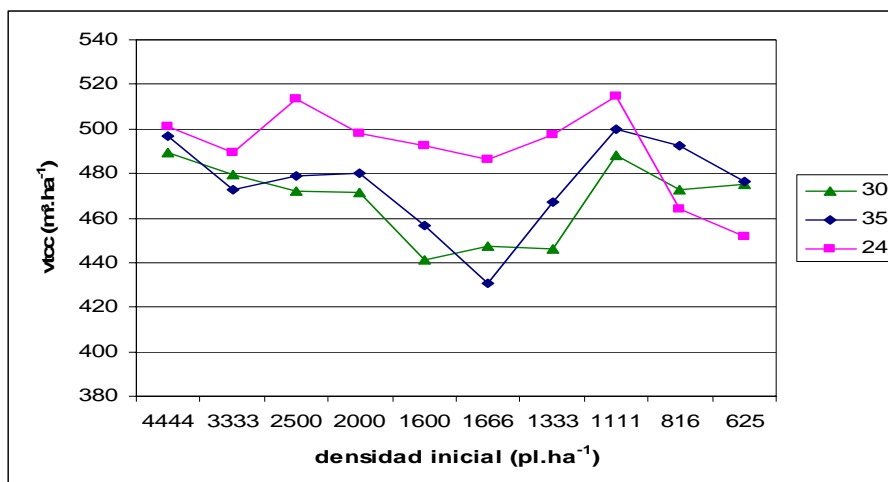
Según los resultados obtenidos por CRECHI et al. (1991), quienes trabajaron con datos del mismo ensayo, el análisis de variancia mostró diferencias significativas entre los volúmenes producidos en las diferentes densidades de plantación entre el período de 6 a 18 años. Al analizar las diferencias entre pares de medias observaron que las dos densidades más bajas, 625 y 816 pl.ha⁻¹, fueron las únicas que mostraron valores significativamente inferiores con respecto a las otras densidades. A los 24 años de edad estas diferencias entre las medias de los tratamientos dejaron de ser significativas (CRECHI, 1996).

Con datos de este mismo ensayo, analizados a los 30 años de edad, FERNÁNDEZ TSCHIEDER (2004), FERNÁNDEZ TSCHIEDER et al. (2005) tampoco detectaron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos.

A los 35 años de edad todas las densidades iniciales mostraron valores de vtcc similares a las observadas a los 30 años, mientras que comparadas con las de los 24 años, a excepción de las dos menores densidades (625 y 816) las demás (1111 a 4444) presentaron comparativamente valores inferiores de vtcc (Gráfico 1).

Gráfico 1. Volumen total con corteza (vtcc, m³.ha⁻¹) de *Araucaria angustifolia* en función de la densidad inicial para los 24, 30 y 35 años de edad.

Graphic 1. Total volume with bark (vtcc, m³.ha⁻¹) of *Araucaria angustifolia* based on the initial density for the 24, 30 and 35 years of age.



En el Gráfico 1, se observa que los valores de vtcc a los 24 años son superiores a los encontrados a los 30 y 35 años, a excepción de las dos menores densidades. En este período, los menores valores observados, se encuentran en las densidades de 4444 a 1111 pl.ha⁻¹, indicando ésto que el volumen de los árboles muertos es mayor al volumen acumulado por el crecimiento de los individuos vivos, mientras que las densidades de 625 y 816 pl.ha⁻¹ presentaron a los 30 y 35 años un vtcc mayor que a los 24 años, como consecuencia de una menor mortalidad y un mayor crecimiento, tal lo observado por FERNÁNDEZ TSCHIEDER (2004). En todas las remediciones anteriores el vtcc mantenía una tendencia creciente respecto a la remediación precedente.

Finalmente, se comparó el volumen medio por árbol para cada tratamiento a la edad de 35 años, calculado como el cociente entre el vtcc y el número de árboles vivos por hectárea. Para comparar los datos, se calcularon las proporciones relativas entre los vtcc de cada densidad, para lo cual se tomó como referencia el volumen medio por árbol de la densidad de 4444 pl.ha⁻¹, suponiendo que los árboles de este tratamiento, presentan comparativamente, un menor tamaño debido a competencia (Tabla 5).

Tabla 5. Comparación de volúmenes medios ($\text{m}^3.\text{pl}^{-1}$) de *Araucaria angustifolia* a los 35 años de edad entre las distintas densidades de plantación.

Table 5. Comparison of average volumes ($\text{m}^3.\text{pl}^{-1}$) of *Araucaria angustifolia* to the 35 years of age between the different densities from plantation

Tratamiento ($\text{pl}.\text{ha}^{-1}$)	<i>vtcc</i> ($\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$)	Densidad ($\text{pl}.\text{ha}^{-1}$)	Volumen medio ($\text{m}^3.\text{pl}^{-1}$)	Proporción entre vol. medios
4444	496,87	571	0,870	1
3333	472,47	542	0,872	1,00
2500	478,87	481	0,996	1,14
2000	479,80	539	0,890	1,02
1666	456,58	470	0,971	1,12
1600	430,46	444	0,970	1,11
1333	466,87	427	1,093	1,26
1111	499,92	481	1,039	1,19
816	492,45	414	1,189	1,37
625	476,48	391	1,219	1,40

(*vtcc*) volumen total con corteza y tocón hasta 7 cm en punta fina (m^3/ha).

Las proporciones calculadas presentaron para la mayoría de las densidades iniciales, excepto para las densidades de 625 y 816 $\text{pl}.\text{ha}^{-1}$, valores próximos a 1. Sin embargo, la proporción calculada muestra una tendencia creciente desde las mayores a las menores densidades de plantación. Por lo tanto, si bien el *vtcc* es estadísticamente equivalente entre densidades de plantación tan distintas, a medida que aumenta la densidad existe un volumen similar distribuido en un mayor número de individuos de volumen medio proporcionalmente menor.

En la Tabla 6 se presenta para determinadas edades y tratamientos, la evolución de la proporción relativa del volumen del árbol medio. Se observa que la proporción entre el volumen del árbol medio de la mayor densidad y las demás densidades iniciales tiende a la unidad a medida que aumenta la edad. Esto indicaría que, rodales con diferentes densidades de plantación, y no raleados, tienden hacia el mismo valor de volumen medio por árbol, independientemente de la densidad inicial.

Tabla 6. Comparación de volúmenes medios ($\text{m}^3.\text{pl}^{-1}$) de *Araucaria angustifolia* para 4 densidades de plantación y 3 edades diferentes.

Table 6. Comparison of average volumes ($\text{m}^3.\text{pl}^{-1}$) of *Araucaria angustifolia* for 4 different densities of plantation and 3 ages.

Edad (años)	Tratamiento ($\text{pl}.\text{ha}^{-1}$)	<i>vtcc</i> ($\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$)	Densidad ($\text{pl}.\text{ha}^{-1}$)	Volumen medio ($\text{m}^3.\text{pl}^{-1}$)	Proporción entre vol. medios
6	4444	82,8	3636	0,023	1
	2000	85,65	1740	0,049	2,14
	1111	69,0	1018	0,068	2,98
	625	38,87	540	0,072	3,16
18	4444	429,1	1780	0,241	1
	2000	430,55	1375	0,313	1,30
	1111	411,88	944	0,436	1,81
	625	346,82	533	0,651	2,70
35	4444	496,87	571	0,870	1
	2000	479,80	539	0,890	1,02
	1111	499,92	481	1,039	1,19
	625	476,48	391	1,219	1,40

(*vtcc*) volumen total con corteza y tocón hasta 7 cm en punta fina (m^3/ha).

CONCLUSIONES

A los 35 años de edad no se observaron diferencias estadísticas significativas entre el volumen total con corteza (*vtcc*, $m^3 \cdot ha^{-1}$) correspondiente a las diferentes densidades de plantación de *Araucaria angustifolia*. Esto demuestra que a esta edad el *vtcc* es equivalente e independiente de la densidad de plantación; lo que refuerza la hipótesis de que rodales con diferentes densidades de plantación alcanzan en un periodo de crecimiento lo suficientemente prolongado, en un mismo sitio y dentro de un rango de densidades iniciales, la misma asíntota volumétrica que está determinada por la capacidad productiva del sitio. Sin embargo, la equivalencia estadística del *vtcc* entre densidades iniciales tan diferentes, indica que a medida que aumenta la densidad, un *vtcc* similar se distribuye en un mayor número de árboles de volumen medio proporcionalmente menor.

La proporción relativa del volumen del árbol medio, tiende a la unidad a medida que aumenta la edad. Esto indicaría que, rodales con diferentes densidades de plantación, y no raleados, tienden hacia el mismo valor de volumen medio por árbol, independientemente de la densidad inicial.

Las densidades iniciales que abarcan los tratamientos desde 1111 a 4444 pl. ha^{-1} , presentaron a los 35 años un *vtcc* menor que a los 24 años de edad. La causa de la mortalidad, que causó esta caída en el *vtcc*, no se encuentra definida. Podría deberse tanto a la competencia entre los individuos que componen la masa como al ataque de algún patógeno. De todas formas, es necesario un estudio ó análisis complementario para poder definir la razón de esta mortalidad y disminución del *vtcc*.

BIBLIOGRAFÍA

- CRECHI, E. H. 1996. Efeitos da densidade da plantação sobre a produção, crescimento e sobrevivência de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. em Missiones, Argentina. Tese de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 195 p.
- CRECHI, E. H.; Friedl, R. A.; Fernandez, R. A. 1991. El efecto de la densidad de plantación sobre el crecimiento en *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. PARTE III: Volúmenes de la masa. En: JORNADAS TÉCNICAS, INVENTARIOS MODELOS DE PRODUCCIÓN Y CRECIMIENTO FORESTALES (6.:1991: Eldorado). Acta. Eldorado: Facultad de Ciencias Forestales. p. 306-320.
- DANIEL, P. W.; HELMS, V. E.; BAKER, F. S. 1982. Principios de Silvicultura. México: Mc-Graw Hill. 492 p.
- FERNÁNDEZ TSCHIEDER, Ezequiel. 2004. Desarrollo de un modelo de rendimiento en volumen para *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. para diferentes densidades de plantación en Misiones, Argentina. Disertación presentada como requisito parcial para la obtención del título de Ingeniero Forestal en la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata. 27 p.
- FERNÁNDEZ TSCHIEDER, E.; Crechi E.; Arturi M.; Martiarena R. 2005. Efecto de la Densidad de Plantación sobre el rendimiento volumétrico de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze en Misiones, Argentina. Análisis hasta los 30 años. 3° Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Corrientes, Argentina. 6-9/09/05. Acta: CD. 10 p.
- GÖTZ, I. 1992. Manejo silvicultural de plantaciones de *Araucaria angustifolia* en Misiones, Argentina. Situación actual y perspectivas futuras. II Jornadas Tecnológicas: Desarrollo Forestal Misionero en el MERCOSUR. INTA-UNaM-AMAYADAP. 7-11/07/92, p. 45-52.
- MARIOT, V. & De Dio, A. 1982. Tabla local de volumen para *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. en montes implantados en la Provincia de Misiones. En: JORNADAS TÉCNICAS SOBRE BOSQUES IMPLANTADOS EN EL NOROESTE ARGENTINO (1: 1982:Eldorado). Actas. Eldorado. p. 25-41.

Ministerio de Ecología, Recursos Naturales y Turismo. Provincia de Misiones. (2000). Inventario Forestal.

SOKAL R.R. & F.J.U. Rohlf. 1979. Biometría. Principios y métodos estadísticos de la investigación biológica. H. Blume Ed, Madrid. 832 pp.

ESTOQUE DE CARBONO ORGÂNICO EM CAMBOATÁ-BRANCO (*Matayba elaeagnoides* RADLK.) EM SUCESSÃO SECUNDÁRIA DE FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL

ORGANIC CARBON STOCK IN CAMBOATÁ-BRANCO (*Matayba elaeagnoides* RADLK.) IN SECONDARY SUCCESSION OF SEASONAL DECIDUOUS FOREST

Flávia Gizele König Brun¹
Eleandro José Brun²
Solon Jonas Longhi³

1. Eng. Ftal., M.Sc. Bolsista CNPq (Apoio Técnico) – Rua Prudente de Morais, 948/202 – Bairro Centro Norte, Dois Vizinhos/PR/Brasil. CEP: 85660-000. E-mail: flaviagizele@yahoo.com.br.

2. Eng. Ftal. M.Sc. Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos. Estrada p/ Boa Esperança, km 4 – Dois Vizinhos/PR/Brasil. CEP: 85660-000. E-mail: eleandrobrun@utfpr.edu.br.

3. Eng. Ftal., Prof. Dr. DCFL/CCR/UFSM (Bolsista CNPq) – Av. Roraima, 1000, Prédio 44, Sala 5268 – Campus UFSM, Bairro Camobi, Santa Maria/RS/Brasil. CEP: 97.105-900. E-mail: solon@pesquisador.cnpq.br.

SUMMARY

The organic carbon (C) stock was studied in *Matayba elaeagnoides* in one secondary phase of a Seasonal Deciduous Forest, in Santa Tereza/RS. With biomass accumulation data and C content in the fractions leaves, live branches, dead branches, bark and wood, as well as the in growth evaluations from the arboreous individuals with Circunference at Breast Height ≥ 10 cm, done in 1996, 1999 and 2003, in permanent plots; models were elaborated to describe the C accumulation. The selected models were: $C_f=b0+b1.h_c^2$ (leaves), $C_{gm}=b0+b1.h_c^2+b2.[1/(1,3-d)]$ (dead branches), $C_c=b0+b1.d$ (barks) and $C_{gv}=C_m=b0+b1.d^2$ (live branches and wood). The priority of allocation of C was: wood>live branches>barks>dead branches>leaves; The specie presented decline behavior inside of the dynamics of the forest and of the C, given the superiority in values of the mortality rate (3,3%) in relation to rate of individuals' entrance (0,8%), that, hereafter, it can qualify the species as source of carbon in the succession.

Key-words: forest succession, biomass, growth, carbon sequestration.

RESUMO

Estudou-se o carbono orgânico (C) acumulado em *Matayba elaeagnoides* numa sucessão secundária de Floresta Estacional Decidual, em Santa Tereza/RS. Com base em dados de biomassa acumulada e teor de C nas frações folhas, galhos vivos, galhos mortos, casca e madeira, bem como em avaliações de crescimento dos indivíduos arbóreos com CAP ≥ 10 cm, realizadas em 1996, 1999 e 2003, em parcelas permanentes, elaborou-se modelos para descrever o acúmulo de C na espécie. Os modelos selecionados para a descrição da quantidade de C foram: $C_f=b0+b1.h_c^2$ (folhas), $C_{gm}=b0+b1.h_c^2+b2.[1/(1,3-d)]$ (galhos mortos), $C_c=b0+b1.d$ (cascas) e $C_{gv}=C_m=b0+b1.d^2$ (galhos vivos e madeira). A prioridade de alocação do C foi: madeira>galhos vivos>cascas>galhos mortos>folhas. A espécie apresentou comportamento de declínio dentro da dinâmica da floresta e do C, pela superioridade da taxa de mortalidade (3,3%) em relação à de ingresso de indivíduos (0,8%) o que, futuramente, pode qualificar a espécie como fonte de C na sucessão.

Palavras-chave: sucessão florestal, biomassa, crescimento, seqüestro de carbono.

INTRODUÇÃO

A ação antrópica devastadora sobre as florestas ocasionou o aumento da concentração de gases poluentes pelas queimadas e mau uso do solo, gerando efeitos como a menor assimilação do carbono pela redução da massa fotossintética viva. Cita-se que desde o ano de 1850 até o presente, o desflorestamento vem contribuindo com aproximadamente um terço do aumento das concentrações de CO₂ na atmosfera (MARCENE et al., 2006). GLENDAY et al. (2006) estimam que 13.000.000 ha de florestas tropicais estão sendo destruídas a cada ano pelo desmatamento, emitindo de 5-8 Gigatoneladas de carbono na atmosfera.

Dentro deste cenário, a relevância das florestas como forma de redução de gases do efeito estufa, por meio da bioacumulação em seus tecidos, atingiu *status* de principal forma de mitigação do aquecimento global. Neste sentido, surgiu uma nova demanda direcionada para as pesquisas de restauração e dinâmica de florestas naturais, que é a de quantificar o potencial destes ecossistemas florestais e discutir a eficácia na redução dos níveis de CO₂ atmosférico (MELO e DURIGAN, 2006). Para que se leve a cabo este intento, é importante que as espécies componentes destas florestas sejam estudadas quanto ao seu potencial de acúmulo de carbono, para se ter embasamento para projetos de uso das mesmas.

Com base nestes aspectos, o estudo teve por objetivo quantificar o estoque de C acumulado em Camboatá-branco (*Matayba elaeagnoides*) ao longo do desenvolvimento de sucessão secundária de uma Floresta Estacional Decidual, em Santa Tereza/RS/Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em Santa Tereza/Rio Grande do Sul (RS)/Brasil. A floresta secundária tem aproximadamente 53 anos de idade, localizada nas coordenadas geográficas 29°09'29''Sul e 51°41'49''Oeste, altitude de 180 m. O clima da região é tipo Cfa segundo Köppen (MORENO, 1961), temperado, chuvas bem distribuídas no ano, precipitação média anual de 1800 mm; temperaturas do mês mais frio entre -3° e 18°C, média do mês mais quente superior a 22°C e média anual em torno de 18°C.

Os solos da área de estudo caracterizam-se como uma associação entre Cambissolo Húmico alumínico típico, eutrófico, A chernozêmico, com profundidade variando de rasos a profundos, apresentando um perfil de seqüência com horizontes A-B-C, com Neossolos litólicos, rasos (STRECK et al., 2002).

Na área ocorrem 48 espécies, pertencentes a 39 gêneros e 23 famílias, entre as quais, as de maior riqueza de espécies foram Leguminosae (8 espécies), Lauraceae (5), Flacourtiaceae, Myrtaceae e Sapindaceae (4 cada). Estas 5 famílias abrangeram 52,1% das espécies amostradas. Quanto ao número de indivíduos, a família Sapindaceae representou 46,2%, seguida de Leguminosae (16,8%) e Meliaceae (10,2%) (VACCARO, 1997).

O Camboatá-branco é uma Sapindaceae, típica de formações secundárias, ocorrendo de Minas Gerais até o RS, onde está vastamente dispersa por todas as florestas primárias e secundárias das formações latifoliadas do Alto Uruguai, Planalto Médio, Serra do Sudeste e Fralda da Serra Geral. Tem porte médio, até 25 m de altura, diâmetro entre 40-60 cm. Pode ser usada na recomposição florestal de margens de rios, reservatórios e em áreas de vegetação secundária, visando à preservação, pois os frutos atraem a avifauna (LONGHI, 1995).

Para a avaliação do incremento e da dinâmica do C na espécie foram utilizados dados de 10 parcelas permanentes de 10 m x 20 m sistematicamente distribuídas, onde foram medidos: Circunferência a Altura do Peito (CAP), altura total (h_t) e altura de inserção da copa (h_{ic}), de todos os indivíduos com CAP \geq 10 cm (VACCARO, 2002). As medições foram realizadas nos anos de 1996, 1999 e 2003. A variável altura de copa (h_c) foi obtida pela diferença $h_t - h_{ic}$.

Para um melhor entendimento da dinâmica do C, estimaram-se as taxas de ingresso e mortalidade de indivíduos, adotando-se para isso os critérios estabelecidos para esta fase sucessional descritos em VACCARO (2002), procedendo pela base de cálculo do período de 1996 a 2003, empregando-se as seguintes expressões matemáticas:

$$TAI_j = \frac{\sum_{ij} (I_i/m_i * 12)}{N_j} * 100 \quad (1)$$

$$TAM_j = \frac{\sum_{ij} (M_i/m_i * 12)}{N_j} * 100 \quad (2)$$

Onde: TAI_j = Taxa anual média de ingresso da espécie j, expresso em percentagem; TAM_j = Taxa anual média de mortalidade da espécie j, expresso em percentagem; \sum_{ij} = Somatório das parcelas i da espécie j; I_i = Número de árvores na parcela i entre 1996 e 2003; M_i = Número de árvores que morreram nas parcela i entre 1996 e 2003; m_i = Intervalo entre medições da parcela i, em meses; N_j = Número de árvores vivas da espécie j em 1996.

Com base na amostragem desenvolvida por BRUN (2004), todos os indivíduos com $CAP \geq 10$ cm foram medidos e identificados. As plantas foram abatidas com moto-serra, segregadas e os troncos foram cubados segundo o método de Smalian (FINGER, 1992).

Após isso, as árvores foram segregadas nas frações madeira do tronco, casca do tronco, galhos vivos, folhas e galhos mortos. A partir do tronco, considerou-se galhos todo o material lenhoso acima do ponto de inversão morfológica. A massa fresca das folhas, galhos vivos e mortos, casca e madeira foram determinados com balança de gancho, na floresta.

Para a amostragem das frações madeira e casca, foram retirados, com o uso de moto-serra, três discos de 5 cm de espessura, a 5%, 50% e 95% do comprimento do tronco. Destes três discos, separou-se a casca da madeira e aferiu-se suas massas frescas. A partir da relação massa seca/massa fresca das amostras destas frações, estimou-se o percentual de madeira e de casca de cada amostra e então a massa seca total das mesmas, para o tronco inteiro.

As amostras foram levadas ao Laboratório de Ecologia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria, onde foram secas em estufa circulação e renovação de ar a 75°C por 72 horas e pesadas em balança de precisão, visando a determinação da massa seca das frações. As amostras foram moídas em moinho willey, com peneira de 30 *mesh* e os teores de C foram obtidos conforme a metodologia de TEDESCO et al. (1995). O estoque de C, em $kg\ ha^{-1}$, foi calculado a partir da biomassa seca (kg) e dos teores de C para cada componente da biomassa, fornecendo o conteúdo total do mesmo e seu incremento médio anual (IMC).

A modelagem da quantidade de C acumulado partiu das variáveis quantidade de C na fração, Diâmetro à Altura do Peito (d), altura total (h_t) e altura de copa (h_c). Uma análise de correlação inicial entre h_c e d para as frações da copa (folhas, galhos vivos e mortos) e entre d e h_t para as frações do fuste (casca e madeira) foi realizada de forma a avaliar o padrão de inter-relação entre as variáveis. As correlações com valor $< 0,6$ foram ditas “fracas”. Nos casos em que ambas variáveis independentes apresentavam tal condição, partia-se para a elaboração de modelos de dupla entrada contendo as duas variáveis (altura e diâmetro).

A modelagem para cada fração foi realizada pelo procedimento *Stepwise*, opção *Forward* do Software S.A.S 8.0. A opção do procedimento *Forward* deve-se pelo mesmo partir da variável independente mais correlacionada com a variável dependente para, no passo seguinte, incluir mais uma variável que apresentar maior correlação parcial e posteriormente serem testadas pelo teste F (SCHNEIDER, 1998). Os parâmetros analisados para a seleção do melhor modelo foram: Coeficiente de Determinação (R^2), Erro padrão da estimativa (S_{yx}) (kg C/árvore) e Valor de F calculado (F).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta as correlações estabelecidas entre a quantidade de C nas diferentes frações da biomassa das árvores e as variáveis dendrométricas mensuradas para a construção

dos modelos matemáticos, para a estimativa nas diferentes frações formadoras da biomassa. O C das frações folhas e galhos mortos obteve maior correlação proporcional com a variável h_c . Os galhos vivos apresentaram comportamento semelhante às frações do fuste (casca e madeira), com correlações mais significativas com d do que em relação a h_c e h_t . Tal fato se deve a essas frações apresentarem um comportamento de estocadoras de C em seus tecidos.

Tabela 1: Correlação de Pearson entre a quantidade de carbono nas diferentes frações da biomassa de *Matayba elaeagnoides* (Camboatá-branco) com as variáveis mensuradas.

Fração	d	h_c	h_t
Folhas	0,715	0,920	
Galhos vivos	0,875	0,807	
Galhos mortos	0,781	0,827	
Casca	0,970		0,762
Madeira	0,986		0,702

Onde: d = diâmetro à altura do peito; h_c = altura de copa e h_t = altura total.

As plantas apresentam mecanismos de assimilação de CO_2 flexíveis para o suprimento das necessidades dos órgãos das plantas, sendo controlada conforme a demanda (manutenção, crescimento e estoque), onde, na planta, os produtos assimilados nos sítios de produção (tecidos fotossinteticamente ativos “fonte” (folhas e galhos vivos)) são transportados continuamente para outros locais, onde serão consumidos ou estocados (zonas de crescimento, sementes, frutos e tecidos de deposição, “drenos”). Portanto, para um desenvolvimento harmônico da planta como um todo é essencial que cada um dos órgãos e tecidos receba a quantidade necessária de assimilados e que este abastecimento seja efetuado no tempo correto, por meio de mudanças de prioridade no abastecimento, para que seja possível manter suprida uma zona de franco crescimento e ao mesmo tempo evitar que um tecido ou órgão senescente seja super-abastecido. LARCHER (2000),

Para a construção do modelo da estimativa da quantidade de C nas folhas do *Matayba elaeagnoides*, foi inserida apenas a variável h_c^2 a um nível de tolerância de 0,5%. O teste de significância para os parâmetros da equação foi altamente significativo a 99,5% de probabilidade de confiança, sendo que para o coeficiente angular (b_1) o valor de F' foi igual a 57,78. O erro padrão da estimativa foi de apenas 0,022 kg de C por árvore, e um coeficiente de determinação igual 0,948, com excelente precisão e ótimo ajuste (Tabela 2).

Tabela 2: Parâmetros estatísticos obtidos na modelagem da quantidade de C nas folhas, galhos vivos, galhos mortos, casca e madeira, por árvore de *Matayba elaeagnoides*, em kg, em função das variáveis independentes.

Passo N°	Regressões	Parâmetros estatísticos				R^2	S_{yx}	F
		B_i	$S_{yx} B_i$	F'	Prob>F			
Fração folhas								
01	$C_f = b_0 + b_1 \cdot h_c^2$	$b_0 = 0,0018$	0,017	0,01	0,9205	0,9481	0,022	57,78
		$b_1 = 0,00425$	0,001	57,78	0,0051			
Fração Galhos vivos								
01	$C_{gv} = b_0 + b_1 \cdot d^2$	$b_0 = -0,3013$	0,712	0,18	0,7006	0,7871	1,001	11,09
		$b_1 = 0,0176$	0,005	11,09	0,0447			
Fração Galhos mortos								
01	$C_{gm} = b_0 + b_1 \cdot h_c^2$	$b_0 = 0,0518$	0,061	0,72	0,4848	0,862	0,080	12,54
		$b_1 = 0,0090$	0,003	12,54	0,0713			
02	$C_{gm} = b_0 + b_1 h_c^2 + b_2 [1/(1,3-d)]$	$b_0 = -0,3291$	0,018	347,56	0,0341	0,999	0,005	1.781,6
		$b_1 = 0,0154$	0,000	2.137,2	0,0138			
		$b_2 = -1,7090$	0,077	489,40	0,0288			
Fração casca								

01	$C_c = b_0 + b_1.d$	$b_0 = -0,9736$ $b_1 = 0,2381$	0,3553 0,0347	7,51 47,0	0,0713 0,0063	0,94	0,295	47,04
Fração madeira								
01	$C_m = b_0 + b_1.d^2$	$b_0 = -1,358$ $b_1 = 0,093$	0,890 0,007	2,33 198,2	0,224 0,001	0,985	1,252	198,2

Sendo: C_f = quantidade de C na fração folhas por árvore (kg); C_{gv} = quantidade de C na fração galhos vivos por árvore (kg); C_{gm} = quantidade de C na fração galhos mortos por árvore (kg); d = diâmetro à altura do peito (cm); h_c = altura de copa (m); C_c = quantidade de C na fração casca por árvore (kg); C_m = quantidade de C na fração madeira por árvore (kg); B_j = parâmetros da equação; S_{y_x} B_j = erro padrão dos parâmetros estimados B_j ; F' = valor de F calculado para teste de hipóteses dos parâmetros; $Prob>F$ = probabilidade maior que o valor de F calculado; R^2 = coeficiente de determinação; S_{y_x} = erro padrão da estimativa, expresso em (kg); F = valor de F da equação.

Na fração galhos vivos foi inserida apenas a variável d^2 a um nível de tolerância de 0,5% para as estimativas da quantidade de C alocado nesta fração. O teste de significância para os parâmetros da equação foi altamente significativo a um nível de 99,6% de probabilidade de confiança, sendo que para o coeficiente angular (b_1) o valor de F' foi igual a 11,9. O erro padrão da estimativa foi de 1,001 kg de C por árvore, e um coeficiente de determinação igual 0,78 indicando uma boa precisão.

Para galhos mortos, dada a proximidade entre os valores estabelecidos pela correlação, foi elaborado modelo de dupla entrada contendo d e h_c , para garantir uma maior precisão estatística, embora a maior inter-relação apresentada foi para h_c . No passo 1, para a estimativa da quantidade de C nos galhos mortos, foi incluída a variável h_c^2 . O teste de significância para os parâmetros da equação foi altamente significativo ao nível 99,7% de probabilidade de confiança, sendo que para o coeficiente angular b_1 o valor de F' foi igual a 12,54.

No passo 2, foi incluída a variável independente $1/1,3-d$, sendo o valor do teste F' do parâmetro b_2 , vinculado à variável, igual a 489,4, também significativo ao nível de 99,9% de probabilidade de confiança. O erro padrão de estimativa foi de 0,005 kg de C por árvore, e o coeficiente de determinação foi de 0,99. No passo 3, a inclusão de mais uma variável independente no modelo não foi possível para um nível de 0,5% de tolerância. Devido os parâmetros estatísticos F calculado da regressão e os valores de F' para os coeficientes da equação terem apresentado maior precisão no passo 2, selecionou-se a referida equação para a estimativa da quantidade de C contida na fração galhos mortos.

Nas estimativas do modelo para a quantidade de C para a fração cascas foi inserida apenas a variável d^2 a um nível de tolerância de 0,5% para as estimativas da quantidade de C alocado nesta fração. O teste de significância para os parâmetros da equação foi altamente significativo a um nível de 99,9% de probabilidade de confiança, sendo que para o coeficiente angular (b_1) o valor de F' foi igual a 47,04. O erro padrão da estimativa foi de 0,2953 kg de C por árvore, e um coeficiente de determinação de 0,94 indicando boa precisão para o modelo.

No modelo para a quantidade de C na fração madeira, foi inserida apenas a variável d^2 a um nível de tolerância de 0,5% para as estimativas da quantidade de C alocado nesta fração. O teste de significância para os parâmetros da equação foi altamente significativo a um nível de 99,9% de probabilidade de confiança, sendo que para o coeficiente angular (b_1) o valor de F' foi igual a 198,16. O erro padrão da estimativa foi de 1,25 kg de C por árvore, e um coeficiente de determinação de 0,98, indicando boa precisão para o modelo.

Com base na quantidade acumulada de C nas diferentes frações (Tabela 3), observa-se que a fração com o maior potencial de acúmulo foi a madeira, a qual representou em média 73,5% do C acumulado, seguido dos galhos vivos, com 13,5%, sendo que as demais frações (folhas, galhos mortos e cascas), juntas alocaram apenas 13,0% do C da biomassa total.

Ocorreu um decréscimo de C alocado nas frações folhas e galhos mortos, que resultaram respectivamente em incrementos médios de $-0,3 \text{ kg C ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ e $-0,9 \text{ kg C ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, enquanto que as frações galhos vivos e madeira obtiveram incrementos de $4,4 \text{ kg C ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ e $22,4 \text{ kg C ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, indicando a evolução da floresta a um estágio florestal mais avançado.

Conforme LARCHER (2000), as comunidades em estágios de sucessão inicial, passam por uma fase de construção da comunidade (crescimento), onde é pequena a massa de caules e raízes, que é dependente dos assimilados produzidos pelas folhas, durante a fase jovem da planta, o que leva a uma produção primária alta e a um excedente de substâncias orgânicas, assim toda a comunidade cresce rapidamente. Porém, com o envelhecimento, caminha-se para a fase madura, na qual a biomassa se mantém primeiramente positiva, e mais tarde, tende a um valor nulo. Portanto, quanto maior o porte da árvore, mais desfavorável se torna a relação entre os tecidos verdes (folhas) e não-verdes (madeira, casca e galhos), resultando num ganho fotossintético suficiente apenas para repor a folhagem e manter a respiração de uma enorme massa de caules, ramos e raízes em crescimento.

Tabela 3: Conteúdo de C (kg ha^{-1}) e incremento ($\text{kg ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$) nos diferentes compartimentos da biomassa de *Matayba elaeagnoides* no período de 1996 a 2003 na Floresta Estacional Decidual, Santa Tereza/RS/Brasil.

Ano	Frações (kg ha^{-1})						Nº arv. ha^{-1}
	Folhas	G. vivo	G. morto	Casca	Madeira	Biomassa	
1996	8,4	225,5	26,1	190,2	1.233,2	1.683,4	175
1999	10,6	238,4	30,6	197,0	1.300,4	1.777,0	170
2003	6,1	256,4	20,0	203,7	1.389,8	1.876,0	145
Média	8,4	240,1	25,6	196,7	1.307,8	1.778,8	163
IMC ($\text{kg ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$)	-0,3	4,4	-0,9	1,9	22,4	27,5	-

A condição enunciada se confirma através dos estudos de VACCARO (2002), que afirma que o crescimento da floresta secundária da presente área, em relação a um estágio sucessional de capoeirão adjacente, com cerca de 30 anos de abandono de uso, foi de -2,55% e que a grande mortalidade de indivíduos neste grupo de sucessão conduz à mesma para um estágio sucessional posterior. Isso pode ser observado para a presente espécie, que apresenta uma taxa de mortalidade de 3,3% e taxa de ingresso de novos indivíduos de apenas 0,8%.

BRUN (2004) relatou que a quantidade de C alocadas nas raízes grossas e finas na floresta secundária foi de $17,6 \text{ Mg ha}^{-1}$, enquanto que no estágio sucessional anterior (capoeirão) é de apenas $13,5 \text{ Mg ha}^{-1}$, reforçando a tendência proposta, de que a espécie se encontraria no seu estado maduro dentro da sucessão, onde os aportes de C são essencialmente translocados para a manutenção e formação dos tecidos do fuste e raízes.

Além disso, o modelo estrutural da floresta secundária em estudo, proposto por VACCARO (1997), demonstrou que a referida espécie, dentro da sucessão, apresenta-se no estrato intermediário, comportando-se como em constante competição, principalmente por luz. Isso resulta em um desenvolvimento de copas de pequena proporção ao longo do seu crescimento, o que explica o incremento negativo de C em folhas e a grande abscisão de galhos mortos da copa, que se tornam a principal fonte de C para o solo, pois são frações com período relativamente curto de decomposição. Isso coloca a espécie, no presente momento, como uma estocadora, pois as emissões oriundas do processo de decomposição das frações ainda são compensadas pelo potencial de acúmulo das outras espécies da sucessão.

O potencial de estoque de C na fração galhos mortos foi extremamente sensível às perturbações, pois à medida que se reduz o grau de perturbação da floresta, maior a quantidade de C na fração. O estudo de MEDEIROS (2004) aponta o acúmulo de C na regeneração natural, em uma formação nativa altamente perturbada, após 20 anos de ações antrópicas, onde a espécie apresentou-se com árvores de diâmetros variando entre 3,2 e 4,8 cm, chegando a um valor de apenas $0,08 \text{ kg C ha}^{-1}$, enquanto no presente estudo, onde o tempo transcorrido pela perturbação é de 53 anos, observou-se $20,0 \text{ kg C ha}^{-1}$. No estudo de WATZLAWICK et al. (2004), em área com menor grau de degradação, o acúmulo nesta

fração foi de 102,5 kg C ha⁻¹. A fração folhas demonstrou um comportamento estático para o estoque de C quando comparadas às formações florestais em seus diferentes estágios de sucessão. Galhos vivos, casca e madeira mantiveram uma tendência ascendente no acúmulo.

Com base no perfil estrutural da floresta em estudo (VACCARO, 1997), observa-se que a espécie não se apresenta no grupo formador dos estratos. Segundo o autor, na mudança do estágio secundário para o maduro, nota-se uma redução de 50% no número de indivíduos por hectare, e que as maiores taxas de mortalidade são de indivíduos pertencentes ao grupo ecológico secundário tardio, o qual a espécie pertence, indicando o declínio da mesma dentro da floresta, com o seguimento da sucessão.

CONCLUSÕES

Os modelos matemáticos para estimativa da quantidade C estocados nas frações de sua biomassa aérea foram: $C_f = b_0 + b_1 \cdot h_c^2$ (folhas); $C_{gm} = b_0 + b_1 \cdot h_c^2 + b_2 \cdot [1/(1,3-d)]$ (galhos mortos); $C_c = b_0 + b_1 \cdot d$ (cascas) e $C_m = C_{gv} = b_0 + b_1 \cdot d^2$ (galhos vivos e madeira);

A prioridade de alocação do C foi: madeira > galhos vivos > cascas > galhos mortos > folhas;

A espécie apresentou comportamento de declínio dentro da dinâmica da floresta e do C, pela superioridade em valores da taxa de mortalidade (3,3%) em relação à taxa de ingresso de indivíduos (0,8%), que, futuramente, pode qualificar a espécie como fonte de C na sucessão;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRUN, E. J. **Biomassa e nutrientes na Floresta Estacional Decidual, em Santa Tereza, RS.** 2004. 136 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.
- FINGER, C. A. **Fundamentos de biometria florestal.** Santa Maria: UFSM/CEPEF/FATEC, 269 p., 1992.
- GLENDAY, J. Carbon storage and emissions offset potential in na East African Tropical Rain Forest. *Forest Ecology and Management*, n. 235, p. 72 – 83, 2006.
- LARCHER, W. *Ecofisiologia vegetal.* São Paulo: Rima, 531 p., 2000.
- LONGHI, R.A. *Livro das árvores: árvores e arvoretas do sul.* Porto Alegre: Editora L&PM, 176 p., 1995.
- MARCENE, E.A.; Corte, A. P; Sanquetta, C. R.; Schneider, C. R. Variação nos teores e estoques individuais de carbono fixado com o crescimento de *Gmelina arborea* Roxb. na região litorânea do Paraná, Brasil. *Scientia Forestalis*, n. 71, p. 55 – 63, 2006.
- MEDEIROS, J.A.F. **Quantificação de biomassa e carbono orgânico na regeneração natural de Floresta Ombrófila Mista–Nova Prata, RS.** 2004. 135 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.
- MELO, A.C.G.; Durigan, G. Fixação de carbono em reflorestamentos de matas ciliares no Vale do Paranapanema, SP, Brasil. *Scientia Forestalis*, n. 71, p. 149 – 154. 2006.
- MORENO, J. A. *Clima do Rio Grande do Sul.* Porto Alegre: Sec. Agricultura, 73 p., 1961.
- REZENDE, A. V. O estoque de carbono no cerrado: um estudo de caso. In: SANQUETTA, C. R.; Watzlawick, L. R.; Balbinot, R.; Ziliotto, M. A. B.; Gomes, F.S. *As florestas e o carbono*, p. 175-190, 2002.
- RIO GRANDE DO SUL, *Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul.* SEMA/ UFSM/DEFAP/FDF (Boletim Informativo). Porto Alegre, 2001. 15 p.
- SCHNEIDER, P. R. *Análise de regressão aplicada à Engenharia Florestal,* Santa Maria: CEPEF, 236p. 1998.
- STRECK, E.V.; Kämpf, N.; Dalmolin, R.S.D.; Klamt, E.; Nascimento, P.C.; Schneider, P. *Solos do Rio Grande do Sul.* Porto Alegre: UFRGS. 2002. 107 p.

- TEDESCO, M.J.; Gianello, C.; Bissani, C. A.; Bohnen, H.; Volkweiss, S. J. Análise de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre, Departamento de Solos, UFRGS. 118 p. (Boletim Técnico). 1995.
- VACCARO, S. Caracterização fitossociológica de três fases sucessionais de uma Floresta Estacional Decidual, no município de Santa Tereza - RS. Santa Maria, 1997. 92 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, 1997.
- VACCARO, S. Crescimento de uma Floresta Estacional Decidual, em três estágios sucessionais no Município de Santa Tereza, RS, Brasil. Santa Maria, 2002. 137 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, 2002.
- WATZLAWICK, L. F.; Balbinot, R.; Sanquetta, C. R.; Caldeira, M. V. Teores de carbono em espécies da Floresta Ombrófila Mista. In: Sanquetta, C. R.; Watzlawick, L. R.; Balbinot, R.; Ziliotto, M. A. B. Fixação de carbono: atualidades, projetos e pesquisas, p. 95-110. 2004.

UTILIZAÇÃO DE CINZA DE BIOMASSA DE CALDEIRA COMO FONTE DE NUTRIENTES NO CRESCIMENTO DE PLANTAS DE *Acacia mearnsii* De Wild, BUTIÁ, RS - BRASIL

BIOMASS ASH USE AS A NUTRIENT SOURCE FOR *Acacia mearnsii* De Wild, GROWTH, BUTIÁ, RS - BRAZIL

Eduardo Kneipp Londero¹

Márcio Viera²

Mauro Valdir Schumacher³

Gelson Pase Dal Ross⁴

¹ Acadêmico do curso de graduação em Engenharia Florestal, CCR, UFSM, Santa Maria,RS. E-mail: eklondero@yahoo.com.br

² Engenheiro Florestal, Mestrando do Programa de Pós-Graduação do Departamento de Ciências Florestal, UFSM, Santa Maria, RS. E - mail: vieraforestal@yahoo.com.br

³ Prof. Dr. nat techn. do Departamento de Ciências Florestais, UFSM, Santa Maria, RS. E-mail: schumacher@pq.cnpq.br

⁴ Engenheiro Florestal da empresa Seta S.A. E-mail: gdalross@yahoo.com.br

SUMMARY

The study has as objective to evaluate the effects from different forest biomass ash dosis coming from boiler in *Acacia mearnsii* De Wild growth. The statistical design was randomized blocks with three repetitions, with 18 m x 24 m experimental unit, in a 3 m x 1,33 m spacing. Total height (m), diameter at breast height (DBH) (cm) and stem wood with bark volume (m³ ha⁻¹). There was no significant difference (p>0,05) among the treatments. The volume in the dose of 30 Mg ha⁻¹ was 7,8% and 3,6% higher to 0 Mg.ha⁻¹ and the NPK application (180 kg ha⁻¹ of 10:30:10), respectively. It is possible to assert that forest biomass ash coming from boilers increases the chemical and physical soil qualities and increases the forest production.

Key words: black wattle, ash, soil fertility.

RESUMO

O estudo tem como objetivo avaliar os efeitos de diferentes doses de cinza de biomassa florestal provenientes de caldeira no crescimento de plantas de *Acacia mearnsii*. O delineamento estatístico utilizado foi blocos ao acaso com três repetições, com unidades experimentais de 18 m x 24 m, em um espaçamento de 3 m x 1,33 m. Avaliou-se a altura total (m), diâmetro a altura do peito (DAP) (cm) e volume de madeira com casca (m³ ha⁻¹). Não houve diferença significativa (p>0,05) entre os tratamentos. O volume na dosagem de 30 Mg ha⁻¹ foi 7,8% e 3,6% superior a 0 Mg.ha⁻¹ e a aplicação de NPK (180 kg ha⁻¹ de 10:30:10), respectivamente. Portanto a aplicação de cinza proveniente de biomassa florestal melhora as qualidades físicas e químicas do solo e aumenta a produção da floresta.

Palavras-chaves: Acácia-negra, cinza, fertilidade do solo.

INTRODUÇÃO

Nos processos industriais que envolvem a madeira, usualmente, são gerados resíduos com alto percentual de matéria orgânica. Define-se como resíduo das indústrias de base florestal, as sobras que ocorrem no processamento mecânico, físico ou químico, e que não são incorporadas ao produto final (BELLOTE, et al, 2003)

O efeito benéfico da cinza como fertilização de base e, principalmente, de cobertura, é resultado de sua composição química e da solubilização lenta dos macros e micronutrientes, podendo ser grosseiramente comparada a uma fórmula NPK de relação (1:3:7) mais Ca, Mg e micronutrientes (NOLASCO et al., 1999).

O solo, por suas características físicas, químicas e biológicas, é um atraente meio para a depuração desses resíduos. A eficiência do solo em depurar resíduos deve-se, principalmente, à sua grande biodiversidade.

Diversos trabalhos têm demonstrado a importância desse material no aumento da fertilidade do solo, na nutrição mineral e produtividade das florestas (MORO & GONÇALVES, 1995).

A cinza de caldeira tem como características principais, altos teores de matéria orgânica total, fósforo e cálcio. De um modo geral, proporcionam várias melhorias físicas e químicas no solo, como por exemplo, a elevação dos níveis de pH, Ca, K e Mg, entre outros. Essa elevação do pH, segundo BINKLEY (1986) deve-se a liberação de cátions básicos, como K e Ca. Este autor também afirma que o uso da cinza (resíduo da queima) provoca aumento do pH, devido à liberação de cátions básicos, como K e Ca.

A aplicação de resíduos oriunda das indústrias tem como efeitos benéficos ao solo: a) elevação do pH com conseqüente aumento da disponibilidade de determinados nutrientes, notadamente fósforo e micronutrientes; b) aumento da capacidade de troca de cátions dos solos; c) incorporação de nutrientes minerais necessários às árvores; d) melhoria das propriedades físicas como granulometria, capacidade de retenção de água e densidade do solo. Além disso, a aplicação de resíduos da celulose e cinza de caldeiras tem efeito positivo na atividade biológica do solo acelerando a decomposição da serapilheira e no aumento da velocidade da ciclagem de nutrientes.

O efeito dos resíduos no solo é mais pronunciado nos primeiros 10 cm de profundidade. O uso de doses mais altas de resíduo e cinza aumenta o conteúdo de matéria orgânica, reduz a concentração de alumínio e aumenta a fertilidade do solo.

De acordo com BELLOTE et al. (2003), os aumentos nos conteúdos de P, K, Ca e Mg no solo, observados nos tratamentos com maiores quantidades de cinza de caldeira, pode ser atribuídos ao aumento dos teores de matéria orgânica e alterações positivas na microbiologia do solo, fatores que afetam diretamente a ciclagem de nutrientes e, conseqüentemente, a disponibilidade dos nutrientes às plantas.

Conforme MORO & GONÇALVES (1995), a cinza funciona como agente melhorador das características químicas do solo e como fonte de nutrientes para as árvores, principalmente, de P, K, Ca e Mg. Essas informações são mais reforçadas quando se considera a grande influência da cinza sobre a quantidade de nutrientes acumulados pelas árvores.

Segundo MORO (1990); GUERRINI & MORO (1994), a aplicação de cinzas e/ou resíduo em plantios florestais, são alternativas técnicas e economicamente viáveis, aumentando a fertilidade do solo e influenciando o desenvolvimento das espécies.

Atualmente, há grande necessidade em desenvolver estudos na utilização de resíduos industriais visando o seu aproveitamento. No entanto, poucos são os estudos conduzidos no Brasil que utilizam resíduos industriais de biomassa florestal como insumo de produção em plantações florestais (DALLAGO, 2000).

O presente trabalho tem como objetivo avaliar os efeitos de diferentes doses de cinza de biomassa florestal provenientes de caldeira no crescimento de plantas de *Acacia mearnsii*, após 6 anos decorrido da implantação, do povoamento, no município de Butiá, RS – Brasil.

MATERIALE E MÉTODOS

A presente pesquisa foi desenvolvida no distrito de Capão Comprido pertencente ao município de Butiá - RS, em área da Empresa SETA S.A., tendo as seguintes coordenadas geográficas: latitude 30° 12' 50,9" Sul e longitude 56° 56' 21,0" Oeste de Greenwich.

O clima dominante da região, segundo Köppen é do tipo Cfa, subtropical úmido. A temperatura média do mês mais quente é de 24°C, temperatura média do mês mais frio é de 13°C e a temperatura média anual fica na faixa de 18-19°C, com temperatura média máxima no ano de 24°C e mínima de 14°C. A precipitação pluvial no mês de janeiro, julho e a anual são de 120-140 mm, 120 mm e 1400 mm respectivamente (MORENO, 1961).

De acordo com STRECK et al. (2002) o solo da área em estudo é Argissolo Vermelho distrófico típico, textura franco argilosa, e relevo ondulado.

A composição química da cinza de biomassa florestal proveniente de acácia-negra utilizada na área de pesquisa foi: umidade perdida a 75°C de 60,0%; pH (H₂O) de 12,3; carbono orgânico de 135,1 g kg⁻¹; nitrogênio total de 3,93 g kg⁻¹; fósforo total de 3,50 g kg⁻¹; potássio total de 17,48 g kg⁻¹; cálcio total de 64,08 g kg⁻¹; magnésio total de 7,94 g kg⁻¹ e a relação C/N de 34/1.

As quantidades totais de nutrientes aplicadas através dos diferentes tratamentos podem ser visualizadas na **tabela 1**. As análises químicas da cinza foram realizadas de acordo com a metodologia descrita por TEDESCO et al. (1995).

Tabela 1 – Quantidades totais de nutrientes aplicados em função das doses aplicadas de adubo (10:30:10 de N, P₂O₅ e K₂O) e de cinza de biomassa florestal nos diferentes tratamentos, Butiá, RS – Brasil.

Table 1 – Nutrient total amounts applicated based on the fertilizers (10:30:10 de N, P₂O₅ e K₂O) and forest biomass ash doses in different treatments, Butiá, RS – Brazil.

Tratamentos	Nutriente (kg ha ⁻¹)				
	N	P	K	Ca	Mg
T1 (Sem adubo e cinza)	0,0	0,0	0,0	-	-
T2 (5 Mg ha⁻¹ de cinza)	19,6	17,5	87,4	320,0	39,7
T3 (10 Mg ha⁻¹ de cinza)	39,3	35,0	174,8	640,8	79,4
T4 (15 Mg ha⁻¹ de cinza)	58,9	52,5	262,2	961,2	119,1
T5 (20 Mg ha⁻¹ de cinza)	78,6	70,0	349,6	1.281,6	158,8
T6 (25 Mg ha⁻¹ de cinza)	98,2	87,5	437,0	1.602,0	198,5
T7 (30 Mg ha⁻¹ de cinza)	117,9	105,0	524,4	1.922,4	238,2
T8 180 kg ha⁻¹ de 10:30:10	18,0	23,5	15,0	-	-

É importante observar na **tabela 1**, que foi acrescentado um tratamento adicional (T8) com adubação química N - P₂O₅ - K₂O, (10:30:10) com 180 kg ha⁻¹ de acordo com a recomendação da COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO RIO GRANDE DO SUL E SANTA CATARINA (1997) para a cultura da Acácia-negra, sendo estas mudas utilizadas no experimento produzidas em laminado.

O delineamento estatístico utilizado foi blocos ao acaso com três repetições, com unidades experimentais de 18 m x 24 m, em um espaçamento de 3 m x 1,33 m.

O preparo de solo da área foi feito através de dessecação das ervas daninhas com herbicida na linha de plantio e subsolagem com uma haste até 40 cm de profundidade.

A cinza, nas suas diferentes dosagens, foi devidamente distribuída, no momento do plantio, em faixas de forma manual, utilizando-se para isto baldes e ferramentas para a adequada incorporação da cinza no solo.

A avaliação do experimento foi realizada, aos seis anos, procedendo-se à medição do diâmetro a altura do peito (DAP) e da altura de todas as árvores, utilizando-se para isso respectivamente fita diamétrica e hipsômetro Vertex.

A análise estatística foi realizada com auxílio do pacote estatístico SPSS 7.5.1 for Windows 8.0 (1996), utilizando-se o teste de Tukey para a comparação de médias a 5% de probabilidade de erro. Entretanto, segundo ZIMMERMANN (2004), muitas vezes o interesse principal de um experimento não está centrado em descobrir diferenças entre todos os tratamentos, mas se existem diferenças em relação a um tratamento em particular, para isto foi desenvolvido em 1995 por Dunnett um teste que requer um único valor para julgar a significância das diferenças existentes. Sendo este teste utilizado para avaliar a dosagem de NPK em relação à das cinzas.

RESULTADOS

Após a aferição das variáveis foi realizada a análise da variância aos 6 anos de idade, sendo estas situadas na **tabela 2**.

Tabela 2 – Análise de variância das variáveis para as plantas de *Acacia mearnsii* na avaliação de doses de cinza da biomassa florestal, Butiá, RS – Brasil.

Table 2 – *Acacia mearnsii* plants analysis of variation in forest biomass ash doses, Butiá, RS – Brazil.

Altura total (m)					
FV	GL	SQ	QM	F _c	Sig.
Blocos	2	5,178	2,589	4,190	0,037 *
Tratamento	7	5,590	0,799	1,293	0,322 ^{ns}
Resíduo	10	1,383	0,138	-	-
Total	17	10,364			
DAP (cm)					
FV	GL	SQ	QM	F _c	Sig.
Blocos	2	0,768	0,384	0,514	0,609 ^{ns}
Tratamento	7	8,126	1,161	1,555	0,228 ^{ns}
Resíduo	14	10,453	0,747	-	-
Total	23	19,346			
Volume de madeira (m ³ ha ⁻¹)					
FV	GL	SQ	QM	F _c	Sig.
Blocos	2	980,873	490,436	0,350	0,711 ^{ns}
Tratamento	7	569,520	81,360	0,58	1,000 ^{ns}
Resíduo	14	19635,234	1402,517	-	-
Total	23	21185,626			

*Existe diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade de erro; ^{ns} Não existe diferença significativa.

Os blocos apresentaram diferença significativa na variável altura total, sendo que os demais fatores nas suas respectivas variáveis não apresentaram diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Na **tabela 3**, verificam-se os valores médios dos tratamentos com cinza e NPK, em que as médias do tratamento com NPK não diferiram dos tratamentos com cinza pelo teste de Tukey, para todas as variáveis analisadas.

Tabela 3 – Altura total, diâmetro à altura do peito (DAP) e volume de madeira com casca na avaliação de doses de cinza de caldeira, Butiá, RS – Brasil.

Table 3 – Total height, diameter at breast height (DBH) and stem volume with bark in forest biomass ash evaluation, Butiá, RS – Brazil.

Dosagens de cinza (Mg ha ⁻¹)	Altura (m)	DAP (cm)	Volume (m ³ ha ⁻¹)
0	16,5 a* (±0,5)**	11,8 a (±0,2)	192,2 a (±20,7)
5	16,3 a (±1,5)	11,6 a (±0,9)	193,3 a (±24,9)
10	17,0 a (±0,7)	11,7 a (±1,2)	201,0 a (±51,8)
15	16,4 a (±0,3)	12,4 a (±0,5)	198,1 a (±13,1)
20	15,7 a (±1,7)	12,1 a (±1,3)	196,0 a (±52,4)
25	17,0 a (±0,5)	13,6 a (±1,1)	204,2 a (±22,8)
30	16,3 a (±0,7)	12,3 a (±0,5)	208,5 a (±49,1)
180 Kg ha⁻¹ de NPK (10:30:10)	17,4 a (±0,4)	12,2 a (±0,3)	199,5 a (±30,8)
Média Geral	16,6 (3,2)***	12,2 (5,1)	199,5 (2,8)

*Médias seguidas por mesma letra na vertical, não diferem estatisticamente entre si através do teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. **Desvio padrão da variável no determinado fator. *** Coeficiente de variação da variável em função da média geral.

Para a variável altura, o maior valor obtido foi na adubação de 180 kg ha⁻¹ de NPK (10-30-10), sendo que este tratamento quando comparado com a dosagem de 20 Mg ha⁻¹ de cinza, apresentou um crescimento superior de 9,7 %.

A variação do diâmetro foi pequena entre os tratamentos, fato também observado por DALLAGO, (2000) em experimento semelhante. O maior valor observado foi para o tratamento com 25 Mg ha⁻¹ de cinza, sendo este 14,7 % maior que a dose de 5 Mg ha⁻¹ de cinza, sendo esta a de menor desempenho.

No volume, o melhor tratamento foi 30 Mg ha⁻¹ e este produziu 8,5 % mais volume que o tratamento sem qualquer aplicação de cinza. Mesmo com aplicação de NPK, o tratamento com 30 Mg ha⁻¹ de cinza mostrou-se superior, produzindo cerca de 3,8 % mais volume que o tratamento com adubação química

MORO & GONÇALVES, (1995), constataram que as produtividades promovidas pela cinza, de modo geral, independentemente das doses aplicadas, foram superiores a aplicação de NPK (10-20-10). Entretanto, devemos observar que a adubação do presente estudo foi feita com NPK (10-30-10), ou seja, com uma maior dosagem de fósforo, que segundo SIMÕES, (1972) é um elemento de grande importância e que responde de forma mais pronunciada na adubação química em espécies florestais, e que por consequência pode ter provocado um maior crescimento das plantas adubadas quimicamente em relação àquelas em que foram aplicadas as dosagens de cinza.

Pesquisas realizadas pela Embrapa Florestas mostram aumentos significativos de produtividade com a aplicação de resíduos em plantios de *Eucalyptus grandis*. O uso isolado de adubo mineral mostra crescimento em altura das árvores e no volume de madeira produzida, mas é inferior, no entanto, aos resultados observados nos tratamentos onde juntamente com o adubo mineral são aplicados resíduos, seja a cinza de caldeira ou o resíduo celulósico (BELLOTE, 2003).

Desta maneira, como recomendado pela literatura, foram comparadas as médias das diferentes dosagens de cinza com a testemunha (tratamento com NPK) pelo teste de Dunnett, como mostra a **tabela 4**.

Tabela 4 - Resultados obtidos pelo teste de Dunnett, na avaliação de doses de cinza da biomassa florestal, Butiá, RS – Brasil.

Table 4 – Obtained results base don Dunnett test, in evaluating the forest biomass ash, Butiá, RS, Brazil.

Testemunha	Tratamentos	DAP		Altura		Volume	
		(Trat - Test.)	Sig.	(Trat - Test.)	Sig.	(Trat - Test.)	Sig.
NPK	0	-0,400	0,989	-0,833	0,666	-6,933	1,000
	5	-0,533	0,952	-1,033	0,465	-7,667	1,000
	10	-0,400	0,989	-0,333	0,993	0,033	1,000
	15	0,233	1,000	-0,967	0,529	-2,800	1,000
	20	-0,033	1,000	-1,600	0,118	-4,967	1,000
	25	1,433	0,254	-0,333	0,993	3,233	1,000
	30	0,133	1,000	-1,067	0,434	7,533	1,000

Sendo: Sig. é a significância a 5% de probabilidade de erro.

Também no teste de Dunnett (**tabela 4**), podemos notar que o tratamento com NPK foi inferior, não apresentando diferença significativa a todas as aplicações de cinza ($p < 0,05$) que confirma novamente que as maiores dosagens de cinza equipararam-se ou são superiores à aplicação de NPK.

CONCLUSÃO

Não houve diferenças estatísticas entre a aplicação das diferentes dosagens de cinza e do tratamento com N-P-K.

Nas variáveis altura, diâmetro a altura do peito e volume de madeira com casca, os melhores tratamentos foram respectivamente 180 kg de NPK (10-30-10), 25 Mg.ha⁻¹ e 30 Mg.ha⁻¹, representando estes, na mesma ordem, acréscimos de 5,2 %, 13,2 % e 7,8 % em relação ao tratamento de 0 Mg.ha⁻¹.

Na avaliação da produção em volume, o tratamento 30 Mg.ha⁻¹ foi superior inclusive ao tratamento com NPK, sendo 3,6 % mais produtivo.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a empresa SETA S.A. pelo fornecimento da área e o apoio logístico para realização da pesquisa.

BIBLIOGRAFIA

- Bellote, A. F. J. et al. 2003. Utilização de resíduos da produção de celulose. Revista da Madeira, n. 77.
- BINKLEY, D. 1986. Forest Nutrition Management. New York: John Wiley & Sons. 290p.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. 1997. Recomendações de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 3ª ed., Passo Fundo, SBCS-Núcleo Regional Sul. 224p.
- DALLAGO, J. S. 2000. Utilização da Cinza de Biomassa de Caldeira como Fonte de Nutrientes no crescimento de plantas de Acácia – negra. (*Acacia mearnsii* De Wild.). Dissertação em Engenharia Florestal. Universidade Federal de Santa Maria.

- GUERRINI, I. A.; Moro, L. 1994. Influência da aplicação de resíduos de fábrica de celulose e papel em plantio de eucalipto: efeitos no solo e na planta. In: SEMINÁRIO SOBRE O USO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS E URBANOS EM FLORESTAS, 1994, Botucatu. Anais., Botucatu, p. 190 – 205.
- MORENO, J. A. 1961. Clima do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 41 p.
- MORO, L.; Gonçalves, J. L. de M. 1995. Uso da cinza de biomassa florestal como fonte de nutrientes em povoamentos puros de *Eucalyptus grandis* e avaliação financeira. IPEF, Piracicaba, n. 48/49, p. 18 – 27.
- MORO, L. 1990. Utilização de resíduos industriais como fonte de nutrientes em povoamentos Florestais. Brasília: Fundação Roberto Marinho.
- NOLASCO, A. M. ; Guerrini, I. A. ; Benedetti, V. 1999. Uso de resíduos urbanos e industriais como fonte de nutrientes e condicionadores de solos em plantios florestais. In: SIMPÓSIO DE FERTILIZAÇÃO E NUTRIÇÃO FLORESTAL, 1999, Piracicaba. Resumos expandidos... Piracicaba: IPEF – ESALQ/USP. Publicação apresentada em CD Rom.
- SIMÕES, J. W. et al. 1972. Resultados preliminares sobre a fertilização fosfatada no plantio de eucalipto (nota prévia). IPEF. n. 5, p. 61-65.
- SPSS. 1996. Statistical package for the social sciences: programa de computador, ambiente Windows. Versão 7.5.1. Chicago.
- STRECK, E. V. et al. 2002. Solos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Emater/RS; UFRGS. 107p.
- TEDESCO, M. J.; Gianello, C.; Bissani, C. A.; Bohnen, H.; Wolkweiss, S. J. 1995. Análise de Solo, plantas e outros materiais. Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia, UFRGS. Boletim técnico nº 5, 2ª edição revisada e ampliada. Porto Alegre.
- ZIMMERMANN, F. J. P. 2004. Estatística aplicada à pesquisa agrícola. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA. 402p.

CRESCIMENTO DE UMA FLORESTA DE *Acacia mearnsii* De Wild. EM DIFERENTES DENSIDADES DE PLANTIO, BUTIÁ, RS - BRASIL

Acacia mearnsii De Wild. FOREST GOWTH IN DIFFERENT PLANTING DENSITIES, BUTIÁ, RS – BRAZIL.

Eduardo Kneipp Londero¹
Márcio Viera²
Mauro Valdir Schumacher³
Gelson Pase Dal Ross⁴

¹ Acadêmico do curso de graduação em Engenharia Florestal, CCR, UFSM, Santa Maria,RS. E-mail: eklondero@yahoo.com.br

² Engenheiro Florestal, Mestrando do Programa de Pós-Graduação do Departamento de Ciências Florestal, UFSM, Santa Maria, RS. E - mail: vieraflorestal@yahoo.com.br

³ Prof. Dr. nat techn. do Departamento de Ciências Florestais, UFSM, Santa Maria, RS. E-mail: schumacher@pesquisador.cnpq.br

⁴ Engenheiro Florestal da empresa Seta S.A. E-mail: gdalross@yahoo.com.br

SUMMARY

The study has as objective to determine the best spacing to obtain a better development for black wattle trees in field conditions, 6 years after planting. The statistical design was randomized blocks with 3 repetitions and 5 treatments, with 20 x 30 m sampling units. In these units, total height (m), diameter at breast height (DBH) (cm) and stem volume with bark ($m^3 ha^{-1}$) were evaluated. The best for volume was 3,0 x 1,0 m and for DBH was 3 x 2,5 m; all variables were significative different ($p<0,05$). So, when the density is higher, the wood production is higher, but, however as smaller as the spacing, smaller would be the average DBH.

Key words: black wattle, planting density, growth.

RESUMO

O estudo tem por objetivo determinar o melhor espaçamento para que se obtenha um melhor desenvolvimento das árvores de acácia-negra em condições de campo, após 6 anos de implantação da floresta. O delineamento estatístico utilizado foi blocos ao acaso com 3 repetições e 5 tratamentos, com unidades amostrais de 20 x 30 m. Nelas foram avaliadas a altura total (m), diâmetro a altura do peito (DAP) (cm) e volume de madeira com casca ($m^3 ha^{-1}$). Para o volume foi o espaçamento 3,0 x 1,0 m e o DAP foi 3 x 2,5 m, ambas as variáveis apresentaram diferença estatística ($p<0,05$). Portanto quanto maior a densidade maior é a produção de madeira, mas, entretanto quanto menor espaçamento menor será o DAP médio das árvores.

Palavras-chaves: Acácia-negra, densidade de plantio, crescimento.

INTRODUÇÃO

O sucesso da implantação de um povoamento florestal depende da espécie utilizada, qualidade das mudas produzidas, do tipo de preparo de solo, da adubação, do espaçamento e dos tratos culturais empregados. Desta maneira, cada um destes fatores prepondera o melhor

desenvolvimento, implicando num maior ou menor retorno econômico da floresta para o silvicultor.

Dentre todos esses fatores, a densidade de plantio (espaçamento), tem sido um dos mais importantes em relação ao custo de implantação e colheita de um povoamento florestal. Devido a isso, a definição do espaçamento mais adequado visa dar, além de espaço suficiente para que cada indivíduo consiga o máximo de crescimento útil sem desperdício de espaço no menor tempo possível (HOPPE et al., 2003), um maior retorno financeiro ao produtor florestal.

Para COUTO et al. (1977), o espaçamento das plantações florestais não deve ser rígido para cada espécie ou local. Há necessidade de que ele seja determinado para cada situação, baseando-se em considerações tais como: local, hábito de crescimento da espécie, sobrevivência esperada, finalidade do produto a ser obtido, futuros tratos culturais e tipos de equipamentos a serem empregados na colheita e na remoção da madeira.

As florestas de acácia-negra implantadas pelas empresas que a utilizam como matéria-prima, variam entre 1 a 2 m entre as plantas na linha, sendo sempre utilizado um espaço de três metros entre linhas para facilitar os possíveis tratos culturais. Isso significa uma densidade de plantio que varia em torno de 1.667 a 3.333 árvores por hectare.

Um dos principais problemas no manejo da acácia-negra é a falta de avaliações econômicas em relação à rentabilidade dos diferentes espaçamentos. Devido a isso, objetivou-se com o presente trabalho determinar o melhor espaçamento para que se obtenha um maior desenvolvimento das árvores de acácia-negra em condições de campo, após 6 anos de implantação da floresta, no município de Butiá, RS - Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa foi desenvolvida no distrito de Capão Comprido pertencente ao município de Butiá - RS, em área da Empresa SETA S.A., tendo as seguintes coordenadas geográficas: latitude 30° 12' 50,9" Sul e longitude 56° 56' 21,0" Oeste de Greenwich.

O clima dominante da região, segundo Köppen é do tipo Cfa, subtropical. A temperatura média do mês de janeiro é de 24°C, temperatura média do mês de julho é de 13°C e a temperatura média anual fica na faixa de 18-19°C, com temperatura média máxima no ano de 24°C e mínima de 14°C. A precipitação pluvial no mês de janeiro, julho e a anual são de 120-140 mm, 120 mm e 1400 mm respectivamente (MORENO, 1961).

De acordo com STRECK et al. (2002) o solo da área em estudo é Argissolo Vermelho distrófico típico, textura franco argilosa, e relevo ondulado.

Para o experimento, o delineamento estatístico utilizado para testar o melhor espaçamento foi o de blocos ao acaso, com 3 repetições e 5 tratamentos (**tabela 1**).

Tabela 1 - Diferentes espaçamentos avaliados no plantio de acácia-negra, Butiá, RS – Brasil.
Table 1 – Different spacings evaluated in black wattle stand, Butiá, RS – Brazil.

Tratamento	Espaçamento
1	3,0 m x 1,00 m
2	3,0 m x 1,33 m
3	3,0 m x 1,50 m
4	3,0 m x 2,00 m
5	3,0 m x 2,50 m

Sendo que, as mudas utilizadas no plantio, foram produzidas em recipiente de laminado e selecionadas as melhores para o plantio do experimento.

O preparo de solo constituiu-se primeiramente no controle químico das ervas daninhas, sendo utilizado para isso o herbicida na linha de plantio. Após, realizou-se subsolagem com uma haste até uma profundidade de 45 cm.

Cada uma das unidades amostrais, possui retangular com dimensões de 20 m x 30 m. O número de plantas por parcela, varia de acordo com o espaçamento, incluindo a bordadura dupla para as avaliações dendrométricas.

Para cada planta considerada útil das unidades amostrais, foi medida a altura total e diâmetro à altura do peito (DAP), com o auxílio respectivamente de fita diamétrica e Hipsômetro Vertex.

A análise estatística foi realizada com auxílio do pacote estatístico SPSS 7.5.1 for Windows 8.0 (1996), e utilizou-se o teste de Tukey para a comparação de médias a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS

Através do programa estatístico, citado anteriormente, pode-se realizar a avaliação dos resultados, estando apresentado na **tabela 2** a análise de variância para cada um dos parâmetros avaliados.

Tabela 2 - Análise da variância para altura total, DAP e volume de madeira com casca para as plantas de acácia-negra em diferentes densidades de plantio, Butiá, RS – Brasil.

Table 2 – Analysis of variance for total height, DBH and stem volume with bark for black wattle plants in different planting densities, Butiá, RS – Brazil.

Altura total (m)					
FV	GL	SQ	QM	F _c	Sig
Tratamentos	4	0,623	0,156	0,816 ^{ns}	0,549
Blocos	2	3,088	1,544	8,098*	0,012
Resíduo	8	1,525	0,191		
Total	14	5,236			
DAP (cm)					
FV	GL	SQ	QM	F _c	Sig
Tratamentos	4	8,631	2,158	13,772*	0,001
Blocos	2	1,433	0,717	4,574*	0,047
Resíduo	8	1,253	0,157		
Total	14	11,317			
Volume de madeira (m ³ ha ⁻¹)					
FV	GL	SQ	QM	F _c	Sig
Tratamentos	4	42551,476	10637,869	16,742*	0,001
Blocos	2	6995,212	3497,606	5,504*	0,031
Resíduo	8	5083,328	635,416		
Total	14	54630,016			

* Existe diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade de erro. ^{ns} Não existe diferença significativa.

O DAP e o volume possuem variância significativa. Isso deve-se ao fato de que o diâmetro médio das árvores estão diretamente relacionadas com o seu espaço útil no povoamento.

O teste de Tukey, comparação de média, está na **tabela 3**, onde verifica-se a diferença significativa entre os espaçamentos testados para a variável altura total e o DAP.

Tabela 3 - Diâmetro a altura do peito (DAP), altura total (m) e volume de madeira com casca ($m^3 ha^{-1}$) nas árvores de acácia-negra em diferentes densidades de plantio, Butiá, RS – Brasil.
Table 3 – Diameter at breast height (DBH), total height (m) and stem volume with bark ($m^3 ha^{-1}$) in black wattle trees in different planting densities Butiá, RS – Brazil.

Tratamento	DAP (cm)	Altura (m)	Volume ($m^3 ha^{-1}$)
1	12,4 c* ($\pm 0,5$)**	17,1 a ($\pm 0,3$)	301,2 a ($\pm 38,2$)
2	12,9 bc ($\pm 0,2$)	16,9 a ($\pm 0,3$)	207,5 bc ($\pm 14,5$)
3	13,4 bc ($\pm 0,5$)	17,5 a ($\pm 0,4$)	234,1 ab ($\pm 33,4$)
4	13,9 ba ($\pm 0,7$)	17,2 a ($\pm 1,0$)	149,3 c ($\pm 17,4$)
5	14,6 a ($\pm 0,4$)	17,5 a ($\pm 0,9$)	169,6 bc ($\pm 54,4$)
Média Geral	13,5 ($\pm 6,3$)***	17,2 ($\pm 1,3$)	212,3 ($\pm 28,0$)

*Médias seguidas por mesma letra na vertical, não diferem estatisticamente entre si através do teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro. **Desvio padrão da variável de cada tratamento. *** Coeficiente de variação da variável em função da média geral.

No DAP, a maior densidade apresentou o menor valor, 12,4 cm, e por consequência a menor densidade o maior, 14,6 cm havendo um acréscimo de 15,1 %. O volume de madeira com casca foi maior no espaçamento 3 x 1 m e diminuindo até o maior espaçamento 3 x 2,5 mas possui uma inversão entre o tratamento 2 e 3, isto ocorre pela mortalidade das plantas nos tratamentos.

SCHNEIDER et al. (2000) trabalhando com diferentes espaçamentos com acácia-negra (*Acacia mearnsii*) observou que o crescimento em altura total média apresentou pouca diferença entre os espaçamentos estudados até os 4 anos, porém, a partir dessa idade, houve uma maior influência das diferentes densidades no crescimento em altura.

Os efeitos da densidade inicial de povoamentos de acácia-negra, também foram estudados por SCHNEIDER et al., 2000 em experimentos realizados no Kenya nos quais constatou que, para densidades iniciais entre 500 e 2.500 árvores ha^{-1} , a altura total média, aos 10 anos de idade, não apresentou diferença significativa dentro de um mesmo sítio, havendo diferença para diferentes sítios.

SCHNEIDER et al. (2000), avaliando o crescimento de *Acacia mearnsii* em diferentes espaçamentos, verificou que o diâmetro teve influência direta do espaçamento, produzindo níveis de crescimento proporcionais ao espaço vital médio disponível às árvores. Segundo o mesmo autor, o maior crescimento foi verificado no espaçamento de 3 x 2 m, chegando a um diâmetro médio de 17,1 cm, aos 9 anos. O menor diâmetro foi verificado no espaçamento 3 x 1 m, com 10,6 cm.

ASSIS et al. (1999) pesquisando o efeito de diferentes espaçamentos na produção de biomassa de *Eucalyptus urophylla*, observou que os tratamentos só surtiram efeito representativo sobre a altura das plantas e à circunferência à altura do peito, aos 49 meses de idade.

De modo geral, quanto maior o espaçamento, maior é o crescimento no diâmetro à altura do peito e menor o custo de exploração. Já nos menores espaçamentos se obtém maior

volume de madeira e maior custo de exploração. Contudo, a altura dominante do povoamento não é alterada em função de diferentes espaçamentos (HOPPE et al., 2003).

Quanto maior a densidade, maior a produção de madeira e tanino por hectare, embora o diâmetro venha a ser diretamente proporcional ao espaço vital da árvore individual. A produção de tanino por árvore também é proporcional ao espaço de cada árvore e por isso é maior em espaçamentos mais amplos, conforme estudos recentes de SCHNEIDER et al. (1999).

CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos pode-se inferir que aos seis anos de idade de um povoamento de *Acacia mearnsii* De Wild.:

Foi verificada diferença estatística ($p < 0,05$), entre os diferentes tratamentos, quanto à variável diâmetro à altura do peito (DAP) e o volume de madeira com casca, já a altura total não apresentou diferença estatística ($p < 0,05$);

Quanto ao parâmetro volume de madeira com casca, apresentou uma tendência quase inversamente proporcional ao espaçamento, onde o melhor tratamento 3,0 m x 1,00 m produziu 151,9 m³ ha⁻¹ a mais do que o pior tratamento que foi o 3,0 m x 2,00 m.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à empresa SETA S.A. pelo fornecimento da área e o apoio logístico para realização da pesquisa.

BIBLIOGRAFIA

- ASSIS, R.L.; Ferreira, M. M.; Morais, E.J., et al. 1999. Produção de biomassa de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake sob diferentes espaçamentos na região de cerrado de Minas Gerais. Revista Árvore, Viçosa, v.23, n.2, p.151-156.
- COUTO, L.; Brandi, R.M.; Condè, A.R.. 1977. Influência do espaçamento no crescimento do *Eucalyptus urophylla*, de origem híbrida, cultivado na região de Coronel Fabriciano, Minas Gerais. Revista Árvore, Viçosa, v.1, n.2, p.57-71.
- HOPPE, J.M., Vian, L., Vivian, J.A.C., et al. 2003. Crescimento do *Platanus x acerifolia* em diferentes espaçamentos. In: 9º CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL. Anais... Nova Prata – RS (CD Room).
- MORENO, J. A. 1961. Clima do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura. 41p.
- SCHNEIDER, P.R., Finger, C.A., Coelho, L., et al. 1999. Tannin yield in different spacings of Black Wattle, *Acacia mearnsii* De Wild. Proceedings, IUFRO Internacional Symposium, Turrialba. p. 108 – 114.
- SCHNEIDER, P.R. et al. 2000. Crescimento de Acácia-negra, *Acacia mearnsii* De Wild em diferentes espaçamentos. Revista Ciência Florestal, v.10, n.2, p. 101-112.
- SPSS. 1996. Statistical package for the social sciences: programa de computador, ambiente Windows. Versão 7.5.1. Chicago.
- STRECK, E. V. et al. 2002. Solos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Emater/RS. UFRGS. 107p.

INFLUÊNCIA DE DIFERENTES TIPOS DE RECIPIENTES E SUBSTRATOS NO DESENVOLVIMENTO DE UMA FLORESTA DE *Acacia mearnsii* De Wild, BUTIÁ, RS - BRASIL.

INFLUENCE OF DIFFERENT CONTAINERS AND SUBSTRATES IN *Acacia mearnsii* De Wild. FOREST DEVELOPMENT, BUTIÁ, RS - BRAZIL.

Eduardo Kneipp Londero¹

Márcio Viera²

Mauro Valdir Schumacher³

Gelson Pase Dal Ross⁴

¹ Acadêmico do curso de graduação em Engenharia Florestal, CCR, UFSM, Santa Maria,RS. E-mail: eklondero@yahoo.com.br

² Engenheiro Florestal, Mestrando do Programa de Pós-Graduação do Departamento de Ciências Florestal, UFSM, Santa Maria, RS. E - mail: vieraforestal@yahoo.com.br

³ Prof. Dr. nat techn. do Departamento de Ciências Florestais, UFSM, Santa Maria, RS. E-mail: schumacher@pq.cnpq.br

⁴ Engenheiro Florestal da empresa Seta S.A. E-mail: gdalross@yahoo.com.br

SUMMARY

The objective of this study was to evaluate the black wattle forest development 6 years after planting, with seedlings produced in different kinds of substrates and containers. The statistical design used was a bifactorial in randomized blocks, with 15 treatments and 3 repetitions. Total height (m), diameter at breast height (DBH) (cm) and stem volume with bark ($m^3 ha^{-1}$). There was no significant interaction ($p>0,05$) between substrates and containers, so an independent analysis for each factor was done. The forest had a similar growth for different substrates and containers, used for seedlings production, not having significant difference ($p>0,05$) among the treatments. To choose substrate and container, it is necessary to consider the economical, operational and the materials availability aspects involved in seedlings production.

Key words: *Acacia mearnsii*, containers, substrates.

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar o desenvolvimento de uma floresta de acácia-negra após 6 anos de implantação, com mudas produzidas em diferentes tipos de substratos e recipientes. O delineamento utilizado foi um bifatorial em blocos ao acaso, com 15 tratamentos e 3 repetições. Avaliou-se a altura total (m), diâmetro a altura do peito (DAP) (cm) e volume de madeira com casca ($m^3 ha^{-1}$). Não ocorreu interação significativa ($p>0,05$) entre substratos e recipientes, com isso fez-se análise independente para cada fator. A floresta mostrou crescimento muito semelhante para os diferentes substratos e recipientes, utilizados na produção das mudas, não havendo diferença significativa ($p>0,05$) entre os tratamentos. Portanto para a escolha do substrato e do recipiente, deve-se levar em consideração o aspecto econômico, operacional e a disponibilidade dos materiais envolvidos no preparo das mudas.

Palavras-chave: *Acacia mearnsii*, recipientes, substratos.

INTRODUÇÃO

A espécie *Acacia mearnsii* De Wild., é originária da Austrália Sul-Oriental, sendo ela uma árvore de grande importância econômica. Atualmente, ela tem sido bastante cultivada pelos silvicultores, tanto para a produção de casca, para as indústrias de tanino, e de madeira para a fabricação de pasta celulósica e uso como fonte energética, dentre outras.

Muitas vezes esses cultivos apresentam uma baixa produtividade, devido, em parte a não utilização de tecnologia apropriada para a produção das mudas que serão utilizadas no plantio, pois não há, muitas vezes, uma definição concreta em relação ao melhor recipiente e substrato a serem usados para a sua produção. Sendo que desta maneira, estas mudas, tornam-se frágeis e com baixo vigor, acarretando com isso, um baixo percentual de pega e um desenvolvimento aquém do satisfatório.

A produção de mudas florestais, em qualidade e quantidade, é uma das fases mais importantes para o estabelecimento de bons povoamentos florestais. Por isso, no momento do plantio, as mudas devem apresentar bom equilíbrio nutricional, alto poder de agregação das raízes com o substrato, boa capacidade de retenção de água no torrão, de modo que a espécie se adapte perfeitamente ao local de plantio, propiciando assim, o máximo rendimento em matéria-prima (casca e madeira).

Segundo CARNEIRO (1995), é através do substrato que as raízes proliferam-se, fornecendo suporte estrutural a parte aérea, bem como as quantidades necessárias de água, oxigênio e nutrientes para o correto desenvolvimento inicial das plantas.

De acordo com GONÇALVES et al. (2000), isso somente ocorre quando o substrato apresentar as seguintes características: - boa estrutura e consistência, de forma a sustentar e acomodar as sementes durante a germinação e enraizamento; - boa porosidade de modo a permitir pronta drenagem do excesso de água durante as irrigações e chuvas, mantendo adequada aeração junto ao sistema radicular; - isento de substâncias tóxicas, inóculos de doenças e de plantas invasoras; - boa homogeneidade de partículas, com poucas partículas inertes, sobretudo as grandes, que tomam muito espaço sem nenhuma contribuição para a capacidade de agregação e retenção de água e nutrientes, principalmente para uso em recipientes com pequeno volume; - prontamente disponível em quantidade adequada e custos economicamente viáveis.

Devido a isso, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o uso de diferentes tipos de substratos e recipientes para a produção de mudas de acácia-negra (*Acácia mearnsii* De Wild.), após o sexto ano da implantação da floresta, no município de Butiá, RS.

MATERIAIS E MÉTODOS

A presente pesquisa está sendo desenvolvida no distrito de Capão Comprido pertencente ao município de Butiá - RS, em área da Empresa SETA S.A., tendo as seguintes coordenadas geográficas: latitude 30° 12' 50,9" Sul e longitude 56° 56' 21,0" Oeste de Greenwich.

O clima dominante da região, segundo Köppen é do tipo Cfa, subtropical. A temperatura média do mês de janeiro é de 24°C, temperatura média do mês de julho é de 13°C e a temperatura média anual fica na faixa de 18-19°C, com temperatura média máxima no ano de 24°C e mínima de 14°C. A precipitação pluvial é 1400 mm (MORENO, 1961).

De acordo com STRECK et al. (2002) o solo da área em estudo é Argissolo Vermelho distrófico típico, textura franco argilosa, e relevo ondulado.

As mudas de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) foram produzidas, por sementes,

em casa de vegetação do Centro Tecnológico de Silvicultura (CTS), pertencente ao Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria, RS, entre os meses de maio a setembro de 2001.

As sementes utilizadas passaram pelo processo tradicional de quebra de dormência com a imersão em água quente por 4 minutos. Em seguida foram semeadas manualmente.

O delineamento estatístico utilizado foi um bifatorial em blocos ao acaso com 15 tratamentos e 3 repetições. Cada unidade amostral possui uma área de 18 m x 24 m. No momento da avaliação determinou-se bordadura dupla restando 28 árvores úteis, em um espaçamento de 3,0 m x 1,33 m.

O preparo de solo da área foi feito através de dessecação das ervas daninhas com herbicida na linha de plantio e subsolagem com uma haste até 45 cm de profundidade. Seguida de uma adubação de 180 kg ha⁻¹ de N - P₂O₅ - K₂O da fórmula 10:30:10, atendendo a interpretação da análise do solo.

A **tabela 1** apresenta a relação dos tratamentos utilizados na produção das mudas, formados por diferentes combinações dos fatores recipiente e substrato.

Tabela 1. Tratamentos utilizados na produção das mudas de acácia-negra para avaliação de recipientes e substratos, Butiá, RS - Brasil.

Table 1. Used treatments in black wattle seedlings production for containers and substrates evaluation, Butiá, RS - Brazil.

Tratamento	Descrição
T1	Tubete 53 cm ³ + Mecplant [®] Citros
T2	Tubete 53 cm ³ + Mecplant [®] Horta
T3	Tubete 53 cm ³ + Mecplant [®] Floresta
T4	Tubete 115 cm ³ + Mecplant [®] Citros
T5	Tubete 115 cm ³ + Mecplant [®] Horta
T6	Tubete 115 cm ³ + Mecplant [®] Floresta
T7	Tubete 180 cm ³ + Mecplant [®] Citros
T9	Tubete 180 cm ³ + Mecplant [®] Floresta
T10	Laminado 7 cm de altura (67 cm ³) + Mecplant [®] Citros
T11	Laminado 7 cm de altura (67 cm ³) + Mecplant [®] Horta
T12	Laminado 7 cm de altura (67 cm ³) + Mecplant [®] Floresta
T13	Laminado 12 cm de altura (115 cm ³) + Mecplant [®] Citros
T14	Laminado 12 cm de altura (115 cm ³) + Mecplant [®] Horta
T15	Laminado 12 cm de altura (115 cm ³) + Mecplant [®] Floresta

As variáveis avaliadas a campo aos seis anos de idade foram: altura total e diâmetro à altura do peito (DAP), com auxílio respectivamente do hipsômetro Vertex e fita diamétrica.

A análise estatística foi realizada com auxílio do pacote estatístico SPSS 7.5.1 for Windows 8.0 (1996), e utilizou-se o teste de Tukey para a comparação de médias a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sendo um experimento bifatorial, foi realizada uma análise de variância para cada um dos parâmetros avaliados (**tabela 2**), a fim de verificar se há interação entre fatores recipiente-substrato.

Tabela 2 - Análise da variância para altura total, diâmetro à altura do peito (DAP) e volume de madeira com casca das plantas de *Acacia mearnsii*, aos 6 anos, para os diferentes tipos de recipientes e substratos, Butiá, RS - Brasil.

Table 2 – Analysis of variation for total height, diameter at breast height (DBH) and stem volume with bark from 6 years *Acacia mearnsii*, for different kinds of containers and substrates, Butiá, RS - Brazil.

Altura total (m)					
FV	GL	SQ	QM	F _c	F _t
Fator A	4	2,349	0,587	0,700 ^{ns}	2,776
Fator B	2	0,537	0,269	0,320 ^{ns}	4,303
Fator Ax B	8	5,734	0,717	0,855 ^{ns}	2,306
Bloco	2	0,377	0,189	0,225 ^{ns}	4,303
Resíduo	28	28,483	0,839		
Total	44	32,480			
DAP (cm)					
FV	GL	SQ	QM	F _c	F _t
Fator A	4	3,348	0,837	1,945 ^{ns}	2,776
Fator B	2	0,823	0,412	0,957 ^{ns}	4,303
Fator Ax B	8	5,992	0,749	1,741 ^{ns}	2,306
Bloco	2	2,035	1,018	2,365 ^{ns}	4,303
Resíduo	28	12,045	0,430		
Total	44	24,243			
Volume de madeira (m ³ ha ⁻¹)					
FV	GL	SQ	QM	F _c	F _t
Fator A	4	5.899,999	1.475,000	1,119 ^{ns}	2,776
Fator B	2	269,384	134,692	0,102 ^{ns}	4,303
Fator Ax B	8	11.118,454	1.389,807	1,054 ^{ns}	2,306
Bloco	2	11.318,007	5.659,003	4,294 ^{ns}	4,303
Resíduo	28	39.904,758	1.315,027		
Total	44	65.510,601			

Sendo: fator A recipiente, fator B substrato; ^{ns} Não existe diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade de erro.

A análise da variância mostrou que não há interação significativa entre os fatores. Assim, fez-se necessária à realização de testes de médias para recipiente e substrato separadamente.

Na **tabela 3**, é utilizado o teste de Tukey para verificar se houve diferença significativas nas variáveis estudadas no fator substratos.

Tabela 3. Diâmetro à altura do peito (DAP), altura total e volume de madeira com casca das plantas de *Acacia mearnsii*, em diferentes tipos de substratos. Butiá, RS – Brasil.

Table 3. Diameter at breast height (DBH), total height and stem volume with bark in *Acacia mearnsii* plants, in different kinds of substrates. Butiá, RS – Brasil.

Substratos	DAP (cm)	Altura (m)	Volume (m ³ ha ⁻¹)
Citros	12,7 a* (±0,5)**	16,4 a (±0,7)	180,3 a (±29,1)
Horta	12,8 a (±0,6)	16,1 a (±0,5)	176,9 a (±11,2)
Floresta	12,5 a (±0,3)	16,1 a (±0,3)	173,2 a (±19,3)
Média Geral	12,7 (1,0)***	16,2 (1,0)	176,8 (2,0)

*Médias seguidas por mesma letra na vertical, não diferem estatisticamente entre si através do teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro. **Desvio padrão da variável no determinado fator. *** Coeficiente de variação da variável em função da média geral.

As árvores oriundas dos diferentes substratos utilizados apresentaram valores relativamente próximos, confirmando a não significância estatística entre os tratamentos. Entretanto no DAP, o substrato Horta apresentou melhor média, altura total e no volume de madeira com casca foi a substrato Citros.

Um sistema radicular bem desenvolvido tem maior potencial na absorção de água. Por outro lado, mudas com sistema radicular reduzido são estressadas hidricamente porque não absorvem água suficiente pelas raízes para balancear as perdas pela transpiração. Dessa forma, a utilização de mudas com sistema radicular bem desenvolvido têm resultado em um maior ganho em crescimento após o plantio (JOSÉ, 2003).

Segundo a **tabela 4**, o crescimento em DAP foi maior para mudas produzidas nos tubetes de 53 cm³, para a altura total e volume de madeira com casca foi no laminado de 12 cm de altura, mas não diferindo significativamente dos demais recipientes.

Tabela 4. Diâmetro à altura do peito (DAP), altura total e volume de madeira com casca das plantas de *Acacia mearnsii*, produzidas em diferentes tipos de substratos. Butiá, RS – Brasil.

Table 4. Diameter at breast height (DBH), total height and stem volume with bark from *Acacia mearnsii* plants, produced in different kinds of substrates. Butiá, RS – Brasil.

Recipientes	DAP (cm)	Altura (m)	Volume (m ³ ha ⁻¹)
Tubete 53 cm³	13,0 a* (±0,6)**	16,4 a (±0,4)	172,5 a (±24,0)
Tubete 115 cm³	12,8 a (±0,4)	16,3 a (±0,7)	184,9 a (±24,5)
Tubete 180 cm³	12,3 a (±0,5)	15,9 a (±0,3)	180,1 a (±8,1)
Laminado 7 cm de altura (67 cm³)	12,8 a (±0,5)	15,9 a (±0,2)	157,2 a (±21,7)
Laminado 12 cm de altura (115 cm³)	12,5 a (±0,2)	16,6 a (±0,5)	189,4 a (±9,2)
Média Geral	12,7 (2,0)***	16,2 (1,9)	176,8 (7,1)

*Médias seguidas por mesma letra na vertical, não diferem estatisticamente entre si através do teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. **Desvio padrão da variável no determinado fator. *** Coeficiente de variação da variável em função da média geral.

É importante ressaltar que o maior adensamento das mudas nos sistemas de produção de em laminado em relação aos tubetes proporciona maiores condições para que as plantas atinjam maiores alturas, devido a maior concorrência por luz, o que por outro lado diminui o seu crescimento em diâmetro do colo.

SAMÔR et al. (2002), pesquisando o efeito de diferentes recipientes e substratos na produção de mudas de angico (*Anadenanthera macrocarpa*) e sesbânia (*Sesbania virgata*), espécies leguminosas pioneiras, como a acácia-negra, recomendou a utilização do saco plástico com 425 mL de capacidade e o tubete de 288 cm³, quando comparado com o saco plástico de 165 mL e o tubete de 50 cm³.

Mesmo tendo havido evoluções técnicas de produção de mudas, ainda existem muitos problemas a serem solucionados, especialmente na produção de mudas em recipientes, principalmente aqueles relacionados com a formação do sistema radicular (MATTEI, 1994).

Para BARROSO et al. (2000) um dos problemas das mudas produzidas em recipientes de paredes rígidas são as deformações radiculares, acentuadas pelo pequeno volume de substrato que comportam.

Acredita-se também que este fato se deva a baixa capacidade de reserva de água no recipiente, para a devida sustentação da muda. Visto que, quando mal controlado o regime de

rega em viveiro, variações excessivas de contração e expansão dos agregados constituintes no substrato causam danos físicos-mecânicos na relação substrato-raíz. Proporcionado assim, baixo poder de agregação entre o sistema radicular e o substrato no decorrer do período de produção da muda.

Contudo, vale ressaltar que regimes de regas muito freqüentes além de onerar custos representam maiores riscos a produção (podridão das raízes e doenças). GOMES et al. (2002), avaliando a qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis* produzidas em tubetes de 50, 110, 200 e 280 cm³, indicou o tubete de 110 cm³ para a produção de plantas com 90 dias de idade.

Espécies pioneiras, como a acácia-negra, apresentam rápido crescimento radicular e maior densidade de raízes finas, em sincronia com o maior potencial de expansão da área foliar e parte aérea como um todo, de forma a atender a grande demanda de água e nutrientes (GONÇALVES et al., 2000).

Segundo o mesmo autor, após a plena adaptação das plantas no campo, segue-se uma fase de intenso crescimento e acúmulo de nutrientes. Neste, todos os fotoassimilados sintetizados pelas plantas são canalizados para a formação de copas (expansão da área foliar) e sistema radicular, principalmente raízes finas com alto poder de absorção de água e nutrientes. Após este período de acúmulo de nutrientes, as copas atingem uma fase de relativa estabilidade devido ao seu auto-sombreamento. Por conseguinte, direciona o acúmulo de nutrientes para o tronco.

Vale ressaltar que devemos levar em consideração na escolha do recipiente ideal e do substrato padrão, sua viabilidade econômica e operacional. Aspectos quanto aos gastos em insumos (fertilizantes, fungicidas, água), utilização de área do viveiro, mão de obra, custo no transporte das mudas do viveiro para o campo (volume e peso), possibilidade de mecanização, rendimento na operação de plantio e replantio (retirada da embalagem e distribuição nas covas) e tendência de ganho econômico no estabelecimento, na manutenção e na produtividade do povoamento devem ser avaliados.

CONCLUSÕES

Em nível de campo, não houve interação e nem diferença estatística significativa ($p > 0,05$) entre os dois fatores estudados, substratos e recipientes;

Para a escolha do melhor substrato e recipiente, já que não houve diferença estatística, deve-se levar em consideração o aspecto econômico, operacional e a disponibilidade dos substratos e os recipientes envolvido nos diferentes preparos de mudas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à empresa SETA S.A. pelo fornecimento da área e o apoio logístico para realização da pesquisa.

BIBLIOGRAFIA

- BARROSO, D.G.; Carneiro, J.G.A., Novaes, A.B. et al. 2000. Efeitos do recipiente sobre o desempenho pós-plantio de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. e *E. urophylla* S.T. Blake. Revista Árvore, Viçosa, v.24, n.3, p.291-296.
- CARNEIRO, J.G. de A. 1995. Produção e controle de qualidade de mudas florestais. Curitiba: UFPR/FUPEF; Campos: UENF, 451p.

- GOMES, J.M., Couto, L., Leite, H.G. et al. 2002. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas *Eucalyptus grandis*. Revista *Árvore*, Viçosa, v.26, n.6, p.655-664.
- GONÇALVES, J.L.M., Santarelli, E.G., Neto, S.P.M. & Manara, M.P. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. 2000. In: GONÇALVES, J.L.M. & BENEDETTI, V. (Ed.). Nutrição e fertilização florestal. Piracicaba: IPEF, p. 309-350.
- GONÇALVES, J.L.M. et al. 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, p.1-58.
- JOSÉ, A. C. 2003. Utilização de mudas de espécies florestais produzidas em tubetes e sacos plásticos para revegetação de áreas degradadas. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Lavras. Lavras – MG. 101p.
- MATTEI, V.L. 1994. Deformações radiculares em plantas de *Pinus taeda* L. produzidas em tubetes quando comparadas com plantas originadas por semeadura direta. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v.4, n.1, p.9-21.
- MORENO, J. A. 1961. Clima do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura. 41 p.
- SAMÔR, O.J.M., Carneiro, J.G.A., Barroso, D.G., et al. 2002. Qualidade de mudas de angico e sesbânia, produzidas em diferentes recipientes e substratos. Revista *Árvore*, Viçosa, v.26, n.2, p.209-215.
- SPSS. 1996. Statistical package for the social sciences: programa de computador, ambiente Windows. Versão 7.5.1. Chicago.
- STRECK, E. V. et al. 2002. Solos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Emater/RS; UFRGS. 107p.

**VARIACIÓN GENÉTICA DE PROGENIES DE POLINIZACIÓN ABIERTA
DE *Eucalyptus tereticornis* SMITH
GENETIC VARIATION IN OPEN-POLLINATED PROGENY OF
Eucalyptus tereticornis SMITH**

**Carlos López¹
Carla Salto²
Mauricio Ewens³**

¹ Facultad de Ciencias Forestales, UNSE, Av. Belgrano (S) 1912, Santiago del Estero, carlos@unse.edu.ar

² Facultad de Ciencias Forestales, UNSE, Av. Belgrano (S) 1912, Santiago del Estero, ybyraty@hotmail.com

³ Estación Forestal Fernández, UCSE, estacionexperimental@arnet.com.ar

SUMMARY

Eucalyptus tereticornis is potentially adequate to be planted for industry in Santiago del Estero. To prove adaptation and improve growth and form traits, 51 open-pollinated families were planted in Santiago del Estero, Argentina. The trial was laid out in a randomized complete block design with four replications and five-tree plots, assessed for diameter at 1,30 m and stem straightness at 10th year to evaluate individuals for forward selection.

Variance components were estimated by Restricted Maximum Likelihood (REML) and breeding values predicted using best linear unbiased prediction (BLUP).

Estimations of the genetics parameters showed high individual narrow sense heritability for diameter (0,53) and for stem straightness (0,39). Genetics gains estimated by Independent culling Selection are about 5,17 % and 6,9 % for diameter and for stem straightness respectively.

Genetic correlation between traits is low (-0,05). This allows independent improving for selection in both traits.

Key words: *Eucalyptus tereticornis*, open-pollinated progeny, genetics parameters.

RESUMEN

Eucalyptus tereticornis es una especie potencialmente adecuada para el cultivo de bosques con fines industriales en Santiago del Estero.

Para probar la adaptación al ambiente de destino y mejorar los rasgos asociados con el crecimiento y la forma del fuste por selección individual fueron evaluadas las progenies de 51 familias de polinización abierta en Santiago del Estero, Argentina. El ensayo fue establecido con un diseño experimental de bloques completos aleatorizados con 4 repeticiones y parcelas de 5 plantas. Se midió el diámetro con corteza a 1,30 m y la rectitud del fuste al décimo año.

Los componentes de la varianza para cada rasgo fueron estimados por Máxima Verosimilitud Restringida (REML) y los valores de mejora de los árboles individuales fueron predichos usando el mejor predictor lineal insesgado (BLUP).

Las estimaciones de los parámetros genéticos en diámetro y rectitud del fuste mostraron valores de heredabilidad individual en sentido estricto de 0,53 y 0,39 y ganancias genéticas por selección de individuos con desempeño superior al promedio de 5.17% y 6.9% respectivamente. La selección de individuos por Niveles Independientes de Selección en ambos rasgos permite obtener ganancias de 12.57% en diámetro y 9.19% en rectitud. La escasa correlación genética entre los rasgos (-0,05) admite la mejora independiente en ambos rasgos.

Palabras clave: *Eucalyptus tereticornis*, progenies de polinización abierta, parámetros genéticos.

INTRODUCCIÓN

En el año 2002 la superficie de bosques cultivados de la Argentina ascendía a 1,115 millones de hectáreas (BRAIER, 2004; SAGPyA, 2001). Esta cifra se compone de 50% de coníferas, 30% de *Eucalyptus*, 16% de salicáceas y 4% de varias latifoliadas.

Aproximadamente el 80% de las plantaciones se encuentran en la Mesopotamia argentina y en la provincia de Buenos Aires. Existen otros núcleos forestales de menor envergadura en Santa Fe, Córdoba, NOA, zonas de regadío y patagonia (SÁNCHEZ ACOSTA, 2005).

Si bien la producción del bosque implantado en el noroeste argentino aún es incipiente, esta región cuenta con superficies ociosas potencialmente aptas para la implantación de especies de rápido crecimiento que satisfagan la demanda de productos leñosos y contribuyan a la generación de fuentes de trabajo y a la disminución de la deforestación del monte nativo (LÓPEZ, 2004).

Eucalyptus tereticornis es una especie originaria de la zona costera oriental del continente australiano que abarca los estados de Queensland, Nueva Gales del Sur y Victoria, desde 15° a 38° de latitud Sur y un rango altitudinal que oscila desde el nivel del mar hasta alrededor de los 1000 m con variación notable en la precipitación anual desde 500-1500 mm (MANGIERI Y DIMITRI, 1971; ELDRIDGE, 1994).

La comprobación de la adaptación de los materiales genéticos al ambiente de implantación y el mejoramiento de los rasgos asociados a la productividad forestal comprende la definición de los componentes genéticos y ambientales de la variabilidad fenotípica de los materiales genéticos (KAGEYAMA, 1980) y la selección que favorece la reproducción de individuos con características deseables (FALCONER, 1981).

La evaluación de ensayos de progenies de polinización abierta con el modelo Blup de árboles individuales proveen los valores de mejora precisos de los individuos que constituirán la población que abastecerá de propágulos mejorados por recombinación genética, para el establecimiento de bosques productivos.

Objetivo General

Evaluación de la variación genética de progenies de polinización abierta de *Eucalyptus tereticornis*

Objetivos Específicos

- Selección de los mejores individuos.
- Predicción de los valores de mejora individuales.
- Estimación de parámetros genéticos y ganancias esperadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material consta de las progenies de 51 familias de polinización abierta de *Eucalyptus tereticornis* procedentes de San Pablo, Brasil (cuadro 1).

Cuadro 1. Descripción del material genético.

Procedencia	Grado de Mejora	Identif.	Origen	Lat.	Long.	Alt
Anhembí-SP	APS-F1	T3 B75	QLD: Mareeba, Helenvale, Mt. Garnete Cooktown	22° 8' S	48° 11' 67"	457 m
Anhembí-SP	APS-F2	T3 E89	QLD: Cooktown, Helenvale, Mareeba, Mt. Garnet	22° 8' S	48° 11' 67"	457 m

Área de Estudio

El área de estudio fue la Estación Experimental Fernández (EEF), Fernández, Dpto. Robles, Santiago del Estero, Argentina. Geográficamente está ubicada a 63° 55' de Longitud O; 27° 55' de latitud sur, y a 160 metros sobre el nivel del mar.

La región tiene régimen monzónico con precipitaciones que varían entre 500 y 550 mm anuales entre los meses de Noviembre y Marzo. La temperatura máxima media del mes más cálido es 32,5° C y la temperatura mínima media del mes más frío es 2,9° C. Las heladas ocurren de Junio a Agosto y hay más de 300 días libres de ellas. Los vientos predominantes son del sector Norte, principalmente en el mes de Agosto. El suelo está formado por materiales sedimentarios, con textura franca o franco-arenosa, profundos, ricos en calcáreos.

Instalación de Ensayos

Diseño Experimental

El ensayo fue establecido en 1996 utilizando el diseño experimental de bloques completos aleatorizados con 4 repeticiones y parcelas lineales de 5 árboles. El distanciamiento inicial fue de 3 m x 2 m y la bordura perimetral simple.

Evaluación de los Ensayos

Los rasgos evaluados al décimo año fueron diámetro con corteza a 1,30 m (DAP) medido con cinta diamétrica y rectitud de fuste utilizando una escala categórica de bondad creciente de 1 a 4.

Análisis Estadístico

Para discriminar la influencia de los diferentes efectos se efectuaron análisis univariado y bivariado de los datos. El modelo utilizado para los análisis univariado y bivariado corresponde a un modelo mixto de árboles individuales conforme a la siguiente notación matricial:

$$y = X\beta + Zu + e$$

En esta expresión, y es el vector de los datos de cada árbol; β es el vector de los efectos fijos; u es el vector de los efectos genéticos aditivos no observables; X y Z las matrices de incidencia que relacionan las observaciones a los efectos fijos y aleatorios del modelo, respectivamente. Las soluciones se obtienen resolviendo las ecuaciones de modelos mixtos (EMM)(HENDERSON, 1984):

$$\begin{bmatrix} X^T R^{-1} X & X^T R^{-1} Z \\ Z^T R^{-1} X & Z^T R^{-1} Z + G^{-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{\beta} \\ \hat{u} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X^T R^{-1} y \\ Z^T R^{-1} y \end{bmatrix}$$

R es la matriz de varianza-covarianza de los residuos y G es la suma directa de las matrices de varianza - covarianza de cada uno de los efectos aleatorios si se asumen independientes. Si los niveles no son independientes, la matriz de identidad debe ser reemplazada por la matriz de parentesco (DUTKOWSKI et al., 2001).

Análisis univariado

Se efectuó el análisis de los datos de cada variable con un modelo mixto de árboles individuales de acuerdo con la siguiente expresión lineal (BORRALHO, 1998):

$$y_{ij} = \mu + b_j + a_{ij} + e_{ij}$$

donde: y_{ij} : Observación registrada de diámetro/rectitud del fuste, μ : Promedio general; b_j : Efecto de bloques. a_{ij} : Efecto genético aditivo aleatorio de los individuos, e_{ij} : Efecto residual.

El ajuste de este modelo tuvo la finalidad de proveer los valores iniciales de varianza de los efectos aleatorios para el proceso iterativo del ajuste del modelo bivariado (APIOLAZA, 2006).

Análisis bivariado

Se efectuó el análisis bivariado del diámetro y rectitud del fuste con un modelo mixto bivariado de árboles individuales con varianzas iniciales provistas por el análisis univariado. El análisis simultáneo de dos rasgos beneficia la precisión en la estimación de los valores genéticos por el conocimiento de la correlación genética y ambiental.

Los datos fueron ajustados a los efectos fijos de bloques para excluir su influencia en la varianza fenotípica total (BORRALHO, 1998). La inclusión de los efectos aleatorios fue testada mediante la Prueba de Razón de Verosimilitud (LRT) (SEARLE, 1971).

Estimación de parámetros genéticos

Los componentes de la varianza para cada rasgo fueron estimados por Máxima Verosimilitud Restringida (REML) y los valores de mejora predichos usando el Mejor Predictor Lineal Insesgado (BLUP).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis exploratorio y genético de los datos promueve la siguiente discusión de los resultados:

Fue comprobado el supuesto de normalidad de los datos de diámetro mediante la prueba de Shapiro Wilk ($\text{prob}=0,30$). La ausencia de datos extremos se comprobó mediante la rutina de análisis automático de Asreml.

Para el ajuste de los efectos aleatorios en cada variable se probaron dos modelos que responden a las siguientes expresiones:

$$y_{ij} = \mu + b_j + p_{ij} + a_{ij} + e_{ij} \quad (1)$$

y_{ij} Observación registrada de diámetro/rectitud del fuste, μ promedio general, b_j efecto fijo de bloques, p_{ij} efecto aleatorio de parcela, a_{ij} efecto genético aditivo aleatorio de los individuos, e_{ij} efecto residual.

$$y_{ij} = \mu + b_j + a_{ij} + e_{ij} \quad (2)$$

y_{ij} Observación registrada de diámetro/rectitud del fuste, μ promedio general, b_j efecto fijo de bloques, a_{ij} efecto genético aditivo aleatorio de los individuos, e_{ij} efecto residual.

Como se puede apreciar estos modelos difieren entre si por la adición de un efecto que está representado por la parcela.

El LRT (Likelihood Ratio Test) en el diámetro normal es 0.63 y en la rectitud de fuste es 1.011. El valor crítico ($p = 0.05$) es igual a 3.84. De acuerdo con esto se deduce que el efecto de la parcela no es significativo, por lo que el modelo escogido en función del valor del logaritmo de verosimilitud es el (2). En consecuencia, este modelo corresponde usar también en el análisis bivariado.

La estimación y predicción de los efectos fijos y aleatorios respectivamente, que permiten calcular los parámetros genéticos y evaluar las posibles estrategias de selección, se reportan en las tablas siguientes. La Tabla 2 muestra los promedios, parámetros genéticos y errores estándar estimados para diámetro y rectitud del fuste.

Tabla 2. Promedio y heredabilidad (h^2). Los errores estándar se indican entre paréntesis.

Rasgo	Parámetros	
	Promedio	h^2
Diámetro (cm.)	17,81 (0,41)	0,531 (0,18)
Rectitud de Fuste (1- 4)	3,01 (0,06)	0,399 (0,16)

La heredabilidad individual (h^2) en sentido estricto estimada para el diámetro normal presenta un valor considerablemente alto, debido a la naturaleza seleccionada del material. Un valor de heredabilidad de 0.17 fue obtenido por KEDHARNAT y VAKSHASYA (1977) en *Eucalyptus tereticornis* a los 4 años de edad, encontrándose estimaciones similares (entre 0.18 y 0.19) en *Eucalyptus saligna* (VALERA y KAGEYAMA, 1995). ROCHA *et al.*, (2006) determinaron valores de heredabilidad que varían desde 0.14 hasta 0.64 en diámetro a la altura del pecho en *Eucalyptus urophylla*. La heredabilidad individual de la rectitud de fuste es un valor moderado (0.399), y es coherente con las citas de la literatura, que considera a la rectitud como una característica con fuerte control genético. Un valor de 0.45 fue obtenido por VALERA y KAGEYAMA (1995) en *Eucalyptus saligna* a los 32 meses de edad.

Estos resultados demuestran las posibilidades de mejorar los rasgos evaluados. De acuerdo con Squillace *et al.* (1967) y Falconer (1983) citados por VALERA y KAGEYAMA (1995), el conocimiento de la heredabilidad es fundamental en los programas de mejoramiento ya que permite la predicción de la ganancia genética, auxiliando en la selección y establecimiento de métodos apropiados de mejoramiento para la especie estudiada.

Cuanto más altos son los valores de heredabilidad para un carácter, más fácil se torna su mejoramiento (BORGES, 1980). Altos valores de heredabilidad también indican que el ambiente ha influido poco en el fenotipo, reflejando un alto control genético. Los componentes de varianza y las ganancias estimadas se expresan en la Tabla 3.

Tabla 3. Componentes de Varianza y Ganancia Estimada

Rasgo	Parámetros		
	σ^2A	Gs (%)	CVa (%)
Diámetro (cm.)	9,553	5,17	13,28
Rectitud de Fuste (1-4)	0,155	6,9	10

La varianza genética aditiva constituye un indicativo de la facilidad de identificación de genotipos superiores que proporcionarán ganancias con la selección (Cruz y Regazzi, 1994 citado por ROCHA *et al.*, 2006). Para facilitar su valorización se usa el coeficiente de variación genética aditiva (CVa) que es una ponderación de la varianza genética respecto al promedio del rasgo. Los coeficientes de variación genética aditiva del diámetro a 1.30 m y de la rectitud del fuste son 17.35% y 13.10% respectivamente. Coeficientes de variación genética cercanos al 10% indican ganancias sustanciales por selección (LÓPEZ, 2004).

Las ganancias genéticas (Gs) esperadas por selección de individuos con desempeño superior al promedio para los rasgos considerados son de 5.17 % para el diámetro normal y 6.90% para la rectitud de fuste. La Tabla 4 muestra las estimaciones de correlación genética y fenotípica entre los rasgos. La correlación fenotípica (r_F) entre el diámetro y la rectitud de fuste es positiva y baja y señala que la influencia de los efectos genéticos y ambientales comunes es baja.

Tabla 4. Correlaciones Genéticas y Errores Estándar Estimados.

Rasgo	Parámetros	
	r_F	r_G
Diámetro (cm.)	0,18 (0,05)	-0,05 (0,28)
Rectitud de Fuste (1-4)		

La correlación genética (r_G) entre ambos rasgos es de signo negativo. Sin embargo, su pequeño valor indica que la selección de uno de ellos no provocaría ganancias ni pérdidas en el restante. En consecuencia, existe la posibilidad de mejorar independiente ambos rasgos.

Selección en ambos rasgos

La finalidad usual del mejoramiento es lograr ganancias genéticas en más de un rasgo simultáneamente. Los índices de selección para varios rasgos cubren esta demanda y existen variadas metodologías para lograrlos. La selección por Niveles Independientes de Selección de los individuos que superan al promedio general en cada rasgo (Tabla 5) responde a este cometido y provee el resultado de la Figura 3. Las ganancias genéticas a obtener con el aporte particular de los individuos selectos se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Estimaciones de ganancias genéticas con los mejores individuos en diámetro y rectitud de fuste.

Individuo	Ganancia Individual (%)		Individuo	Ganancia Individual (%)	
	Diámetro	Rectitud Fuste		Diámetro	Rectitud Fuste
11	8,59	5,21	176	16,77	12,98
14	9,10	5,32	177	27,18	16,34
26	8,13	7,27	178	20,81	17,24
28	19,68	13,94	179	13,60	18,12
30	8,11	7,25	180	16,70	12,93
31	13,56	7,97	191	11,47	9,80
32	13,52	7,95	192	8,56	8,19
33	13,48	7,94	194	11,44	9,78
35	9,39	7,33	195	19,94	14,91
44	14,56	5,83	201	21,71	6,04
45	17,02	5,46	202	13,64	15,75
61	15,88	7,38	203	12,76	15,95
66	10,68	6,02	204	12,35	10,13
67	10,65	6,00	211	15,40	5,49
68	10,63	5,99	216	10,12	7,05
70	10,61	5,98	217	10,10	7,03
73	7,76	5,18	218	10,08	7,02
75	14,69	13,61	219	10,06	7,00
76	15,27	10,93	220	10,04	6,99
84	7,74	16,52	231	8,93	6,61
112	18,63	13,29	232	8,91	6,60
115	7,05	5,34	233	8,90	6,58
123	12,85	11,47	234	8,88	6,57
139	7,07	13,55	235	8,87	6,56
142	11,49	11,40	246	7,91	5,82
166	17,41	14,97	247	7,90	5,81
170	12,04	8,61	249	7,88	5,80
171	10,48	9,51	250	7,87	5,79
172	15,36	7,06	251	31,73	14,36
174	10,46	9,48	272	12,02	8,59
Total			Total	12,57	9,19

Las estimaciones de ganancias se logran promediando directamente las estimaciones BLUP de los Valores de Mejora (WHITE and HODGE, 1989) y permiten escoger el esquema de selección más conveniente.

La tabla 5 muestra que la selección de los mejores individuos permitirá obtener ganancias totales de 12.57 % en diámetro y 9.19 % en rectitud de fuste.

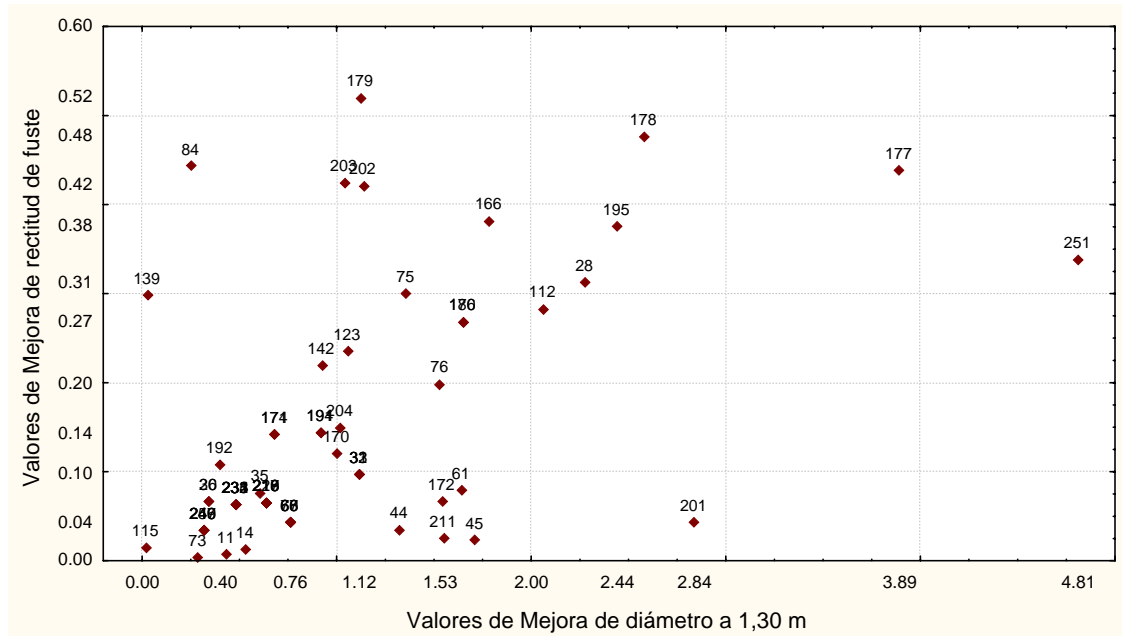


Figura 3. Valores de mejora de los individuos superiores al promedio en diámetro y rectitud de fuste.

La figura 3 muestra la identificación de los individuos selectos por sus valores de mejora que superan el promedio general en ambos rasgos por niveles independientes de selección.

CONCLUSIONES

- La variación genética estimada entre progenies de *Eucalyptus tereticornis* introducidos en Santiago del Estero es significativa y puede ser aprovechada para la mejora del diámetro y rectitud de fuste por selección entre individuos.
- Los valores de heredabilidad obtenidos con las estimaciones de los componentes de varianza por el método propuesto, es 0.53 para el diámetro normal y 0.39 para la rectitud de fuste. Estos valores se consideran moderadamente altos y evidencian un alto control genético en la expresión de los rasgos y muestran el potencial para la obtención de ganancias por selección.
- Es posible el mejoramiento conjunto del diámetro y la rectitud de fuste debido a la baja correlación genética entre ellos (-0.05).
- La ganancia genética esperada por selección de los individuos con desempeño superior al promedio general es 5.17% y 6.9% en diámetro y rectitud de fuste respectivamente.
- La selección de los mejores individuos en ambos rasgos permite obtener ganancias totales de 12.57 % en diámetro y 9.19% en la rectitud de fuste. Fueron seleccionadas 60 plantas del total de 1020.

Recomendaciones

Es conveniente evaluar algunas propiedades de la madera de reconocida relevancia que permitirán definir usos y destinos rurales o industriales.

BIBLIOGRAFIA

- APIOLAZA, L. 2006. ASReml cookbook, Retrieved 18, February 2006. From <http://uncronopio.org/ASReml/>.
- BORGES, R.C.G. 1980. Estimativas de heredabilidade e correlações entre caracteres de crescimento em *Eucalyptus grandis*. Tese de Mestrado. Universidade Federal de Viçosa. Brasil. 82 pp.
- BORRALHO, N. 1998. Genetics parameters estimation, En: Curso Mejora Genética Forestal Operativa. Editores: Ipinza R.; Gutierrez B.; Emhart V. Valdivia, Chile. 422 pp.
- BRAIER, G. 2004. Tendencias y perspectivas en el sector forestal al año 2020, Argentina. En: Estudio de tendencias y perspectivas del sector forestal en América Latina al año 2020. Informe Nacional 1, Secretaría de ambiente y desarrollo sustentable. SAGPyA, FAO. 71 pp
- DUTKOWSKI, G.W., Gilmour A.R., Borralho, N.M.G. 2001. Modification of the Additive Relationship Matrix for Open Pollinated Trials. In: IUFRO Conference "Developing the Eucalypt of the Future". Instituto Forestal. Valdivia, Chile. 71 pp.
- ELDRIDGE, K., Davidson, J., Harwood, C. and Wyk, G. 1994. Eucalypt Domestication and Breeding. Clarendon press. Oxford. Pp. 228–229.
- FALCONER, D. 1981. Introduction to Quantitative Genetics. Longman & Co., New York, NY. 340p.
- HENDERSON, C.R. 1984. Applications of Linear Models in Animal Breeding. University of Guelph. Ontario, U.S.A. 462 pp.
- KAGEYAMA, P. 1980. Variação genética en progênes de uma população de *E. grandis*. Tesis doctoral. ESALQ - Universidad de San Pablo, Piracicaba, S.P. Brasil, 125 pp.
- KEDHARNATH, S.; Vakshasya, R.R. 1977. Estimatives of Components of Variance, Heritability and Correlations Among Some Growth Parameters in *Eucalyptus tereticornis*. In: World Consultation of Forest Tree Breeding, 3, Canberra. Proceedings, Roma, FAO, 1977. Pp. 6 -21.
- LÓPEZ, C. 2004. Variación Genética en Procedencias y Progenies de *Eucalyptus camaldulensis* Introducidas en el Noroeste Argentino. Tesis Doctoral. 89 pp.
- MANGIERI, H.R.; Dimitri, M.J. 1971. Los Eucaliptos en la Silvicultura. Editorial ACME, S.A.C.I. Buenos Aires, Argentina. 226 pp.
- ROCHA, M.G.B.; Pires, I.E.; Xavier, A.; Cruz, C.D.; Rocha, R.B. 2006. Avaliação Genética de Progênes de Meio-Irmãos de *Eucalyptus urophylla* Utilizando os Procedimentos REML/BLUP e E(QM). *Ciência Florestal*, Santa Maria, vol. 16, Nº 4, Pp. 369-379.
- ROCHA, M.G.B.; Pires, I.E.; Xavier, A.; Cruz, C.D.; Rocha, R.B. 2006. Avaliação Genética de Progênes de Meio-Irmãos de *Eucalyptus urophylla* Utilizando os Procedimentos REML/BLUP e E(QM). *Ciência Florestal*, Santa Maria, vol. 16, Nº 4, Pp. 369-379.
- SAGPyA. 2001. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación de la Nación. Ministerio de Economía [en línea]: [Fecha de consulta 27 de Junio de 2006] Disponible en: <http://www.sagpya.mecon.gov.ar/>
- SÁNCHEZ ACOSTA, M. y Vera, L. 2005. Situación Foresto-industrial de Argentina al 2005 (Ejemplo de una Cadena Forestal). IPEF. Serie Técnica Nº 35. Brasil. 23-44 pp.
- SEARLE, S. R. 1971. Linear models. John Wiley & Son, New York. 532 pp.
- VALERA, F.P.; Kageyama, P.Y. 1995. Parámetros Genéticos y Espaciamento en Progenies de *Eucalyptus saligna* SMITH. *Revista IPEF* Nº 48/49. Brasil. Pp. 61-76.
- WHITE, T. L. and Hodge, G.R. 1989. Prediction Breeding Values with Applications in Forest Tree Improvement. Kluwer Academic Publishers. Dordrech, Netherlands. 367pp.

ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL SUSTRATO EN LA PRODUCCIÓN DE *Prosopis hassleri* Harms EN VIVERO

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF THE SUBSTRATUM IN THE PRODUCTION OF *Prosopis hassleri* Harms IN NURSERY

Lupia, Natalia Elizabeth Beatriz ¹
Pérez, Víctor Ramón ¹
Hennig, Alberto ²

¹ Grupo de trabajo de la Cátedra Silvicultura. Universidad Nacional de Formosa. Facultad de Recursos Naturales. Av. Gutnisky 3200 (3600). natalialupia@yahoo.com.ar; forestales@arnet.com.ar

² Ing. Agrónomo. Danzer Forestación S. A.. Posadas, Misiones. ahennig@danfor.com.ar

SUMMARY

The objective of the work was to determine the most appropriate substratum in the production of *Prosopis hassleri*, being evaluated its influence in the growth and development of the plants. Three substrata were proven mixed in different proportions (pine bark, pure and blended with 16% of coconut soil; pine bark with 16, 32 and 50% of palm substratum, and pure palm substratum). A complete randomized block design was used. The control variables were neck diameter (DC), total height (HT), dry weigh, abundance of roots system; in addition three quality plants indexes were evaluated. The variance analysis and Tukey's Test significant differences indicate ($\alpha=0,05$) for the treatments with 32, 50 and 100% palm. It is recommended the substratum with 32% palm for their use in nursery. For this treatment, to the 90 days, the averages were 18 cm (HT), 0.274 cm (DC) and 32 secondary roots.

Key words: substratum, *Prosopis hassleri*, palm, growth

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue determinar el sustrato más adecuado en la producción de *Prosopis hassleri*, evaluándose su influencia en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Se probaron tres sustratos mezclados en distintas proporciones (corteza de pino, pura y mezclada con 16% de coco soil; corteza de pino con 16, 32 y 50% de sustrato de palma, y sustrato de palma puro). Se utilizó diseño de bloques completos al azar. Las variables de control fueron diámetro de cuello (DC), altura total (HT), peso seco, abundancia de raíces; además, se evaluaron tres índices de calidad de plantas. El análisis de varianza y test de Tukey indicaron diferencias significativas ($\alpha=0,05$) para los tratamientos con 32, 50 y 100% palma. Se aconseja el sustrato con 32% palma para su uso en vivero. Para este tratamiento, a los 90 días, las medias fueron: 18 cm (HT), 0.274 cm (DC) y 32 raíces secundarias.

Palabras clave: sustrato, *Prosopis hassleri*, palma, crecimiento

INTRODUCCIÓN

Prosopis hassleri Harms (Fabaceae) cuyo nombre vulgar es algarrobo paraguayo) es un árbol de porte mediano, de hasta 15 m de altura y tronco de hasta 60 cm de diámetro, habita la zona húmeda de la Provincia de Formosa. Se lo considera un árbol multipropósito (Sánchez y Cáceres, 2001). La elección de esta especie para el desarrollo del proyecto surgió como

respuesta a solicitudes de forestadores de la región este de la provincia. El algarrobo paraguayo puede ser incluido en programas de forestación por poseer aptitudes similares al *Prosopis alba* Gris.

Este estudio surge como consecuencia del escaso conocimiento sobre la tecnología de producción en vivero del algarrobo paraguayo, y más aún, en un vivero tecnificado. En el único vivero forestal de la Provincia, dependiente de la Dirección de Bosques, se utiliza tierra como sustrato, obtenida de las capas superficiales de los suelos cubiertos por gramíneas. Este sustrato es usado sin añadir otro componente; no se cura previamente ni se fertiliza.

Landis *et al.* (1998) citado por Lasuen *et al.* del SERIDA (2006), señalan que la capacidad de una planta para establecerse y desarrollarse adecuadamente una vez transplantada, estará condicionada por todas las fases de producción. Por tanto, la fase de vivero resulta esencial por ser el punto de partida, además de ser el único momento en el que es posible realizar un control sobre algunas variables del proceso que afectan a la producción de plantas de calidad.

Hartmann & Kester (1980) mencionan que para tener buenos resultados se requiere que: a) el medio sea lo suficientemente firme y denso para contener a las semillas durante la germinación; b) retenga suficiente humedad; c) sea lo suficientemente poroso; d) no tenga nivel excesivo de salinidad; e) provea de nutrientes para la germinación de las semillas.

Pastor Sáez (1999) define al sustrato como todo material sólido diferente del suelo que puede ser natural o sintético, mineral u orgánico y que colocado en contenedor, de forma pura o mezclado, permite el anclaje de las plantas a través de su sistema radicular.

Díaz & Tesón (2001) estudiaron el efecto de diferentes tipos de sustratos y de la fertilización sobre el crecimiento de *Prosopis nigra var. ragonesei* en vivero. Los mejores resultados para las variables altura y diámetro se obtuvieron en tratamientos donde se utilizó suelo como sustrato y fertilizante de liberación lenta. El crecimiento de los plantines respondió positivamente a la fertilización mineral y negativamente a la utilización de corteza de pino.

El coco soil es un sustrato orgánico que se puede utilizar en forma pura o mezclada, es 100% fibra de coco. Este sustrato favorece el desarrollo radicular, posee excelente aireación, muy buen drenaje, mejor retención de agua y fertilizantes, resistente a la colonización de patógenos, es biodegradable, y rinde varias veces su volumen.

La corteza de pino compostada, de naturaleza ácida, con baja fertilidad inicial, se añade usualmente a un sustrato para aumentar su porosidad. Posee 43 % de porosidad interna que posibilita cesión de agua para crecimiento de la planta. Tiene buena capacidad de intercambio catiónico y actúa positivamente en la supresión de la actividad de hongos patógeno.

Otro sustrato posible es el que proviene de la palma “caranday” (*Copernicia alba*) y constituye el residuo interno del estúpite. Algunos aspectos del análisis fisicoquímico de este sustrato realizado en la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNNE, son los siguientes: pH neutro (7.1), Humedad de 42.57%, Materia Seca 57.42 %, Cenizas 3.13 %, Nitrógeno Total 0.88 %, Fósforo (P) 0.17 %, Calcio (Ca) 2.07 %, Potasio (K) 0.04 % y Sodio (Na) 0.12 %.

Hipótesis de Investigación. Enunciado “Diferentes tipos de sustratos tienen efectos distintos en el crecimiento de la altura total (HT), del diámetro de cuello (DC), peso seco (PS) y abundancia radicular (AR)”. Clase de hipótesis: de diferencia entre grupos.

Hipótesis Nula. Independientemente de los tipos de sustratos, los promedios de la HT, DC, P y AR, no muestran diferencias significativas.

Objetivos.

- Determinar el sustrato más adecuado para el crecimiento y desarrollo de plantines de algarrobo paraguayo.
- Determinar valores de HT, DC, que sirvan como referencia para la producción de esta especie en viveros tecnificados.
- Analizar la relación entre el conteo de las raíces secundarias y su peso para establecer un método de determinación de la abundancia radicular.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en el predio de la Empresa Danzer Forestación S.A. ubicado al sur de la ciudad de Posadas, Misiones. Geográficamente este sitio está definido por 27° 28'36.03 Lat. Sur; 55° 55' 36.56 Long. Oeste; y a una altitud de 133 m.s.n.m.

Se utilizó semillas proveniente de Monte Lindo Grande (sobre la Ruta Provincial N° 3 ex Ruta N° 90) y semillas procedentes de un árbol semillero ubicado sobre la Ruta N° 34 entre las localidades de Pastoril y Virasol de la Provincia de Formosa, donadas por la Estación Experimental Agropecuaria (EEA-INTA) de Colonia Benítez- Provincia de Chaco. El tratamiento pregerminativo aplicado consistió en abrasión mecánica durante 20 minutos y posterior remojo en agua a temperatura ambiente durante 24 horas. El vivero de la empresa posee las instalaciones de un vivero moderno como: bandejas y tubetes, portantes sobreelevado, riego mecanizado, fertilización, sustratos como corteza de pino y coco soil.

El diseño utilizado fue de bloques completos al azar con 6 tratamientos y 3 réplicas. La unidad experimental estuvo constituida por 24 tubetes y la unidad de observación por 8 cavidades. Se usaron tubetes de 168 cc y 13 cm de longitud. Los tratamientos consistieron en: T1 (siembra en sustrato de corteza de pino); T2 (siembra en sustrato de corteza de pino y 16 % de coco-soil); T3 (siembra en sustrato de corteza de pino y 16 % de sustrato de palma); T4 (siembra en sustrato de corteza de pino y 32 % de sustrato de palma); T5 (siembra en sustrato de corteza de pino y 50 % de sustrato de palma) y T6 (siembra en sustrato de palma pura). Las variables medidas a los 45 y 90 días fueron altura total y diámetro a la altura del cuello. Al finalizar el ensayo, a dos plantines por réplica (las que representaron la altura promedio), se les midió y evaluó abundancia de raíces, peso seco y se determinaron los siguientes índices de calidad del plantín (ITR, QI e IE) citados por Olivo y Buduba (2006).

Índice tallo raíz (ITR) (Iverson 1984)	Índice de calidad de Dickson (QI) (Dickson <i>et al.</i> 1960)	Índice de esbeltez de Schmidt-Vogt (IE) (Shmidt-Vogt 1980)
$\text{ITR} = \frac{\text{PS del tallo (g)}}{\text{PS de la raíz (g)}}$	$\text{QI} = \frac{\text{PS total (g)}}{\frac{\text{HT (cm)}}{\text{DC (mm)}} + \frac{\text{PS tallo (g)}}{\text{PS raíces (g)}}}$	$\text{IE} = \frac{\text{DC (mm)}}{\frac{\text{HT (cm)}}{10} + 2}$

Para la variable abundancia radicular se formaron dos categorías. Una, referida a la “raíz principal” (normal: sin enrulamiento y sin deformaciones; anormal: enruladas y/o con deformaciones). Otra, respecto a las “raíces secundarias” de más de 1 cm de longitud, clasificadas en Categoría I: poco abundante, de 1 a 18 raíces secundarias; Categoría II: abundante, de 19 a 36; y Categoría III: muy abundante, con más de 36 raíces secundarias. Para corroborar las categorías formadas por conteo de raíces, se pesó en húmedo el sistema radicular y luego las raíces secundarias por separado. De esta manera se pudo ponderar lo logrado por conteo. Para la determinación del peso seco se colocaron la parte aérea y radicular de las plantas por separado en estufa a 100° C, hasta obtener peso constante a las 48 hs.

Para el análisis de los resultados se empleó el análisis estadístico comparativo aplicando la Prueba de Fisher – “F” y el análisis de varianza – ANOVA ($\alpha = 0,05$). Posteriormente se evaluaron las diferencias de medias de grupos mediante la aplicación del Test de Tukey para igual nivel de significancia.

RESULTADOS

Análisis de la Altura y el diámetro de Cuello

Al realizar el procesamiento de los datos de las variables de control no se encontraron valores extremos dudosos (outliers) en el intervalo “promedio \pm 3 desvío estándar”. Además,

se realizó el contraste de varianza utilizando el test de Bartlett, encontrándose que no había diferencias estadísticamente significativas (p -valor > 0.05) entre las desviaciones típicas.

En la Tabla 1 se observan los estadísticos de las variables altura y diámetro de cuello.

Tabla 1. Medias de las variables altura y diámetro de cuello.

Table 1. Averages of the variable height and neck diameter.

Trat	Altura			Diámetro		
	Media (cm)	Des Estándar (cm)	CV (%)	Media (cm)	Des Estándar (cm)	CV (%)
1	14.2	3.6	25.2	0.246	0.016	6.610
2	13.9	4.6	33.2	0.236	0.012	5.051
3	14.1	0.4	3.0	0.250	0.013	5.120
4	18.0	0.9	4.9	0.274	0.009	3.368
5	18.1	0.7	4.0	0.284	0.003	1.135
6	17.5	1.6	8.9	0.281	0.013	4.525

La síntesis del análisis de ANOVA y Tukey se muestra en la Tabla 2

Tabla 2. Síntesis de los resultados de pruebas estadísticas. Fuente de Variación: tratamiento.

Table 2. Synthesis of the results of statistical tests. Source of Variation: treatment.

Variable	Prueba Estadística ($\alpha = 0,05$)							Rango Variable de Control
	ANOVA	Tukey						
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	
HT	No Significativa	-	-	-	-	-	-	10.6 – 18,9 cm
DC	Significativa*	cd	d	bcd	abc	a	ab	0.227 – 0.295 cm

Al analizar la variable DC se conformaron dos grupos homogéneos y cuatro intermedios. Si bien el sustrato palma mezclado con corteza de pino se presentó con respuestas biológicas mejores, no se registró diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos con 32, 50 y 100 % de palma (T₄, T₅ y T₆). Si bien para la variable altura no hay diferencias significativas, solo los plantines de los tratamientos T₄, T₅ y T₆ adquirieron a los 90 días el desarrollo adecuado para ser llevados a campo, es decir, cumplen con la “relación altura del envase/altura del plantín” igual a 1: 1.5, considerada adecuada en Formosa para plantas de algarrobo con destino a forestación.

Análisis del Peso Seco

Los estadísticos (media - \bar{X} , desvío estándar - DS, coeficiente de variación - CV) por tratamiento, de los pesos húmedo y seco de la parte aérea y del sistema radicular, se presentan en Tablas 3 y 4. En ellas se observa que las medias más altas pertenecen al T₅ (50% de palma) tanto para el peso húmedo, con un valor de 1.2707 para la parte aérea y 1.2322 para el sistema radicular; como para el peso seco con medias de 0.5323 y 0.3216, respectivamente.

Tabla 3. Peso Húmedo Aéreo y Radicular
Table 3. Humid Weigh Stem and Air Roots System

Tratamiento	PH PARTE AEREA			PH SIST. RADICULAR		
	MEDIA (g)	DES ESTANDAR (g)	CV (%)	MEDIA (g)	DES ESTANDAR (g)	CV (%)
1	0,5705	0,3116	54,6	0,7445	0,3218	43,2
2	0,7328	0,7007	95,6	0,7693	0,5403	70,2
3	0,5373	0,1510	28,1	0,6049	0,0966	16,0
4	0,9996	0,1538	15,4	0,8636	0,4154	48,1
5	1,2707	0,4555	35,8	1,2322	0,1497	12,2
6	0,9854	0,3359	34,1	0,8439	0,1930	22,9

Tabla 4. Peso Seco Aéreo y Radicular
Table 4. Dry Weigh Stem and Roots System

Tratamiento	PS PARTE AEREA			PS SIST. RADICULAR		
	MEDIA (g)	DES ESTANDAR (g)	CV (%)	MEDIA (g)	DES ESTANDAR (g)	CV (%)
1	0,2191	0,0948	43,2	0,2137	0,0912	42,7
2	0,2674	0,2349	87,8	0,2095	0,1193	56,9
3	0,2215	0,0708	31,9	0,1841	0,0149	8,1
4	0,4126	0,0292	7,1	0,2466	0,0985	39,9
5	0,5323	0,1621	30,5	0,3216	0,0635	19,7
6	0,3693	0,1577	42,7	0,1941	0,0671	34,6

El CV indica mayor homogeneidad para el peso húmedo aéreo en el T4 (corteza de pino - 32 % palma) y la mayor heterogeneidad en T2. Para el peso húmedo radicular, el T5 presenta los datos más uniformes y el T2 los más dispersos.

Para el peso seco aéreo, la mayor homogeneidad se dio en el T4, mientras que el mayor CV lo presenta el T2. Para el peso seco radicular el T3 presenta los datos más uniformes y el T2 los más dispersos.

Para el peso húmedo, los tratamientos T1 (corteza de pino 100%), T2 (corteza de pino con 16 % coco soil) y T3 (corteza de pino -16 % palma) los pesos del sistema radicular son mayores que los de la parte aérea. En el caso del T5 los pesos de ambas partes son muy similares con solamente 0.0385 g de diferencia. Para los pesos secos en ninguno de los tratamientos el peso del sistema radicular supera al de la parte aérea. En el caso del T1 las medias de los pesos de ambas partes son prácticamente iguales.

En el análisis estadístico no se encontró diferencias significativas para las variables peso húmedo, peso seco aéreo y radicular. Tanto la altura como los pesos húmedos y secos no son variables sensibles a los distintos tratamientos aplicados. Al analizar los pesos se observó una gran heterogeneidad en los datos de algunos tratamientos, especialmente en el tratamiento 2.

Análisis de la Abundancia Radicular

Los estimadores estadísticos demostraron que el T5 posee en promedio 41 raíces secundarias, el T6: 38, T4: 32, T1: 32, T2: 23 y es el T3 el que tiene el valor más bajo con 21 raíces secundarias. El CV indicó la mayor homogeneidad en el T5 y la menor en el T2.

Las categorías formadas según el conteo de raíces secundarias mayores a 1cm de longitud se presentan en el Gráfico 1 de dispersión. La mayoría de las plantas analizadas tenían entre 19 y 36 raíces secundarias, es decir que pertenecen a la categoría II y solamente cinco plantas presentaban menos de 19 raíces secundarias en los tratamientos T2-T3 (Cat I). El T5 es el que

posee mayor número de plantas en la Categoría III, con más de 36 raíces secundarias. Para realizar el ANOVA de esta variable discreta, los datos fueron previamente transformados mediante la expresión “raíz cuadrada del n° raíces secundarias”.

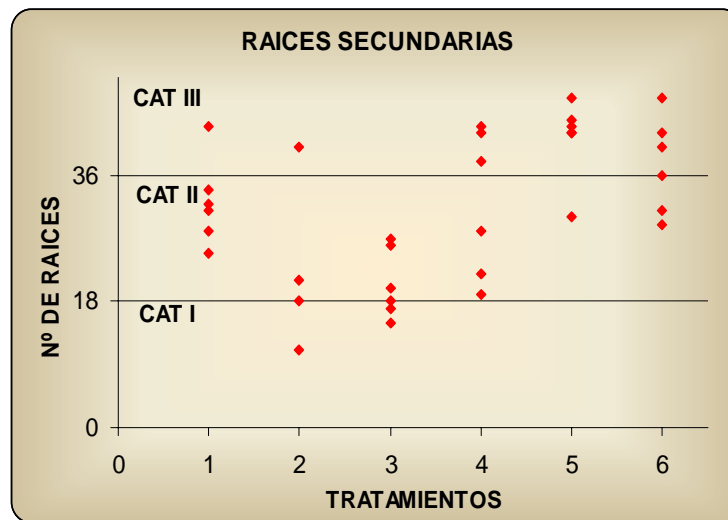


Gráfico 1. Formación de categorías según del número de raíces secundarias
Graph 1. Formation of categories according to of the number of secondary roots

Teniendo en cuenta que en el ANOVA realizado para esta variable se obtuvo un “p-valor” menor a 0.05 (diferencias significativas entre tratamientos), se rechaza la hipótesis nula. A partir de la aplicación del Test de Tukey (Tabla 5) se observa la conformación de dos grupos homogéneos.

Tabla 5. Test de Tukey
Table 5. Test of Tukey

Grupos Homogéneos	Tratamientos	Número de Réplicas	Media
A	5	3	6.4142
A	6	3	6.1023
A B	1	3	5.6508
A B	4	3	5.5906
A B	2	2	4.7671
B	3	3	4.5010

Contribución de las Raíces Secundarias

En el Gráfico 2 se muestran los pesos promedios de cada parte de la planta. Se observa que los tratamientos con 32-50-100 % palma (T4-T5-T6) poseen las plantas con mayor peso total, y de éstas, el T5 es el que tiene mayor peso de raíces secundarias. Estos valores confirman lo observado tanto a simple vista, como en el conteo de raíces y en el análisis de ANOVA, donde el T5 lograba diferencias estadísticamente significativas.

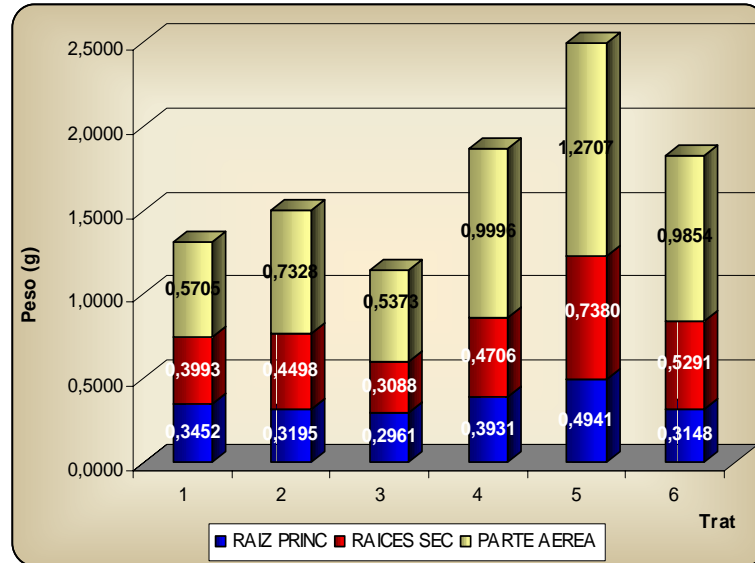


Gráfico 2. Pesos promedio de las partes de las plantas
Graph 2. Weigh average of the parts of the plants

Análisis de la Raíz Principal

La anomalía más común encontrada fue el ondulado o “zigzaguo” de la raíz principal, probablemente esto se deba a que durante la germinación el sustrato no brindaba el sustento necesario para el anclaje de la raíz. Otra de las anomalías encontradas, pero en menor frecuencia fue el enrulamiento de la raíz, debido quizás al reducido tamaño del orificio inferior de los tubetes utilizados. Esta situación se dio quizás porque las partículas de pino obstruían el orificio, impidiendo el paso de la raíz.

Interacción de las Variables Analizadas (H-Diam Cuello-Peso Seco) en Tres Índices

En la Tabla 6 se presentan las medias por tratamiento de los tres índices analizados. Según el índice tallo raíz (ITR), los sustratos con corteza de pino-32% de palma; corteza de pino con 50% palma y 100% palma (T4-T5-T6) produjeron plantas con valores superiores a 1,5. Iverson (1984) señala valores entre 1,5 y 2 como óptimos.

Tabla 6. Medias por tratamiento de tres índices.
Table 6. Averages for treatment of three indexes.

TRAT	I. Tallo Raíz (ITR)	I. de Calidad de Dickson (QI)	I de Esbeltez de Schmidt-Vogt (IE)
1	1.022	0.066	0.751
2	1.125	0.064	0.707
3	1.206	0.061	0.763
4	1.848	0.081	0.713
5	1.697	0.104	0.754
6	1.844	0.066	0.728

Para el Índice de Dickson *et al.* (1960) consideran que cuanto más alto es el valor de su índice (QI) mejor es la calidad de la planta; en este ensayo ello se logró con el sustrato corteza - 50% palma. En el índice de esbeltez (IE) un valor de uno es adecuado para plantas normales de pino ponderosa (Dengler *et al.* 1990), para el *Prosopis hassleri* los índices son menores a

la unidad. El valor más alto se dio con el sustrato de corteza de pino con 16% de palma (T3), aunque el tratamiento con 50% de palma (T5) no difiere mucho del valor alcanzado por el T3.

CONCLUSIONES

Por ser el T4 el que utiliza menor proporción de sustrato de palma, y por no diferenciarse estadísticamente de los tratamientos con 50% y 100% de palma, se sugiere su uso para la producción de esta especie en el vivero provincial.

Los índices evaluados concordaron con el análisis estadístico. Para el ITR los mejores tratamientos fueron el T4, T5 y T6; para el QI, el mejor fue T5, mientras que para el Índice de Esbeltez lo fue el T3 y T5.

Los valores promedio alcanzados a los 90 días con el empleo de este sustrato fueron de 18 cm de altura, 0.274 cm de diámetro de cuello y en cuanto a la abundancia radicular, se contaron en promedio para este tratamiento 32 raíces secundarias (abundantes)

Analizando la cantidad de raíces y el peso en húmedo de las mismas, se encontró una relación directa entre ambas por lo que en el futuro no será indispensable el conteo de las raíces secundarias, sino que se podrá inferir la abundancia mediante el peso de las mismas, correspondiendo para esta especie y bajo estas condiciones de producción que las plantas con un peso de raíces secundarias de 0.470 g aproximadamente, tendrán raíces secundarias abundantes.

BIBLIOGRAFÍA

- DIAZ, D. E. y TESON, N. 2001. XVI Jornadas Forestales INTA Concordia. Ensayo de sustratos y fertilizantes para la producción de plantas de algarrobo amarillo *Prosopis nigra* var. *ragonesei* en vivero. En: http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0-0/forestación/biblos/pdf/2001/posters_2001/126_Poster_9_Diaz_teson%20Prosopis.pdf
- HARTMANN, H. & KESTER. 1980. Propagación de Plantas, Principios y prácticas, edición española: Compañía Editorial Continental S.A. México. Segunda Edición. pp 42 y 71.
- PASTOR SÁEZ, N. 1999. Utilización de sustratos en viveros. TERRA Latinoamericana Julio-septiembre, año/vol.17, número 003, Universidad Autónoma Chapingo, México. pp.231 al 235. En: <http://redalyc.uaemex.mex/redalyc/pdf/573/57317307.pdf>.
- SÁNCHEZ, V. ; CACERES, D. 2001. Estudios taxonómicos y fenológicos de las especies de importancia forestal de la provincia de Formosa. pp 40 al 46. Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Formosa.
- SERIDA Boletín informativo n° 3. 2006. Programa de Investigación Forestal del Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario. Control de calidad de planta forestal. En: <http://www.serida.org/publicacionesdetalle.php?id=01521>.
- OLIVO V. B. y BUDUBA C. G. 2006. Bosques (Valdivia). Influencia de seis sustratos en el crecimiento de *Pinus ponderosa* producido en contenedores bajo condiciones de invernáculo. En : http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071792002006000300007&script=sci_arttext

**PROYECTO DE EXTENSION
GEOREFERENCIACIÓN DE ÁRBOLES NATIVOS DE LA SELVA MISIONERA
PARA APADRINAMIENTO – ANDRESITO – MISIONES**

**GEOREFERENCING OF NATIVE TREES OF THE MISIONERA FOREST IN
ANDRESITO MISIONES LOOKING FOR SPONSORING**

**Domingo César Maiocco¹
Luis Alberto Grance²
Juan Carlos Heck³
Marco Mendoza Padilla³
Mauricio Alves do Porto³
Lucio Alfonso González³**

1.- M. Sc. Ing. Forestal, Profesor Adjunto, Facultad de Ciencias Forestales, Bertoni 124,
dmaiocco@facfor.unam.edu.ar

2.- Ing. Forestal, Profesor Adjunto, Facultad de Ciencias Forestales, Bertoni 124, lgrance@facfor.unam.edu.ar

3.- Estudiantes carrera Ingeniería Forestal, Facultad de Ciencias Forestales, Bertoni 124.

RESUMEN

Este Proyecto se implementó en el marco del Programa: Fortalecimiento a las Actividades de Extensión de la Universidad Nacional de Misiones (PROFAE), en la propiedad “Los Cedritos” ubicado en el Municipio Almirante Brown (Andresito), Departamento General Manuel Belgrano, Provincia de Misiones. El citado predio está siendo ocupado parcialmente por un sistema Silvopastoril con ganado bovino. El objetivo de este trabajo es georeferenciar todos los individuos arbóreos de interés pertenecientes a este sistema para ofrecer su apadrinamiento a personas interesadas. Con esto se pretende lograr un ingreso para el propietario del lote de modo que le sea viable la conservación de estos individuos arbóreos. El sistema permite que cualquier persona, desvinculados al bosque pero comprometidos con el medio ambiente puedan contribuir a la conservación de la masa boscosa simplemente apadrinando un árbol. Se identificaron, marcaron, midieron, fotografiaron y georeferenciaron 500 individuos arbóreos.

SUMMARY

This project started due to the programme: Strengthening of the extension activities of the National University of Misiones (PROFAE) in “Los Cedritos” propriety located in the Municipality of Almirante Brown (Andresito), General Manuel Belgrano, Department in the Province of Misiones. This piece of land is being partially occupied by an agroforestry system with bovine cattle. The objective of this work is to make a georeference of all the individual trees that belong to this system which are of interest in order to offer a sponsorship to people who may be interested. With this we pretend to get an income for the owner of the land to help him keep all these individual trees. This system allows that any person, who is not involved with the forest but with the environment could contribute with the conservation of the forests by means of sponsoring a tree. 500 individuals trees were identified, marked, measured, photographed and georeferenced.

ORIGENES Y ANTECEDENTES

Este Proyecto se implementó en el marco del Programa: Fortalecimiento a las Actividades de Extensión de la Universidad Nacional de Misiones (PROFAE) a través de un equipo de Docentes y estudiantes avanzados de la Carrera de Ingeniería dependiente de la Facultad de Ciencias Forestales de Eldorado.

A solicitud de la Familia Waidellich, en el mes de diciembre del año 2007 se implementó el Proyecto en el predio “Los Cedritos”, ubicado a 7 km del pueblo de Almirante Brown (Andresito), Departamento General Manuel Belgrano, Provincia de Misiones. Al mismo se accede por la ruta provincial N° 19 y a 3 km de esta por un camino terrado de muy buena transitabilidad.

El apadrinamiento de árboles es una actividad inédita en la provincia, constituyendo esta actividad un desafío.

CARACTERISTICAS DE LA EXPERIENCIA

El objetivo de este trabajo es identificar y georeferenciar todos los individuos arbóreos distribuidos en un sector de la propiedad donde se está implementando un sistema Silvopastoril (Parquizado) con ganado bovino, con el objeto de facilitar la individualización de la información y ubicación para apadrinar los individuos arbóreos.

Con el apadrinamiento se pretende lograr un ingreso para el propietario, de modo que le sea viable la conservación de estos individuos. Cabe aclarar que apadrinar un árbol implica el aporte de una suma de dinero destinada a la conservación de este recurso natural.

Éste sistema permitirá que personas desvinculadas al bosque, pero comprometidas con el medio ambiente, puedan contribuir a la conservación del mismo.

Los objetivos específicos del Proyecto son:

- ✓ Georeferenciar cada individuo a partir de rumbos de coordenadas conocidas.
- ✓ Identificar las especies y medir las características dasométricas.
- ✓ Identificar los individuos mediante un número.
- ✓ Realizar toma de fotografías digitales de cada individuo.
- ✓ Sistematizar la información en un SIG (sistema de información geográfica) de manera de facilitar su localización;
- ✓ Elaborar cartografía con la ubicación de los puntos relevados con GPS

ANÁLISIS DEL PROCESO REALIZADO

Elementos facilitadores:

El Proyecto se realiza con el apoyo logístico y económico de la familia Waidellich, productores de la zona de Andresito; para éste fin, se constituye un equipo de docentes y estudiantes de la Facultad de Ciencias Forestales. Otros recursos financieros son aportados por la Secretaría General de Extensión Universitaria a través del Programa de Fortalecimiento a las Actividades de Extensión de la Universidad Nacional de Misiones (PROFAE)

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DEL PROCESO

Fortalezas, logros y aciertos:

Se puede considerar como una fortaleza del Proyecto la pertinencia del mismo con respecto a la recientemente sancionada ley de “Presupuesto mínimos de protección ambiental de los bosques nativos”; donde el artículo 1° dice “*La presente ley establece los presupuestos mínimos de protección ambiental para el enriquecimiento, la restauración, conservación,*

aprovechamiento y manejo sostenido de los bosques nativos, y de los servicios ambientales que éstos brindan a la sociedad. Asimismo establece un régimen de fomento y criterios para la distribución de fondos por los servicios ambientales que brindan los bosques nativos”.

El plan de manejo le permite al propietario extraer los ejemplares arbóreos que se secan o son derribados por el viento. Los árboles son utilizados íntegramente, es decir tanto la madera de los fustes como las raíces son extraídas para la elaboración de muebles rústicos.

Durante el período Noviembre (2007) – Marzo (2008), el equipo técnico realizó dos campañas de campo donde fueron seleccionados 500 individuos para apadrinar en la zona de estudio. Se georeferenciaron los mismos, con un GPS marca “Garmín” utilizando simultáneamente cuadrículas de 50 m x 20 m delimitadas en el terreno por estacas de madera de 1,20 m de altura.

Todos los ejemplares fueron marcados e identificados con una estaca de madera dura (Guayubira), cilíndrica, de 1,0 cm de diámetro y 25 cm de longitud en la se puede leer un número con pintura blanca. Para la inserción del mismo se utilizó un taladro de mano perforando el fuste a una altura de 1,70 m desde la base.



**Foto 1: Taladrando el fuste a 1,70 m desde el suelo.
Photo 1: Drilling the pole at 1,70 m from the ground.**



**Foto 2: Tarugo de madera dura mostrando el código asignado.
Photo 2: Code assigned with a hardwood peg.**

Posteriormente se procedió a la toma de datos dasométricos de las especies, para ello se utilizó forcípula, cinta dendrométrica, y Vertex. En una planilla diseñada a tal efecto se

registraron las siguientes variables: especie, DAP, altura de fuste y altura total; además del código de identificación, número de las fotografías digitales, coordenadas geográficas y cartesianas.

Al mismo tiempo se realizó una documentación fotográfica utilizando para ello una máquina digital marca Samsung, de 4 megapíxeles. En la Tabla 1 se observa a título de ejemplo la información relevada:

Número árbol	Nombre Común	Nombre científico	D.A.P. (cm)	Altura fuste (m)	Altura total (m)	Coordenadas geográficas		Número fotos	Número grilla
						Latitud (S)	Longitud (O)		
1250	Rabo Ita	<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i>	46	12,9	24,9	25° 43,012'	54° 03,002'	99;100	12
1251	Guatambú	<i>Balfourodendron riedelianum</i>	39,8	9,6	16	25° 43,006'	54° 03,000'	101;102	12
1252	Aguai	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	44	7,4	17,1	25° 43,006'	54° 02,998'	103;104	12
1253	Guatambú	<i>Balfourodendron riedelianum</i>	30,5	10,4	20,2	25° 42,998'	54° 02,999'	105;106	12
1254	Alecrin	<i>Holocalyx balansae</i>	50,5	7,5	18	25° 42,993'	54° 03,003'		12
1255	Caña Fístola	<i>Peltophorum dubium</i>	51	8,6	23,5	25° 42,990'	54° 03,001'		12
1256	Guayubira	<i>Patagonula americana</i>	64,5	7,3	20,2	25° 42,987'	54° 03,005'	107;108	12
1257	Azota Caballo	<i>Luehea divaricata</i>	11,5	2,9	6,9	25° 42,985'	54° 03,001'	109;110	12
1258	Guayubira	<i>Patagonula americana</i>	11,5	1,8	9	25° 42,976'	54° 02,999'	111;112	13
1259	Caña Fístola	<i>Peltophorum dubium</i>	13,5	2,1	8,4	25° 42,972'	54° 03,002'	113;114	13
1260	Araticú	<i>Rollinia salicifolia</i>	48	6,5	15,4	25° 42,975'	54° 03,012'		13
1261	Alecrin	<i>Holocalyx balansae</i>	11,6	2,1	9	25° 42,975'	54° 03,012'	115;116	13
1262	Rabo Ita	<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i>	15	2,9	9,6	25° 42,971'	54° 03,014'	117;118	13
1263	Anchico	<i>Parapiptadenia rigida</i>	54	8	21	25° 42,955'	54° 03,021'		13
1264	Caña Fístola	<i>Peltophorum dubium</i>	24,5	4,2	16,4	25° 42,952'	54° 03,022'	119;120	13
1265	Caña Fístola	<i>Peltophorum dubium</i>	63,2	8,3	19,5	25° 42,949'	54° 03,022'	121;122	13
1266	Caña Fístola	<i>Peltophorum dubium</i>	55,6	9,2	24,2	25° 42,944'	54° 03,017'	123;124	13
1267	Isapuí Para	<i>Machaerium paraguariensis</i>	43	9,8	25,2	25° 42,947'	54° 03,019'	125;126	14
1268	Isapuí	<i>Machaerium stipitatum</i>	12	2	9,4	25° 42,946'	54° 03,017'	127;128	14
1269	Incienso	<i>Myrocarpus frondosus</i>	13,2	4,1	9,8	25° 42,941'	54° 03,021'	129;130	14
1270	Cedro	<i>Cedrela fissilis</i>	29	2,9	10,8	25° 42,939'	54° 03,019'	131;132	14
1271	Caña Fístola	<i>Peltophorum dubium</i>	10	4	9,3	25° 42,937'	54° 03,025'	133;134	14
1272	Isapuí	<i>Machaerium stipitatum</i>	13,5	5,2	11,4	25° 42,938'	54° 03,029'	135;136	14
1273	Guayubira	<i>Patagonula americana</i>	75	6,8	19,7	25° 42,929'	54° 03,026'		14
1274	Caña Fístola	<i>Peltophorum dubium</i>	15	2,7	9,7	25° 42,930'	54° 03,034'	137;138	14
1275	Caña Fístola	<i>Peltophorum dubium</i>	44,8	5,3	21,3	25° 42,929'	54° 03,035'	139;140	14
1276	Caña Fístola	<i>Peltophorum dubium</i>	12,5	3,1	7	25° 42,923'	54° 03,038'	141;142	15
1277	Caña Fístola	<i>Peltophorum dubium</i>	11	2,9	8,5	25° 42,922'	54° 03,040'	143;144	15
1278	Incienso	<i>Myrocarpus frondosus</i>	77	11,5	24,3	25° 42,912'	54° 03,033'		15
1279	Peteribí	<i>Cordia trichotoma</i>	12,3	3	10,7	25° 42,903'	54° 03,035'	145;146	15
1280	Lechero	<i>Sebastiania brasiliensis</i>	12,5	4	12,3	25° 42,898'	54° 03,043'	147;148	15

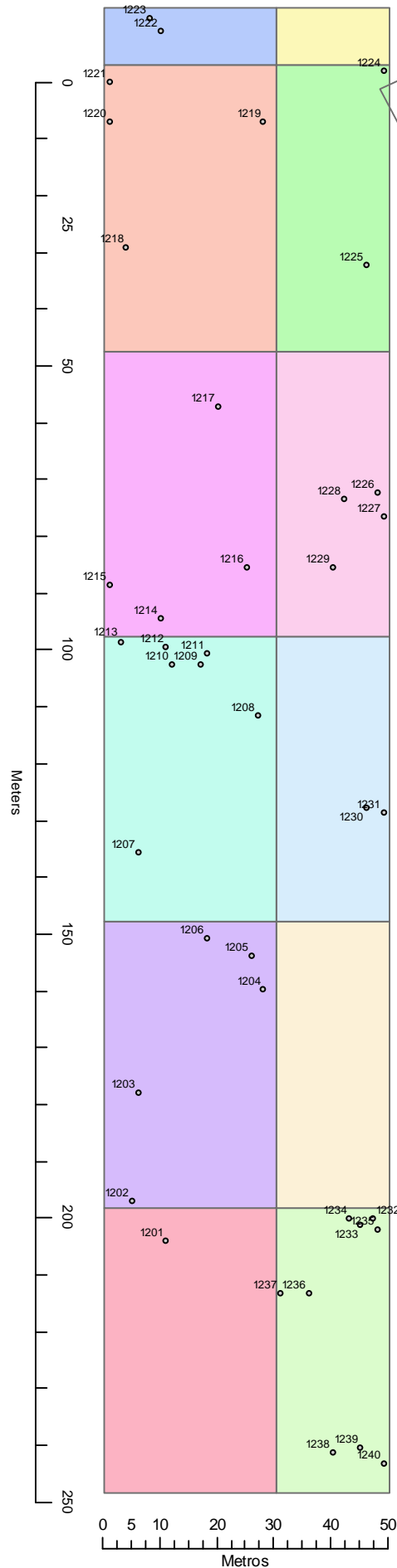
DESAFIOS E INTERROGANTES PARA QUIENES REALIZARON EL TRABAJO

Si bien la Universidad Nacional de Misiones tiene como objetivo, con la implementación del Programa PROF AE, promover el desarrollo de proyectos de extensión; entendiendo como tales a propuestas de procesos transformadores de la realidad social, económica y productiva de la región, tendiente a mejorar la calidad de vida, la optimización del uso de los recursos productivos, la adecuada gestión y desarrollo integral y sustentable de los diferentes sectores de la comunidad, consideramos que los recursos financieros asignados son insuficientes para darle al presente trabajo la difusión necesaria.

Se pretende que otros productores, propietarios de bosques y reservas privadas de la Provincia comprometidos con la conservación puedan implementar el apadrinamiento de árboles en sus predios.

A través del Programa radial “Norte Forestal” espacio de la Facultad de Ciencias Forestales se ha dado conocer esta iniciativa y consideramos que las 13^{as} Jornadas Técnicas constituye otro evento propicio para la difusión del mismo.

Plano De Mapeo de Arboles (Anexo 1)



Arbol: 1224
 Grilla: 8 (x: 49 m, y:19 m)
 Padrino: Juan Perez
 Nombre: Cedro
 NC: Cedrela fissilis
 Dap: 55
 Altura T: 22
 Altura F:7
 Foto: 1224
 Coordenadas: -25° 42' 53,5'' S
 -54° 03' 03,7'' W

Fotos Dendrometro y Fuste



Referencia

• Arboles

- 001
- 002
- 003
- 004
- 005
- 006
- 007
- 008
- 009
- 010
- 011
- 10a

Arbol	Grilla	Nombre C.
1201	1	Pindo
1202	2	Guatambu
1203	2	Guatambu
1204	2	Incienso
1205	2	Guayubira
1206	2	Incienso
1207	3	Guayubira
1208	3	Guatambu
1209	3	Isapui
1210	0	Caña Fistola
1211	3	Caña Fistola
1212	3	Guayubira
1213	3	Loro Blanco
1214	4	Caña Fistola
1215	4	Caña Fistola
1216	4	Isapui
1217	4	Caña Fistola
1218	5	Caña Fistola
1219	5	Guatambu
1220	5	Cedro
1221	5	Loro Blanco
1222	6	Cedro
1223	6	Guatambu
1224	8	Cedro
1225	8	Timbo
1226	9	Isapui
1227	9	Caña Fistola
1228	9	Caña Fistola
1229	9	Pindo
1230	10	Caña Fistola
1231	10	Azota Cabal
1232	11	Isapui
1233	11	Caroba
1234	11	Caña Fistola
1235	11	Timbo
1236	11	Guatambu
1237	11	Guatambu
1238	11	Araucaria
1239	11	Caña Fistola
1240	11	Araucaria

**ENSAYOS DE CONTROL CULTURAL Y QUIMICO DEL BARRENADOR
(*Hypsipyla grandella*) EN PLANTACIONES DE CEDRO MISIONERO
(*Cedrela fissilis*)”**
**CULTURAL AND CHEMICAL CONTROL TRIAL FOR THE *Hypsipyla grandella*
BUGS IN GROVES OF CEDRO MISIONERO (*Cedrela fissilis*)**

Domingo César Maiocco¹
Alicia Mónica Stehr²
Juan Pedro Agostini³
Juan Heck⁴
Marcos Mendoza Padilla⁵

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.- Ph. D. Ing. Agrónomo, Profesor Adjunto, Facultad de Ciencias Forestales – INTA, Avda El Libertador 2472.
3384. Montecarlo. Misiones frumonte@ceel.com.ar

4 y 5.- Estudiantes carrera Ingeniería Forestal, Facultad de Ciencias Forestales, Bertoni 124.

SUMMARY

The *Cedrela fissilis* trees are affected by the *Hypsipyla grandella* bugs, thus the objective of this project is to identify a method for their control for the settlement of a commercial plantations. The trial was set in a secondary forestry of about 20 years old with seedling of about 8 month-old of *C. fissilis* growing in nursery condition. All of them were free of the bug damage at the time of plantation. To set the experiment were opened 12 transects about 2 m wide and 10 meter apart each other. Every 5 meter was *C. fissilis* trees planted with 3 replications per treatment in a randomized blocks designs. Four treatments were set: systemic or a contact insecticide application, prune of the affected tips; and the control. During the first year a 74% of survival was observed. The Fendona treatment; which is a contact pesticide is the best.

Key words: Cultural control, chemical control, *Hypsipyla grandella*, *Cedrela fissilis*

RESUMEN

El cedro misionero (*Cedrela fissilis* Vell.) es una especie forestal nativa considerada como de gran valor comercial en la Argentina. Sin embargo, presenta problemas sanitarios por el ataque del barrenador *Hypsipyla grandella* Zeller; el objetivo del Proyecto es identificar un método de control efectivo para el establecimiento de plantaciones comerciales de cedro en la provincia de Misiones. El ensayo se instaló en un bosque secundario de aproximadamente 20 años de edad, con plantines de vivero, en macetas, libre de ataque del “barrenador del brote del cedro”. Se implementaron 12 transectos de 2 m de ancho y 100 m de largo, distanciados 10 m entre sí; donde se establecieron parcelas rectangulares, con una separación entre plantas de 5 m. Cada parcela cuenta con 20 árboles y cada tratamiento tiene 3 repeticiones, distribuidos aleatoriamente en la superficie del ensayo. Los tratamientos que se están evaluando son los siguientes: a) Aplicación de insecticida sistémico; b) Poda manual correctiva; c) Aplicación de insecticida de contacto y d) Testigo. Se determinó un 74 % de sobrevivencia al primer año de evaluación. Se observó que el cedro aún bajo cubierta es sensible a las heladas con un 70 % de incidencia y el tratamiento que hasta el momento está

dando los mejores resultados con un 100 % de efectividad es la aplicación del insecticida de contacto Fendona (Alfacipermetrina).

Palabras clave: Control cultural, control químico, *Hypsipyla grandella*, *Cedrela fissilis*.

INTRODUCCIÓN

El cedro Misionero o ygary (*Cedrela fissilis* Vell.) es un árbol de la familia de las Meliáceas, originario de América Central y Sudamérica. Su madera de color castaño rojizo, es muy apreciada por su calidad, se usa en toda clase de trabajos de carpintería, mueblería, revestimientos y construcciones navales. Es una madera con óptimas características físico-mecánicas, de fácil trabajabilidad y excelente estabilidad dimensional (CELULOSA ARGENTINA S.A. 1975).

Pese a su fácil adaptabilidad y alto valor comercial, en la Provincia de Misiones no existen plantaciones de cedro en superficies importantes, debido a la susceptibilidad al ataque del barrenador *Hypsipyla grandella* Zeller, principal plaga de la especie, que se introduce en la madera en estado de larva por la yema terminal, deteriorando la médula hacia abajo del tallo, secándola y produciendo la bifurcación del tronco.

Este problema fitosanitario impide que se establezcan plantaciones comerciales en la provincia. Actualmente, se sigue perdiendo superficie de bosque nativo y la oferta de la madera para uso industrial de esta especie ha disminuido notablemente.

Mucho se ha investigado sobre métodos de control directo y silvícola, sin embargo a la fecha no existe un sistema de manejo integrado que permita lograr plantaciones comerciales exitosas sin secuelas de los barrenadores.

Con la evaluación de los tratamientos aplicados, se pretende lograr una metodología que permita la implantación de *C. fissilis* en bosques secundarios bajo enriquecimiento en la Provincia de Misiones con el objetivo de lograr plantaciones sanas y productivas de esta especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

La implementación del ensayo se realizó en un predio rural ubicado a los 26° 47' de latitud sur y 54° 45' de longitud oeste, del Municipio Santiago de Liniers, Departamento Eldorado. Las características climáticas de la región se corresponden con las isotermas de 24 y 25 °C como temperatura media para el mes más cálido (enero) y la isoterma de 14 °C para las temperaturas medias del mes más frío (julio), registrándose ocurrencias de heladas meteorológicas en el 90% de los años, con mínimas absolutas de -6 °C.

La región se encuentra próxima a la isohieta de 1.800 mm como medias anuales de precipitación. Para la localidad de Eldorado, se referencia 1.723 mm de precipitación media anual (SILVA *et. al.* 2005).

De acuerdo a la clasificación de CARTA (1.963), el sector donde se implementó el ensayo corresponde a suelos del complejo 9, rojos profundos muy evolucionados, lixiviados, permeables, ácidos o ligeramente ácidos, medianamente fértiles, de buenas características, con presencia de pequeñas piedras sueltas. Las pendientes son leves y moderadas, no superando en ningún sector el 8 % en sentido Este – Oeste siendo uno de sus límites un curso de agua permanente, el arroyo Tigre.

La vegetación predominante está compuesta por un bosque secundario de aproximadamente 20 años de edad, originado a partir de la tala rasa de una plantación de *Araucaria angustifolia*.

A los fines de caracterizar el bosque secundario, se identificaron y midieron con forcípula todos los individuos mayores a 5 cm de d.a.p. (diámetro del árbol a 1,30 m del suelo) en 10 parcelas cuadradas de 100 m², distribuidas al azar dentro del área del ensayo para la determinación de las especies leñosas y área basal.

Separados cada 10 m, se implementaron 12 transectos, de 2 m de ancho y 100 m de largo, en dirección Este - Oeste (EO), donde se plantaron los cedros con una separación entre plantas de 5 m. Cada parcela cuenta con 20 árboles y cada tratamiento tiene 3 repeticiones, distribuidas aleatoriamente en la superficie total del ensayo.

Se utilizó una brújula marca Sunnto para establecer la dirección de los transectos y posteriormente se realizó la apertura del dosel con machete. Para lograr el ensanchamiento de los mismos a 2 metros, se apearon con motosierra todos los individuos hasta 20 cm de d.a.p.

Utilizando una mochila manual, un mes antes de la plantación se aplicó herbicidas: Raundup (Glifosato) y Errasín (Metsulfurón - metil) con una dosis de 250 cm³/20 l de agua y 10 gr/20 l de agua respectivamente, a los efectos de evitar la competencia con la especie plantada.

Las plantas utilizadas en el ensayo, se encontraban en macetas con una altura promedio de 30 cm, libre de ataque del “barrenador del brote del cedro”.

Los tratamientos evaluados fueron los siguientes: a) Aplicación de insecticida sistémico; b) Poda manual correctiva; c) Aplicación de insecticida de contacto y d) Testigo sin tratamiento alguno.

Una vez establecido en campo la distribución aleatoria de cada una de las parcelas – tratamientos se procedió en cada caso de la siguiente manera:

a) Es un insecticida perteneciente al grupo químico de los cloronicotilínicos. Actúa por contacto, ingestión y posee actividad sistémica, su principio activo es Imidacloprid, de nombre comercial Confidor; el mismo se incorporó en las plantas mediante mochila pulverizadora manual en una dosis de 2 cc de producto por litro de agua. Con una periodicidad de 15-20 días en las épocas estivales de mayor incidencia de ataque, disminuyendo la frecuencia en los meses más fríos.

b) En las parcelas con poda correctiva, cada 15 días, se procedió a monitorear el ataque del barrenador en las plantas, observando la presencia de goma o aserrín en la última porción del brote apical o la base de los folíolos. Ante estos signos, se procedió a realizar una poda con tijera, a los efectos de eliminar la parte afectada del brote, con lo cual se pretende interrumpir el avance del daño y permitir un rebrote sano. En los casos donde se observó una brotación múltiple, se eliminaron en una segunda etapa los brotes más débiles, para favorecer la dominancia apical del más fuerte y evitar la bifurcación del fuste.

c) En estas parcelas, se utilizó un insecticida de contacto de nombre comercial Fendona, el mismo contiene alfacipermetrina, su excelente estabilidad y particular formulación le otorga un sobresaliente poder residual, no es peligroso para los seres humanos o animales domésticos y no se acumula en el medio ambiente cuando es usado según las indicaciones. La dosis utilizada en el ensayo fue de 10 ml/litro de agua. Su forma y periodicidad de aplicación fue similar al tratamiento A (BASF Argentina)

d) Las parcelas testigos tuvieron una distribución espacial, frecuencia de observación y cuidados culturales igual al resto de los tratamientos.

Para registrar la visualización del ataque en una planilla, en todos los casos se realiza una revisión periódica cada 15-20 días en el período agosto - marzo y cada 30 días el resto del año. A los efectos de analizar la evolución del crecimiento, se miden las alturas de las plantas cada 6 meses.

Durante los dos primeros años se replantaron los individuos que murieron por diferentes causas (sequías, heladas, ataques de la mariposita, etc). Esta información fue utilizada para el cálculo de la sobre vivencia de la especie.

Se ha observado que las plantas de Cedro son sensibles a las heladas, aún en ésta forma particular de plantación (bajo cubierta protectora del bosque secundario) lo que produjo la muerte de los brotes apicales (Foto 1), haciendo necesario la poda con tijera de la zona necrosada.



Foto 1: Ejemplar de *C. fissilis* afectado por heladas tardías
Picture 1: *Cedrella fissilis* tree affected by a late freeze

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir de la medición de las parcelas para caracterizar el bosque secundario, se determinó la presencia de 26 especies leñosas forestales mayores a 5 cm de d.a.p., las mismas representan un área basal promedio de 17 m²/ha. La densidad es de 1009 individuos/ha, encontrándose 480 árboles/ha (≥ 10 cm de d.a.p.) y la altura promedio del dosel es de 12 m.

Durante el año 2006-2007 se repusieron las plantas muertas debido al déficit hídrico del año 2005 (1.325 mm) (SILVA *et. al.* 2005) y por otros motivos como por ejemplo el problema de estrés ocasionado por la falta de arraigue.

En el gráfico 1 se representa el porcentaje de sobrevivencia obtenido a partir del análisis de la información relevada en dicho período.

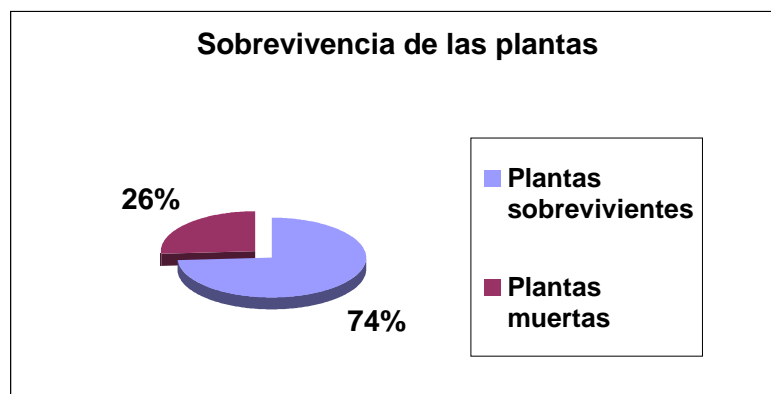


Gráfico 1: Porcentaje de sobrevivencia de las plantas de *C. fissilis* en el período 2005-2006

Fig. 1: Porcentaje of survival of *Cedrella fissilis* trees in the period 2005-2006.

Las heladas ocurridas durante el invierno del año 2006, afectaron al 70 % del total de plantas del ensayo, teniendo mayor incidencia en el sector del bosque secundario de menor área basal (13,6 m²/ha), en cambio en el sector con mayor área basal (20,8 m²/ha) el daño fue menor. Posteriormente a la ocurrencia de las heladas se procedió a comparar las alturas de los ejemplares antes y después de las podas de las zonas necrosadas. Para evaluar los daños se estimó un promedio, dando como resultado un 18 % de pérdida de crecimiento

Con respecto a la incidencia del barrenador *Hypsipyla grandella* para el año 2007, se obtuvo un 100 % de efectividad (sin ataque), con la aplicación del insecticida de contacto (Fendona), en cambio en los otros se observó un 1,7 % de ataque, siendo notable la mayor mortalidad de plantas (13 %) en el tratamiento testigo.

CONCLUSIONES

- ✓ Las plantas de Cedro Misionero (*Cedrella fissilis*) presentan una alta sobrevivencia en enriquecimiento de bosque secundario.
- ✓ Las mismas son altamente sensibles a las heladas, en bosques que presentan baja cobertura.
- ✓ Ambos insecticidas, de contacto y sistémico aplicado mediante pulverizaciones periódicas han tenido el efecto de control esperado.

BIBLIOGRAFÍA

Compañía Aeronáutica de Relevamiento Topográfico Argentino (CARTA). 1963

SILVA, F; B. EIBL; A. E. BOBADILLA (2001-2005). Base de datos meteorológicos regional. Boletín meteorológico mensual de la ciudad de Eldorado. Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales (ISIF). Facultad de Ciencias Forestales.

Libro del Árbol, Tomo II, 1975. Esencias forestales indígenas de la Argentina de aplicación industrial. Celulosa Argentina S.A.

**PLAN DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL ADAPTATIVO PARA LAS ÁREAS
BOSCOSAS DE LA PROVINCIA DE JUJUY
ADAPTIVE LAND-USE PLANNING FOR THE FORESTED AREAS OF JUJUY
PROVINCE**

**Lucio R. Malizia¹
Silvia Pacheco²
Alejandro D. Brown³**

¹Dr. en Ecología, Evolución y Sistemática, Responsable Oficina Jujuy, Fundación ProYungas, Alvear 678, oficina 23, San Salvador de Jujuy, Jujuy. luciomalizia@proyungas.org.ar

²Lic. en Ciencias Biológicas, Coordinadora Sistema de Información Geográfica Ambiental, Fundación ProYungas, Avenida Aconquija 2423, Yerba Buena, Tucumán. pacheco@proyungas.org.ar

³Dr. en Ecología, Presidente, Fundación ProYungas, Avenida Aconquija 2423, Yerba Buena, Tucumán. abrown@proyungas.org.ar

RESUMEN

Se elaboró una propuesta para el plan de ordenamiento territorial (OT) adaptativo de las áreas boscosas de la Provincia de Jujuy. Para ello se realizó una zonificación ambiental de los distintos bosques y áreas productivas por debajo de los 3000 m de elevación, y se elaboró una zonificación tipo “semáforo” de las unidades ambientales involucradas. Este plan contempla las áreas que deberán ser protegidas (en rojo), las de neta vocación forestal (en amarillo) y las que pueden transformarse (en verde). De las 1.397.175 ha de superficie boscosa de Jujuy, 241.732 ha ya han sido transformadas (17%) y otras 80.694 ha podrían transformarse potencialmente. Esto significa que un máximo de 23% de la superficie original de bosque podría ser destinada a agricultura y otros usos (322.426 ha), mientras que al menos un 70% persistirá como áreas boscosas (982.933 ha). El Estudio de Impacto Ambiental es la herramienta que deberá vincular este plan de OT con las solicitudes de habilitación de nuevas tierras para actividades agrícola-ganaderas y de uso forestal. El Plan de OT surge de un proceso participativo que necesita ser revisado periódicamente para mantener su carácter adaptativo, bajo la responsabilidad del Gobierno de la Provincia de Jujuy.

SUMMARY

We elaborated an adaptive land-use planning proposal for the forested areas of the Jujuy province. First, we performed a classification of the different forest types and productive areas, below 3000 m of elevation. Then, we classified the different environmental units according to their potential use and services. This resulted in three categories: areas for protection (in red), areas for timber and non-timber forest uses (in yellow) and areas that can potentially be transformed (in green). For a total of 1.397.175 ha originally covered with forests in Jujuy, 241.732 ha have already been transformed mainly for agriculture (17%) and other 80.694 ha could potentially be transformed according to this plan. This means that a maximum of 23% of the study area could potentially be used for agriculture (322.426 ha) and that a minimum of 70% will remain as forested areas (982.933 ha). The environmental impact assessment, a legal tool necessary to analyze conversion of forested areas into agriculture and other uses, will consider this plans into the decision process. This land-use planning proposal was achieved through a

participatory process that needs to be periodically reviewed to maintain its adaptive character, led by the Government of the Jujuy Province.

INTRODUCCIÓN

Las áreas boscosas actuales de la Provincia de Jujuy (alrededor de 1.1 millón de ha), representan ecosistemas ambiental y productivamente críticos para el mantenimiento de la biodiversidad regional, para el desarrollo sustentable del sector forestal provincial y para el mantenimiento de un conjunto de servicios ambientales. Estas áreas boscosas también son relevantes para obtención de recursos de subsistencia (leña, cacería, productos medicinales) para una parte de las comunidades rurales y peri-urbanas del pedemonte y las áreas montañosas de la provincia.

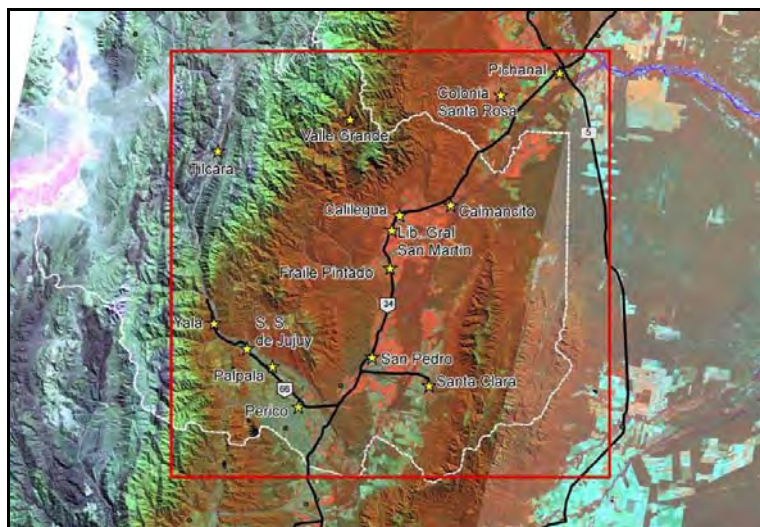
Para desarrollar una planificación estratégica al largo plazo, es necesario establecer un plan consensuado de ordenamiento territorial (OT) que contemple las necesidades actuales y la sustentabilidad de las actividades productivas, sin comprometer a futuro la persistencia de la biodiversidad y otros bienes y servicios ambientales del bosque.

Este documento presenta una propuesta para el diseño de un plan de OT adaptativo para las áreas boscosas de la Provincia de Jujuy, cuyos objetivos particulares son: (1) determinar las unidades ambientales y de uso del suelo presentes en las áreas boscosas de la Provincia de Jujuy; y (2) desarrollar una propuesta de ordenamiento territorial que considere las áreas de bosque a proteger, las áreas de manejo forestal y las áreas sujetas a transformación para otras actividades productivas.

MÉTODOS

El trabajo se realizó en las áreas boscosas de la Provincia de Jujuy ubicadas por debajo de los 3.000 m s.n.m. (límite superior del bosque continuo subtropical) (Mapa 1). Se realizó una clasificación digital no supervisada e interpretación visual de la imagen Landsat ETM punto flotante 230-76 y 231-76 de mayo de 2005 (píxel 30 m x 30 m). Se incorporó información adicional de tipos suelo, curvas de nivel, mapa de pendiente, catastro inmobiliario provincial, datos poblacionales del INDEC, ubicación de poblaciones y caminos, mapas de uso de la tierra, cartas de precipitaciones, datos de pedidos de aprovechamiento forestal y carta de aptitud ambiental de Jujuy.

Se desarrollaron modelos de nicho ecológico (GARP) para determinar los pisos de vegetación de Yungas, utilizando las 10 especies de árboles más comunes de cada piso. Se realizó una clasificación digital para los pastizales de neblina. El Chaco se clasificó en relación a la pendiente del terreno y a su estructura boscosa, interpretada visualmente a partir de las imágenes satelitales y corroborada en el terreno. Los humedales y las áreas transformadas fueron interpretados visualmente. Para la determinación de las categorías detalladas dentro de Yungas se utilizaron curvas de nivel y muestreos de campo (Selva Pedemontana <900 m, Selva Montana 900-1.500 m y Bosque Montano hasta 3.000 m). Para la separación de las unidades dentro del bosque chaqueño se utilizó la clasificación digital y la pendiente (áreas de bosque chaqueño >5% de pendiente fueron denominadas Chaco en ladera). Para la determinación de las categorías de zonificación se usaron los criterios de valoración que prevé la Ley Nacional No. 26.331 de Presupuestos Mínimos de Protección Ambiental de los Bosques Nativos.

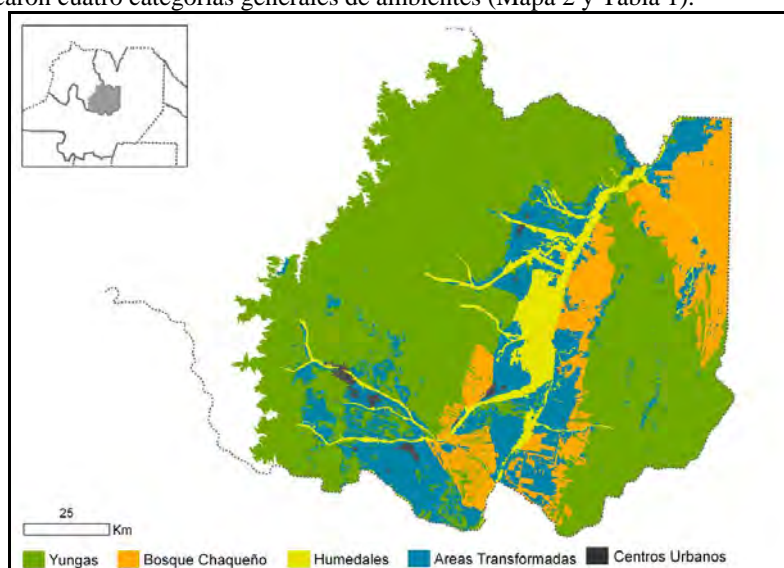


Mapa 1. Ubicación del área de trabajo en la Provincia de Jujuy.

RESULTADOS

A. Determinación de unidades ambientales en las áreas boscosas de la Provincia de Jujuy

Se identificaron cuatro categorías generales de ambientes (Mapa 2 y Tabla 1).



Mapa 2. Categorías ambientales generales identificadas en la Provincia de Jujuy.

Tabla 1. Superficie (ha) de unidades ambientales generales de las áreas boscosas de Jujuy.

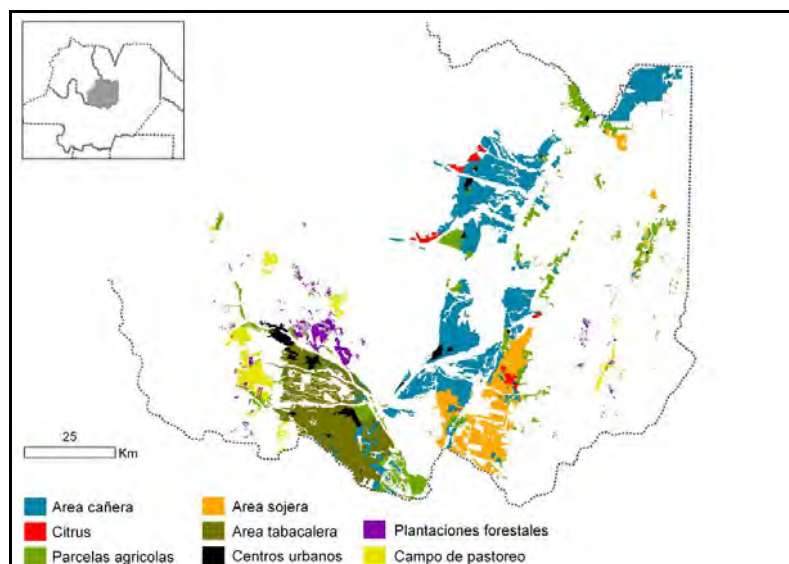
Ambientes naturales 1.156.105 (83%)	Bosques 1.070.779 (92,6%)	Bosque chaqueño 190.584 (17,8%)	Yungas 880.195 (82,2%)
	Humedales 85.326 (7,4%)		
Áreas transformadas 241.732 (17%)			
TOTAL AREA ESTUDIO 1.397.837 (100%)			

A1. Áreas Transformadas

Se identificaron >240.000 ha de tierras que fueron destinadas hasta el año 2005 para actividades agrícola-ganaderas y centros urbanos en la Provincia de Jujuy (Tabla 1). Casi el 86% de las áreas agrícolas se encuentran por debajo del 5% de pendiente. Las categorías de detalle incluyen las áreas de servicios asociadas al cultivo y las superficies transformadas en distintos años (Mapa 3 y Tabla 2).

Tabla 2. Superficies de las categorías de detalle dentro de las áreas transformadas en Jujuy.

Unidad ambiental	Superficie en ha (%)
Área cañera	93.764 (39%)
Área tabacalera	46.504 (19%)
Parcelas agrícolas	35.612 (15%)
Área sojera	31.249 (13%)
Campo de pastoreo	13.843 (6%)
Plantaciones forestales	9.136 (4%)
Plantaciones de cítricos	3.669 (1%)
Centro urbanos	7.955 (3%)
TOTAL	241.732 (100%)



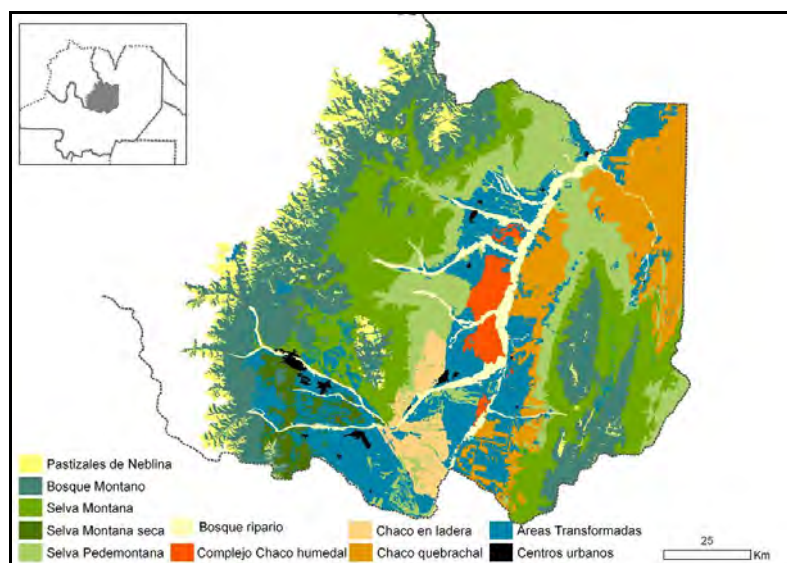
Mapa 3. Categorías detalladas para las áreas transformadas en la Provincia de Jujuy.

A2. Áreas Naturales

Las áreas naturales ocupan una superficie de 1.156.105 ha (Tabla 1).

A2.1. Yungas

Representa el 76% del área analizada, lo cual significa más de 800.000 ha en la provincia de Jujuy. Incluye los tres pisos altitudinales mencionados en la metodología (Mapa 4 y Tabla 3).



Mapa 4. Unidades ambientales detalladas para la Provincia de Jujuy.

Tabla 3. Superficies y porcentajes de las categorías detalladas de Yungas representadas en Jujuy.

Categorías detalladas de Yungas	Superficie en ha (%)
Pastizales de Neblina	80.412 (9%)
Bosque Montano	302.864 (34%)
Selva Montana	277.485 (31%)
Selva Montana seca	28.130 (3%)
Selva Pedemontana	188.476 (23%)
TOTAL	880.195 (100%)

A2.2. Bosque chaqueño

En esta categoría se incluyen: (1) el chaco quebrachal, dominado por quebracho colorado (*Schinopsis lorentzii*) y quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho-blanco*); y (2) chaco en ladera, ubicado en pendientes de >5%, dominadas por horco quebracho (*Schinopsis haenkeana*), yuchán (*Chorisia insignis*), guayacán (*Caesalpinia paraguariensis*) y quebracho blanco (Mapa 4 y Tabla 4).

Tabla 4. Superficies y porcentajes de las categorías detalladas de bosque chaqueño en Jujuy.

Categorías detalladas de bosque chaqueño	Superficie en ha (%)
Chaco quebrachal	154.367 (81%)
Chaco en ladera	35.843 (19%)
TOTAL	190.210 (100%)

A2.3. Humedales

Incluye humedales lénticos, localizados principalmente en la Selva Pedemontana, constituidos por lagunas, madrejones, bañados y embalses. A éstos se suman los humedales lóticos (ríos y arroyos) que atraviesan las distintas unidades ambientales, y que incluyen los bosques ribereños aledaños (Mapa 4 y Tabla 5).

En esta categoría incluimos (1) el complejo Chaco-humedal, correspondiente a áreas con una alta concentración de cuerpos de agua (madrejones, lagunas y bañados), en una matriz de bosque chaqueño que se inunda periódicamente. (2) Bosque ribereño, representado por bosques ubicados en las márgenes de los ríos y arroyos principales del área.

Tabla 5. Superficies y porcentajes de las categorías detalladas de humedales de Jujuy.

Categorías detalladas de humedales	Superficie en ha (%)
Complejo Chaco-humedal	27.129 (32%)
Bosque ribereño	58.569 (68%)
TOTAL	85.698 (100%)

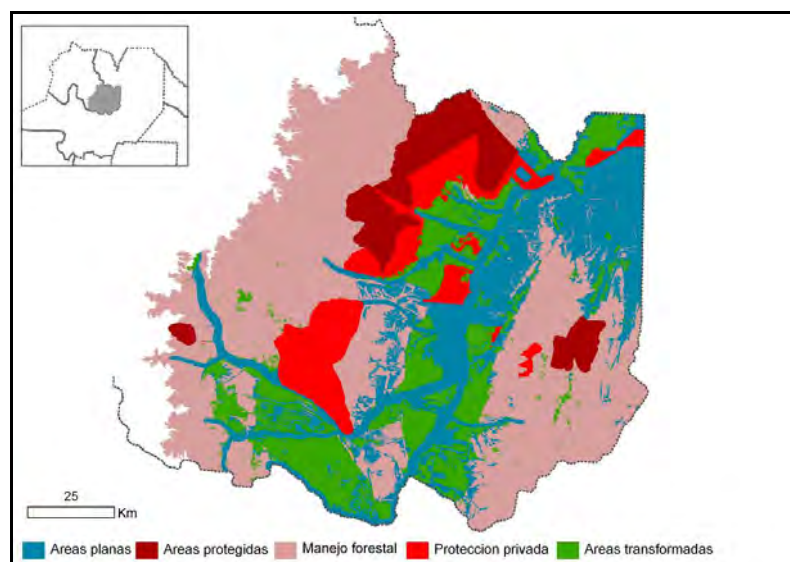
B. Propuesta de zonificación para el área boscosa de la Provincia de Jujuy

Se realizó una zonificación general de cinco clases, considerando las áreas con algún estatus de protección actual y la potencialidad de transformación de las áreas de bosque en áreas productivas. Posteriormente, se realizó una clasificación detallada dentro de las áreas sujetas a transformación para determinar áreas con diferentes potencialidades y limitaciones de uso y conservación.

B1. Zonificación general

A continuación se detallan las características de la zonificación general (Mapa 5 y Tabla 6).

- 1) Áreas transformadas: áreas de producción agrícola-ganadera y zonas urbanas por debajo del 5% de pendiente. Cerca del 90% de las áreas transformadas corresponden a la ecoregión de Yungas.
- 2) Áreas planas: áreas de bosque por debajo del 5% de pendiente, sometidas a un alto riesgo de transformación en áreas agrícolas. Incluye ambientes de Selva Pedemontana plana, bosques de Chaco quebrachal y bosques ribereños asociados a los ríos principales.
- 3) Áreas protegidas: áreas protegidas con estatus oficial de protección, el Parque Nacional Calilegua y las Reservas Provinciales de Potrero de Yala y Las Lancitas, y un área periférica de 1 km de ancho.
- 4) Protección privada: áreas privadas son destinadas a la conservación de la biodiversidad. Estas áreas no cuentan con un soporte jurídico en la legislación provincial.
- 5) Mantenimiento cobertura boscosa >5% pendiente (manejo forestal): áreas >5% de pendiente no sometidas a un proceso de transformación. Se destaca el manejo forestal, aunque no es exclusivo.



Mapa 5. Zonificación general dentro del área boscosa de la Provincia de Jujuy.

Tabla 6. Superficies de las categorías generales de zonificación para el área boscosa de Jujuy.

Zonificación general	Superficie en ha (%)
Áreas transformadas	241.732 (17,4%)
Áreas planas	297.700 (21,3%)
Áreas protegidas	95.032 (6,7%)
Protección privada	123.671 (8,9%)
Manejo forestal	639.040 (45,7%)
TOTAL	1.397.175 (100%)

B2. Zonificación detallada

Se agregan nuevas categorías para las áreas transformadas y las áreas planas (Mapa 6 y Tabla 7).

1) Áreas transformadas:

1.1) Áreas transformadas: áreas que se mantienen en el sistema productivo. Son casi 216.000 ha y representa el 86% de las tierras actualmente destinadas a actividades agrícola-ganaderas.

1.2) Área prioritaria transformada: corresponde a las áreas actualmente transformadas que forman parte “teórica” de la delimitación de los corredores ribereños, que representan casi 26.000 ha.

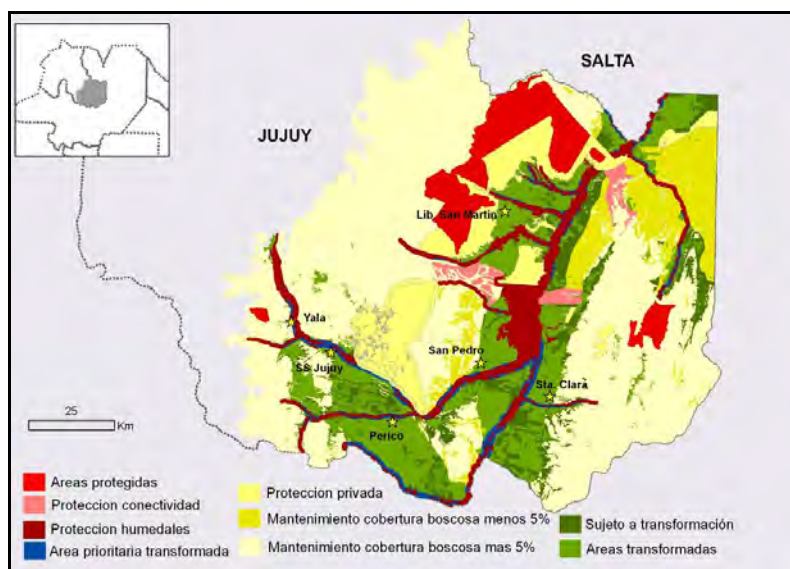
2) Áreas planas:

2.1) Protección conectividad: incluye principalmente Selva Pedemontana que cumplen un rol importante en la conexión entre los sectores Norte y Centro de Yungas.

2.2) Protección humedales: corredores ribereños y ambientes del complejo Chaco-humedal. Los corredores incluyen el propio cauce del río y un área de bosque de 1 km de ancho a ambos lados de los ríos principales y de 500 m de ríos de menor magnitud.

2.3) Mantenimiento cobertura boscosa <5% pendiente: áreas forestadas planas cubiertas por Selva Pedemontana plana y bosque chaqueño. Estas áreas no pueden ser transformadas y deben mantener su cobertura boscosa.

2.4) Sujeto a transformación: áreas de Selva Pedemontana plana y bosque chaqueño que pueden potencialmente ser desmontadas e incorporadas al sistema agrícola.



Mapa 6. Categorías detalladas de zonificación para la propuesta de ordenamiento territorial de Jujuy.

Tabla 7. Superficies de las categorías detalladas de zonificación para el área boscosa de Jujuy.

Zonificación general	Zonificación detallada	Superficie (ha) y %
Áreas transformadas	Áreas transformadas	215.933 (15,5%)
	Área prioritaria transformada	25.799 (1,9%)
Áreas planas	Protección conectividad	19.286 (1,4%)
	Protección humedales	91.816 (6,5%)
	Mantenimiento cobertura boscosa (<5% pendiente)	105.904 (7,5%)
	Sujeto a transformación	80.694 (5,8%)
Áreas protegidas		95.032 (6,9%)
Protección privada		123.671 (8,8%)
Mantenimiento cobertura boscosa >5% pendiente (Manejo forestal)		639.040 (45,7%)
TOTAL		1.397.175 (100%)

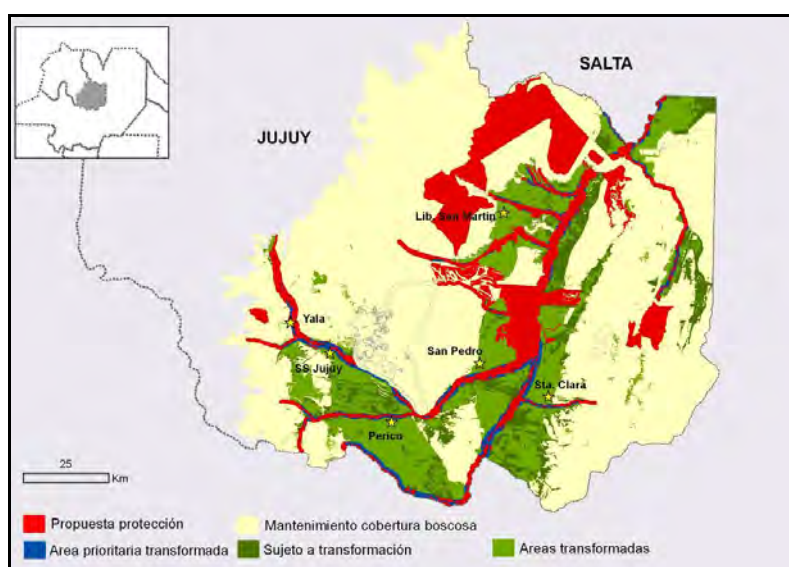
B3. Resumen de la zonificación

Se propone una categorización “tipo semáforo”, vinculada con las posibilidades y limitaciones para cada categoría del ordenamiento territorial (Mapa 7 y Tabla 8).

En **rojo** se indican las áreas propuestas para conservación que representan sectores de alto valor de conservación que no deberán transformarse. Pueden ser sometidos a usos sustentables como turismo, investigación científica, recolección de productos forestales no madereros y explotación forestal sustentable adoptando estándares de certificación forestal internacional.

En **amarillo** se indican las áreas que representan sectores de mediano a alto valor de conservación, que deberán destinarse principalmente para el uso del bosque y actividades vinculadas que no reemplacen el bosque. Por debajo del 5% de pendiente, las áreas en amarillo pueden tolerar valores de transformación muy limitados, dentro de los considerandos de un EIA correspondiente.

En **verde** se indican las áreas transformadas y las áreas propuestas como sujetas a transformación que representan sectores de mediano a bajo valor de conservación, que pueden transformarse dentro de los considerandos de la Evaluación de Impacto Ambiental respectiva.



Mapa 7. Categorías de zonificación para las áreas potencialmente sujetas a transformación de Jujuy.

Tabla 8. Superficies de las categorías de zonificación resumen para el área boscosa de Jujuy.

Zonificación resumen	Superficie en ha (%)
Categoría rojo	206.134 (14,7%)
Categoría amarillo	868.615 (62,2%)
Categoría verde	296.627 (21,2%)
Zona prioritaria transformada	25.799 (1,9%)
TOTAL	1.397.175 (100%)

CONCLUSIONES

El Plan de OT de las áreas boscosas de Jujuy surge como una herramienta técnica para encarar la problemática de la habilitación de tierras para actividades agropecuarias, sin poner en riesgo la persistencia de la importante biodiversidad provincial y regional.

El Plan de OT presenta un esquema de zonificación de las tierras boscosas provinciales que contemple las áreas que deberán ser protegidas, las de neta vocación forestal y aquellas cuya transformación puede considerarse en el marco del EIA correspondiente.

De las 1.397.175 ha de superficie boscosa de la Provincia de Jujuy, 241.732 ha ya han sido transformadas (17%) y otras 80.694 ha podrían transformarse potencialmente según esta propuesta, sumando un total máximo de 322.426 ha transformadas a futuro (23% superficie boscosa original).

Con este Plan de OT persistirán como áreas boscosas 982.933 ha, lo que representa el 70% de la superficie de bosques original.

El Estudio de Impacto Ambiental es la herramienta que deberá vincular este Plan de OT con las solicitudes de habilitación de nuevas tierras para actividades agrícola-ganaderas y de uso forestal.

El Plan de OT surge de un proceso participativo que sigue actualmente en marcha bajo la responsabilidad del Gobierno de la Provincia de Jujuy. Este proceso apunta a maximizar su desempeño y asegurar su vigencia frente a las demandas actuales y futuras, para mantener el carácter adaptativo del ordenamiento.

PRODUÇÃO E DEVOLUÇÃO DE SERAPILHEIRA EM UMA FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL NA REGIÃO DE ITAÁRA, RS, BRASIL

LITTER PRODUCTION AND DEVOLUTION IN A SEASONAL DECIDUOUS FOREST IN ITAÁRA, RS, BRAZIL

Joseane Savian Marafiga¹
Mauro Valdir Schumacher²
Peter Trüby³
Adriana Lisboa Krampe⁴

¹ Acadêmica do Curso de Engenharia Florestal, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Rua Cuiabá , 185, CEP 97030-160, Santa Maria (RS). E-mail: josemarafiga@yahoo.com.br

² Engenheiro Florestal , Dr., Professor Adjunto do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105 – 900, Santa Maria (RS). Brasil. Bolsista do CNPq, schuma@ccr.ufsm.br

³ Engenheiro Florestal , Dr., Professor da Albert-Ludwings-Universität freiburg, Bertoldstr, 17, 79085, Freiburg, Alemanha. Peter.trueby@bodenkunde.uni-freiburg.de

⁴ Acadêmica do Curso de Engenharia Florestal, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Rua Benjamin Constant, 1198, CEP 97050-022, Santa Maria (RS). adrianalkrampe@hotmail.com

RESUMO

O trabalho teve o objetivo de avaliar a deposição de serapilheira ao longo dos meses do ano em uma Floresta Estacional Decidua na região de Itaára, RS, Brazil. Foram utilizados 30 coletores de metal de formato circular (50 cm de diâmetro) alocados em seis parcelas (25 m x 17 m) no interior da floresta. O material depositado foi coletado mensalmente entre dezembro de 2004 a novembro de 2006, separado em diferentes frações (folhas, galhos finos e resíduos), seco e pesado. A queda de serapilheira total em dois anos de coleta foi de 14.470,2 Kg.ha⁻¹, apresentando a seguinte composição: 66,9% de folhas, 16,6% de galhos finos e 16,4% de resíduos (flores, frutos, sementes). As maiores produções de serapilheira ocorreram nos meses de setembro e novembro. Analisando as variáveis climáticas temperatura e precipitação não se verificou correlação significativa ($p > 0,05$) com a deposição de serapilheira.

Palavra chaves: serapilheira, Floresta Estacional Decidua

ABSTRACT

This work was developed with the purpose of evaluating the litter deposition along the months of the year in a *Seasonal Deciduous Forest* in Itaara's region, RS, Brazil. Thirty circular shape collectors (50cm of diameter) were used allocator in 6 plots (25mx17m lach one), inside the forest. The deposited material was collected monthly during the period from December 2004 to November 2006 separated in different fractions (leaves, small branches and seeds) dried and weighed. The total litterfall in two years was of 14.470,2 Kg.ha⁻¹ showing following composition: 66,9% of leaves, 16,6% Thin branches, 16,4 % (Flowers, fruits, seeds and others vegetal materials). The highest productions of litter happened in September and November. Analyzing the climatic variables temperature and precipitation no significant correlation was verified with litter deposition.

Key words: litte, Seasonal Deciduous Forest

INTRODUÇÃO

A serapilheira é considerada todo o material recém-caído no solo de uma floresta, constituindo-se de folhas, cascas, galhos, frutos e outras partes. Sua deposição varia em função da tipologia vegetal e da condição climática. Vários fatores, abióticos e bióticos, afetam a produção de serapilheira, como tipo de vegetação, altitude, latitude, precipitação, temperatura, regimes de luminosidade, relevo, deciduidade, estágio sucessional, disponibilidade hídrica e características do solo (FIGUEIREDO FILHO et al., 2003).

A produção de serapilheira e a devolução de nutrientes em ecossistemas florestais constituem a via mais importante do ciclo biogeoquímico (relação dos nutrientes no esquema solo-planta-solo). Esse ciclo caracteriza-se no primeiro estágio, pela absorção de nutrientes pelas raízes e por sua distribuição pelas diferentes partes da planta, (KIMMINS, 1987). Após esse período, os nutrientes são transferidos novamente para o solo, pela deposição da serapilheira, lixiviação de folhas, ramos e troncos e pela ação da chuva, além do trabalho da fauna e da dispersão de frutos e sementes (POGGIANI & SCHUMACHER, 2000).

Conforme SCHUMACHER & HOPPE (1998), no interior de uma floresta a serapilheira depositada sobre o solo desempenha papel fundamental na manutenção das condições ideais para o processo de infiltração de água. O escoamento superficial em áreas florestais é muito pequeno, devido a grande infiltração de água pela serapilheira.

Neste contexto, o presente estudo teve como objetivos, avaliar a sazonalidade de deposição de serapilheira e estimar a serapilheira produzida, nas suas diferentes frações.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

A floresta em análise situa-se na fazenda da Brigada Militar no município de Itaara - RS, Brasil, localizada na serra de São Martinho, na região fisiográfica do Planalto Médio, tendo coordenadas UTM "centrais" 231613 E e 6733046 N, com altitude média de 398 m.

Segundo a classificação climática de KÖPPEN, o Rio Grande do Sul enquadra-se na zona temperada e no tipo temperado úmido. A região em que o município de Itaara está inserido apresenta a variedade climática Cfa, caracterizada pela ocorrência de chuvas durante todos os meses do ano, possuindo a temperatura do mês mais quente superior a 22°C e a do mês mais frio superior a -3°C, com precipitação variando entre 1700 e 1800 milímetros anuais (MORENO, 1961).

O solo é do tipo Neossolo Litólico distrófico típico, com textura média relevo forte ondulado e substrato basalto (STRECK et al. 2002). Apresentam seqüência de horizontes A/R. Os teores de matéria orgânica são médios, o fósforo disponível é baixo e o pH é fortemente ácido.

A tipologia vegetal característica da área de estudo é a Floresta Estacional Decidual. Sendo este tipo de floresta uma das formações florestais mais importantes do Estado, em termos de localização geográfica, área ocupada e importância histórico-cultural, além de apresentar grande diversidade de espécies animais e florestais (CUNHA, 1997).

Metodologia

Para coleta de serapilheira foram demarcadas seis parcelas de 25 m x 17 m, distribuídas em três blocos, alocadas no interior da floresta. Em cada parcela foram distribuídos cinco coletores de serapilheira, totalizando assim 30 coletores. O coletor foi construído com uma moldura circular de 50 cm de diâmetro fixado a 1m do solo. Sobre tal moldura, foi costurada uma tela de "nylon" com malha de 2 mm.

As coletas de serapilheira foram realizadas mensalmente. O material coletado é devidamente identificado com o número do coletor e da coleta e levado até o Laboratório de Ecologia Florestal do Departamento de Ciências Florestais da UFSM onde foi separado nas frações: folhas; galhos finos (diâmetro > 1cm) e resíduos (flores, frutos, sementes e restos vegetais não identificáveis).

Cada fração foi posta em sacos de papel para secagem em estufa a uma temperatura de 70°C até adquirir peso constante, onde posteriormente, procede-se a pesagem em balança digital de precisão 0,01g para a determinação do peso seco. Os dados apresentado são referentes ao período de dezembro de 2004 a novembro de 2006.

Para a análise de correlação entre a deposição de serapilheira com as variáveis meteorológicas temperatura e precipitação foram utilizados dados da Estação Meteorológica da Universidade Federal de Santa Maria.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na **tabela 1** observa-se a serapilheira depositada em dois anos de coleta que foi de 14.470,2 Kg.ha⁻¹, apresentando a seguinte composição: 66,9% de folhas, 16,7% de galhos finos e 16,4% de resíduos (flores, frutos, sementes e demais materiais vegetais).

Um estudo realizado por BRAY & GHORAN (1964), mostra que nas diferentes zonas macroecológicas as serapilheiras amostradas em diferentes florestas do mundo são compostas de 60-80% por folhas, de 12-15% por ramos e de 1-15% por cascas de árvores. Para a presente pesquisa pode-se verificar que a proporção está próxima ao intervalo estabelecido estudado em nível mundial pelos autores citados acima.

Tabela 1: Serapilheira depositado no período de dezembro de 2004 a novembro de 2006, em uma Floresta Estacional Decidual no município de Itaara - RS, Brasil.

Table 1: Litterfall from December 2004 to November 2006, in a Seasonal Deciduous Forest in Itaara, RS, Brazil.

Variáveis	Ano 2005 (Kg ha ⁻¹ ano ⁻¹)			
	Folhas	Galhos finos	Resíduos	Serapilheira
Total	5210,1	1125,3	1286,9	7622,4
Média mensal	434,2	93,8	107,2	635,2
Desvio padrão	180,3	73	63,2	276,1
CV (%)	41,5	77,8	59	43,5
(%)	68,4	14,8	16,8	100
Variáveis	Ano 2006 (Kg ha ⁻¹ ano ⁻¹)			
	Folhas	Galhos finos	Resíduos	Serapilheira
Total	4476,7	1279,2	1091,9	6847,8
Média mensal	373,1	106,6	91	570,7
Desvio padrão	155,6	70,9	54,9	238
CV (%)	41,7	66,5	60,3	41,7
(%)	65,4	18,7	15,9	100
Variáveis	Média anual (Kg ha ⁻¹)			
	Folhas	Galhos finos	Resíduos	Serapilheira
Total	9686,9	2404,5	2378,8	14470,2
Média mensal	66,9	16,7	16,4	100

Os valores encontrados no período em questão são bem próximos aos valores encontrados por VOGEL et al. (2007) no mesmo local, onde a devolução média anual de serapilheira foi de 7436,0 Kg ha⁻¹ com distribuição relativa de 71,7% nas folhas, 16,5 % nos galhos finos e de 11,8% na miscelânea.

KÖNIG et. al. (2002) encontraram uma produção de serapilheira de 9,2 Mg.ha⁻¹.ano⁻¹, sendo formada por 67,8% de folhas, 19,3% por galhos finos (< 1 cm de diâmetro) e 12,9% de

miscelânea (flores, frutos, sementes, outros materiais vegetais) em uma floresta Estacional Decidual no município de Santa Maria, RS.

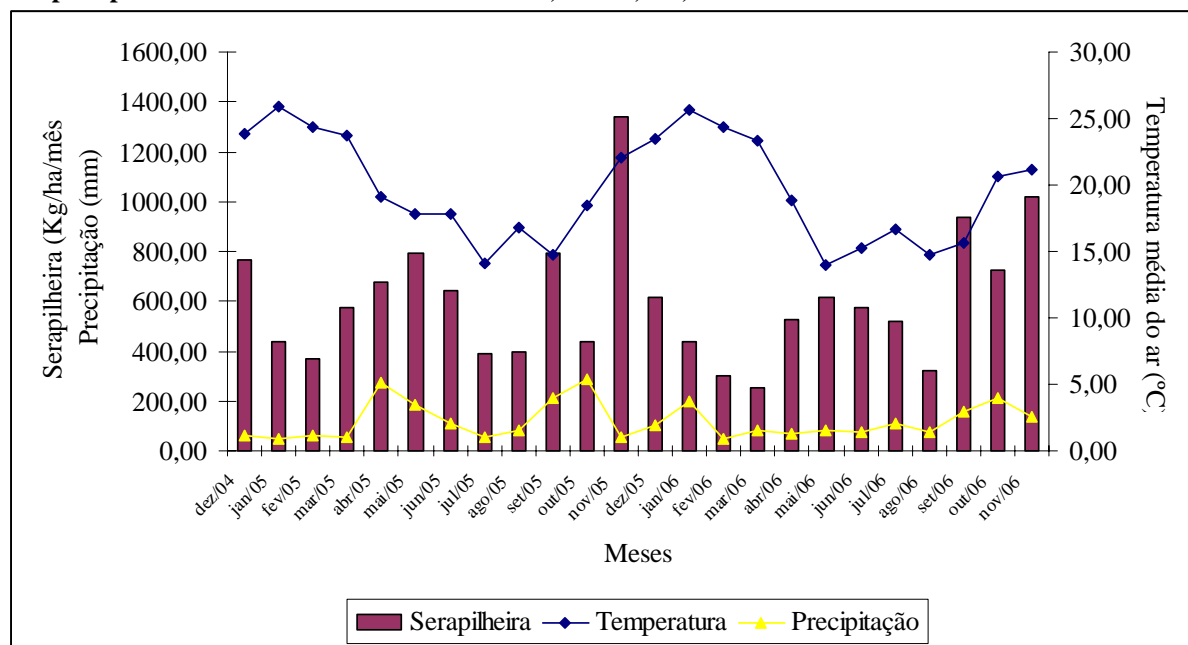
Analisando os valores de serapilheira depositada neste estudo com as dos outros dois autores citados anteriormente verificamos que esta foi mais baixa. Entre os fatores que podem ter interferido em uma menor deposição é a fertilidade dos solos, pois segundo FIGUEIREDO et. al (2003) solos de baixa fertilidade em geral tendem a retornar menor quantidade de material formador de serapilheira em relação aos solos férteis. Se deveria conocer los datos de laboratorio !

Altos valores de coeficiente de variação são verificados nas frações galhos finos e na fração resíduos. Esta alta variabilidade pode ocorrer devido a época de floração das espécies do local, sendo que nos meses de floração ocorre um aumento na fração resíduos, e em meses da pouca ou nenhuma floração este aporte de serapilheira diminui fazendo assim com que o coeficiente de variação seja alto.

Na Figura 1, visualiza-se a sazonalidade da deposição de serapilheira ao longo do período de estudo.

FIGURA 1: Sazonalidade de serapilheira no período de dezembro de 2004 a novembro de 2006 em relação a temperatura e a precipitação na Floresta Estacional Decidual em Itaara, RS, Brasil.

FIGURE 1: Litter seasonality in a period from December 2004 to November 2006 related to temperature and precipitation in a Seasonal Deciduous Forest, Itaara, RS, Brazil.



Os meses onde ocorreu maior deposição de serapilheira no ano de 2005 e no ano de 2006 foram novembro, setembro e outubro e os menores aportes de deposição foram observados nos meses de fevereiro, março e agosto (Figura 1). Se compararmos com o estudo de KÖNIG et al. (2002) onde o pico ocorreu nos meses de julho e setembro, verificamos que a deposição de serapilheira pode variar entre os ecossistemas florestais devido as diferentes espécies que o compõem apresentando desta maneira elevados índices de produção de folheto em meses distintos podendo variar entre o período do inverno até o fim do verão conforme relatou CUNHA (1997).

VOGEL et al. (2007) estudando esta mesma floresta em 2003 e 2004 encontrou o pico de deposição de serapilheira nos meses de novembro e setembro e o menor aporte nos meses de fevereiro e março, indicando assim um padrão sazonal de deposição de serapilheira para esta floresta.

A deposição de serapilheira pode ser influenciada por variáveis meteorológicas, para o presente estudo foram analisados os dados de precipitação mensal e temperatura média mensal (**tabela 2**).

Tabela 2: Coeficientes de correlação de Pearson, entre os componentes da serapilheira da Floresta Estacional Decidual e as variáveis temperatura e precipitação, em Itaara, RS, Brasil.

Table 2: Pearson coefficients correlation between litter components in Seasonal Deciduous Forest in Itaara, RS, Brazil. and climate variables temperature and precipitation.

Variável climática	Folhas	Galhos finos	Resíduos	Serapilheira
Temperatura (°C)	0,20 ^{ns}	-0,16 ^{ns}	0,46 ^s	-0,07 ^{ns}
Precipitação (mm)	0,16 ^{ns}	0,29 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	0,18 ^{ns}

Em que: ns = não-significativo e s = significativo a 5% de probabilidade de erro. Fonte: Estação Meteorológica da Universidade Federal de Santa Maria, RS.

Analisando a **tabela 2**, observam-se que não existe correlação significativa entre as frações folhas, galhos finos e serapilheira com a temperatura média e com a precipitação mensal, sendo significativo a fração resíduos com a temperatura média do ar.

O registro de maior índice de deposição de serapilheira foi obtido entre os meses de setembro a novembro e também no mês de maio. As maiores produções de serapilheira em relação à precipitação não obtiveram resultados significativos, pois os meses de maior precipitação ocorreram em outubro e abril, contrariando os de maior deposição.

Observa-se também que no período de altas temperaturas a deposição de serapilheira tende a diminuir mas não chega a ser significativo, uma vez que ocorre baixa temperatura em outubro onde a deposição de serapilheira foi alta.

A baixa correlação da deposição de serapilheira com as variáveis temperatura e precipitação pode ser explicada devido ao comportamento sazonal da queda de serapilheira neste tipo de vegetação.

PEZZATTO & WISNIEWSKI (2006) estudando a produção de serapilheira em diferentes seres sucessionais da Floresta Estacional Semidecidual no oeste do Paraná encontraram correlações entre as deposições de serapilheira e as variáveis meteorológicas fracas a moderadas ($r \leq 0,500$), podendo-se destacar apenas as deposições da capoeira, do capoeirão e da floresta secundária, que foram influenciadas positivamente pela velocidade média dos ventos e pela velocidade média das rajadas de vento, e, no caso do capoeirão, ainda, negativamente, pela umidade relativa do ar.

Analisando os resultados do presente estudo verifica-se a necessidade de incluir outras variáveis climáticas como ventos e umidade relativa do ar na correlação com a deposição de serapilheira. Conforme cita VOGEL (2007) também seria importante que as informações climáticas coletadas fossem mais próximas ao local da pesquisa.

CONCLUSÕES

No período de dois anos a deposição total de serapilheira corresponde a 14.470,2 Kg.ha⁻¹.

O folheto foi a fração de maior representatividade, sendo responsável por 69,4% , seguida por galhos finos 16,7% e dos resíduos com 16,4%.

As produções de serapilheira em relação à precipitação e temperatura não obtiveram resultado significativo.

AGRADECIMENTOS

À Albert-Ludwigs-Universität freiburg, Bertoldstr, ao professor Peter Trüby e ao Laboratório de Ecologia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria, pelo apoio financeiro e técnico para a realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRAY, J. R.; Gorham,E. 1964. Litter production in forests of the world. *Advances in Ecological Research*, v. 2, p. 101-157.
- CUNHA, G.C. 1997. Aspectos da Ciclagem de nutrientes em diferentes fases sucessionais de uma Floresta Estacional do Rio Grande do Sul. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz",. 86 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".
- FIGUEIREDO, F. A. Moraes, G.F. SCHAAF ,L.B. Figueiredo,D.G. 2003. Avaliação Estacional da Deposição de Serapilheira em uma Floresta Ombrófila Mista Localizada no Sul do Paraná. *Ciência Florestal*, v.13, n. 1, p. 11- 18, 2003.
- KIMMINS, J.P. 1987. *Forest ecology*. New York: Collier Macmillan Canada. São Paulo: Ed. UNESP. 184 p.
- KÖNIG, F. G.; Schumacher, M.V.; Brun, E.J.; Seling, I. 2002. Avaliação da sazonalidade da produção de serapilheira numa floresta Estacional Decidual no município de Santa Maria-RS. *Revista. Árvore.*, 26, nº 4: 429-435.
- MORENO, J,A. 1961. *Clima do Rio Grande de Sul*. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 83p.
- PEZZATTO, A.W., Wisniewski, C. 2006. Produção de serapilheira em diferentes seres sucessionais da Floresta Estacional Semidecidual no oeste do Paraná. *Floresta*, Curitiba, PR, v. 36, n. 1, jan./abr.
- POGGIANI, F.; Schumacher, M. V. 2000. Ciclagem de nutrientes em Florestas Nativas. In: GONÇALVES, J.L. M.; BENEDETTI, V. (Eds.). *Nutrição e fertilização florestal*. Piracicaba: IPEF/Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 427 p
- SCHUMACHER, M.V. & Hoppe, J.M. 1998. *A floresta e a água*. Porto Alegre: Pallotti, 70 p.
- STRECK, E.V.; Kämpf, N.; Dalmolin, R.S.D. 2002. *Solos do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Editora da UFRS; EMATER/RS, 107 p.
- VOGEL, H.L.M, Schumacher,M.V, Trüby,P, Vuaden,E.. 2007. Avaliação da devolução de serapilheira em uma Floresta Estacional Decidual em Itaáira, RS, Brasil. *Revista Ciência Florestal*, Santa Maria, v.17, n3, p187-196.

ESTABLECIMIENTO Y MULTIPLICACIÓN *in vitro* DE *Cedrela fissilis* Vellozo. IN VITRO ESTABLISHMENT AND MULTIPLICATION OF *Cedrela fissilis* Vellozo.

Micaela E. Martínez¹
Fernando Niella²
Patricia Rocha²
Raúl Barbón Rodríguez³

¹ Ing. Ftal. M.Sc. Facultad de Ciencias Forestales (U.Na.M.). Bertoni 124 (3380) Eldorado, Misiones, Argentina. Email: micaevelin@yahoo.com.ar

² Ing. Ftal – M.Sc. Docente- Investigador Laboratorio de Propagación Vegetativa. Facultad de Ciencias Forestales (U.Na.M.). Bertoni 124 (3380) Eldorado, Misiones, Argentina. Email: FNIELLA@arnet.com.ar / lpv@facfor.unam.edu.ar

³ Docente investigador del Instituto de Biotecnología de las Plantas. Universidad Central Marta Abreu de las Villas. Cuba. rabaro8@yahoo.es

SUMMARY

Cedrela fissilis Vellozo (Meliaceae) is a species with excellent qualities for timber. Its selective felling combined with the loss of woodland as a result of advancing agriculture areas has reduced its presence and as a consequence the loss of genetic variability. The *in vitro* propagation of vegetal species offers an important tool for conserving germoplasm and for propagating selected trees. The objective of the present work was to study the *in vitro* establishment and multiplication of *C. fissilis*. Different disinfection treatments for seeds, fruits and shoots were tested for their *in vitro* establishment. In the multiplication phase, different concentrations of 6-BAP (6-Bencilaminopurina) and ANA (naftalen acetic acid) were studied. A 90% seed germination was obtained, with only a 5% contamination observed. Shoots obtained from nursery grown stock plants, were established using a 1% solution of sodium hipoclorite (HCl) during 15 minutes. The best multiplication rate was obtained when culture medium was supplemented with 1 mg/L of 6-BAP. The addition of ANA produced a significant inhibition of the proliferation of buds and stimulated the formation of calluses and roots.

Key words: *Cedrela fissilis* (Vell), *in vitro* propagation, establishment, multiplication.

RESUMEN

Cedrela fissilis Vellozo (Meliaceae), es una especie con excelentes aptitudes maderables cuya tala selectiva, sumado a la pérdida de superficie boscosa por el avance de la frontera agrícola a llevado a su disminución y consecuente pérdida de variabilidad genética. La propagación *in vitro* constituye una importante herramienta para la conservación de germoplasma y propagación de árboles selectos. El presente trabajo tuvo como objetivo desarrollar la fase de establecimiento y multiplicación *in vitro* de *C. fissilis*. Se ensayaron tratamientos de desinfección en los frutos, semillas y brotes de plantas madres para su establecimiento. En la multiplicación se estudiaron diferentes concentraciones de 6-BAP (6-Bencilaminopurina) y ANA (ácido naftalenacético). Se obtuvo en el establecimiento de semillas un 2,33 y 5 % de contaminación con un 90 % de germinación. En el establecimiento de brotes de plantas madres el mejor tratamiento fue con una solución de hipoclorito de sodio al 1 % durante 15 minutos. La mejor respuesta en la multiplicación se logró al suplementar el medio de cultivo con 1 mg/L de 6-BAP. La adición de ANA produjo una inhibición significativa de la proliferación de brotes y estimuló la formación de callos y raíces.

Palabras clave: *Cedrela fissilis* (Vell), propagación *in vitro*, establecimiento, multiplicación.

INTRODUCCIÓN

Cedrela fissilis Vellozo (Meliaceae) (Cedro misionero), es una especie con una amplia distribución geográfica extendiéndose desde Costa Rica hasta el noreste de Argentina. Árbol de temperamento heliófito y constituye una de las “Maderas de Ley”. Posee una madera muy preciada de color castaño rojizo, de textura mediana a gruesa, presenta un diseño rayado con brillo dorado en las caras longitudinales. La tala selectiva de especies maderables nativas, entre ella a *C. fissilis*, ha llevado a la degradación de la Selva Misionera con la consecuente pérdida de variabilidad genética de dicha especie. Sumado a ello, la especie posee problemas de regeneración natural debido a la escasez en la producción de semillas, a la baja viabilidad de las mismas (Alcántara *et al.*, 1997) y a que poseen una dispersión por viento (Eibl y Bobadilla, 2004).

Por otra parte, *C. fissilis* es atacada por *Hypsipyla grandella* Zeller insecto perteneciente a la familia Pyralidae, orden Lepidóptera. Esta mariposa, plaga natural de la especie, afecta el ápice caulinar de plántulas jóvenes ocasionando la muerte del mismo y la bifurcación de las plantas. Según Herrera y Lanuza (1997), el barrenador impide la formación de fustes rectos, disminuyendo el valor comercial del árbol; además retarda el crecimiento y, si los ataques son repetidos en plántulas o árboles jóvenes, puede causar la muerte. Siendo este el mayor obstáculo en el establecimiento de plantaciones de *Cedrela* y *Swietenia macrophylla* en América Latina (Galván, 1996) y dado que aún no se ha encontrado un método eficaz para su control, el desarrollo de un protocolo para la propagación *in vitro* de genotipos resistentes a dicha plaga o de individuos de rápido crecimiento es fundamental.

La propagación *in vitro* de especies vegetales constituye una importante herramienta para la conservación de germoplasma y la propagación de árboles selectos por sus características fenotípicas como ser rectitud de fuste, altura, características de su madera, resistencia a plagas y enfermedades. Este sistema de propagación debido a los altos coeficientes de multiplicación que se logran, permiten manipular volúmenes elevados de plantas en cortos períodos de tiempo y en espacios reducidos independientemente de las condiciones ambientales (Jiménez, 1998).

Los objetivos del presente trabajo fueron:

- Evaluar el efecto de diferentes concentraciones de hipoclorito de sodio, tiempos de desinfección y tipo de explante en el proceso de desinfección en *C. fissilis*.
- Determinar la concentración de reguladores del crecimiento auxina-citoquinina en la fase de multiplicación *in vitro* de *C. fissilis*.

MATERIALES Y METODOS

El material vegetal utilizado para el estudio de su establecimiento *in vitro* fueron frutos y semillas provenientes de árboles semilleros de *C. fissilis* y brotes jóvenes provenientes de plantas de *C. fissilis* cultivadas en vivero de dos a tres años de edad. En la fase de multiplicación los explantes evaluados fueron ápices caulinares y segmento uninodales provenientes de plántulas germinados *in vitro*.

El medio de cultivo empleado fue según la formulación de Murashige y Skoog (MS) 1962, suplementado con 2 % de sacarosa para el establecimiento de semillas y 3 % para el establecimiento y multiplicación de brotes, en estado semisólido gelificado con 0,8 % de agar. El pH del medio de cultivo fue ajustado a 5,8 previo a la esterilización que se realizó en autoclave a 121°C de temperatura y 1,2 kg/cm² de presión durante 20 minutos.

El establecimiento de los explantes se realizó en tubos de ensayo de 2,5 cm de diámetro y 11 cm de alto, conteniendo 5 mL de medio de cultivo y se cultivó un explante por tubo. La multiplicación se realizó en frascos de vidrio de 250 mL de capacidad, conteniendo 60 mL de medio de cultivo y se cultivaron cinco explantes por frasco.

Condiciones de cultivo: 27 °C +/- 2 °C, fotoperíodo de 16 horas luz fluorescente.

Desinfección de frutos y semillas de *C. fissilis*

La desinfección de los frutos se realizó efectuando un lavado a los frutos cerrados con detergente y cepillo, y posterior enjuague con agua corriente durante cinco minutos. Luego se efectuó una inmersión en una solución de etanol al 70 % durante 60 segundos, en agitación constante, seguido de una inmersión durante 30 minutos en una solución de hipoclorito de sodio al 3 %, en agitación constante. Finalmente se realizó un triple enjuague con agua destilada.

Posteriormente se procedió a la extracción de las semillas, retirar el ala de las mismas y a su lavado con agua corriente y detergente comercial. Para su desinfección, en cámara de flujo laminar, las semillas se sumergieron en etanol al 70 % durante 60 segundos y luego en una solución de hipoclorito de sodio al 1,5; 3; 4 y 5 % durante 15 y 30 minutos, según los tratamientos, con dos gotas de Tween 20, en agitación constante. Finalmente, transcurrido el tiempo del tratamiento se realizó un triple enjuague con agua destilada estéril.

Finalmente a una parte de cada lote de semillas desinfectadas se procedió a retirar la cubierta seminal de las mismas, realizándose, posteriormente una nueva desinfección con etanol al 70 % durante 10 segundos y luego hipoclorito de sodio al 1 % por 10 minutos, en agitación constante. Finalmente se realizaron tres enjuagues con agua destilada estéril.

Desinfección de brotes de plantas madres de *C. fissilis*

Brotes de 10 cm de longitud de plantas madres de *C. fissilis* cultivadas en vivero, fueron cosechados durante el período de crecimiento de la planta y desinfectados para su establecimiento *in vitro*. Para lo cual se realizó un lavado con agua corriente y detergente comercial, y en cámara de flujo, se efectuó una inmersión en etanol al 70% durante 30 segundos seguido de una inmersión en solución de hipoclorito de sodio al 1, 2 y 3 % durante 15 y 30 minutos, según el tratamiento, con dos gotas de Tween 20. Finalmente, transcurrido el tiempo de tratamiento se efectuaron tres enjuagues con agua destilada estéril.

Multiplicación *in vitro* de *C. fissilis*

Con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes concentraciones de reguladores de crecimiento los explantes fueron cultivados en un medio de cultivo MS con distintas concentraciones de 6-BAP (6-Bencilaminopurina) (0; 0,5; 1 y 2 mg/L) y ANA (ácido naftalenacético) (0 y 0,1 mg/L).

Análisis estadístico

El diseño experimental utilizado fue el completamente aleatorizado, con una distribución factorial de los tratamientos. La unidad experimental estuvo constituida por cada una de los explantes evaluados. Cada ensayo fue repetido dos veces en el tiempo.

La variación entre los tratamientos fue analizada aplicando análisis de varianza (ANOVA). El Test Duncan fue utilizado para la separación de medias, con $\alpha = 0.05$, para las variables evaluadas.

El procedimiento de desinfección fue evaluado a las 72 horas de cultivo a través del número de explantes contaminados. En los tratamientos de desinfección de semillas se evaluó, además, el número de semillas germinadas a los 20 días de cultivo, mientras que en los brotes

establecidos libres de contaminación, a los 30 días de cultivo se evaluó la brotación, mortalidad y la presencia o no de callos en los mismos.

La multiplicación *in vitro* de *C. fissilis* se evaluó durante tres subcultivos. La evaluación de cada subcultivo se llevó a cabo a los 40 días del cultivo de los explantes. Las variables analizadas fueron número de brotes formados por explante cultivado, coeficiente de multiplicación (número de segmentos nodales y ápices obtenidos a partir de los brotes del explante inicial), longitud de los brotes (en los explantes que fueron ápices se consideró como tal a su crecimiento desde su cultivo hasta la evaluación) y características morfológicas de los brotes (hiperhidricidad y formación de callo). También se evaluó la presencia de raíces.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Establecimiento a partir de semillas de *C. fissilis*

Al analizar los diferentes tratamientos de desinfección efectuados a los frutos y a las semillas de *C. fissilis* sobre la variable contaminación, se encontraron diferencias significativas entre los mismos. Se observó que el tratamiento de desinfección al fruto no influyó significativamente sobre el porcentaje de contaminación de las semillas, aunque al realizarse la desinfección al fruto disminuyó la contaminación en todos los tratamientos (Tabla 1).

Tabla 1. Porcentaje de contaminación de semillas de *C. fissilis* efectuando un tratamiento de desinfección a los frutos y a las semillas.

Table 1. *C. fissilis* seeds contamination and germination percentage obtained from different fruit and seed disinfection treatments .

Tratamiento	Desinfección de los frutos	Desinfección de las semillas		Extracción cubierta seminal	Contaminación (%)		Germinación de semillas sin contaminación (%)		
		Hipoclorito de sodio (%)	Tiempo (min.)						
1	No	3	15	Si	50,00	bcd	100,00	a	
2	No	3	15	No	83,33	a	100,00	a	
3	No	3	30	Si	46,67	cd	100,00	a	
4	No	3	30	No	73,33	ab	100,00	a	
5	Si	3	15	Si	40,00	d	100,00	a	
6	Si	3	15	No	70,00	abc	100,00	a	
7	Si	3	30	Si	38,24	d	100,00	a	
8	Si	3	30	No	55,56	bcd	100,00	a	
MG +/- EE					57,14 +/- 0,23				

Tratamientos identificados con letras iguales indican que no son significativamente distintos dado $\alpha=0.05$ según comparación múltiple de medias de Duncan, para la variable analizada.

Con respecto a los distintos tratamientos de desinfección de las semillas se observó, que la concentración de hipoclorito de sodio utilizado en la desinfección de las semillas y la extracción de la cubierta seminal, influyeron significativamente en el porcentaje de contaminación.

Los resultados obtenidos demuestran que los menores niveles de contaminación de las semillas de *C. fissilis* fueron los obtenidos en los tratamientos de desinfección efectuados con la concentración más elevada de hipoclorito de sodio (5 %), sin encontrarse diferencias significativas entre los mismos (Tabla 2).

Tabla 2. Porcentaje de contaminación y de germinación de semillas de *C. fissilis* utilizando diferentes concentraciones de hipoclorito de sodio y tiempo de inmersión

Table 2. *C. fissilis* seeds contamination and germination percentage obtained from different seed disinfection treatments.

Tratamiento	Desinfección de las semillas		Extracción de la cubierta seminal	Contaminación (%)		Germinación de semillas sin contaminación (%)	
	Hipoclorito de sodio (%)	Tiempo (min)					
1	1,5	15	No	93,33	a	100,00	a
2	1,5	30	No	93,33	a	100,00	a
3	3	15	No	70,00	bcd	100,00	a
4	3	30	No	55,56	cdef	100,00	a
5	4	15	No	76,32	abc	88,89	a
6	4	30	No	60,00	bcde	93,75	a
7	5	15	No	15,00	g	97,06	a
8	5	30	No	12,50	g	91,43	a
9	1,5	15	Si	80,00	ab	100,00	a
10	1,5	30	Si	76,67	abc	100,00	a
11	3	15	Si	40,00	ef	100,00	a
12	3	30	Si	38,24	f	100,00	a
13	4	15	Si	64,86	bcd	84,62	a
14	4	30	Si	50,00	def	90,00	a
15	5	15	Si	5,00	g	92,11	a
16	5	30	Si	2,33	g	90,48	a
MG +/- EE				52,07 +/- 0,17		95,64 +/- 0,06	

Tratamientos identificados con letras iguales, en la misma columna, indican que no son significativamente distintos dado $\alpha=0.05$ según comparación múltiple de medias de Duncan, para la variable analizada.

Se pudo observar, además, que al realizar la extracción de la cubierta seminal de las semillas desinfectadas y efectuarle a las mismas una nueva desinfección disminuye significativamente el porcentaje de contaminación en todos los tratamientos de desinfección estudiados, independientemente del tiempo de inmersión en hipoclorito de sodio y sin afectar el porcentaje de germinación. Resultados similares fueron observados en la germinación in vitro de *Aspidosperma polyneurom* (Niella, 2005 comunicación personal). Tanto el tiempo de inmersión como las interacciones entre los factores evaluados no influyeron sobre la variable estudiada.

Al igual que Muñoz (2003), en *C. odorata*, se obtuvo un bajo porcentaje de contaminación de las semillas, inferior al 5 %, al utilizar para la desinfección una solución de hipoclorito de sodio pero en una concentración de un 5 % y efectuando la extracción de la cubierta seminal. Similares resultados obtuvo Costa *et al.* (2002) con el empleo de una solución de hipoclorito de sodio al 2,5 pero con prolongados tiempos de desinfección. Otros autores como Rodríguez *et al.* (2003) lograron la desinfección en semillas de *C. odorata* con la aplicación de bicloruro de mercurio ($HgCl_2$). Pero el empleo del mismo es desaconsejado ya que es un compuesto altamente tóxico y de difícil remoción del explante según Mroginski y Roca (1991).

Con los resultados obtenidos se demostró que realizar sólo la desinfección de las semillas sin efectuar la desinfección a los frutos cerrados de Cedro es lo más indicado debido a que el tratamiento a los frutos es una etapa más del procedimiento de desinfección, que consume tiempo y recursos, y que en la práctica los resultados obtenidos con tal tratamiento no son significativos. También se demostró la efectividad de la extracción de la cubierta seminal para lograr el establecimiento de semillas de *C. fissilis*.

Establecimiento a partir de brotes de plantas madres de *C. fissilis*

De acuerdo a los resultados obtenidos, se observaron diferencias significativas, sobre la variable contaminación, entre los tratamientos de desinfección efectuados a los brotes de plantas madres de *C. fissilis*. Se observó que el tiempo de desinfección de los explantes influyó significativamente en el porcentaje de contaminación de los mismos, mientras que el hipoclorito de sodio y la interacción entre los factores evaluados, no influyeron en el mismo.

El menor porcentaje de contaminación de los explantes se obtuvo en los tratamientos en los cuales la desinfección de los brotes de Cedro se realizó con una inmersión en solución de hipoclorito de sodio durante 30 minutos, independientemente de la concentración del desinfectante utilizada, y sin diferencias significativas entre ellos (Tabla 3).

Tabla 3. Porcentaje de contaminación de brotes desinfectados utilizando diferentes concentraciones de hipoclorito de sodio y tiempo de inmersión

Table 3. Shoot contamination percentage using different HCl concentration and immersion time.

Tratamiento	Desinfección de los brotes		Contaminación	
	Hipoclorito de sodio (%)	Tiempo (min.)	(%)	
1	1	15	96,43	a
2	1	30	89,66	ab
3	2	15	97,30	a
4	2	30	83,78	ab
5	3	15	90,83	a
6	3	30	75,53	b
MG +/- EE			88,92 +/- 0,11	

Tratamientos identificados con letras iguales indican que no son significativamente distintos dado $\alpha=0.05$ según comparación múltiple de medias de Duncan, para la variable analizada.

Con respecto a la brotación de los explantes se observó que el hipoclorito de sodio influyó significativamente en la misma, siendo esta significativamente mayor en los tratamientos en los cuales se utilizó una solución de hipoclorito de sodio en la menor concentración (1 %). Asimismo, se observó que la mortalidad aumentó en los tratamientos en los que se utilizaron concentraciones más elevadas de hipoclorito de sodio o tiempos de inmersión mayor (Tabla 4).

Tabla 4. Porcentaje de brotación, mortalidad y presencia de callos en el establecimiento *in vitro* de brotes de plantas madres de *C. fissilis*.

Table 4. Shoot induction, mortality and calli formation percentage obtained with different HCl concentration and immersion time.

Tratamiento	Desinfección de los brotes		Brotación (%)	Mortalidad (%)	Presencia de callos (%)	
	Hipoclorito de sodio (%)	Tiempo (min.)				
1	1	15	100,00	0	0	a
2	1	30	66,67	33,33	0	a
3	2	15	0	100,00	0	a
4	2	30	8,33	83,33	8,33	a
5	3	15	20,00	60,00	20,00	a
6	3	30	8,70	87,00	4,30	a
MG +/- EE			33,95 +/- 0,11	60,60 +/- 0,17	5,45 +/- 0,08	

Tratamientos identificados con letras iguales, en la misma columna, indican que no son significativamente distintos dado $\alpha=0.05$ según comparación múltiple de medias de Duncan, para la variable analizada.

Según Mroginski y Roca (1991) el procedimiento para la desinfección superficial de los explantes debe permitir eliminar los microorganismos presentes con el menor daño posible

para los explantes. En este ensayo se observó que tiempos prolongados de exposición de los explantes a la sustancia desinfectante y en concentraciones elevadas aunque controlan más efectivamente la contaminación microbiana *in vitro*, afectan al porcentaje de brotación de dichos explantes ocasionando la muerte de los mismos, debido al efecto fitotóxico de los tratamientos.

Por los resultados obtenidos se pudo determinar que para el establecimiento *in vitro* de ápices y segmentos nodales el mejor tratamiento fue aquel en el cual se desinfectó a los brotes con una solución de hipoclorito de sodio al 1 % durante 15 minutos, lográndose la brotación de la totalidad de los explantes establecidos.

Multiplicación *in vitro* de *C. fissilis*

Se observaron diferencias significativas entre los tratamientos con diferentes concentraciones de los reguladores de crecimiento 6-BAP (6-Bencilaminopurina) y ANA (ácido naftalenacético) durante la fase de multiplicación en los tres subcultivos evaluados, en cuanto al número de brotes por explante y al coeficiente de multiplicación.

Con respecto a la formación de brotes por explante, en el primer subcultivo, se observó que el regulador de crecimiento 6-BAP promovió significativamente la proliferación de los mismos. Los mejores tratamientos fueron aquellos en los que se empleó 6-BAP (0,5; 1 y 2 mg/L) sin combinarlo con ANA, no observándose diferencias significativas entre ellos (Tabla 5).

Tabla 5. Número y longitud de los brotes, porcentaje de raíces e hiperhidricidad en la multiplicación de *C. fissilis* con distintas concentraciones de reguladores de crecimiento en el medio de cultivo durante el primer subcultivo.

Table 5. Shoot number and length, root and hyperhidricity percentage observed in the multiplication of *C. fissilis* using different concentrations of growth regulators during the first subculture.

Tratamiento	Reguladores de Crecimiento		Número de Brotes	Longitud de los brotes (cm)		Raíces (%)	Hiperhidricidad (%)			
	6-BAP (mg/L)	ANA (mg/L)								
1	0	0	1,21	bcd	0,42	bc	30,00	a	3,33	bc
2	0,5	0	1,57	ab	0,58	bc	20,00	ab	23,33	a
3	1	0	1,64	ab	0,26	c	33,33	a	16,67	abc
4	2	0	1,93	a	1,44	a	33,33	a	13,33	abc
5	0	0,1	0,45	e	0,52	bc	0,00	b	4,00	bc
6	0,5	0,1	0,87	de	0,84	abc	16,00	ab	20,00	ab
7	1	0,1	1,38	bc	1,00	ab	36,00	a	0,00	c
8	2	0,1	1,05	cd	1,06	ab	0,00	b	0,00	c
	MG +/- EE		1,26 +/- 0,62		0,76 +/- 1,33		21,08 +/- 0,16		10,08 +/- 0,09	

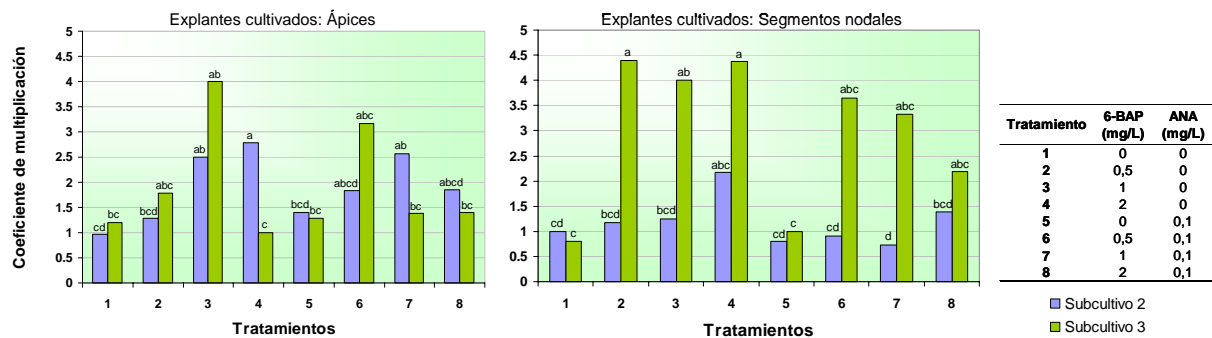
Tratamientos identificados con letras iguales, en la misma columna, indican que no son significativamente distintos dado $\alpha=0.05$ según comparación múltiple de medias de Duncan, para la variable analizada.

En cuanto a la longitud de los brotes los mejores resultados se obtuvieron con la adición al medio de cultivo de 2 mg/L de 6-BAP y sin el regulador del crecimiento ANA, aunque se evidenció que a medida que se incrementa la concentración de 6-BAP y con la adición de 0,1 mg/L de ANA hay un incremento en la longitud de los brotes, lo cual pudiera ser debido a una estimulación de la elongación celular por la auxina. No existiendo diferencias significativas entre estos últimos tratamientos.

Se observó, como refiere Mroginski *et al.* (2004), que una adición en el medio de cultivo de 6-BAP posibilita la diferenciación de múltiples brotes. Al igual que Rodríguez *et al.* (2003), el cual trabajó con *Cedrela odorata* y *Swietenia macrophylla* X *Swietenia mahogany* (caoba híbrida), se obtuvieron buenos niveles de multiplicación con la adición de

0,50 mg/L de 6-BAP en el medio de cultivo. Aunque una mejor calidad de los brotes se logró con una concentración de 2 mg/L de 6-BAP.

Durante el segundo y tercer subcultivo se observó que el coeficiente de multiplicación de segmentos nodales cultivados en un medio de cultivo MS con diferentes concentraciones de reguladores de crecimiento, varió significativamente dependiendo del tratamiento. Los mejores coeficientes de multiplicación se obtuvieron con la adición en el medio de cultivo de 6-BAP y se observó que la aplicación de ANA generó una disminución en el mismo (Figura 1).

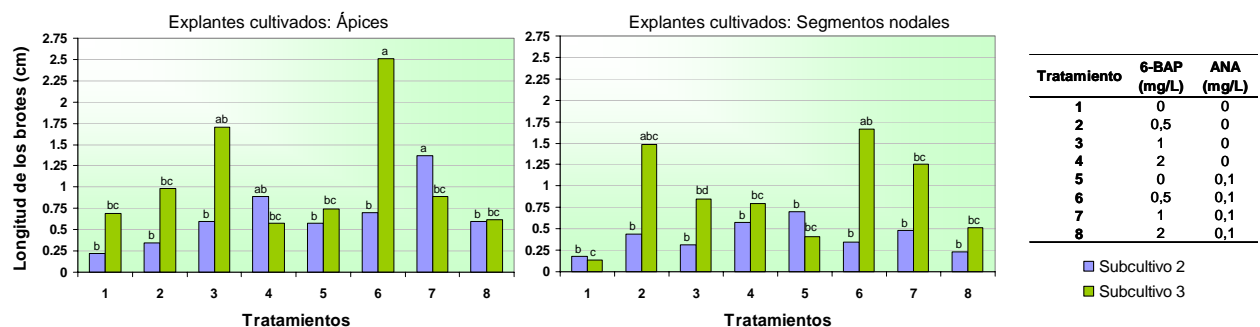


Tratamientos identificados con letras iguales, en el mismo subcultivo y con el mismo explante inicial, indican que no son significativamente distintos dado $\alpha=0.05$ según comparación múltiple de medias de Duncan, para la variable analizada.

Figura 1. Coeficiente de multiplicación de brotes de *C. fissilis* desarrollados a partir de ápices y segmentos nodales, con distintas concentraciones y combinaciones de reguladores de crecimiento en el medio de cultivo durante el segundo y tercer subcultivo, a los 40 días de cultivo.

Figure 1. *C. fissilis* nodal segment multiplication rate using different growth regulator concentration and combination during the second and third subculture.

Se observó, en el segundo y tercer subcultivo, que la longitud de los brotes varió significativamente dependiendo del tratamiento. En ápices cultivados se observó, en el tercer subcultivo, que el mayor crecimiento de los brotes se obtuvo con la adición al medio de cultivo de 0,5 mg/L de 6-BAP y 0,1 mg/L de ANA sin existir diferencias significativas con el tratamiento en el que sólo se utilizó 1 mg/L de 6-BAP (Figura 2).



Tratamientos identificados con letras iguales, en el mismo subcultivo y con el mismo explante inicial, indican que no son significativamente distintos dado $\alpha=0.05$ según comparación múltiple de medias de Duncan, para la variable analizada.

Figura 2. Longitud de los brotes de brotes de *C. fissilis* desarrollados a partir de ápices y segmentos nodales, con distintas concentraciones y combinaciones de reguladores de crecimiento en el medio de cultivo durante el segundo y tercer subcultivo, a los 40 días de cultivo.

Figure 2. *C. fissilis* apical and nodal segment shoot length using different growth regulator concentration and combination during the second and third subculture.

Se observó que los brotes de segmentos nodales se desarrollaron mejor en los tratamientos en los cuales el balance citoquinina auxina era mayor, obteniéndose brotes de mayor tamaño en los tratamientos en los que se aplicó 0,5 mg/L de 6-BAP sin ANA y 0,5 mg/L de 6-BAP con 0,1 mg/L de ANA, sin detectarse diferencias significativas entre ellos (Figura 3). Sin embargo, dosis mayores de 6-BAP generaron una disminución en la longitud de los brotes.



Tratamiento: 0,5 mg/L de 6-BAP

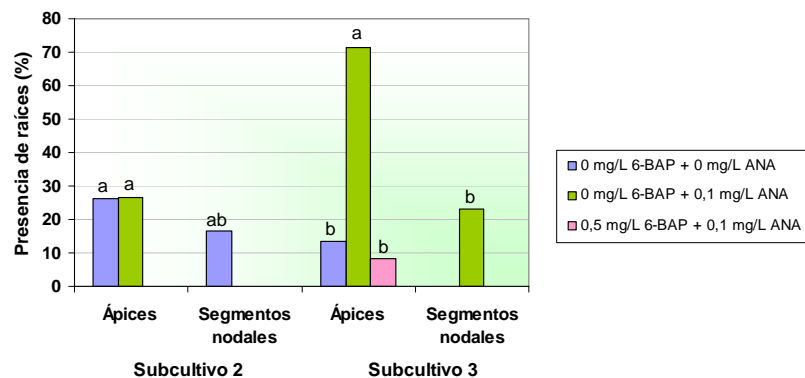


Tratamiento: 0,5 mg/L de 6-BAP y 0.1 mg/L de ANA

Figura 3. Brotes de *C. fissilis* desarrollados a partir de un segmento nodal durante el tercer subcultivo, con durante 40 días.

Figure 3. Buds of *C. fissilis* developed from a nodal segment during the third subculture.

Durante los sucesivos subcultivos se observó la presencia de raíces en los tratamientos en los cuales el balance auxina citoquinina fue mayor (Figura 4). En los otros tratamientos no se observó la presencia de raíces.



Tratamientos identificados con letras iguales, en el mismo subcultivo, indican que no son significativamente distintos dado $\alpha=0.05$ según comparación múltiple de medias de Duncan, para la variable analizada.

Figura 4. Presencia de raíces durante el segundo y tercer subcultivo en ápices y segmentos nodales de *C. fissilis*, a los 40 días de cultivo.

Figure 4. Presence of roots during the second and third nodales subculture in apical and nodal segments of *C. fissilis*.

Durante el segundo y tercer subcultivo se observó la presencia de callos en la base los explantes y de hiperhidricidad en los brotes cultivados. Con respecto a la presencia de callos se observó que esta fue mayor cuando hay adición del regulador de crecimiento ANA en el medio de cultivo independientemente de la concentración de 6-BAP presente en el mismo.

De acuerdo a los resultados obtenidos en este experimento se pudo determinar que para la multiplicación *in vitro* de *C. fissilis* es necesaria la adición de reguladores de crecimiento al medio de cultivo. Sin embargo, como plantea Jiménez (1998), para el éxito del cultivo *in vitro* y la formación de plantas a partir de los diferentes tipos de explante, es

indispensable lograr un adecuado balance de auxinas y citoquininas, el cual está determinado por las concentraciones endógenas de estos reguladores de crecimiento en el explante.

Coincidiendo con Costa *et al.* (2002), la proliferación de los brotes fue significativamente afectada por el explante original y la concentración de citoquininas en el medio de cultivo. Se observó, además, que la adición de ANA produjo una inhibición significativa de la proliferación de brotes y estimuló la formación de callos y raíces en los mismos.

Entre los tratamientos evaluados para la multiplicación *in vitro* de ápices y segmentos nodales de *C. fissilis* se obtuvieron los mejores resultados, durante tres subcultivos, en cuanto a coeficiente de multiplicación, número de brotes por explante, longitud y características morfológicas de los brotes, en un medio de cultivo MS con la adición de 1 mg/L de 6-BAP.

CONCLUSIONES

- Se logró el mayor porcentaje de explantes de *C. fissilis* establecidos *in vitro* con semillas desinfectadas con una solución de hipoclorito de sodio al 5 % durante 15 minutos.
- Con un medio MS con 1 mg/L de 6-BAP se obtuvo el mayor número de brotes en la fase de multiplicación *in vitro*.
- El regulador de crecimiento ANA produjo una inhibición significativa de la proliferación de brotes, estimuló la formación de callos y propició la formación de raíces en los mismos, durante la fase de multiplicación *in vitro*.

BIBLIOGRAFIA

- ALCÁNTARA, J.;** Vera, N.; Szczpanski, L.; Eibl, B.; Ríos, R. 1997. Análisis de la dispersión de semillas de *Cedrela fissilis* en el bosque nativo de Misiones; Revista Forestal Yvyrareta, País de Árboles; n° 8; Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones, RA.
- COSTA NUNES, E. da;** Volkmer de Castilho, C.; Moreno, F. y Viana, A. 2002. *In vitro* culture of *Cedrela fissilis* Vellozo (Meliaceae); Plant Cell, Tissue and Organ Culture; v. 70, n° 3, p. 259-268.
- EIBL, B. y** Bobadilla, A. 2004. Germinación y sobrevivencia de plántulas de *Cedrela fissilis* en el banco de semillas. Novenas Jornadas Técnicas Forestales. INTA-FCF-MEYRNYT-Eldorado, Misiones, RA.
- ERIZE, F.** 2000. El Nuevo Libro del Árbol; tomo II; Especies forestales de la Argentina oriental, (Autoría de los textos originales Milan Jorge Dimitri, Rosario F. Julio Biloni, José Santos Biloni).
- FLORES, C.** 1990. Caracterización de brinzales de *Cedrela odorata* L, en las áreas inundables cercanas a Cocha Cashu Rio Manu. Tesis para optar el Título de Ingeniero Forestal UNALM, Perú.
- GALVÁN, O.** 1996. Análisis comparativo del crecimiento de *Cedrela odorata*, *Swietenia macrophylla*, *Anburana cearensis* en fajas de enriquecimiento y viales de extracción. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal UNALM, Perú.
- HERRERA, Z. y** Lanuza, B. 1997. Información de Cedro; Revista Forestal Centroamericana. Turrialba, Costa Rica.
- JIMÉNEZ GONZÁLES, E.** 1998. Generalidades del Cultivo *in vitro*; Propagación y mejora de plantas por Biotecnología; Pérez Ponce J. (ed.); p. 13-24.
- MROGINSKI, L. y** Roca, W. 1991. Establecimiento de cultivos de tejidos vegetales *in vitro*. Cultivo de tejidos en la agricultura, fundamentos y aplicaciones. Mroginski, L. y Roca (eds.); Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia; 2:19-40.

- MROGINSKI, L.;** Sansberro, P.; Flaschland, E. 2004. Establecimiento de cultivos de tejidos vegetales. Biotecnología y Mejoramiento Vegetal. Echenique, V.; Rubinstein, C. y Mroginski L. (eds); Ediciones INTA, RA.; II 2:35-42.
- MUÑOZ TUESTA, S.** 2003. Embriogénesis somática en Cedro (*Cedrela odorata* Linnaeus) a partir de Cotiledones; Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Ciencias, Lima, Perú.
- MURASHIGE, T.** y Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol Plant*; 15: 473-497.
- RODRÍGUEZ, R.;** Daquinta, M.; Capote, Iris; Pina, D.; Lezcano, Y. y González-Olmedo, J. L. 2003. Nuevos aportes a la micropropagación de *Swietenia macrophylla* X *Swietenia mahogani* (caoba híbrida) y *Cedrela odorata* (cedro); v. 24, nº 3.

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA APLICACIÓN DE UN SISTEMA DE PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES EN EL BOSQUE MODELO SAN PEDRO EN LA ALTA CUENCA DEL ARROYO PIRAY MINÍ, MISIONES, ARGENTINA

STUDY OF FEASIBILITY FOR THE APPLICATION OF A SYSTEM OF PAYMENT FOR ENVIRONMENTAL SERVICES IN THE MODEL FOREST SAN PEDRO IN THE HIGH BASIN OF THE STREAM PIRAY MINÍ, MISIONES, ARGENTINA

INFORME PRELIMINAR DEL PROYECTO PRESENTADO A LA UE

Juan Antonio Martínez Duarte¹
Julio César Bernio²
Mónica Gabay³

¹ Dr. Ing. Ftal. Docente Fac. C. Ftales. UNaM. Bertoni 124-(3380) Eldorado-Misiones. email: martduar@facfor.unam.edu.ar

² Ing. Ftal. Docente Fac. C. Ftales. UNaM. Bertoni 124-(3380) Eldorado-Misiones. email: bernio@facfor.unam.edu.ar

³ MBA. Coordinadora del Programa Nacional de Bosques Modelo y el Área de Manejo de Cuencas Hidrográficas de la Dirección de Bosques – Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Buenos Aires – Argentina. email: mgabay@medioambiente.gov.ar

SUMMARY

In the province of Misiones it is the Forest Paranaense, it leaves of the Forest Atlantic of South America, one of the threatened rainy tropical forests in the Earth of which only the 7% subsists. The general objective is to evaluate the feasibility of a payment system for environmental services (PES) in the basin of the Stream Piray Mini and to design an outline of applicable PSA in the area of the Model Forest San Pedro. Some of the specific objectives are: to analyze the potentialities of application of an outline of PES; and to analyze the demand and the offer of the environmental services. Because this study has an interdisciplinary focus, the same one it will be based on the combination and adaptation of several methodologies. The obtained results will be used to reply the experience in other basins of the province and as antecedent to apply PES in other regions.

Key words: PES, environmental services, watershed, stream Piray Mini.

RESUMEN

En la provincia de Misiones está la Selva Paranaense, parte del Bosque Atlántico de Sudamérica, uno de los bosques tropicales lluviosos más amenazados de la Tierra del cual subsiste solamente el 7%. El objetivo general es evaluar la factibilidad de un sistema de pago por servicios ambientales (PSA) en la cuenca del Arroyo Piray Mini y diseñar un esquema de PSA aplicable en la zona del Bosque Modelo San Pedro. Algunos de los objetivos específicos son: analizar las potencialidades de aplicación de un esquema de PSA; y analizar la demanda y la oferta de los servicios ambientales. Debido a que este estudio tiene un enfoque interdisciplinario, el mismo se basará en la combinación y adaptación de varias metodologías. Los resultados obtenidos serán utilizados para replicar la experiencia en otras cuencas de la provincia y como antecedente para aplicar PSA en otras regiones.

Palabras clave: Sistema de pago, servicios ambientales, cuenca hidrográfica, arroyo Piray Miní.

INTRODUCCIÓN

En la provincia de Misiones al noreste de Argentina (25-28°S, 53-56°E,) se encuentra la ecorregión denominada Selva Paranaense que forma parte Bosque Atlántico de Sudamérica uno de los bosques tropicales lluviosos más amenazados de la Tierra, del cual subsiste solamente el 7%. La selva misionera constituye el mayor bloque continuo de Bosque Atlántico del mundo del cual depende la viabilidad de los fragmentos de selva que quedan en Brasil y Paraguay (Plací & Di Bitetti. 2006) (ver Figura 1).

Este hábitat alberga casi el 40 % de la biodiversidad de la Argentina y está directamente asociado con la calidad de vida de la población humana siendo vital para la protección de las cuencas hídricas, la prevención de la erosión del suelo y el mantenimiento de las condiciones ambientales necesarias para la existencia de ciudades y áreas rurales.

La matriz natural de la selva misionera se ha perforado y fragmentado principalmente como consecuencia del avance de la frontera agrícola y de los extensos parches de plantaciones forestales intercaladas con las tradicionales plantaciones de Yerba Mate y Té, este proceso de reemplazo de la selva es agravado por la explotación “minera” del bosque nativo para extracción selectiva de ejemplares arbóreos de especies valiosas (Frangi et al. 2003).

Figura1: Mapa de Sudamérica mostrando la ubicación de la provincia de Misiones en el noreste de la Argentina.

Figure 1: Map of South America showing the location of the province of Misiones in the northeast of the Argentina.



Fuente: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable

Frente a la preocupante disminución de los bienes y servicios que estos bosques brindan el Gobierno Provincial sancionó en noviembre de 1999 la ley provincial N° 3.631 que crea un área integral de conservación y desarrollo sustentable, con la denominación "Corredor Verde de la Provincia de Misiones", de más de 1.000.000 de hectáreas que abarca la mayor parte de este bosque remanente y conecta las áreas naturales protegidas de la provincia. La Ley destaca y busca reconocer la importancia que tienen los servicios ambientales que naturalmente ofrecen los bosques de las altas cuencas, tales como: la producción de agua limpia, el mantenimiento de la biodiversidad, la fijación de carbono atmosférico y la contribución al mejoramiento de la calidad de vida de los pobladores locales.

La Facultad de Ciencias Forestales (FCF) de la Universidad Nacional de Misiones es un importante aliado científico tecnológico para el estudio de este ecosistema y su manejo. La FCF mantiene convenios a largo plazo con varias instituciones académicas nacionales e internacionales. Entre éstos, desde 1989 la FCF tiene un convenio con la Escuela Forestal y de estudios del Medio Ambiente de la Universidad de Yale (EE. UU.), para proyectos de restauración de ecosistemas degradados y estrategias para el manejo sostenible de bosques y otros sistemas de uso de la tierra (Montagnini et al. 2006). Esta importante institución ha desarrollado dentro de sus áreas de trabajo proyectos de investigación en cuencas hidrográficas de la zona, concluyendo siempre en la importancia de la disponibilidad y calidad del agua para la salud de las personas que habitan las cuencas y para el desarrollo sustentable de la provincia.

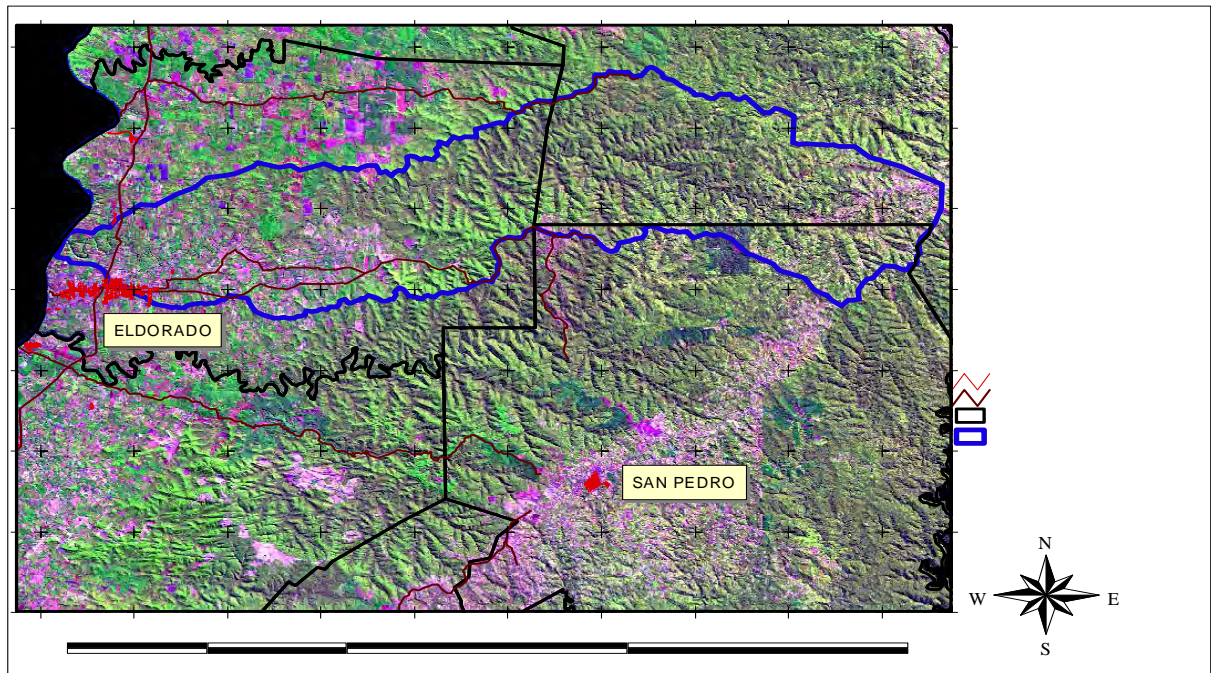
La cuenca objeto de estudio es la del arroyo Piray Miní que abarca una superficie de 147.925 hectáreas en el norte de la provincia, y abastece de agua a Eldorado ubicado en la cuenca inferior (MARTÍNEZ DUARTE, 2007) (ver Figura 2). En Eldorado, uno de los municipios con mayor población de la provincia, habitan 70.000 personas y las estimaciones realizadas para los próximos 20 años indican que para el 2.027 la población de Eldorado estará comprendida entre 95.000 y 158.000 habitantes, que implicaría a iguales condiciones de hoy, el aumento proporcional de la demanda, situación preocupante si se considera que ya se ha comenzado a experimentar problemas de insuficiencia y contaminación de los caudales hídricos originados probablemente por las degradación ambiental ocurrida aguas arribas.

En la alta cuenca se encuentra el Departamento San Pedro donde la situación de los recursos forestales provocó que los vecinos propusieran a las autoridades provinciales adoptar el enfoque de bosque modelo para superar los conflictos y promover el desarrollo local a partir de la planificación y gestión inclusivas de los recursos naturales del área con plena participación de los actores sociales clave. Los bosques modelo pueden ser vistos como alianzas estratégicas entre el sector público, el sector privado, la sociedad civil y el sistema científico-tecnológico.

El Ministerio de Ecología y Recursos Naturales Renovables y Turismo de la provincia de Misiones en forma coordinada con el Programa Nacional de Bosques Modelo - Dirección de Bosques de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (PNBM) brindan asistencia y facilitan el proceso.

El PNBM coordina en la actualidad la red más importante de bosques modelo de la región de América Latina y el Caribe y la segunda a nivel mundial después de la Red Canadiense: la Red Nacional de Bosques Modelos Argentinos (RNBM) integrada por cuatro bosques modelo -y dos en proceso de formación- ubicados en las principales regiones forestales del país que cubren en conjunto una superficie de 3.168.000 ha.

Figura 2: Imagen con la ubicación relativa de la Cuenca del Arroyo Piray Mini.
Figure 2: Image with the relative location of the basin of the Stream Piray Mini.



Fuente: Escena satelital Landsat 7ETM + bandas cuatro, cinco, tres fusionadas con la banda pancromática de quince metros en resolución espacial. 2006.

Los bosques modelo son una oportunidad para la cooperación horizontal; las experiencias y lecciones aprendidas son compartidas por los bosques modelo en la RNBM, en la región a través de la Red Regional de Bosques Modelo para América Latina y el Caribe (LAC-Net) y, en el ámbito internacional, con la Red Internacional de Bosques Modelo (RIBM). Considerando que la RIBM abarca diecinueve países con más de cuarenta Bosques Modelo en los cinco continentes, puede apreciarse que los nuevos conocimientos y experiencias que se adquieran en el proyecto de investigación en PSA en el bosque modelo San Pedro tendrán un gran impacto y visibilidad y podrá ser replicable en otros Bosques Modelo.

Los sistemas de PSA constituyen una solución novedosa que permite revertir una situación de degradación ambiental mediante la aplicación de la lógica del mercado, de manera alcanzar el desarrollo sustentable en zonas de alto valor ecológico en situación de riesgo ambiental. El concepto de Pago por Servicios Ambientales ha sido objeto de atención en la República Argentina. Sin embargo las investigaciones al respecto son apenas incipientes y aún no se implementado ninguna experiencia piloto.

El objetivo que se plantea en esta iniciativa para el diseño e implementación de un sistema PSA consiste en articular el cobro de una externalidad, como la regulación del ciclo hidrológico y el abastecimiento de agua potable a poblaciones, empleando dichos fondos en la conservación de los bosques productores, y en la ordenación y gestión de la cuenca hidrográfica en la que se encuentran.

Este contexto se ve actualmente favorecido por una conjunción de factores que facilitan la ejecución de un proyecto de investigación en esta cuenca. Ellos son el interés que presentaron los actores locales del Bosque Modelo San Pedro en realizar un manejo sostenible de sus recursos naturales; las estrategias implementadas desde el Gobierno Provincial orientadas a provocar un cambio cultural en la forma de concebir el uso la selva; la política forestal del Gobierno Nacional, que pretende incorporar la temática del pago por servicios ambientales

como un componente del Plan Forestal Nacional; y el apoyo de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones para profundizar los proyectos de investigación que realiza en esta importante cuenca hidrográfica.

El objetivo general del presente proyecto es evaluar la factibilidad de aplicar un sistema de pago por servicios ambientales en la cuenca alta del Arroyo Piray Mini y diseñar un sistema de pago por servicios ambientales aplicable en la zona de influencia del Bosque Modelo San Pedro.

Son objetivos específicos

1. Analizar las potencialidades y limitaciones del contexto natural socioeconómico, político - institucional, jurídico y legal para la aplicación de un esquema de PSA.
2. Analizar la demanda y la oferta de los servicios ambientales (agua, biodiversidad, toma de carbono)
3. Realizar evaluaciones económicas de los cambios tecnológicos necesarios para mantener la provisión del servicio ambiental.
4. Diseñar un sistema de pago por los servicios ambientales identificados para el área del Bosque Modelo San Pedro

MATERIALES Y METODOS

El área de estudio es la cuenca hidrográfica del arroyo Piray Miní ubicada entre los paralelos de 26°10' - 26°30' Latitud Sur y los meridianos de 53°40' – 54°40' Longitud Oeste, en la Provincia de Misiones, República Argentina, escurriendo sus aguas en el río Paraná a la altura del límite norte del departamento de Eldorado, Provincia de Misiones, Argentina.

Los estudios más detallados se realizarán en la alta cuenca donde se ubica el bosque modelo del departamento San Pedro, de una superficie aproximada de 16.600 hectáreas.

Debido a que este estudio tiene un enfoque interdisciplinario, las actividades para estudiar la cuenca se basará en la combinación y adaptación de varias metodologías como las siguientes:

La recopilación de antecedentes es la primera tarea a realizar para reunir información, especialmente, sobre los temas siguientes:

- a) Superficie y ubicación geográfica del área de la cuenca
- b) Aspectos geológicos, geomorfológicos y tipos de suelo
- c) Comportamiento de los factores hidrológicos y elementos climáticos
- d) Uso actual de la tierra y sus posibles usos alternativos

Sobre la base de los mapas existentes y del estudio de las imágenes satelitales y fotografías aéreas se confeccionarán, auxiliados por el GIS, mapas a escala adecuada marcando los detalles de importancia que se observan en el terreno.

El trabajo en gabinete consiste en el estudio sobre material cartográfico ejecutado por C.A.R.T.A. 1962-1963 (hojas planialtimétricas a escala 1:10.000, mapa edafológico de la provincia de Misiones a escala 1:50.000) e imágenes satelitales del año 2007 (Imagen satelital Landsat 7ETM, bandas 4,5,3 fusionadas con la banda pancromática de 15 metros en resolución espacial), efectuándose interpretación de fotografías aéreas a escala 1:20.000 a ser tomadas.

Se generarán mapas georeferenciados de la cuenca con sus correspondientes planillas de cálculo, determinando sus características principales. Los contornos del área de una cuenca son fácilmente distinguibles si nos guiamos por la línea divisoria de aguas indicada por el mapa planialtimétrico. Luego se procederá a identificar los diferentes límites de las subcuencas, tipos de suelos, usos, pendientes y bosques protectores.

En la etapa de investigación preliminar, deben ser interpretadas las informaciones geológica y geomorfológica, hidrográfica, antecedentes forestales y agrícolas, mapas e informes

de suelos, uso de la tierra, tipo de vegetación, antecedentes socioeconómicos, tenencia de la tierra y mapas catastrales localizados.

El reconocimiento aéreo y las inspecciones terrestres tendrán la finalidad de obtener un conocimiento general directo, guiadas por los antecedentes obtenidos, especialmente por información cartográfica, fotografías aéreas e imágenes satelitales, aprovechando para registrar sobre mapas los datos de interés previamente definidos y observado durante el recorrido.

Deben ser examinados atentamente los obstáculos a la ordenación y deducir las medidas apropiadas para vencerlos en el contexto de las condiciones existentes.

Habrà que tener en cuenta también el nivel y tipo de ordenación que recibirá la cuenca hidrográfica en el futuro, dependiendo de la gravedad de los problemas de la cuenca, de la urgencia de la tarea y de los recursos disponibles para realizar el trabajo de protección, restauración, mejora del régimen hidrológico y desarrollo de todos los recursos de la cuenca, incluidos los recursos humanos. Debe elaborarse las combinaciones correctas de acuerdo con la naturaleza y dimensión de los problemas identificados.

RESULTADOS ESPERADOS

1. Análisis político – institucional, en el cual se consideren las limitaciones y potencialidades y se identifiquen aquellas instituciones que podrían promocionar, aplicar y dar seguimiento y control a la implementación de sistemas de PSA.

2. Análisis sociocultural de los propietarios de los servicios ambientales con el objetivo de determinar el capital social disponible para realizar acuerdo en torno a la conservación de los recursos naturales.

3. Análisis del marco jurídico a fin de determinar la viabilidad de un instrumento económico como los esquemas de PSA y, en su caso, las adecuaciones necesarias.

4. Identificación y cuantificación de la demanda y la oferta actuales y/o potenciales de los servicios ambientales.

5. Establecimiento de un modelo causal entre el uso del suelo y el servicio ambiental priorizado.

6. Valoración de los servicios ambientales y evaluaciones económicas de los cambios tecnológicos o prácticas culturales necesarios para mantener la provisión de los servicios ambientales priorizados.

7. Identificación de mercados posibles y/o estrategias de construcción de mercados.

8. Definición de áreas prioritarias para la aplicación del sistema de PSA y los requisitos que deben cumplir los beneficiarios.

9. Identificación de los arreglos institucionales necesarios la implementación y administración del sistema de PSA.

10. Análisis financiero del esquema propuesto.

11. Plan de seguimiento y evaluación del esquema.

12. Difusión de los resultados a través de las Redes Nacional, Regional para América Latina y el Caribe e Internacional Bosques Modelo.

En el aspecto social, se espera que la difusión y conocimiento generalizado de los lineamientos de la metodología propuesta promuevan un cambio cultural en la población, con una mayor conciencia ambiental, y la observancia de pautas conservacionistas en el uso de los recursos naturales.

Desde el punto de vista teórico, el logro de los objetivos facilitará la sistematización de los estudios existentes en materia de cuencas hidrográficas, orientados a su evaluación económica ambiental, facilitando la generación de nueva bibliografía actualizada adaptada localmente.

El impacto esperado en las esferas de decisión política, tanto del Estado Nacional como provincial y municipal, es que sobre la base de las propuestas de la presente investigación, los gobiernos incorporen el concepto de ordenamiento territorial y manejo de cuencas hidrográficas en las iniciativas de desarrollo y la gestión territorial.

La experiencia del Bosque Modelo San Pedro será innovadora para la Red Nacional de Bosques Modelos y será difundida a través de las redes regional e internacional de bosques modelo que involucra actualmente más de cuarenta sitios en todo el mundo. Al compartirse estas experiencias en las redes, se potenciarán los beneficios derivados de la realización del proyecto y se potenciará el aprendizaje sistémico.

Los resultados obtenidos del proyecto serán ampliamente difundidos en congresos, jornadas, seminarios y conferencias en eventos relacionado con la temática.

También estarán disponibles en las páginas Web de la Facultad de Ciencias Forestales y del Programa Nacional de Bosques Modelo a disposición de todos los interesados.

Se publicará un folleto informativo acerca de los resultados del proyecto, las conclusiones, recomendaciones y se distribuirá en los centros educativos, a la población local y a sus líderes.

Durante las tareas, tanto en el área de estudio como en las escuelas y barrios, serán realizadas actividades teóricas y prácticas de educación ambiental a cargo de técnicos especializados, con la participación de niños, jóvenes y adultos.

CONCLUSIÓN

La temática de investigación propuesta es, entonces, de actualidad en el ámbito mundial y de gran repercusión económica ambiental para la gestión territorial por cuencas hidrográficas.

El presente trabajo se considera con el nivel de originalidad, novedad científica adecuada y aplicabilidad a las cuencas hidrográficas de la provincia de Misiones.

El nuevo escenario planteado en la provincia de Misiones para la conservación de la Selva Misionera y la mejora de la calidad de vida de sus habitantes debe promover la valoración de los servicios ambientales que estos sistemas proveen y considerar el uso de un instrumento económico como el pago por servicios ambientales que permita compensar a los que gestionan los recursos naturales por el mantenimiento y provisión de estos servicios ambientales.

BIBLIOGRAFIA

- FRANGI J. L. 2003. Lineamientos para el manejo de capueras del centro sur de Misiones. Boletín Técnico no. 5. Ediciones INTA-Estación Experimental Agropecuaria Cerro Azul, 39 p.
- MARTÍNEZ DUARTE J.A. 2007. Ordenación de la Cuenca del Arroyo Piray Miní para la mejora de la calidad del agua de la ciudad de Eldorado. Boletín electrónico N° 5, FAO – Red Latinoamericana de Cooperación Técnica en Manejo de Cuencas Hidrográficas (REDLACH), pp 59-73.
- MONTAGNINI, F. 2006. Rehabilitation of degraded lands in Misiones, Argentina. Bois et Forets des Tropiques 288: 51-65.
- PLACÍ G. 2006. Situación Ambiental en la Ecorregión del Bosque Atlántico del Alto Paraná (Selva Paranaense) en Brown A., U. Martinez Ortiz, M.Acerbi y J. Corcuera (Eds.), La Situación Ambiental Argentina 2005, Fundación Vida Silvestre Argentina, Buenos Aires, 2006.

CAPACITACIÓN DE POBLADORES DE LA CUENCA INFERIOR DEL ARROYO PIRAY MINÍ PARA LA RESTAURACIÓN DE LOS BOSQUES PROTECTORES DE CURSOS DE AGUA, ELDORADO, MISIONES

TRAINING OF RESIDENTS OF THE INFERIOR BASIN OF THE STREAM PIRAY MINÍ FOR THE RESTORATION OF THE PROTECTIVE FORESTS OF COURSES OF WATER, ELDORADO, MISIONES

INFORME PRELIMINAR

Juan Antonio Martínez Duarte¹
José Palavecino²
Julio César Bernio³

¹ Dr. Ing. Ftal. Docente Fac. C. Ftales. UNaM. Bertoni 124-(3380) Eldorado-Misiones. email: martduar@facfor.unam.edu.ar

² Ing. Ftal. Docente Fac. C. Ftales. UNaM. Bertoni 124-(3380) Eldorado-Misiones. email: pala@facfor.unam.edu.ar

³ Ing. Ftal. Docente Fac. C. Ftales. UNaM. Bertoni 124-(3380) Eldorado-Misiones. email: bernio@facfor.unam.edu.ar

SUMMARY

The basin of the stream Piray Miní supplies from water to the municipality Eldorado, and it presents the torrential phenomenon and the contamination of the water.

The general Objective of the project is the training of the residents of the inferior basin of the stream Piray Miní in the restoration of protective forests and environmental reparation.

They constitute specific objectives:

- To demonstrate in the land the techniques for:
 - a) the restoration of the protective forests of courses of water and floor
 - b) environmental reparation of the streams
 - c) to educate the residents environmentally

It is promoted the conservation and the restoration of the native forest through the handling of the native species and the enrichment. They register in appropriate maps the sectors where they are carried out the activities.

The preliminary results indicated by the participation of the families involved in the different stages of the project are satisfactory.

Key words: Restoration, watershed, stream Piray Miní, environmental reparation.

RESUMEN

La cuenca del arroyo Piray Miní abastece de agua al municipio Eldorado, y presenta el fenómeno torrencial y la contaminación del agua. El Objetivo general del proyecto es capacitar a los pobladores de la cuenca inferior del arroyo Piray Miní en la restauración de bosques protectores y saneamiento ambiental. Constituyen objetivos específicos:

- Demostrar en el terreno las técnicas para:
 - a) la restauración de los bosques protectores de cursos de agua y suelo
 - b) saneamiento ambiental de los arroyos
- Educar ambientalmente a los pobladores

Se promueve la conservación y la restauración del bosque nativo a través del manejo de las especies nativas y el enriquecimiento. Se registran en mapas adecuados los sectores donde

se realizan las actividades. Los resultados preliminares indicados por la participación de las familias involucradas en las diferentes etapas del proyecto son satisfactorios.

Palabras clave: Restauración, cuenca hidrográfica, arroyo Piray Miní, saneamiento ambiental.

DESARROLLO

INTRODUCCIÓN

El proyecto se está desarrollando desde agosto de 2007 en la cuenca inferior del arroyo Piray Miní de aproximadamente 50.975 hectáreas de superficie (34,46 % de la superficie total de la cuenca) que desagua al arroyo Piray Miní afluente del Río Paraná en el límite norte del Municipio de Eldorado, Provincia de Misiones. En la **Figura 1** podemos observar la ubicación relativa del área del proyecto.

Para el municipio de Eldorado, y los demás municipios ubicados en la cuenca inferior del arroyo Piray Miní, la ejecución del presente proyecto perteneciente al Programa de Fortalecimiento a las Actividades de Extensión de la Universidad Nacional de Misiones (PROFAE), es de fundamental importancia.

Según las estimaciones realizadas, la cantidad de habitantes se triplicará en el lapso de 40 años, demandando mayor cantidad de agua para los diferentes usos y ejerciendo mayor presión sobre los bosques nativos remanentes, el agua, la biodiversidad y otros recursos naturales (WANDERER, 1997)

Los bosques protectores de la cuenca inferior del arroyo Piray Miní no responden a los requerimientos impartido por las leyes forestales, encontrándose en un estado crítico y necesita una restauración inmediata y eficaz. La **Figura 2** indica áreas de suelos de la unidad cartográfica 6B desprovistas de bosques protectores.

El problema mencionado provoca la degradación de la calidad del agua indicada por la contaminación por turbidez, presencia de bacterias coliformes, y por la cantidad inadecuada del vital elemento. Esta situación causa el deterioro de la salud de la población que utiliza el agua para consumo, la recreación y otros usos (MARTÍNEZ DUARTE, 2007).

Los resultados obtenidos redundarán directa o indirectamente en beneficio de las personas que habitan en la cuenca, estimado en 70.000 habitantes, de los cuales 35.000 habitantes son menores a 19 años de edad y aporta indirectamente tecnología que se podrá adaptar a otras cuencas hidrográficas de la Provincia de Misiones.

Por la preservación de los recursos naturales de la cuenca, especialmente el agua, y por el desarrollo sustentable que este proyecto contribuirá a lograr se beneficiarán las familias que habitan en la cuenca, especialmente los niños quienes son los más relacionado con el uso del agua para recreación o consumo.

En el aspecto social, el proyecto busca promover un cambio de mentalidad general de la población actual de la cuenca hacia una actitud de mayor observancia de pautas conservacionistas, promoviendo la mejora del bienestar general a través de una mejor calidad ambiental, mejoras en la disponibilidad de agua de buena calidad y la restauración tanto ambiental como productiva de las cuencas hidrográficas.

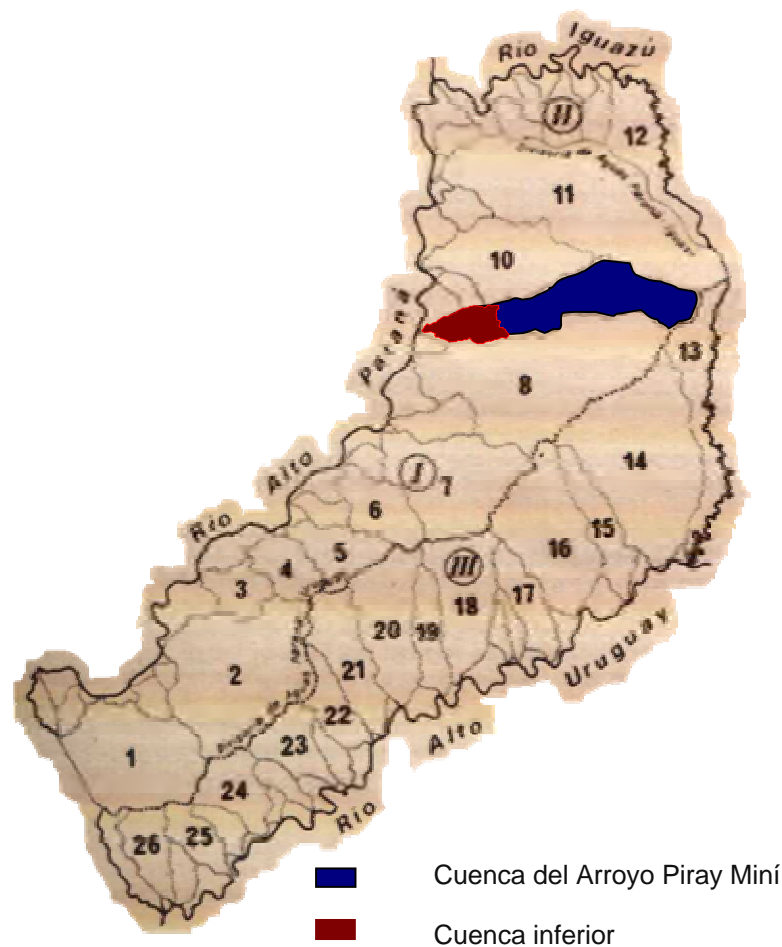
Desde el punto de vista teórico el logro de los objetivos facilitará la sistematización de los estudios existentes en la literatura actual sobre cuencas hidrográficas orientados tanto a la formulación de planes de acción en las mismas como a su evaluación económica ambiental.

Sobre la base de la metodología a proponer se podrán organizar talleres, encuentros y jornadas técnicas con la finalidad de debatir sobre los objetivos y las acciones más adecuadas a realizar en las cuencas hidrográficas para su desarrollo sustentable.

El impacto esperado en las esferas de decisión política es que basado en los resultados del presente proyecto, los gobiernos sancionen ordenanzas y leyes para el desarrollo y el ordenamiento territorial del municipio sobre la base de la ordenación y manejo de sus cuencas hidrográficas, asegurando la disponibilidad del agua dulce en un marco de desarrollo sustentable para el bienestar de la población actual y de las futuras generaciones.

Otro de los impactos esperados es que sobre la metodología a obtener como resultado se fundamenten otros proyectos de restauración hidrológica forestal de las cuencas hidrográficas.

Figura 1: Ubicación relativa

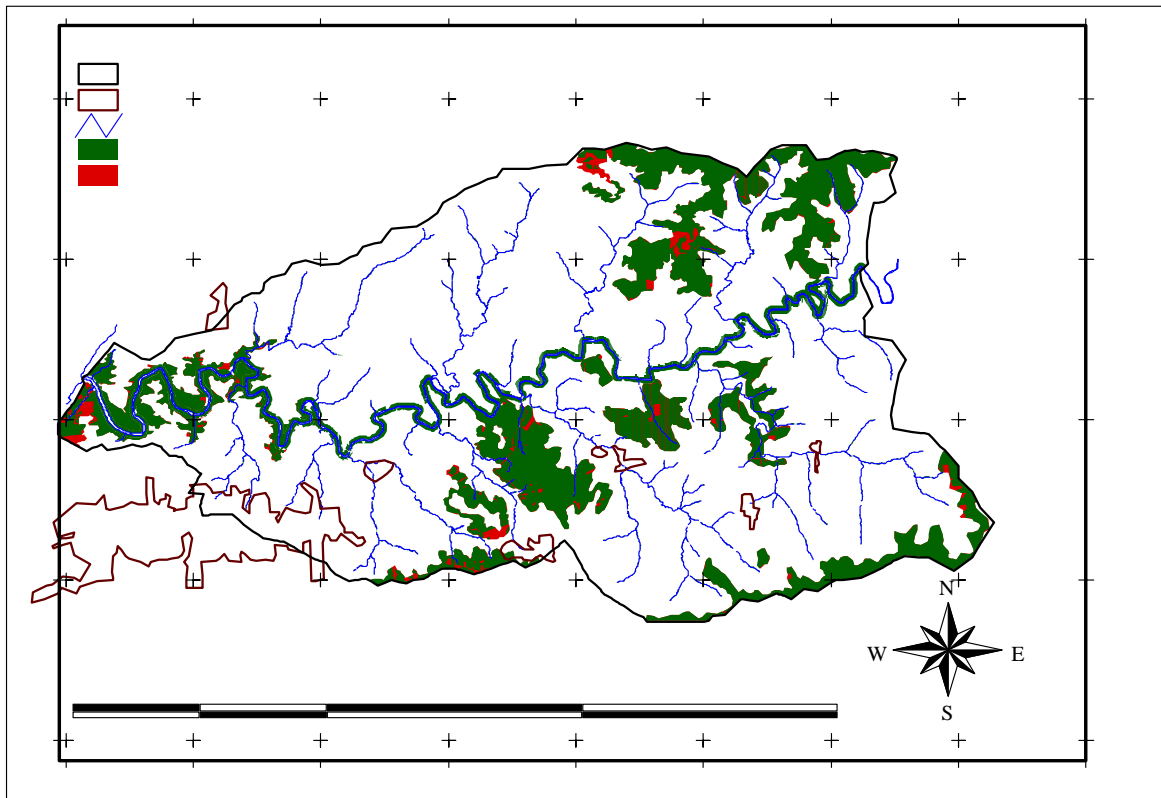


Fuente: Atlas general de la provincia de Misiones, Dirección General de Estadísticas y Censos. 1978

El presente proyecto de extensión aspira principalmente a hacer extensiva al medio las recomendaciones que surgen del proyecto de investigación “Ordenación de la cuenca del arroyo Piray Miní para la mejora de la calidad del agua para de la ciudad de Eldorado” (ISIF 151) que se viene desarrollando desde el año 2003.

Objetivos generales: Capacitar a pobladores de la cuenca inferior del arroyo Piray Miní en la restauración de bosques protectores de cursos de agua, suelo y saneamiento ambiental, para la mejora de la calidad del agua de la ciudad de Eldorado.

Figura 2: Situación de bosques protectores



Fuente: Facultad de Ciencias Forestales (UNAM) – Proyecto ISIF I51.

Objetivos específicos:

- Demostrar en el terreno las técnicas para:
 - a) la restauración de los bosques protectores de cursos de agua y suelo
 - b) saneamiento ambiental de los arroyos
- Educar ambientalmente a los pobladores, con especial énfasis en los niños y jóvenes.
- Divulgar las técnicas para la restauración ambiental y productiva de las fincas de los pequeños productores
- Determinar la rentabilidad económica ambiental de las tareas y acciones propuestas.

MATERIALES Y METODOS

De acuerdo a lo planificado en el proyecto de extensión, se realizaron hasta el momento las actividades siguientes:

1. Capacitación sobre apertura de rumbos para enriquecimiento
2. Capacitación sobre limpieza de líneas para forestación en macizo
3. Capacitación sobre control de hormigas
4. Capacitación sobre poceada con palas
5. Capacitación para plantación
6. Detección y registro de tramos de arroyos más comprometidos
7. Capacitación sobre tareas de limpieza de arroyos

Se capacita a los pobladores para conservar, restaurar el bosque protector de la red hidrográfica y en tareas de saneamiento ambiental de los cursos de agua.

Tanto para la reforestación como para el enriquecimiento, se promueve la utilización de plantines de especies nativas de alto valor por la calidad de su madera, su poder energético, ornamental y/o alimenticio para la fauna del lugar y/o los pobladores de la cuenca.

Los plantines de especies nativas que se están utilizando para la capacitación y demostración a campo de las técnicas de plantación son provistos por el vivero de la Facultad de Ciencias Forestales y por el vivero Municipal de Eldorado.

La participación activa de los pobladores y estudiantes de Ingeniería Forestal permite capacitar y concientizar a los actores directos, quienes actuarán en el futuro como baluartes de la restauración de su propio medio ambiente del área del presente proyecto y de toda la cuenca hidrográfica (ver Figura 3 y 4).

Se promueve la restauración del bosque nativo remanente, a través del manejo de los renovales de las especies maderables nativas de alto valor, que demuestran buena respuesta a este tipo de manejo, y el enriquecimiento bajo cubierta con especies nativas que experimentalmente han demostrado buen desarrollo en este tipo de ambiente.

La capacitación también apunta a la conservación del bosque nativo remanente y restauración a través del manejo de renovales y el enriquecimiento, con el objetivo de cubrir la mayor superficie del suelo y los bordes de los cursos de agua, para conformar un sistema de bosques protectores y fajas ecológicas de acuerdo a la ley provincial de Bosques N° 854, con el objetivo de regular el escurrimiento del agua de lluvias para mejorar el régimen hidrológico y la calidad de la misma.

Hasta mayo del año 2008 se continuarán normalmente con las actividades previstas en el proyecto de extensión abarcando a más pobladores y que son las siguientes:

- Educación ambiental
- Capacitación sobre apertura de rumbos para enriquecimiento
- Capacitación sobre limpieza de líneas para forestación en macizo
- Capacitación sobre control de hormigas
- Capacitación sobre poceada con palas.
- Capacitación para plantación
- Detección y registro de tramos de arroyos más comprometidos
- Capacitación sobre tareas de limpieza de arroyos

RESULTADOS

Resultados esperados:

- Mejora de la protección hidrológica del suelo
- Protección de los recursos naturales
- Saneamiento ambiental
- Educación ambiental
- Prevención de la contaminación con agroquímicos
- Mejora de la disponibilidad de agua durante todo el año
- Mejora de la biodiversidad



Figura 3: Estudiante de Ingeniería Forestal durante una de las tareas de restauración.
Fuente: Facultad de Ciencias Forestales (UNAM) – Proyecto de Extensión PROFAE 2007.



Figura 4: Estudiante de Ingeniería Forestal durante una de las tareas de saneamiento.
Fuente: Facultad de Ciencias Forestales (UNAM) – Proyecto de Extensión PROFAE 2007.

Como indicadores de los resultados a lograr se utilizarán la cantidad de familias involucradas en las diferentes etapas del proyecto.

Se registrarán en mapas adecuados los sectores donde se realizaron las tareas de restauración y saneamiento ambiental.

Como indicadores del impacto teórico se utilizarán la cantidad de centros educativos que incorporan los resultados del proyecto a sus programas de estudios, cantidad de estudiantes de los diferentes niveles de formación.

El impacto metodológico será medido mediante la cantidad de talleres, encuentros y jornadas técnicas organizadas sobre la base de la metodología propuesta, como la cantidad de los participantes.

El impacto en las esferas de decisión política será medido por la cantidad de políticos que participan en el proyecto, tanto del estado nacional como provincial y municipal. También la cantidad, el tipo de leyes y ordenanzas serán utilizados como indicador.

También se utilizará como indicador la sustentabilidad del proyecto, a través de la continuidad de la restauración, el saneamiento ambiental y la educación ambiental, mediante la cantidad y calidad de los grupos conformados para continuar la tarea.

CONCLUSIÓN

Se está desarrollando satisfactoriamente este proyecto de extensión financiado por el Programa de Fortalecimiento a las Actividades de Extensión de la Universidad Nacional de Misiones.

Tanto los pobladores como los estudiantes de Ingeniería Forestal participan en forma entusiasta por el desarrollo y por los resultados logrados hasta el presente.

Estamos cada vez más convencidos que la extensión de los trabajos de investigación que realiza la Facultad de Ciencias Forestales es uno de los medios para frenar y revertir la degradación de los recursos naturales de nuestras cuencas hidrográficas, promoviendo la mejora del bienestar general de la población.

BIBLIOGRAFIA

MARTÍNEZ DUARTE J.A. 2007. Ordenación de la Cuenca del Arroyo Piray Miní para la mejora de la calidad del agua de la ciudad de Eldorado. Boletín electrónico N° 5, FAO – Red Latinoamericana de Cooperación Técnica en Manejo de Cuencas Hidrográficas (REDLACH), pp 59-73.

WANDERER, R. J. 1997. “Estudio del Sistema de Abastecimiento Público de Agua y Servicio de Cloacas de Eldorado”. 46 pag.

REFORESTACION PARA CONTROL DE PASTOS INVASORES Y PROTECCION DE CUENCAS HIDROGRAFICAS EN EL CANAL DE PANAMA

REFORESTATION FOR CONTROL OF INVASIVE GRASS AND WATERSHED PROTECTION IN THE PANAMA CANAL

Florencia Montagnini¹

Arturo Cerezo²

Hugo S. Lam Bent³

Taek Joo Kim⁴

Christopher Finney⁵

¹ Profesora, Yale University, School of Forestry and Environmental Studies, 370 Prospect Street, New Haven, CT 06511, USA. florencia.montagnini@yale.edu

² Agrónomo, División de Ambiente, Departamento de Ambiente, Agua y Energía, Autoridad del Canal de Panama (ACP), Balboa, República de Panamá, ACerezo@pancanal.com

³ Director, Office of Parks Conservation and Community Outreach, Baltimore City, Department of Recreation and Parks. 2600 Madison Avenue, Baltimore, MD 21217, USA. hugoslam@gmail.com, hugo.lam@aya.yale.edu

⁴ Investigador, Korea Environment Institute, Seoul, Korea. tachaos@yahoo.co.kr, tachaos@hanmail.net

⁵ Estudiante de Maestría, Yale University School of Forestry and Environmental Studies. christopher.finney@yale.edu

SUMMARY

The maintenance and expansion of the Panama Canal requires the supply of water for the canal and for human use. Reforestation in the canal watershed is hampered by invasion by *Saccharum spontaneum* grass that competes with trees and is prone to fire. Results of artificial shade trials indicate that good grass control can be achieved with 50% to 75% shade. This level of shade can be obtained early with plantations of species that form a dense crown such as *Gliricidia sepium*, *Inga punctata* and others. Trials of species of good timber value show that *Pachira quinata*, *Terminalia amazonia*, *Hyeronima alchorneoides*, and others have good potential for reforestation in Panama. We recommend that timber species such as those listed above be planted in mixed designs with facilitating or nurse species that contribute to control the grass. Recent trials established by the Panama Canal Authority, ACP, can be used as models for future reforestation efforts with mixed plantations.

Key words: catalyst species, environmental services, facilitation, native trees, shade

RESUMEN

El mantenimiento y expansión del Canal de Panamá requiere garantizar el suministro de agua al canal y para uso humano. La reforestación en la cuenca del canal es dificultada por la invasión del pasto *Saccharum spontaneum* que compite con los árboles y promueve incendios. Resultados de ensayos con sombra artificial indican que se logra buen control con 50% a 75% de sombra. Esta sombra puede lograrse con plantaciones de especies que forman copa densa temprano tales como *Gliricidia sepium*, *Inga punctata* y otras. Especies de buen valor maderero para la reforestación en Panamá incluyen *Pachira quinata*, *Terminalia amazonia*, *Hyeronima alchorneoides*, y otras. Se recomienda sembrar las especies maderables en asociación mixta con especies facilitadoras que contribuyan a combatir el pasto tales como las ya mencionadas. Ensayos establecidos recientemente por la Autoridad del Canal de Panama, ACP, pueden servir como modelo a futuras reforestaciones en plantaciones mixtas.

Palabras clave: especies catalizadoras, especies nativas, facilitación, servicios ambientales, sombra

INTRODUCCION

El Canal de Panamá fue abierto al tráfico de barcos en 1914. Tiene 80 km de longitud desde el océano Atlántico al Pacífico (ACP, 2007a). La Autoridad del Canal de Panamá (ACP) fue establecida en 2000 cuando Panamá asumió responsabilidad plena por el Canal y su compromiso en garantizar agua en cantidad y calidad para el consumo humano y para la operación del Canal. En 2006 se aprobó un proyecto para construir un tercer juego de esclusas. Esto duplicará su capacidad de operación y también aumentará la demanda de agua. Por tal razón, se hace indispensable fortalecer la vigilancia de este recurso. La invasión por pastos agresivos en la cuenca del canal es uno de los problemas que deben enfrentarse, además de los costos de mantenimiento del canal (dragados, ensanchamientos, otros).

La ACP realiza desde 1998 proyectos de reforestación de cuencas que alimentan al canal. Por ejemplo, el proyecto llamado Ciudad del Árbol, en conjunto con la Universidad de Panamá, se encuentra localizado a 40 km de la ciudad de Panamá, al sur del Lago Alajuela, y formando límite con el Parque Nacional Chagres (ACP, 2007b). Este sitio de 200 ha estaba cubierto por el pasto invasor “paja blanca” (*Saccharum spontaneum*), y actualmente ha sido reforestado con especies de árboles nativos en plantaciones mixtas, contribuyendo a detener el avance del pasto sobre los bosques del Parque. ACP actualmente colabora con el Proyecto de Reforestación con Especies Nativas (PRORENA) en estos esfuerzos. PRORENA es un proyecto de colaboración entre la Universidad de Yale y el Instituto Smithsonian de Estudios Tropicales (STRI) ubicado en la ciudad de Panamá. PRORENA ha establecido plantaciones con especies de árboles nativos en varios sitios de la cuenca del Canal de Panamá y en otras regiones de Panamá (WISHNIE ET AL., 2007).

El objetivo de estas investigaciones fue medir el nivel de sombra necesario para el control del pasto invasor del canal, paja blanca (*Saccharum spontaneum* L.), así como detectar en ensayos de reforestación, especies nativas maderables de buen crecimiento y valor para ser utilizadas en la reforestación de la cuenca del canal. La hipótesis principal de estos trabajos fue que es posible controlar el pasto invasor con niveles de sombra que pueden ser logrados por medio de la reforestación con especies de valor maderable de buen crecimiento en la zona del canal.

Control de pastos invasores

Saccharum spontaneum es una especie de caña de azúcar silvestre. Su rango nativo se extiende desde el norte del Africa a través de Asia en China e Indonesia. Fue reportada por primera vez en Panamá en 1966, y se ha expandido por casi todo el país (HAMMOND, 1999; HOOPER et al., 2002; 2004). En la cuenca del canal de Panamá, domina la mayoría de los terrenos deforestados que no están bajo cultivo (ACP, 2007b). Las áreas dominadas por este pasto presentan serias dificultades para el establecimiento de bosques. Es un pasto perenne, de hasta 5m de altura. Tolera la sequía y es muy eficiente en el uso del agua por ser una especie de metabolismo C4. Crece rápidamente y domina a sus competidores. Es tolerante al fuego. Forma esteras de raíces densas y capas de vegetación muerta que son combustibles para el fuego. Tiene tres mecanismos de reproducción: semillas, rizomas subterráneos, y primordios de raíces en los internodos de los tallos. Es particularmente invasivo en sitios con suelos pobres o que son frecuentemente perturbados por el sobrepastoreo o el fuego. Como resultado de la invasión por *S. spontaneum* se detienen los procesos de sucesión natural, aumentan los incendios, y baja la biodiversidad del ecosistema. No tiene valor para la agricultura y muy escaso valor para la vida silvestre.

Entre las medidas de control hasta el momento ensayadas por PRORENA, la combinación de cortes sucesivos con la aplicación de herbicidas ha sido exitosa, permitiendo la siembra de especies de árboles para la reforestación de las áreas invadidas. Sin embargo, esto aumenta considerablemente los costos de establecimiento de las plantaciones (WISHNIE *ET AL.*, 2002; 2007), por lo cual en el presente trabajo se examinaron los efectos del sombreado artificial y con plantaciones forestales como sistemas alternativos para su control.

METODOS

Efectos de la sombra sobre el rebrote y crecimiento del pasto

Este proyecto tuvo como objetivo examinar los efectos de la sombra natural y artificial sobre el rebrote y crecimiento de *S. spontaneum* en un área de la cuenca del Canal de Panamá, en terrenos pertenecientes a ACP, cerca del Parque Nacional Soberanía, unos 10 km al norte de Ciudad de Panamá, adyacente a la cuenca del canal (8°59'N, 79°33'O). La temperatura es de 24°C a 30°C y la precipitación promedio anual es de 1740 mm.

Se utilizaron cajones de sombra cubiertos con tela de poliuretano (26 m x 6 m x 2 m altura) que producía diferentes proporciones de sombra (KIM *ET AL.*, IN PRESS). Los tratamientos incluyeron 100%, 50%, 25%, 15%, y 5% de iluminación. Los cajones se colocaron sobre parcelas donde se había cortado el *S. spontaneum* con machete. El pasto se volvió a cortar cada seis semanas, y se secó y pesó la biomasa en mediciones repetidas de rebrote y crecimiento del pasto de agosto a enero.

Además se realizaron evaluaciones de la densidad del pasto bajo la copa de las especies de árboles sembrados en el sitio como parte del proyecto PRORENA. Las plantaciones estaban a 3m x 3m y la edad fue de 2 años (KIM *ET AL.*, 2006). Se evaluaron un total de 10 especies que representaron un rango amplio de diámetro de tronco y de densidad de copas. Se hizo una correlación entre la densidad del pasto y el índice de cobertura de copas de las especies evaluadas (KIM *ET AL.*, 2006).

Ensayos de reforestación con especies nativas

El proyecto PRORENA mantiene en Panamá uno de los mayores ensayos de reforestación en América Latina, con más de 60 especies de árboles nativos, repetidos en varios sitios en un rango de precipitación anual de 1100 mm – 3000 mm (WISHNIE *ET AL.*, 2002; 2007). Mantiene además colaboraciones con diversas instituciones y empresas privadas, entre ellas, Futuro Forestal, una empresa reforestadora con fines comerciales ubicada en el oeste del país, en la provincia de Chiriquí. La empresa es certificada por FSC en sus operaciones. Además de la venta de madera, también vende créditos de captura de carbono para sus clientes (FUTURO FORESTAL, 2008). Como parte de sus proyectos de reforestación, Futuro Forestal ha comprado fincas de agricultores en las cuales ha establecido plantaciones de árboles nativos y una especie exótica, la teca. Algunos de estos ensayos datan de tiempo anterior al comienzo de PRORENA, representando así la ventaja de dar resultados de plantaciones de mayores edades.

El presente estudio se realizó en seis fincas, en plantaciones establecidas entre 1995 y 2000, en áreas que habían sido utilizadas para el pastoreo de ganado. Las fincas están ubicadas cerca de Las Lajas, Chiriquí, región de bosque muy húmedo, pre-montano, con precipitación anual de 3000-3500 mm, y temperatura media anual de 27°C. Los suelos son Andisoles de origen volcánico reciente.

Se evaluó el crecimiento de seis especies, 5 nativas: *Terminalia amazonia* (Amarillo, Roble coral, combretacea), *Swietenia macrophylla* (Caoba, meliaceae), *Hyeronima alchorneoides* (Zapatero, Pilón, euforbiaceae), *Pachira quinata* (Cedro Espino, bombacaceae) y una especie exótica, *Tectona grandis* (Teca). Para las mediciones, se establecieron parcelas permanentes de muestreo de 20m X 20m en cada plantación. Como las plantaciones tenían diferen-

tes edades (5 a 10 años), para comparar las especies de calcularon los Incrementos Medios Anuales (IMA) de las variables DAP (diámetro a la altura del pecho), altura total, y volumen.

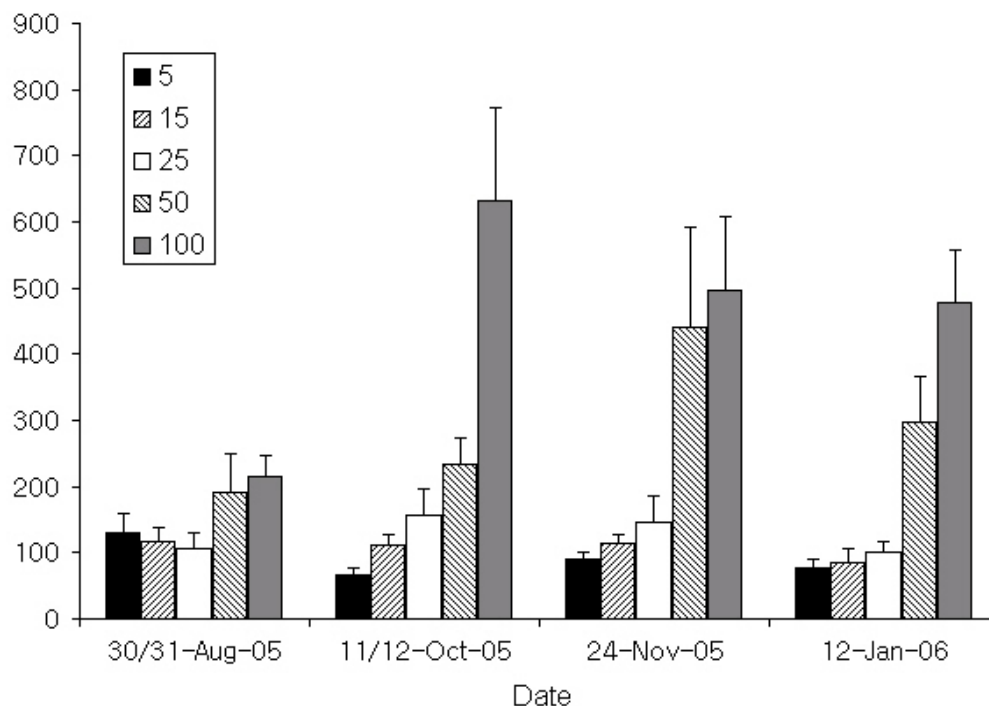
RESULTADOS Y DISCUSION

Control de pasto invasor con sombra artificial

Los efectos de la sombra artificial sobre el crecimiento del pasto se comenzaron a observar después de las primeras seis semanas. Luego de seis semanas, hubo una reducción significativa del crecimiento del pasto cuando la iluminación fue de 25%. No hubo diferencias significativas entre niveles de iluminación de 25%, 15%, y 5% (**Gráfica 1**).

Efectos de la sombra de árboles de los proyectos de reforestación de PRORENA

El crecimiento del pasto se redujo significativamente bajo árboles de copa amplia y densa tales como *Gliricidia sepium*, *Inga punctata* y *Acacia mangium* (exótica). Estas plantaciones eran relativamente densas (3m X 3m). Estas especies son del tipo “catalizador” es decir especies de crecimiento rápido, generalmente pertenecientes a estadíos sucesionales tempranos (pioneras) y con características que le permiten cobertura rápida del sitio tales como la fijación de nitrógeno.



Gráfica 1. Biomasa aérea seca promedio (g/m^2) de *Saccharum spontaneum* en cada fecha de corte. 5, 15, 25, 50 y 100 – indican niveles de iluminación (%). Las barras indican errores estandard. Fuente: KIM ET AL., IN PRESS.

Figure 1. The mean dry above-ground biomass (g/m^2) of *Saccharum spontaneum* at each harvest date. 5, 15, 25, 50 and 100 - indicate % light levels. Bars indicate standard errors of the mean. Source: KIM ET AL., IN PRESS.

Productividad de especies utilizadas para la reforestación

Los resultados de crecimiento de las seis especies en las fincas estudiadas se muestran en la **Tabla 1**. La especie *Terminalia amazonia*, considerada muy promisoriosa para la reforesta-

ción en América Latina, tuvo comportamiento muy bueno, entre las mejores de las estudiadas, con IMA Volumen 5,7 – 13,7 m³/ha/año.

Pachira quinata (también conocido como *Bombacopsis quinata*, Pochote) de alto valor de mercado, tuvo crecimiento muy variable, con IMA Volumen de 0,18 a 22,2 m³/ha/año. Según datos de América Central, su comportamiento es muy influenciado por la calidad del sitio (MONTERO ET AL., 2003). En otros ensayos de PRORENA, esta especie mostró un buen comportamiento a través de un gradiente de precipitación bastante amplio (WISHNIE ET AL., 2007).

Hyeronima alchorneoides es preferida por los agricultores debido a su alta sobrevivencia, buen crecimiento, y alta calidad de su madera. Tiende a promover el reciclaje de nutrientes, por lo cual se la asocia en sistemas agroforestales y agrosilvopastoriles, además de favorecer la regeneración natural bajo su copa (CARNEVALE Y MONTAGNINI, 2002). En el presente estudio, su IMA Volumen varió ampliamente de acuerdo a la calidad del sitio con un rango de 0,04 a 10,81 m³/ha/año. Resultados similares fueron encontrados en Costa Rica (DELGADO ET AL., 2003; MONTAGNINI ET AL., 2005). Se han encontrado problemas de forma de fuste (bifurcaciones) en condiciones de falta de manejo (PIOTTO ET AL., 2004). El Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR) está trabajando en la producción de clones de mejor crecimiento y forma para esta especie, dada su preferencia y su alto valor (REDONDO BRENES, 2007). Las especies *H. alchorneoides* y *T. amazonia* cuando fueron cosechadas del sitio de esta investigación en 2007, tuvieron valor de mercado equivalente al de la teca (FUTURO FORESTAL, 2008).

Tabla 1. Comparación entre 6 fincas según Incremento Medio Anual (IMA) de DAP, altura total y volumen para las especies estudiadas. Las letras diferentes (a-c) indican diferencias significativas entre valores promedios de diferentes especies para cada finca (P<0.05). Fuente: LAM ET AL., IN PRESS.

Table 1. Comparison among 6 farms by Mean Annual Increment (MAI) in DBH, total height and volume by species. Differing lowercase letters (a-c) indicate a significant difference between the means values of different species within a single farm (P<0.05). Source: LAM ET AL., IN PRESS.

Finca/ Especies	Edad (años)	Densidad (árboles/ha)	IMA-DAP (cm/año)	IMA-altura (m/año)	IMA-Vol (m³/ha/año)
Madera Fina					
<i>T. grandis</i>	9.5	482	1.01 b	1.09 b	1.93 b
<i>T. amazonia</i>	9.5	517	1.90 a	2.04 a	13.72 a
<i>S. macrophylla</i>	9.5	441	1.40 ab	1.14 ab	3.55 b
<i>H. alchorneoides</i>	9.5	481	1.53 a	1.68 a	6.82 b
Pampanillo					
<i>T. grandis</i>	7.5	743	1.04 ab	1.41 a	2.56 a
<i>S. macrophylla</i>	7.5	283	1.72 a	0.75 b	1.42 b
<i>P. quinata</i>	7.5	335	1.00 b	1.07 ab	0.81 b
Los Monos					
<i>P. quinata</i>	7.5	525	3.58 a	1.46 a	22.16 a
<i>H. alchorneoides</i>	7.5	525	2.31 b	2.01 a	10.81 a
Los Ríos 1					
<i>T. grandis</i>	5.5	687	1.45 b	1.83 b	3.23 a
<i>T. amazonia</i>	5.5	425	2.13 a	2.43 a	5.72 abc
<i>H. alchorneoides</i>	5.5	391	0.19 c	2.03 b	0.04 c
Los Ríos 2					
<i>T. grandis</i>	5.5	700	1.31 b	1.40 a	2.06 a
<i>P. quinata</i>	5.5	306	2.62 a	1.48 a	3.80 a
Los Ríos 3					

<i>T. grandis</i>	5.5	704	1.62 c	2.06 ab	4.65 a
<i>T. amazonia</i>	5.5	383	2.43 ab	2.54 a	7.02 a
<i>P. quinata</i>	5.5	400	2.74 a	1.14 c	4.19 a
<i>H. alchorneoides</i>	5.5	383	1.74 bc	1.71 bc	2.42 a

Swietenia macrophylla (caoba) produce madera de valor superior, pero es poco utilizada en plantaciones debido a ser susceptible al barrenador del tallo de las meliáceas, *Hypsypilla grandella*. En el presente estudio su IMA Volumen fue de 1,42 a 3,55 m³/ha/año. Es una especie de potencial para siembra en plantaciones de especies mixtas, lo cual puede contribuir a evitar el ataque del barrenador.

Tectona grandis (teca), la única especie exótica de este estudio, ha tenido buen comportamiento en diversos sitios in Panamá, Costa Rica y Nicaragua. En el presente estudio su IMA Volumen fue de 1,93 a 4,65 m³/ha/año, es decir un buen crecimiento, aunque no significativamente mejor que las especies nativas.

En proyectos de reforestación donde es necesario controlar los pastos agresivos y a la vez lograr beneficios económicos y ambientales, la alternativa recomendada es la plantación de especies mixtas, en las cuales se combinen aquellas especies que ejercen control más efectivo del pasto a una edad temprana, con otras que tienen mejor valor maderable. De esta manera, las especies catalizadoras o facilitadoras pueden controlar el pasto invasor más temprano, así favoreciendo el crecimiento de las especies maderables. Reforestaciones recientes de este tipo ya se encuentran en los proyectos de ACP tales como el de Ciudad del Árbol mencionados anteriormente (ACP, 2006; 2007b).

CONCLUSIONES

Pudo lograrse control del pasto invasor a niveles de sombra del 25% con respecto a sitio abierto. La densidad del pasto se redujo significativamente bajo árboles de copa amplia y densa tales como *Gliricidia sepium*, *Inga punctata* y *Acacia mangium* (exótica), en plantaciones jóvenes relativamente densas (3m X 3m).

Especies nativas, particularmente *Pachira quinata*, tienen un gran potencial para la reforestación, pero la calidad del sitio afecta su comportamiento. Tanto *Hyeronima alchorneoides* como *Terminalia amazonia*, ambas nativas, como la *Tectona grandis*, exótica, tienen potencial para valores intermedios a altos de productividad bajo condiciones más variadas de crecimiento.

En el futuro es recomendable planificar las reforestaciones siguiendo estos criterios y escoger los grupos de especies para sus combinaciones de modo de obtener los beneficios descritos: facilitación con el control del pasto agresivo, así como también otros beneficios relacionados con la protección del suelo, el reciclaje de nutrientes y otros, y crecimiento bueno para obtener beneficios económicos y otros servicios ambientales.

BIBLIOGRAFÍA

- AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ (ACP). 2006. Manual de reforestación. Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá. Volumen 1. ACP, División de Administración Ambiental, Sección de Manejo de Cuenca, Unidad de Sensores Remotos, ACP, Balboa, Panamá. 31 p.
- AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ (ACP). 2007a. The Panama Canal. ACP, Corporate Communications, Balboa, Panama.
- AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ (ACP). 200b. Ciudad Del Árbol. Proyecto para recuperación ambiental para la reserva genética de especies nativas de Panamá. Universidad de Panamá y Autoridad del Canal de Panamá, Panamá.

- CARNEVALE, N.J.; Montagnini, F. 2002. Facilitating regeneration of secondary forests with the use of mixed and pure plantations of indigenous tree species. *Forest Ecology and Management*, 163: 217-227.
- DELGADO, A.; Montero, M.; Murillo, O; Castillo, M. 2003. Crecimiento de especies forestales nativas en la zona norte de Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 27(1): 63-78.
- FUTURO FORESTAL. 2008. Primer pago de nuestras maderas. *Woodstock News: Futuro Forestal Newsletter*. www.futuroforestal.com. AP 0819-07583 El Dorado, Panama City, Panama.
- HAMMOND, B. 1999. *Saccharum spontaneum* (Gramineae) in Panama: The physiology and ecology of invasion. *Journal of Sustainable Forestry*, 8(3/4): 23-38.
- HOOPER, E.; Condit, R.; Legendre, P. 2004. Factors affecting community composition of forest regeneration in deforested, abandoned land in Panama. *Ecology*, 85 (12): 3313-3326
- HOOPER, E.; Condit, R.; Legendre, P. 2002. Responses of 20 native tree species to reforestation strategies for abandoned farmland in Panama. *Ecological Applications*, 12 (6): 1626-1641
- KIM, T. J.; Montagnini, F.; Cedeño, N.; Dent, D.; Mariscal, E. 2006. Investigation of shading as a method for controlling wild sugarcane on abandoned lands (Panama). *Ecological Restoration*, 24(3): 203-204.
- KIM, T. J.; Montagnini, F., Dent, D. 2008. Rehabilitating abandoned pastures in Panama: control of the invasive exotic grass, *Saccharum spontaneum* (L.), using artificial shade treatments. *Journal of Sustainable Forestry*, 26(3): In Press.
- LAM BENT, H. S.; Montagnini, F.; Finney, C. A comparison of growth and yield among four native and one exotic tree species on plantations on six farms at Las Lajas, Chiriqui Province, Western Panama. *Journal of Sustainable Forestry*, In press.
- MONTAGNINI, F.; Ugalde, L.; Navarro, C. 2003. Growth characteristics of some native tree species used in silvopastoral systems in the humid lowlands of Costa Rica *Agroforestry Systems*, 59: 163-170.
- MONTAGNINI, F.; Cusack, D., Petit, B.; Kanninen, M. 2005. Environmental Services of Native Tree Plantations and Agroforestry Systems in Central America. *Journal of Sustainable Forestry*, 21(1): 51-67.
- MONTERO, M.M.; Viquez, E.L.; Kanninen, M. 2002. Manejo silvicultural y rendimiento de *Bombacopsis quinata*. En: J. Cordero and D.H. Boshier (eds.). 2002. *Bombacopsis quinata*: Un árbol maderable para reforestar. *Tropical Forestry Papers 39*, Oxford Forestry Institute, Oxford, England. Pp. 97-112.
- PIOTTO, D.; Montagnini, F.; Kanninen, M.; Ugalde, L.; Viquez, E. 2004. Forest Plantations in Costa Rica and Nicaragua: Performance of Species and Preferences of Farmers. *Journal of Sustainable Forestry*, 18(4): 59-77.
- REDONDO-BRENES, A. 2007. Growth, carbon sequestration and management of native tree plantations in humid regions of Costa Rica. *New Forests*, 34: 256-268.
- WISHNIE, M. H.; Deago, J.; Mariscal, E.; Sautu, A. 2002. The efficient control of *Saccharum spontaneum* (L.) (Gramineae) in mixed plantations of six native species of tree and teak (*Tectona grandis*) in the Panama Canal Watershed, Republic of Panama. http://research.yale.edu/prorena/publicaciones_files/ECO-03-03-En.pdf
- WISHNIE, M. H.; Dent, D.; Mariscal, E.; Deago, J.; Cedeño, N.; Ibarra, D.; Condit R.; Ashton, P.M.S.. 2007. Initial performance and reforestation potential of 24 tropical tree species planted across a precipitation gradient in the Republic of Panama. *Forest Ecology and Management*, 243: 39-49.

**DINÂMICA DO pH EM UM ECOSSISTEMA DE FLORESTA ESTACIONAL
DECIDUAL EM COMPARAÇÃO COM O CAMPO ABERTO EM ITAARA-RS,
BRASIL**
**pH DYNAMICS IN A SEASONAL DECIDUOUS FOREST ECOSYSTEM
COMPARED WITH OPEN FIELD IN ITAARA-RS, BRAZIL**

Marcio Carlos Navroski ¹
Mauro Valdir Schumacher ²
Peter Trüby ³

¹ Acadêmico do Curso de Graduação em Engenharia Florestal. UFSM. Bolsista CNPq. 97105-900. Santa Maria. RS. navroskiflorestal@yahoo.com.br

² Engenheiro Florestal, Dr., Professor Adjunto do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria (RS). Brasil. schumacher@pesquisador.cnpq.br

³ Prof. Dr. Do Institut für Bodenkunde und Waldernährungslehre. Albert-Ludwigs-Universität – Freiburg. Alemanha. peter.trueby@bodenkunde.uni-freibur.de

SUMMARY

This study refers to soil solution pH study inside a Seasonal Deciduous Forest and the rain pH variation in an open land area compared to the forest. For rain collection, rain gauges were installed, and for soil solution sampling, lysimeters were installed. The forest was responsible for rain pH increase, after its canopy interception, changing from 6,1 in open land to 6,7 after canopy contact. The soil solution pH was higher in the depth of 30 cm (6,1) when compared to 60 cm (5,8). The soil solution pH suffers a moderate acidification when compared to rain water, changing from 6,7 in rain water to 6,1 (30 cm) and 5,8 (60 cm).

Key words: rain pH, soil solution pH, Seasonal Deciduous Forest

RESUMO

Este trabalho refere-se ao estudo do pH da solução do solo no interior de uma Floresta Estacional Decidua e a alteração do pH da água da chuva em campo aberto em relação à floresta. Para a coleta da água da chuva foram instalados funis coletores, já para a solução do solo foram instalados lisímetros captadores de água no solo. A floresta foi responsável pelo aumento do pH da chuva, após a interação desta com as copas das árvores, passando de um pH médio de 6,1 no campo aberto para 6,7 após contato da chuva com as folhas das árvores. O pH na solução do solo foi maior na profundidade de 30 cm (6,1) em relação a profundidade de 60 cm (5,8). O pH da solução do solo sofre uma leve acidificação em comparação com a água da chuva. Passando de 6,7 na água da chuva para 6,1 (30 cm) e 5,8 (60 cm). Pode-se concluir que a Floresta Estacional Decidua não tem potencial de acidificar o solo como pode ocorrer com outras florestas.

Palavras – chave: pH água da chuva, pH solução do solo, floresta estacional decidual.

INTRODUÇÃO

Em um ecossistema florestal, há vários caminhos que a água poderá seguir, após uma dada precipitação, estes podem ser subdivididos em interceptação, evaporação das superfícies

úmidas, transpiração das plantas, evaporação do solo e o derrame da bacia hidrográfica, através de algum canal ou rio que a mesma possuir.

A influência da floresta no recebimento e na redistribuição das chuvas é de importância significativa dentro do contexto do balanço hídrico de um determinado local. Por meio da interceptação, a cobertura florestal causa uma diminuição no total de água de chuva que atinge o solo, podendo afetar, conseqüentemente, a dinâmica do escoamento superficial que atinge a rede hidrológica, e o processo de infiltração que favorece os lençóis subterrâneos.

Segundo SCHUMACHER E HOPPE (1998), a floresta exerce efeitos sobre a água das chuvas pela interceptação através das copas das árvores dominantes, do sub-bosque e também da manta ou serapilheira existente na superfície, a qual retém grande volume de água, liberando-a lentamente para os riachos, rios e lagos, permitindo um abastecimento regular dos mesmos.

LIMA (1979), mostrou que a interação da água da chuva com as copas da floresta de *Pinus caribaea* é responsável por ligeira acidificação da água. Durante o período de estudo, as amostras de água da chuva apresentaram pH médio de 5,2 sendo que a média das amostras de água coletadas debaixo da floresta (isto é, a água da precipitação interna, ou seja, água da chuva após interação com as copas) foi de 4,5. Em outro estudo o mesmo autor, LIMA (1985), observou que o pH médio anual da água da chuva é 6,0. Nas parcelas de pinheiros tropicais o pH médio foi de 5,8 e na de cerradão foi de 5,9. Dentro das parcelas florestadas, ou seja, na precipitação interna o valor médio mais baixo ocorreu no mês de julho, pico da estação seca e época normal de queimadas na região canavieira que circunda a área.

As características químicas das precipitações pluviais podem ser afetadas por materiais com característica ácida originários de várias fontes, quer sejam naturais ou decorrentes da atividade humana, que podem reduzir o pH das chuvas a valores inferiores a 5,6 (pH da água pura em equilíbrio com a pressão normal de CO₂ da atmosfera), considerado como limite de definição de chuvas ácidas (HAAG, 1985).

A importância de se estudar a solução do solo está relacionada ao fato das plantas, somente, absorverem nutrientes que estão presentes em solução. Ainda, a solução pode nos fornecer indicadores de fertilidade e de acidez local.

Objetivo do presente estudo foi avaliar a interceptação da chuva no ano de 2006 pelas copas das árvores em relação com o campo aberto e a alteração que a mesma sofre em seu pH após o atravessamento do dossel.

MATERIAL E MÉTODOS

Características gerais da área experimental

Localização

O trabalho foi realizado em uma fazenda de aproximadamente 30 hectares, da Brigada Militar (CETRAPA – Centro de Estudos e Treinamento, Reprodução Animal e Proteção Ambiental), km 26 da rodovia BR 158 no município de Itaara, estado do Rio Grande do Sul, Brasil. O município está localizado na Serra de São Martinho, na região fisiográfica do Planalto Médio, com uma extensão territorial de 132,6 Km², estando situado a 29° 30' 15,2" de latitude Sul e 53° 46' 06,5" de longitude Oeste, com altitude média de 400 m.

Clima

Segundo a classificação climática de Köppen, a região em que o município de Itaara está inserido apresenta a variedade climática Cfa, (clima subtropical), caracterizada pela ocorrência de chuvas durante todos os meses do ano, possuindo a temperatura do mês mais quente superior a 22°C e a do mês mais frio superior a 3°C, com precipitação variando entre 1700 e 1800 milímetros anuais (MORENO, 1961).

Solo

O município está localizado na região fisiográfica do Planalto médio. O solo é do tipo Neossolo Litólico distrófico típico, com textura média relevo forte ondulado e substrato basalto (STRECK et al. 2002). Apresentam seqüência de horizontes A/R. Os teores de matéria orgânica são médios, o fósforo disponível é baixo e o pH é levemente ácido.

Vegetação arbórea

Originalmente a Fralda da Serra Geral do Rio Grande do Sul era coberta por Floresta Estacional Decidual (KLEIN, 1983). Com o avanço da ocupação humana, observa-se dentro das molduras da floresta nativa escura uma vegetação verde-claro, ainda baixa denominada de capoeira, que com idade avançada, depois das sucessões vegetais, vão se assemelham as condições originais (LINDMAN & FERRI, 1974).

De acordo com o inventário realizado na floresta do estudo, LONGHI et al. (2005), encontrou com maior freqüência as espécies arbóreas: *Allophylus edulis* (A. St.-Hil. et al.) Radlk., *Caliandra tweediei* Benth., *Cupania vernalis* Cambess., *Dalbergia frutescens* (Vell.) Britton, *Eugenia hyemalis* Cambess., *Helietta apiculata* Benth., *Lithraea brasiliensis* Marchand, *Lithraea molleoides* (Vell.) Engl., *Luhea divaricata* Mart. et Zucc., *Matayba eleagnoides* Radlk., *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez, *Ocotea puberula* (A. Rich.) Ness, *Ocotea pulchella* Mart., *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan, *Patagonula americana* L., *Quillaja brasiliensis* (A. St.-Hill. et Tul.) Mart., *Sebastiania brasiliensis* Spreng. e *Sebastiania commersoniana* (Baill.) L. B. Sm. et Downs, entre outras.

Conforme as informações da Brigada Militar, responsável pela floresta do estudo, estima-se que a floresta tenha em torno de 70 anos de idade. No local, há também indícios de que, no passado, a área já foi explorada (cepas queimadas e cepas ramificadas).

Metodologia

Para o presente estudo, foram instalados funis coletores de água da chuva fora e dentro da floresta com uma área individual de 314,15 cm². Os equipamentos foram fornecidos pelo Institut für Bodenkunde da Universidade de Freiburg-Alemanha. Na área de campo adjacente a floresta foram instalados 4 funis coletores de água da chuva. Estes se encontram distanciados 5 metros uns dos outros. No interior da floresta, foram dispostos 10 coletores em duas áreas próximas, totalizando 20 coletores de água do gotejamento das copas das árvores distribuídos aleatoriamente e mantidos fixos ao longo do período experimental.

Coletou-se a água por coletor e a medida foi considerada em altura de coluna d'água por mm. As coletas de água foram realizadas a cada 15 dias. Dependendo da intensidade da chuva, foram realizadas logo após as mesmas.

Para a coleta de água da solução do solo foi instalada uma central coletora em cada área da floresta com sistemas automatizados de amostragem da solução do solo para avaliar a água que percola através do mesmo. Em cada uma das áreas foram instalados 2 lisímetros a 30 cm de profundidade e 2 a 60 cm de profundidade totalizando 8 lisímetros para amostrar a solução do solo.

As amostras de água da chuva e dos lisímetros quinzenalmente foram recolhidas e conduzidas ao Laboratório de Ecologia Florestal, localizado na Universidade Federal de Santa Maria para determinação dos valores de pH. As análises foram realizadas conforme metodologia descrita por TEDESCO et al. (1995).

RESULTADOS

pH da água da chuva

A **figura 1** mostra graficamente a diferença do pH da água da chuva em campo aberto e dentro da Floresta após o atravessamento do dossel da copa das árvores, além da relação que o pH tem com a precipitação do período estudado.

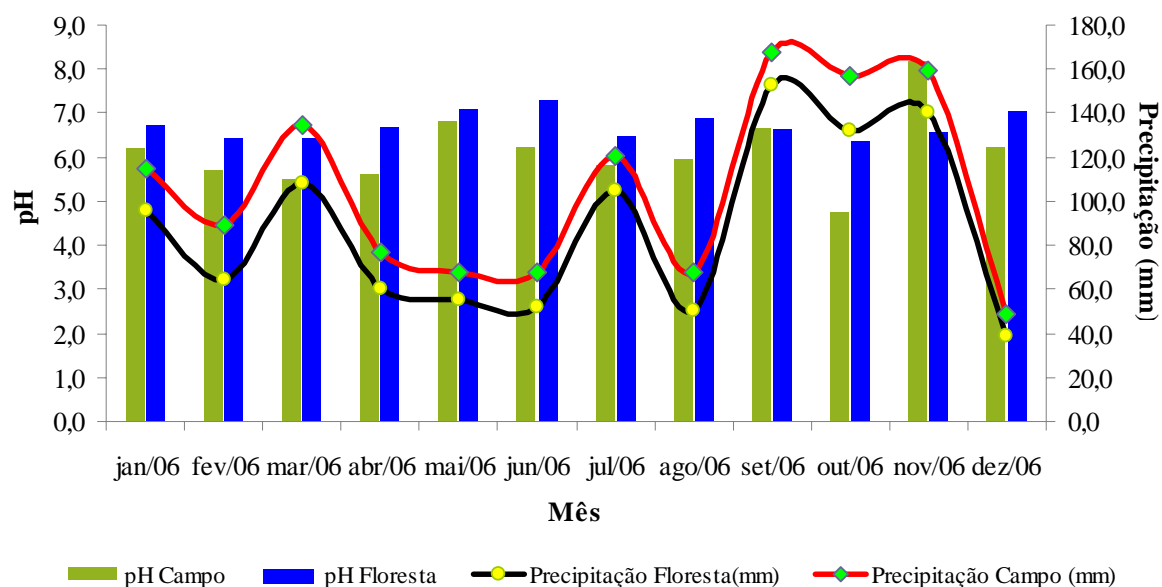


Figure 1: Monthly precipitation in 2006 and rain pH in open field and forest after passing through canopies in a Seasonal Deciduous Forest in Itaara, RS, Brazil.

Figura 1: Precipitação mensal do ano de 2006 e pH da água da chuva em campo aberto e dentro da floresta após atravessar o dossel da copa das árvores em uma Floresta Estacional Decidua em Itaara, RS, Brasil.

Com base na figura 1, observa-se que os valores médios do pH durante o período estudado, para as áreas de floresta nativa e campo aberto sofre grande variação sendo respectivamente de 6,7 e 6,1. Entretanto no mês de novembro observou-se um valor de pH superior no campo aberto. Em termos gerais, 11 dos 12 meses apresentam valores de pH superior na floresta em relação ao pH da chuva obtido a campo aberto.

Os valores de pH encontrados na floresta são semelhantes ao encontrados em uma Floresta de Mata Atlântica no Rio de Janeiro, no qual o pH no interior da floresta, ou seja, a água que atravessa o dossel, e causa lavagem das copas oscilou entre 4,9 a 6,7 no fundo do vale e de 5,2 a 6,8 no divisor de drenagem, sendo que o pH em local aberto foi sempre menor que 5,6, o que portanto comprova que a chuva ao atravessar a copa das árvores altera o seu pH, elevando-o em relação à precipitação ao aberto e contribuindo, portanto, para perder a característica de chuva ácida, característica do local de estudo, devido principalmente às cargas poluentes das atividades industriais e grande quantidade de partículas suspensas na atmosfera pela combustão de combustíveis fósseis, portanto apresentando um potencial maior de acidificação ao solo (SILVA, 2003).

Enquanto isso, no campo aberto, as águas das chuvas terão adição de íons oriundos de partículas sólidas suspensas no ar, podendo ser provenientes principalmente de materiais jogados ao ar pelas queimadas realizadas neste ecossistema, com a finalidade de “renovação” dos campos para pastagem.

Conforme mostra a figura 1, a variação do pH não tem nenhuma relação com a precipitação, portanto a quantidade de chuva não altera o seu pH, tanto dentro da floresta, como em campo aberto.

Esta alteração do pH da chuva em campo aberto em relação ao da floresta é devido principalmente ao processo de lavagem pelas águas das chuvas de nutrientes contidos nas folhas das copas da vegetação, não tendo relação com a quantidade de chuva, como mostra a figura 1. Outro motivo que possivelmente aumenta o pH da água coletada no interior da floresta, é devido a lavagem das folhas que caem na parte superior dos coletores, e estas são lavadas pela ocorrência da chuva, retirando assim, compostos orgânicos que em primeiro momento elevam o pH da água. (LIMA, 1979).

pH em Solução do Solo

O pH é um importante indicador das condições química do solo, por possuir capacidade de interferir na disposição de vários elementos químicos essenciais ao desenvolvimento vegetal, favorecendo ou não suas liberações. A **figura 2** mostra os valores de pH na solução do solo coletada por lisímetros instalados em duas profundidades, 30 e 60 cm.

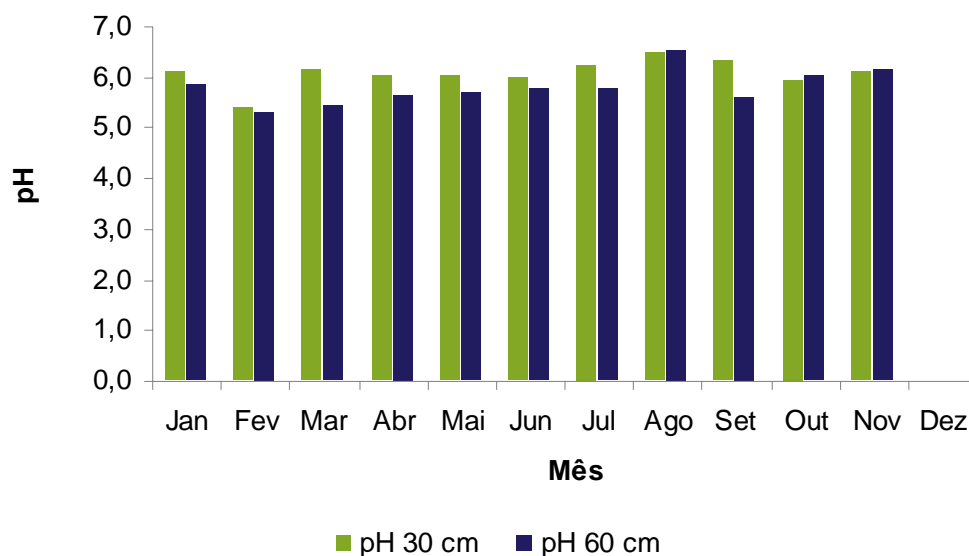


Figure 2: pH values in rain water, intercepted by soil, through lysimeters (30 cm and 60 cm) installed inside the Seasonal Deciduous Forest in Itaara, RS, Brazil.

Figura 2: Valores de pH nas águas oriundas da precipitação, captadas no solo, pelos lisímetros nas profundidades de 30 e 60 cm instalados no interior da Floresta Estacional Decidual em Itaara, RS, Brasil.

Conforme a figura 2, o pH médio encontrado na solução do solo na profundidade de 30 cm foi de 6,1. Já na profundidade de 60 cm o pH médio anual foi 5,8. O pH da solução do solo é maior quanto menor a profundidade, isso pode ser presenciado em 8 dos 12 meses estudados. Somente nos meses de agosto, outubro e novembro o pH foi maior na profundidade de 60 cm. Em termos gerais pode-se dizer que o pH da solução do solo é mais básico na camada de solo mais superficial, camada essa que possui a maior quantidade das raízes finas das árvores que são responsáveis pela captação de água e sais minerais. No mês de dezembro não se obteve resultado, pois não se encontrou água nas caixas coletoras, isso se deve a baixa precipitação que ocorreu no devido mês.

Os valores de pH obtidos para Floresta Estacional Decidual encontraram-se acima dos valores encontrados por LIMA (1979), que avaliou os aspectos químicos das precipitações em florestas de *Pinus caribea*, no estado de São Paulo, que verificou valores em torno de 4,5, isso evidencia que a floresta não apresenta potencial de acidificação do solo, pois segundo o autor, a interação da copa das árvores carrega e adiciona inúmeros íons que vão interagir na modificação química do solo.

O pH encontrado na água dos lisímetros mostra que o solo está em boas condições para o desenvolvimento e manutenção da floresta, pois segundo BRADY (1983) descreve que o pH quando em condições muito ácidas, isto é abaixo de 4,5 pode resultar em dissolução de alguns elementos como ferro, alumínio e manganês, em proporções tais que, podem tornar-se tóxicos, dificultando o desenvolvimento de algumas plantas. Quando o pH se encontra muito elevado, isto é acima de 8,0 o ferro, o manganês e o zinco se tornam menos assimiláveis ao vegetal, também interferindo em seu desempenho.

CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo permitem algumas conclusões importantes a respeito do papel desempenhado pelas florestas sobre a alteração da composição química da água da chuva e do pH da solução do solo.

A floresta foi responsável pelo aumento do pH da chuva, após a interação desta com as copas das árvores, passando de um pH médio de 6,1 no campo aberto para 6,7 após contato da chuva com as folhas das árvores. Esta alteração do pH da chuva em campo aberto em relação ao da floresta é devido principalmente ao processo de lavagem pelas águas das chuvas de nutrientes contidos nas folhas das copas da vegetação.

O pH na solução do solo foi mais básico na profundidade de 30 cm em relação à profundidade de 60 cm, 6,1 e 5,8 respectivamente. O que mostra que o pH é mais básico na camada superior do solo.

O pH da solução do solo sofre uma leve acidificação em comparação com a água da chuva. Passando de 6,7 na água da chuva para 6,1 (30 cm) e 5,8 (60 cm). Pode-se concluir que a Floresta Estacional Decidual não tem potencial de acidificar o solo como pode ocorrer com outras florestas.

AGRADECIMENTO

Agradecemos ao Laboratório de Ecologia Florestal pelo auxílio financeiro e técnico no desenvolvimento da pesquisa, ao Prof. Peter Trüby pela instalação da base experimental.

BIBLIOGRAFIA

- BRADY, N. C. 1983. Natureza e Propriedades dos Solos. Ed. Biblioteca Universitária Freitas Bastos. 6a edição.
- HAAG, H.P. 1985. Coord. Chuvas ácidas. Campinas : Fundação Cargill. 77 p.
- KLEIN, R. M. 1983. Aspectos fitofisionômicos da floresta estacional na falda da Serra Geral (RS). In: Congresso Nacional de Botânica, 1983. Porto Alegre. Anais... Porto Alegre, v.1, n.1, p.73-110.
- LIMA, W. P. 1985. Ação das chuvas no ciclo biogeoquímico de nutrientes em plantações de pinheiros tropicais e em cerradão. IPEF, n.30, p.13-17.
- LIMA, W. P. 1979. Alteração do pH, condutividade e das concentrações de Ca, Mg e P da água da chuva em floresta de *Pinus caribea* Morelet var. *caribea*. IPEF. São Paulo, n. 18, p. 37 – 54.
- LINDMAN, C. A. M.; Ferri, M. G. 1974. A vegetação no Rio Grande do Sul. Belo Horizonte 390 p.
- LONGHI, S. J. et al. 2005. Caracterização fitossociológica de um fragmento de floresta estacional decidual em Itaara, RS. Santa Maria, (Relatório Técnico).
- MORENO, J. A. 1961. Clima do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura. 42 p
- XIII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales - Facultad de Ciencias Forestales, UNAM - EEA Montecarlo, INTA. Eldorado, Misiones, Argentina. "2008 Año de las Ciencias"*

- SCHUMACHER, M.V.; Hoppe, J.M. 1998. A floresta e a água. Porto Alegre: Pallotti, 70 p.
- SILVA, E.; Cintra, A.T.F.; Silveira, C.L.P.; Oliveira, R.R. 2003. Interceptação e propriedades físico-químicas da precipitação na mata atlântica do maciço da pedra branca. X Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Rio de Janeiro.
- STRECK, E.V.; Kämpf, N.; Dalmolin, R.S.D.; et al. 2002. Solos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Editora da UFRS; EMATER/RS, 107 p.
- 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. 118 p. (Boletim Técnico).

MULTIPLICACIÓN AXILAR IN VITRO DE *PINUS ELLIOTTII* VAR. *ELLIOTTII* X *PINUS CARIBAEA* VAR. *HONDURENSIS*

IN VITRO AXILLARY MULTIPLICATION METHODS FOR *PINUS ELLIOTTII* VAR. *ELLIOTTII* X *PINUS CARIBAEA* VAR. *HONDURENSIS*

Patricia Rocha¹
Fernando Niella¹

¹ Ing. Ftal – M.Sc. Docente- Investigador Laboratorio de Propagación Vegetativa. Facultad de Ciencias Forestales (U.Na.M.). Bertoní 124 (3380) Eldorado, Misiones, Argentina. Email: FNIELLA@arnet.com.ar / lpv@facfor.unam.edu.ar

RESUMEN

El *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (P. híbrido), posee características que son altamente requeridas por los productores forestales, como ser, crecimiento superior, buena rectitud de fuste, pocas ramas, diámetro de las mismas reducido, buen ángulo de inserción y muy permeable a la luz. En el mercado local, los forestadores se inclinaron masivamente a la plantación de esta especie, elevando la demanda de plantines por encima de lo que se puede ofrecer, generándose así en la actualidad, un marcado descenso en la disponibilidad de semilla de P. híbrido para pequeñas y medianas empresas. En la actualidad la semilla de P. híbrido se importa casi en su totalidad desde Australia a un costo muy elevado.

El objetivo del presente trabajo fue desarrollar una metodología de micropropagación vía axilar para P. híbrido como forma alternativa de atenuar la dependencia externa de material seminal de esta especie. En la etapa de establecimiento se desarrolló un protocolo de desinfección con un 87% de explantos vigorosos, libres de contaminación; en la fase de multiplicación se determinó el medio de cultivo y el explanto apropiado, con una producción promedio de 4 brotes/explanto. En la fase elongación, los brotes alcanzaron una longitud promedio de 3-4 cm a los 45 días del subcultivo. La inducción de raíces se efectuó in Vitro en medio nutritivo suplementado con ANA, y el desarrollo de las mismas ex Vitro en condiciones controladas de humedad, obteniéndose un 50% de propágulos enraizados y rustificados.

Palabras claves: Pino híbrido; medios de cultivo; organogénesis; micropropagation; cultivo de tejidos.

SUMMARY

Pinus elliottii x *caribaea* (hybrid pine) is a highly required exotic tree species by local foresters in Misiones, Argentina, because of its superior growth, few lateral small branches, excellent form and wood quality, and good local adaptation. Due to its high demand and given the fact that its seed should be imported from Australia, a shortage of plants availability for reforestation programs is common. The present study was therefore undertaken with the objective to develop an in vitro axillary multiplication protocol to increase local availability of pinus hybrid genetic material. At the establishment stage a disinfection method with 87 % of explant free of contamination was achieved. At the multiplication stage an average of 4 shoot per explant was achieved when using WV5 as nutrient media and axillary segments as explant. At the elongation phase the shoots reached an average height of 3 to 4 cm after 45 days of being

subcultured. 50 % rooting was obtained when in vitro root induction with ANA and ex vitro root development was done under humidity controlled conditions in greenhouse.

Key Words: Hybrid pine; nutrient medium; organogenesis; micropropagation; tissue culture

INTRODUCCION

El *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (P. híbrido), fue desarrollado en la década del 50' en Australia, e introducido en Argentina en la década del 70' en estaciones experimentales del INTA para evaluar su comportamiento en el nordeste del país. A escala comercial en Argentina, las primeras introducciones se realizan en la década del 90, dando origen a unas 6000 hectáreas implantadas en la región. Mayores crecimientos de P. híbrido frente a materiales de *Pinus taeda* y *Pinus elliottii* son reportados por PEZZUTTI (2004), RODRÍGUEZ (2003) y BÁEZ et al. (2003). La industria maderera local ya ha iniciado su consumo con resultados muy satisfactorios. En Australia, determinaron que el P. híbrido posee mejores propiedades de la madera que las especies que la dan origen, utilizándose sin inconveniente para la producción de madera estructural (GAUCHAT y Belaver., 2005). Por estas razones, en el mercado local, los forestadores se inclinaron masivamente a la plantación de esta especie, elevando la demanda de plantines por encima de lo que se puede ofrecer, generándose así en la actualidad, un marcado descenso en la disponibilidad de semilla de P. híbrido para pequeñas y medianas empresas.

En realidad, son varias las razones que comprometen la disponibilidad de material seminal de esta especie, siendo relevantes las siguientes: a) no se puede acceder a semillas del mejor material genético correspondientes a material seminal de primera generación (F1) provenientes de los programas de polinización controlada existentes en Australia; b) la semilla que se importa desde ese país corresponde a material seminal de segunda generación (F2) a costos cada vez mayores, siendo en la actualidad, superiores a los 1200 U\$S / Kg.; c) en forma creciente, el proceso de importación de esta semilla se complica dado la falta de material disponible en Australia para compradores externos; e) aun cuando existen huertos de producción local de F2, y el INTA iniciara un programa de producción de F1 de P. híbrido, la demanda actual y potencial seguirá insatisfecha; e) la colecta de semilla de árboles pertenecientes a la F2 del P. híbrido implica riesgos dado que es común la segregación y reaparición de características (Ej.: sensibilidad a las heladas) de las especies que le dieron origen perdiéndose así sus ventajas comparativas.

La primera regeneración de propágulos vegetativos (plantlets) in vitro de coníferas, fue desarrollada por SOMMER et. al.(1974), vía *organogénesis somática*, a partir de embriones maduros de *Pinus palustris*. En general en coníferas, se han utilizado explantos de distinto origen, como ser acículas, meristemas apicales, hipocotiles, epicotiles, embriones, yemas y fascículos para la inducción de yemas adventicias y posterior formación de plantlets (JOHN, 1983; THORPE y BIONDI, 1984). Un estudio realizado en *Pinus monticola* demuestra la posibilidad de la utilización de *segmentos de yemas (de solo 2 mm de grosor)* como explanto para la formación de brotes adventicios. Se obtuvieron hasta 400 brotes a partir de 100 segmentos de yema de árboles de 1 a 7 años (LAPP et al. 1996). La mayoría de las regeneraciones exitosas en el genero *Pinus* han sido el resultado de la utilización de embriones maduros y cotiledones (SEN et al. 1989; MOTT y Amerson 1981; SOMMER et. al. 1975; MEHRA PALTA 1983; AITKEN CHRISTIE et. al. 1988; STANGE et al. 1998). No obstante, la proliferación de brotes axilares y/o fasciculares *in vitro* en coníferas ha sido posible, con explantos provenientes de material madre juvenil a maduro, en varias especies de *Pinus*, tales como: *Pinus radiata* (AITKEN-CHRISTIE and Thor-

pe, 1984; AITKEN-CHRISTIE et al, 1986), *Pinus taeda* (ABO EL NIL; 1982, AMERSON et al. 1987, HANDLEY et.al. 1996; ROCHA y Niella, 2001a); *Pinus elliottii*, *Pinus sylvestris* (TORIBIO and Pardos, 1989); *Pinus brutia* (ABDULLAH et.al.; 1986).

Es así que, con la finalidad de aumentar y satisfacer la demanda creciente de P. híbrido, el presente trabajo de investigación, resume los estudios efectuados para el desarrollo de la micropropagación vía axilar a partir de segmentos axilares obtenidos de brotes adventicios vía organogénesis) y rebrote de plantas madres juveniles que crecen en macetas a pleno sol. La integración de esta técnica de micropropagación, con los protocolos de macropropagación que ya están en aplicación en la región (NIELLA y Rocha, 2004; PEZZUTTI, 2004) es fundamental al proceso para su efectividad y alcance a las pequeñas y medianas empresas.

MATERIALES Y METODOS

Producción de brotes adventicios

Para la producción de brotes adventicios, se utilizaron semillas de *P.híbrido* F2, de origen comercial suministradas por la empresa DKM S. A. Estas semillas, fueron esterilizadas en solución de lavandina® 50%, y estratificadas en frío a 4°C por un periodo de 30-45 días. Como fuente de explanto se utilizaron embriones maduros pre-germinados y disectados de acuerdo a las especificaciones descritas por NIELLA y Rocha (2003).

El medio de cultivo utilizado para la inducción de brotes adventicios fue el medio WV5 básico (COKE, 1996) suplementado con benzyl amino purina (BAP) (5 mg/l), ácido absícico (ABA) (0.026 mg/l) (Niella y Rocha, 2002), 30 g/l de sacarosa (Sigma), y 8 g/l de agar (Sigma). El pH fue ajustado a 5.75 ± 0.05 con OHNa o ClH 1 N, previo a ser esterilizado en autoclave por 25 minutos a 121 °C.

Los cultivos se mantuvieron en cámara de cría con un fotoperíodo de 16 horas, intensidad lumínica de 4500 lux (lámpara fluorescente Philips 84) y una temperatura constante de 24 ± 2 °C.

Micropropagación vía axilar

Material vegetal

Se utilizaron brotes adventicios obtenidos mediante el proceso de organogénesis arriba descrito y rebrotes juveniles obtenido del rebrote de plantas madre (de semillas F2 comercial) de 7 meses de edad, (decapitadas a los 4 meses), criadas en setos en macetas.

Medio de cultivo

En todos los casos, el medio de cultivo básico utilizado, según el estudio y etapa, fue suplementado con 20 g/l de sacarosa (Sigma), y 8 g/l de agar (Sigma). En la etapa de multiplicación y elongación al medio de cultivo se le adicionó 5 g/l de carbón activado. El pH fue ajustado a 5.75 ± 0.05 con OHNa o ClH 1 N, previo a ser esterilizado en autoclave por 25 minutos a 121 °C.

Condiciones de cultivo

En general, los cultivos se mantuvieron en cámara de cría con un fotoperíodo de 16 horas, intensidad lumínica de 4500 lux (lámpara fluorescente Philips 84) y una temperatura constante de 24 ± 2 °C.

Etapas de la micropropagación axilar estudiadas:

1. ***Establecimiento de segmentos axilares provenientes de rebrote de plantines juveniles:***
El objetivo general de este estudio fue elaborar un protocolo de desinfección de los explantos que aseguren un porcentaje de explantos libres de contaminación no menor a un 80%, vigorosos, susceptibles de ser usados en las etapas subsiguientes del proceso de

micropropagación. Los tratamientos de desinfección de los brotes se describen a continuación. Los explantos desinfectados (segmentos axilares de 0.5-1 cm de longitud) fueron cultivados verticalmente en tubos de ensayos de 110 mm x 116 mm, conteniendo 10 ml de medio de cultivo básico WV5.

- a. **E1: Con Pre-tratamiento de la planta madre** con aplicaciones semanales (spray) con una solución de 3 g/l de CAPTAN® (fungicida) + 0.6 g/l AGRIMICINA® (Bactericida), durante tres semanas previa a la cosecha de los explantos. Posteriormente los explantos fueron desinfectados en cámara de flujo laminar mediante la **inmersión de los mismos en una solución de 30% lavandina®(55g/l NaOCl), durante 30 minutos.**
- b. **E2: Sin Pre-tratamiento de la planta madre.** Los explantos fueron desinfectados en cámara de flujo laminar mediante la **inmersión de los mismos en una solución de 30% lavandina®(55g/l NaOCl), durante 30 minutos.**
- c. **E3: Sin Pre-tratamiento de la planta madre.** Los explantos fueron desinfectados en cámara de flujo laminar mediante la **inmersión de los mismos en una solución de 0.25% Cloruro de mercurio (Cl₂Hg), durante 10 minutos.** Seguido de **enjuagues con agua destilada estéril.**
- d. **E4: Sin Pre-tratamiento de la planta madre.** Los explantos fueron desinfectados en cámara de flujo laminar mediante la **inmersión de los mismos en una solución de 0.5% Cl₂Hg, durante 10 minutos.** Seguido de **enjuagues con agua destilada estéril.**
- e. **E5: Sin Pre-tratamiento de la planta madre.** Los explantos fueron desinfectados en cámara de flujo laminar mediante la **inmersión de los mismos en una solución de 0.25% Cl₂Hg, durante 10 minutos.** Seguido de **enjuagues con solución de 3g/l de Cloruro de calcio (Cl₂Ca) estéril.**
- f. **E6: Sin Pre-tratamiento de la planta madre.** Los explantos fueron desinfectados en cámara de flujo laminar mediante la **inmersión de los mismos en una solución de 0.5% Cl₂Hg, durante 10 minutos.** Seguido de tres **enjuagues con solución de 3g/l de Cl₂Ca estéril.**

Variables evaluadas Se efectuaron observaciones semanales, y a los 30 días de establecido el ensayo se evaluaron las siguientes variables: número de explantos contaminados; número de explantos vigorosos (verdes); número de explantos amarronados; y porcentaje de explantos sobrevivientes establecidos. Para cada tratamiento el número de repeticiones fue de 60 explantos, siendo el explanto la unidad experimental.

2. ***Multiplicación a partir de segmentos axilares obtenidos de brotes adventicios y rebrote de plantines juveniles:*** el objetivo fue elaborar un protocolo de multiplicación de los explantos que asegure una frecuencia de producción de brotes no menor al 80% y una producción promedio de brotes mayor o igual a 3 brotes/explanto, en un período no mayor a los 60 días. Se utilizaron brotes con una longitud original de 2 cm, a los que se les extrajo el ápice y se realizó un corte fresco de las bases previo a su cultivo, obteniéndose un explanto final de 1 cm de longitud. Este explanto fue cultivado verticalmente en tubos de ensayos de 110 mm x 116 mm, conteniendo 10 ml de medio de cultivo básico según el tratamiento. Los tratamientos estudiados se describen a continuación:

- a. **M1:** Segmentos axilares de **brotes adventicios**, cultivados en medio **WV3**
- b. **M2:** Segmentos axilares de **brotes adventicios**, cultivados en medio **WV5**

- c. **M3:** Segmentos axilares de **rebrote de plantines juveniles**, cultivados en medio **WV3**
- d. **M4:** Segmentos axilares de **rebrote de plantines juveniles**, cultivados en medio **WV5**
- e. **M5:** Segmentos axilares de **brotos adventicios**, cultivados en medio **GD1**;
- f. **M6:** Segmentos axilares de **rebrote de plantines juveniles**, cultivados en medio **GD1**;
- g. **M7:** Segmentos axilares de **brotos adventicios**, cultivados en medio **DCR**;
- h. **M8:** Segmentos axilares de **rebrote de plantines juveniles**, cultivados en medio **DCR**

Variables evaluadas A los 60 días de establecido el ensayo se evaluaron las siguientes variables: Frecuencia de formación de brotes [(Número explantos con brotes / Número total de brotes cultivados) x 100], y número de brotes por explantos. Para cada tratamiento el número de repeticiones fue de 30 explantos, siendo el explanto la unidad experimental.

3. **Elongación:** Con el objetivo de elaborar un protocolo de elongación de los explantos que asegure que un 80% de los brotes desarrollen una altura no menor a 3 cm de longitud final, susceptibles estos de ser enraizados ex vitro, se utilizaron los brotes obtenidos de la etapa de multiplicación, que habían alcanzado una longitud de 0.5-1 cm. Estos brotes fueron cultivado verticalmente en cubetes Magenta A7, conteniendo 70 ml de medio de cultivo básico según el tratamiento en estudio, que a continuación se describen:

- a. **EL1:** Medio de cultivo **WV5** en su concentración **completa (WV5)**
- b. **EL2:** Medio de cultivo **WV5** en su concentración **diluida a la mitad la concentración de sus macronutrientes (WV5^{1/2})**

Variables evaluadas A los 45 días de establecido el ensayo se evaluó la longitud del explanto. Para cada tratamiento el número de repeticiones fue de 40 explantos, siendo el explanto la unidad experimental.

4. **Enraizamiento:** con el objetivo de lograr un protocolo de enraizamiento de propágulos, que contemple el desarrollo de raíces ex vitro, en condiciones de invernáculo y asegure un porcentaje de enraizamiento > al 50% para su posterior crecimiento individual como plantlets (planta de origen in vitro), se efectuaron los tratamiento inductivos de raíces que a continuación se describen:

- a. **R1:** Inducción en medio sólido (WV5),conteniendo ácido naftalen acético (ANA) (2.5 µM)
- b. **R2:** Inducción en medio sólido (WV5),conteniendo ANA (1.34 µM), BAP (0.4 µM), e ácido indol butírico (IBA) (1.23 µM)
- c. **R3:** Inducción en medio sólido (WV5), libre de reguladores de crecimiento
- d. **R4:** Inducción en solución acuosa de ANA (2.5 µM)

En todos los casos la inducción se realizó en la oscuridad, por un período de 10 días. El desarrollo de raíces se efectuó ex vitro, en bandejas Hiko conteniendo sustrato mezcla de corteza y perlita (3:1), y transferido a condiciones de invernáculo con humedad > 70%, e irrigación controlada (microaspersión).

Variables evaluadas A los 10 días de iniciado el tratamiento inductivo se evaluó la *frecuencia de inducción*, mediante la observación de hinchamiento y agrietamiento de epidermis de las bases de los brotes; a los 60 días de transferidos los brotes a condiciones ex vitro, se evaluó la *frecuencia de formación de raíces* de los brotes cultivados. Para cada tratamiento el número de repeticiones fue de 30 brotes, siendo el brote la unidad experimental.

Diseño y análisis estadístico

En general, se utilizó el diseño completamente aleatorizado, y en las situaciones requeridas se realizó un arreglo factorial de los tratamientos. Los datos fueron analizados con el análisis de la varianza (SAS Institute, Cary-USA). La variación entre los tratamientos fue analizada por el test de Fisher's Least Significant Difference (LSD).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Establecimiento de segmentos axilares provenientes de rebrote de plantines juveniles:

Para sobrevivir y crecer apropiadamente los cultivos in vitro deben estar libre de hongos e infecciones bacterianas. La contaminación puede causar grandes pérdidas en la micropropagación y su control es un problema frecuente en los laboratorios de cultivo de tejidos. La combinación de tratamientos mas efectivos en una especie en particular solo puede ser determinado por la experimentación (GEORGE, 1993). El análisis de los resultados del presente trabajo indicó que el pretratamiento de la planta madre y la utilización de lavandina al 30 % no fue suficiente para eliminar la contaminación del explanto. La utilización del Cl₂Hg al 0.25% con enjuagues posteriores con Cl₂Ca demostró ser el tratamiento mas efectivo para la obtención de explanto libre de contaminación y vigorosos con un 87 % de explantos sobrevivientes a los 60 días del establecimiento (Tabla 1). La utilización de soluciones desinfectantes que contengan metales pesados como ClHg fue necesaria para el establecimiento exitoso de P. híbrido, en concordancia con resultados obtenidos en especies leñosas tropicales y subtropicales y específicamente en coníferas (GUPTA et. al., 1996 y GEORGE, 1993). Dado que se observara que la aplicación de Cl₂Hg inducía a la necrosis de los tejidos en las concentraciones utilizadas, se procedió a adicionar el enjuague posterior con soluciones de Cl₂Ca, el cual actúa secuestrando el Hg⁺⁺ en solución y la total eliminación del mismo de los tejidos del explanto. El Cl₂Ca resulto efectivo en la disminución de la necrosis del tejido, permitiendo que el Cl₂Hg actuara como un desinfectante efectivo. Obteniéndose de esta manera, una protocolo de desinfección eficiente para el establecimiento in vitro de brotes de P. híbrido a partir de material vegetal proveniente de campo.

Tabla 1. Resumen de los resultados obtenidos de tratamientos de desinfección en segmentos axilares provenientes del rebrote de plantas juveniles de P. híbrido.

Table 1. Summary table showing results of disinfection treatments of axillary segments obtained from hybrid pine juvenile stock plants

Tratamientos	Repeticiones	Numero. Ex-plantos contaminados	Numero Ex-plantos vigorosos	Numero Ex-plantos necróticos	Porcentaje Explantos sobrevivientes
E1	60	60	0	0	0
E2	60	54	6	0	10
E3	60	6	38	16	63
E4	60	8	26	26	43
E5	60	4	52	4	87
E6	60	0	46	14	77

E1: Con Pre-tratamiento de la planta madre; **E2:** Sin Pre-tratamiento de la planta madre + lavandina 30%; **E3:** Sin Pre-tratamiento de la planta madre + Cl₂Hg 0.25%; **E4:** Sin Pre-tratamiento de la planta madre + Cl₂Hg 0.50%; **E5:** Sin Pre-tratamiento de la planta madre + Cl₂Hg 0.25% + enjuagues Cl₂Ca; **E6:** Sin Pre-tratamiento de la planta madre + Cl₂Hg 0.50% + enjuagues Cl₂Ca

Multiplicación a partir de segmentos axilares obtenidos de brotes adventicios y rebrote de plantines juveniles

Los medios nutritivos comúnmente utilizados en coníferas y específicamente en el género *Pinus* incluyen: GD1 (GREESHOF y Doy, 1972); SH (SHENCK y Hildebrandt, 1972); DCR (BECWAR et al., 1990); y LP (AITKEN CHRISTIE et al., 1988. Sin embargo, cuando estos fueron utilizados en *Pinus taeda* (COKE, 1996; ROCHA y Niella, 2001b) y en *P. híbrido* (ROCHA y Niella, 2001b) ninguno de estos medios nutritivos logró resultados deseables en lo que respecta a tasas de sobrevivencia, producción de brotes y enraizamiento. COKE (1996) desarrolló dos medios de cultivo (WV3 y WV5) para *Pinus taeda*, los cuales fueron evaluados en el presente estudio. La frecuencia de formación de brotes presentó diferencias estadísticamente no significativas para los tratamientos estudiados, origen del explanto (brotes adventicios, y rebrote de plantines juveniles) y los medios de cultivo (GD1, DCR, WV3 y WV5). Se observan diferencias estadísticamente significativa para la variable número de brotes por explantos, obteniéndose valores mayores en número de brotes por explanto, cuando los mismos fueron cultivado en medio de cultivo WV5, tanto para explantos obtenidos de brotes adventicios (M2) y rebrote de plantas juveniles (M4) (Tabla 2).

Tabla 2. Frecuencia formación de brotes (%); Promedio número de brotes por explanto y error standard (ES) en función al origen del explanto y medio de cultivo utilizado en la multiplicación de *P. híbrido*.

Table 2. Explant origin and nutrient media effect on hybrid pine multiplication variables: frequency of axillary bud formation and average number of shoot per explant.

Tratamiento	Repeticiones	Frecuencia de brotes (%) \pm ES	Promedio número de brotes por explanto \pm ES
M1	30	73.07 \pm 8.87 ^a	1.93 \pm 0.151 ^{bc}
M2	30	82.61 \pm 8.16 ^a	3.76\pm0.243^a
M3	30	80.00 \pm 7.21 ^a	2.07 \pm 0.287 ^b
M4	30	90.15 \pm 3.84 ^a	4.00\pm0.236^a
M5	30	80.00 \pm 7.12 ^a	1.50 \pm 0.188 ^d
M6	30	82.14 \pm 8.22 ^a	1.60 \pm 0.156 ^d
M7	30	78.05 \pm 7.84 ^a	2.50 \pm 0.194 ^b
M8	30	83.00 \pm 8.21 ^a	2.25 \pm 0.24 ^b

Valores con la misma letra en sentido vertical son estadísticamente iguales (test de Fisher's Least Significant Difference (LSD), $p > 0.05$).

M1: brotes adventicios, medio WV3; **M2:** brotes adventicios, medio WV5; **M3:** rebrote de plantines juveniles, medio WV3; **M4:** rebrote de plantines juveniles, medio WV5; **M5:** brotes adventicios, medio GD1; **M6:** rebrote de plantines juveniles, medio GD1; **M7:** brotes adventicios, medio DCR; **M8:** rebrote de plantines juveniles, medio DCR

Elongación

Los brotes producidos en la etapa de multiplicación son en general pequeños incapaces de crecer ex vitro. Por lo tanto la etapa de elongación es necesaria para obtener un tamaño y morfología adecuada de brotes para su posterior enraizamiento ex vitro. En *Pinus taeda*, cuando se utilizaron brotes de 20 mm de largo el porcentaje de enraizamiento de los mismos, fue del 6 al 15 % (COKE, 1996). La elongación de brotes se realiza frecuentemente en el mismo medio utilizado en establecimiento y multiplicación generalmente libre de hormonas y diluido a la mitad o a un

cuarto de su concentración original. El análisis de los resultados indicó diferencias significativas en la longitud de brote en función a la concentración al medio utilizado (p-value: 0.0001). La longitud promedio fue de $3.85 \text{ cm} \pm 0.15$ cuando los brotes fueron cultivados en medio WV5 y de 2.37 ± 0.16 cuando se cultivaron en WV5 1/2 (Tabla 3). Demostrándose que el medio WV5 sin diluir es apropiado para la elongación de los brotes provenientes de la etapa de elongación.

Tabla 3. Longitud promedio de brotes obtenidos (cm) y error standard (ES) en la etapa de elongación para P. híbrido

Table 3. Average Shoot length and standard error obtained at the elongation stage for hybrid pine.

	Tratamientos	Repeticiones	Longitud promedio en $\text{cm} \pm \text{ES}$	
Valores con la sentido	WV5	40	3.85 ± 0.149^a	misma letra en vertical son
	WV5 1/2	40	2.374 ± 0.159^b	

estadísticamente iguales (test de Fisher's Least Significant Difference (LSD), $p > 0.05$).

Enraizamiento

En líneas generales, el enraizamiento se produce cuando los propágulos son expuestos, por un periodo de tiempo específico a auxinas tales como: ácido-3-indol acético (AIA), ácido naftalen acético (ANA), ácido-indol-3-butírico (IBA) o la combinación de algunos de ellos (GRONROOS *et al.*, 1993). Los propágulos son luego transferidos a medios libre de hormonas o a sustrato en condiciones *ex vitro*, para el desarrollo de raíces. El análisis de los resultados indicó diferencias estadísticamente significativas en la frecuencia de inducción de raíces (p values: 0.0001) y frecuencia de enraizamiento *ex vitro* (p-value: 0.0001) para los diferentes tratamientos inductivos. El promedio de brotes inducidos fue de un $86.7 \pm 9.08 \%$ y la frecuencia de enraizamiento fue de un $70.00 \pm 9.28 \%$ cuando los brotes fueron inducidos *in vitro* en medio WV5 con $2.5 \mu\text{M}$ de ANA. Mientras que los brotes inducidos en medio libre de hormonas o en agua con $2.5 \mu\text{M}$ de ANA presentaron un 0% de brotes inducidos y 0% de enraizamiento (Tabla 4). Según THETFORD *et al.* (1996), la aplicación de tratamientos inductivos, con bajas concentraciones de auxinas, previo al enraizamiento *ex vitro* de *Pinus taeda* incrementa el número de raíces primarias por brote; y entre las auxinas, el ANA genera el mejor resultado. Los resultados del presente estudio, demostraron que la inducción en medio WV5 suplementado con $2.5 \mu\text{M}$ de ANA por un periodo de 10 días fue suficiente para la inducción de raíces y el posterior desarrollo de raíces *ex vitro*.

Tabla 4. Frecuencia de inducción (%) y enraizamiento (%) y error standard (ES) obtenido en brotes de P. híbrido

Table 4. Hybrid pine rooting and Root induction frequency and standard error.

Tratamientos	Repeticiones	Frecuencia de inducción $\pm \text{ES}$	Frecuencia de enraiza- miento $\pm \text{ES}$
R1	30	86.77 ± 9.08^a	70.0 ± 9.28^a
R2	30	79.00 ± 10.69^a	55.6 ± 9.08^a
R3	30	0.00^b	0.00^b
R4	30	0.00^b	0.00^b

Valores con la misma letra en sentido vertical son estadísticamente iguales (test de Fisher's Least Significant Difference (LSD), $p > 0.05$).

R1: Inducción en medio sólido (WV5), con ANA (2.5 μM); **R2:** Inducción en medio sólido (WV5), con ANA (1.34 μM), BAP (0.4 μM), e IBA (1.23 μM); **R3:** Inducción en medio sólido (WV5), libre de reguladores de crecimiento; **R4:** Inducción en solución acuosa de ANA (2.5 μM)

CONCLUSION

El presente trabajo resume los lineamientos de un protocolo de multiplicación vía axilar in vitro para producción de plantas de *P. híbrido* que contempla la utilización de brotes adventicios obtenidos a partir de embriones maduros vía organogénesis directa y de brotes provenientes de plantas madres juveniles, decapitadas criadas a pleno sol. La conformación de un sistema de multiplicación vegetativa in vitro que integre las técnicas in vitro de organogénesis directa- multiplicación vía axilar y ex vitro de enraizamiento de estacas o macropropagación, resulta en una alternativa viable de producción de plantas a escala comercial para satisfacer la demanda local de *P. híbrido*.

AGRADECIMIENTOS: a la Facultad de Ciencias Forestales, y las empresas DKM S. A, y Forestal Bosques del Plata S.A. por los fondos aportados para el desarrollo del presente trabajo.

REFERENCIAS

- ABDULLAH, A.; J. Grace and M. Yeoman. 1986. Rapid micropropagation of Calabrian Pine from primary and secondary bud on shoot explant. Canadian Journal of Forest Research. 16 (3) 2: 637-641.
- ABO EL-NIL, M. M. 1982. Method for asexual reproduction of coniferous trees. US Patent # 4,353,184.
- AITKEN CHRISTIE, J. and T. Thorpe. 1984. Clonal propagation: Gymnosperm. In: Vasil, I.K. Ed. Cell culture and somatic cell genetics of plants. Laboratory procedures and their application. New York Academic Press: 81-95.
- AITKEN CHRISTIE, J.; A. Singh and H. Davies. 1988. Multiplication of meristematic tissue: a new tissue culture system for radiata pine. In: Genetic Manipulation of Woody Plants. Eds: Hanover J. y Keathley D. Plenum Press-NY. Pp.: 413-432.
- AMERSON, H. V.; Frampton L. J.; Mott R. L.; y Spaine, P.C. 1987. Tissue culture of conifers using Loblolly pine as a model. In: Genetic Manipulation of Woody Plants. Eds: Hanover J. y Keathley D. Plenum Press-NY. Pp.: 117-138.
- BAEZ, M., Austin, R. y Dalprá, L. 2003. Implementación y mantenimiento de *Pinus taeda* y *Pinus elliottii* var *elliottii* en suelos arenosos del centro este de la provincia de corrientes. 10ma Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Eldorado, Misiones. 10 p.
- BECWAR, M. R.; Nagmani, R.; and Wann, S. R. 1990. Initiation of embryogenic cultures and somatic embryo development in loblolly pine (*Pinus taeda* L.) Can. J. For. Res. 20: 810-817
- COKE, J. E. 1996. Basal nutrient medium for in vitro cultures of loblolly pines. USA Patent 5,534,433 y 5,534,434.
- GAUCHAT, M. y Belaver H. 2005. *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *P. caribaea* var. *Hondurensis*: Híbridos de Alta Productividad Combinando Crecimiento y Forma. IDIA XXI. Pp. : 162-164.
- GEORGE, E. F. 1993. Plant propagation by tissue culture. Exegetics Ltd., England. 1361 pag.

- GRESSHOFF, P.M. and Doy C. 1972. Development and differentiation of haploid *Lycopersicon esculentum* (tomato). *Planta* 107: 161-170.
- GRONROOS, R; Flygh, G; Khar, M. y Von Arnold, S. 1993. Growth analysis on in vitro, ex vitro and auxin-rooted hypocotyls cuttings of *Pinus contorta* Dougl. Ex Loud. *New Phytology* 125: 829-836
- GUPTA, P. K. et al. 1996. Clonal Propagation of Conifers vía Somatic Embryogenesis. In: Somatic Cell Genetics and Molecular Genetics of Trees. Eds.: Ahuja, M., Boerjan, W. and Neale, D. Kluwer Academic Publishers. Pp.3-10.
- HANDLEY, L. W.; Becwar, M. R.; Chesick, E.; Coke J.; Godbey, A. P.; y Rutter, M. 1995. Research and development of commercial tissue culture systems in loblolly pine. *Tappi Journal*, Vol 78, No 5: 170-175.
- JOHN, A. 1983. Tissue culture of coniferous trees. In: Dodds, J.H., ed. Tissue culture of trees. Westport, CT: The AVI publishing company, Inc: 6-21.
- LAPP, M.; J. Malinek and M. Coffey. 1996. Microculture of western white pine (*Pinus Monticola*) by induction of shoots on bud explants from 1 to 7 year old trees.
- MEHRA-PALTA, A. 1983. Clonal Propagation of Gymnosperms. US Patent # 4,417,417.
- MOTT, R. L. y Amerson H. V. 1981. A tissue culture process for the clonal production of Loblolly pine plantlets. North Carolina Agricultural Research Service Tech. Bull No: 271.
- NIELLA, F. y Rocha, P. 2003. Factores que afectan la formación de brotes adventicios a partir de embriones maduros de *Pinus taeda* L. Vía organogénesis. *YVYRARETA* 12 – Pp.: 41-45. ISSN: 0328-8854
- NIELLA, F. y Rocha, P. 2004. Biotecnologías aplicadas a los programas de mejoramiento genético de *Pinus* sp. en la región. ACTAS JORNADAS DE MEJORAMIENTO GENETICO PARA PRODUCTORES FORESTALES, Posadas, Misiones- Paginas: 32-41
- PEZZUTTI, R. 2004. El mejoramiento genético forestal en Bosque del Plata. ACTAS JORNADAS DE MEJORAMIENTO GENETICO PARA PRODUCTORES FORESTALES, Posadas, Misiones. Pp.: 52-58
- ROCHA, P. and Niella, F. 2001a. Research and Development of Vegetative Propagation Techniques for *Pinus* Sp. In the Northeast Region of Argentina. Proceedings of the 26th. Biennial Southern Forest Tree Improvement Conference. June 26-29, 2001. Ed.: Jeffrey F. D. Dean-Georgia University, Athens, GA, USA. Pp.: 32-38.
- ROCHA, P. y Niella, F. 2001b. Manual de procedimientos: Técnica de micropropagación para el establecimiento in vitro y multiplicación vegetativa de *Pinus taeda* y *Pinus elliottii* x *caribaea*. Presentado en: Seminario interno Julio 2001. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. Eldorado, Misiones. Circulación interna. 25 p.
- ROCHA, P. y Niella, F. 2002. Manual de procedimientos: Técnica de organogénesis para la formación in vitro de brotes adventicios para *Pinus taeda* y *Pinus elliottii* x *caribaea*. Presentado en: Seminario interno Junio 2002. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. Eldorado, Misiones. Circulación interna. 15 p.
- RODRIGUEZ, G. 2003. Jornadas técnicas foresto-industriales. Híbrido de PEE x PCH. INTA EEA. Montecarlo. Ensayo Comparativo de Pinos Mejorados
- SEN, S.; Newton R. J.; Fong, F.; y P. Neuman. 1989. Abscisic acid: a role in shoot enhancement from loblolly pine (*Pinus taeda* L.) cotyledon explants. *Plant Cell Report* (1989) 8: 191-194.
- SOMMER, H.; C. Brown and P. Kormanik. 1975. Differentiation of plantlets in longleaf pine tissue culture in vitro. *Botanical Gazette*. 136(2):196-200.

- STANGE, C., Prehn, D., Gebauer, M., Mercado, a., Norero, a. y Arce-Johnson P. 1998. Optimización de las condiciones de cultivo in vitro de mebriones de *Pinus radiata* y caracterización de los brotes regenerados. XI SILVOTECNA: Biotecnologías aplicadas a la silvicultura de especies forestales de rápido crecimiento. Concepción, Chile
- SHENK, R. and Hildebrandt, A. 1972. Medium and techniques for induction and growth of monocotyledonous and dicotyledonous plant cell cultures. *Canadian Journal of Botany* 50: 199-204.
- STOMP, A. M. 1985. Approaches to regeneration in mature pine tissue: Shoot production from needle fascicles and effect of light on callus growth and organization. Raleigh, NC: north Carolina State University. PhD. Dissertation.
- THORPE, T. A.; and S. Biondi. 1984. Conifers. In: Sharp W.; Evans D.; Ammirato, P; Yamada Y; eds. *Handbook of plant cell culture. Crop Species*. New York: Macmillan Publishing Company: 435-470. Vol. 2.
- THETFORD, M y Blazich, F. 1996. Auxin source influences root system quality of loblolly pine stem cuttings. *SNA research conference* Vol. 41: 235
- TORIBIO, M.; and J. A. Pardos. 1989. Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), In: Bajaj, Y.P.S., ed. *Biotechnology in agriculture and forestry. 2. Trees*. Berlin: Springer-Verlag Publishers: 507-525. Vol. 5.

**PRODUCCIÓN FORRAJERA DE *Axonopus catarinensis* Valls
BAJO DIFERENTES DENSIDADES DE *Eucalyptus grandis*
EN SISTEMAS SILVOPASTORILES
FORAGE PRODUCTION OF *Axonopus catarinensis* Valls
UNDER DIFFERENT DENSITIES OF *Eucalyptus grandis*
IN SILVOPASTORAL SYSTEMS**

**Aníbal N. A. Pachas¹
Luís Colcombet²
Miguel Correa³
Herman H. Henning⁴**

¹ Ing. Agr. INTA E.E.A. Montecarlo, Av. El Libertador 2472 (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina
npachas@montecarlo.inta.gov.ar ☒

² Ing. Agr. Msc. INTA E.E.A. Montecarlo, Av. El Libertador 2472 (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina –
lcolcombet@montecarlo.inta.gov.ar

³ Ing. Ftal. INTA AER Puerto Rico, Av. 9 de Julio mcorrea@prico.com.ar

⁴ Ing. Ftal. INTA AER Puerto Rico, Av. 9 de Julio chovy80@hotmail.com

SUMMARY

The relative amount of Photosynthetic Active Radiation at grass level, forraje and tree production of *Axonopus compressus* Valls under “open sky” and different tree densities of *Eucalyptus grandis* from age 30 to 42 month was evaluated. The grass was harvested monthly and Photosynthetic Active Radiation, tree Diameter at Brest Height and height measured at the beginning and end of the trial. PAR under 800, 500 and 250 trees/ha diminished from 30%, 36% and 51% to 10%, 15% and 21% respectively. At the end of the trial, forage production fell to next to nil under 800 and 500 stems/ha. Conclusion is that to maintain the silvopastoriles system “*Axonopus compressus* under the fast growing tree species *Eucalyptus grandis*”, its needed to clear down tree density to a maximum of 250 stems/ha at age 30 month and 125 stems/ha at age 42 month.

Key words: Silvopastoral systems, *Eucalyptus grandis*, *Axonopus catarinensis*

RESUMEN

Se evaluó la disponibilidad de Radiación Fotosintéticamente Activa sobre el estrato herbáceo, producción forrajera y forestal de *Axonopus catarinensis* Valls a cielo abierto y creciendo bajo diferentes densidades de *Eucalyptus grandis* desde 30 hasta 42 meses de edad. Se cosechó el pasto mensualmente y midió el Diámetro a la Altura de Pecho y altura total de los árboles y la Radiación Fotosintéticamente Activa al principio y final del ensayo. La Radiación Fotosintéticamente Activa bajo 800, 500 y 250 árboles/ha disminuyó del 30%, 36% y 51% al inicio al 10%, 15% y 21% respectivamente al final. El pasto cuasi desapareció bajo las densidades de 800 y 500 árboles/ha. Se concluye que para mantener el sistema silvopastoril “*Axonopus* bajo la especie de rápido crecimiento *Eucalyptus*“, es preciso raleo dejando un máximo de 250 árboles/ha antes de los 30 meses de edad y raleo a la mitad antes de los 42 meses de edad.

Palabras claves: sistemas silvopastoriles, *Eucalyptus grandis*, *Axonopus catarinensis*

INTRODUCCIÓN

A fines de 1990 los sistemas silvopastoriles (SSP) comenzaron a difundirse masivamente en la provincia de Misiones (ESQUIVEL *et al.*, 2004), según FASSOLA *et al.*, (2004), la velocidad de expansión del mismo se debió principalmente a la imposición de un nuevo “modelo productivo”, generado a partir de las bases de técnicas de manejo de estos sistemas. Estas comenzaron a fundamentarse a partir de mediados de la década de 1980, cuando se iniciaron estudios de investigación y experiencias, tanto por parte de instituciones, como de empresas y productores.

Del total de la superficie forestada en la Provincia, el 82 % de las plantaciones pertenecen al género *Pinus*, siendo *Pinus taeda* la especie más utilizada y 3,1 % corresponde a plantaciones de *Eucalyptus ssp* (MERNRYT, 2001). Las especies más utilizadas en los SSP de la región son *P. taeda* y *Pinus elliottii x Pinus caribaea* var *Hondurensis* -F2- (Pino híbrido), siendo esta última la más recomendada. En cuanto al componente forrajero, la más utilizada es *Brachiaria brizantha* (Brachiaria) y recientemente *Axonopus catarinensis* (Pasto jesuita gigante), las cuales poseen alta tolerancia condiciones de sombra (PACHAS *et al.*, 2004).

Si bien el manejo forestal para desarrollar estos sistemas con las especies mencionadas es conocido, existe escasa o nula información respecto a la posibilidad de utilizar el género *Eucalyptus*. Debido a su alta tasa de crecimiento y su rápida cobertura del dosel arbóreo, es necesario implementar raleos intensivos desde edades tempranas. Es por ello, que para conocer el efecto de dicho tratamiento sobre la producción forrajera nos planteamos como objetivo evaluar la producción forrajera de pasto jesuita gigante bajo diferentes densidades de *Eucalyptus grandis* raleadas a la edad de 30 meses.

MATERIALES Y METODOS

Las características climáticas del área son: temperaturas medias de 21,1 °C, con máxima y mínima absoluta de 40.3 °C y -3.9 °C, el régimen pluviométrico medio anual es isohigro de 1980 mm.

El ensayo se instaló en el establecimiento de un productor de la Colonia San Alberto, Municipio de Puerto Rico, en Enero de 2007. El suelo predominante es rojo profundo, arcilloso y bien drenado, perteneciente al gran grupo Kandudalf (Fernández *et al.*, 1996), y como cultivos antecesores tuvo inicialmente *Ilex paraguayensis* y luego *Pinus sp.*

Componente arbóreo: Se utilizó una plantación de *Eucalyptus grandis* comercial de 30 meses de edad (plantado en Agosto de 2004). La densidad inicial de plantación fue de 833 árb./ha con marco de plantación de 4 x 3 metros. La altura de poda al momento de iniciar el ensayo era entre 6 - 7 metros de altura.

Componente forrajero: *Axonopus catarinensis*. La plantación se realizó en Septiembre-Octubre de 2005, utilizando esquejes.

Componente animal: Se emplearon rodeos de engorde de animales Brangus/Braford. El aprovechamiento forrajero fue mediante pastoreo rotativo intensivo en altas cargas instantáneas.

En enero de 2007 se instaló el ensayo, que contó con tratamientos: 800 árb./ha, 500 árb./ha, 250 árb./ha y testigo a cielo abierto (potrero convencional). Las parcelas fueron de superficie variable (15 árboles/parcela).

En cada uno de los tratamientos se instalaron jaulas fijas de cosecha de forraje (0,25 m²) con el objetivo de evaluar el crecimiento del estrato herbáceo MANNETJE L'T (1982). Estas jaulas permitieron mantener “clausuras” de pastoreo e independizarse del momento de entrada y salida de los animales en el lote. La cosecha de forraje se realizó cada 30 días. Al

momento de cada cosecha, se registró el peso fresco de las muestras, las cuales luego fueron enviadas al laboratorio de la EEA Montecarlo para determinar contenido de materia seca.

Tanto al inicio como al final de ensayo se caracterizó el rodal midiendo las siguientes variables: DAP (Diámetro a la Altura del Pecho), Altura Total (m), Altura de Poda (m) y la Radiación Fotosintéticamente Activa (RFA) que dejó atravesar el dosel arbóreo. Para lo último, ello se utilizó un Ceptómetro de barra de del flujo de fotones de 1 metro de longitud (Decagon devices, Inc.) mediante la técnica descripta por FASSOLA et al., (2005). Con el fin de caracterizar las propiedades químicas del suelo se realizó un muestreo compuesto a dos profundidades: 0 -10 cm y de 10 – 30 cm.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los datos del laboratorio de suelo se presentan en la tabla 1, donde se observa bajos valores de materia orgánica, NT y contenido de fósforo, indicadores característicos de suelos rojos degradados, en este caso por el uso anterior del suelo.

Tabla 1. Propiedades químicas del suelo
Table 1: Soil Chemicals characteristics

Prof.	MO	CT	NT	C/N	P	K	CIC T	pH agua	pH CIK	Al
0-10 cm.	2,8	1,63	0,15	14,26	2,23	0,29	13,56	4,91	4,05	0,09
10-30 cm.	1,73	1,01	0,11	11,6	3,63	0,09	12,05	5,12	4,14	0,1

Los valores límites de referencia para suelos rojos son: MO \geq 2,5; N = 0,18%; Ca = 4,00meq./100gr; pH = 5,6; K₂O = 0,18; P₂O₅ = 10 ppm; Suma bases = 6,00; Sat. Bases = 50,00 %).

Se presentan las evoluciones del DAP y la Altura total en la tabla 2. Los diámetros medios de los tratamientos de 500 y 250 árb./ha fueron mayores respecto al tratamiento de 800 árb./ha. Sin embargo, son de destacar los altos valores de incremento diamétrico en todos los tratamientos, siendo para los primeros de 4,8 cm/año y 4,9 cm/año respectivamente y 4, 5 cm/año para el tratamiento de mayor densidad. Respecto a la altura media por tratamiento no hubo diferencias significativas entre los incrementos medios anuales, siendo los incrementos de 4,8 m./año, 4,2 m./año y 4,6 m./año para los tratamientos de 250, 500 y 800 árb./ha respectivamente.

Tabla 2: Valores medios de DAP y altura total según tratamiento de densidad de *Eucalyptus grandis*
Table 2: Average D.B.H. and Total height of *Eucalyptus grandis* at different densities

		30 meses	38 meses	42 meses
Diámetros (cm.)				
	800 pl/ha	11,4	14,5	15,9
	500 pl/ha	13,3	16,4	18,1
	250 pl/ha	12,9	16,4	17,8
Altura (m)				
	800 pl/ha	12,5	15,9	17,1
	500 pl/ha	14,3	16,4	18,5
	250 pl/ha	13,6	16,3	18,4

En el lapso de 12 meses, la radiación fotosintéticamente activa disponible para la forrajera disminuyó drásticamente en todas las densidades evaluadas (Tabla 3). Para los tratamientos de 800 árb./ha y 500 árb./ha, la RFA decreció un 20 puntos porcentuales (-67% y 58% respectivamente) y en el tratamiento de 250 árb./ha, 33 puntos porcentuales (-61%).

Tabla 3: RFA disponible para *Axonopus catarinensis* al inicio y al final del ensayo bajo dosel de *Eucalyptus grandis*.

Table 3: Available PAR for *Axonopus catarinensis* under *Eucalyptus grandis* canopy, in relation to open conditions

Tratamiento	RFA disponible	
	Enero 2007	Enero 2008
800 pl/ha	30 %	10 %
500 pl/ha	36 %	15 %
250 pl/ha	54 %	21 %
150 pl/ha	S/D	50 %

La acumulación de biomasa forrajera fue superior en el tratamiento a cielo abierto, registrando 8.106 kg/Ms. ha. Los demás tratamientos tuvieron una marcada disminución en la acumulación de forraje, manteniendo la tendencia de a menor densidad mayor disponibilidad de materia seca (Tabla 4). Para la densidad de 250 árb./ha la producción fue un 45,2 % menor al tratamiento testigo. Esto se debió, en mayor medida, a la baja disponibilidad de luz FASSOLA et al., (2005). La biomasa forrajera acumulada está estrechamente relacionada a la RFA disponible bajo el dosel arbóreo (Gráfico 1).

Tabla 4: Biomasa acumulada de *Axonopus catarinensis* según tratamiento de densidad de *Eucalyptus grandis*.

Table 4: Forage biomass accumulation of *Axonopus catarinensis* under different densities of *Eucalyptus grandis*

Tratamiento	Biomasa Acumulada Kg. MS/ha	RFA promedio
800 pl/ha	1270	20 %
500 pl/ha	1898	25 %
250 pl/ha	4436	38 %
Testigo	8106	100 %

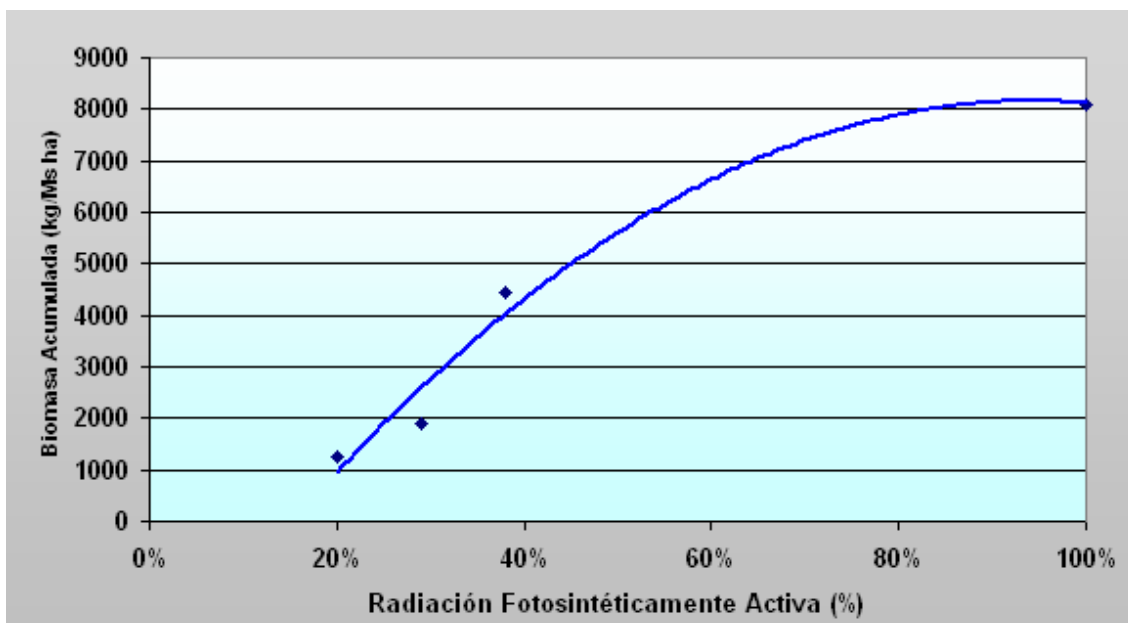


Gráfico 1: Acumulación de biomasa forrajera de *Axonopus catarinensis* en función a la radiación fotosintéticamente activa disponible.

Graph 1: Relation between *Axonopus catarinensis* forage biomass accumulation and Available PAR

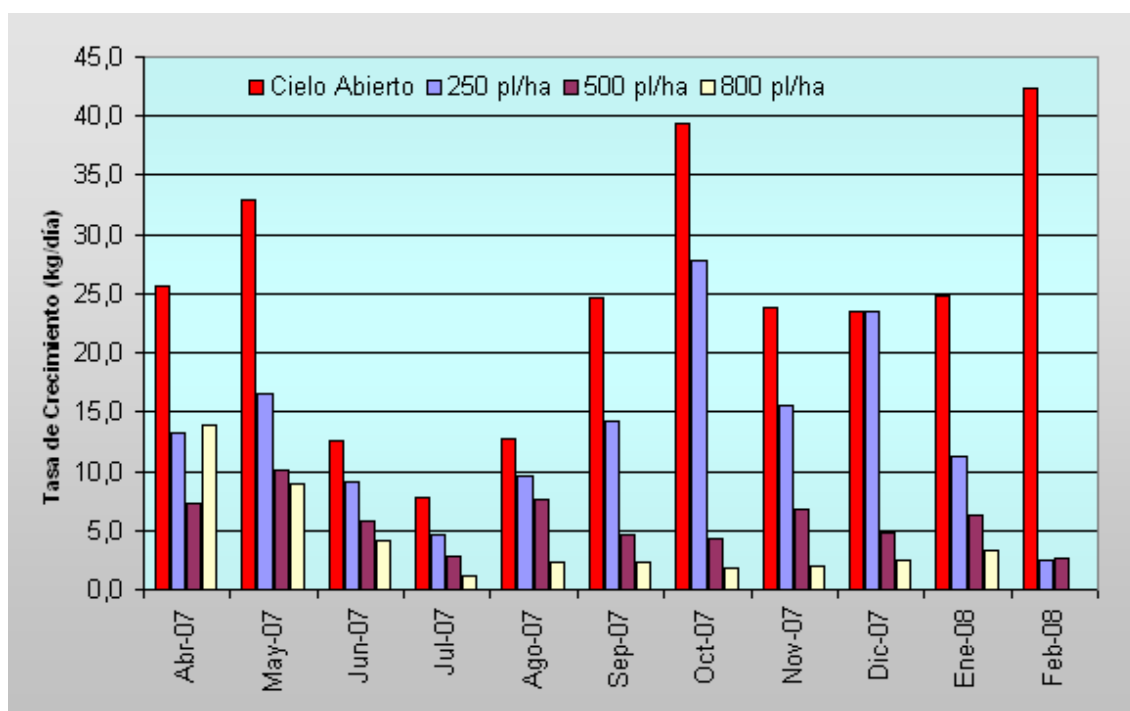


Gráfico 2: Tasa de crecimiento mensual de *Axonopus catarinensis* según tratamiento de densidad de *Eucalyptus grandis*

Graph 2: Month rate growth according to densities treatment of *Eucalyptus*

El crecimiento del pasto jesuita gigante fue marcadamente otoño – primavera – estival, con diferencias marcadas según los tratamientos, manteniendo siempre la tendencia de a mayor RFA mayor crecimiento. En el periodo de febrero/08 se registró una marcada disminución de la producción forrajera bajo el dosel de *Eucalyptus*. Ella debe explicarse por la competencia por agua de los estratos herbáceo y arbóreo del sistema, creada por la marcada sequía del período Enero-Marzo de 2008. Esta situación combinada con la escasez de luz

(RFA 10%) del tratamiento de 800 árb./ha, implicó la desaparición del *Axonopus catarinensis* (Gráfico 2). PEREGO (2002), en un ensayo realizado en una plantación de 1 año de edad de *Eucalyptus grandis* con densidad de 833 árb./ha no reportó disminución en la acumulación forrajera de pastizal natural, si un cambio en la composición botánica de la misma, sin embargo la altura inicial de los árboles era de 1,7 metros. Es decir con esa densidad y desarrollo del estrato arbóreo la disponibilidad de RFA no fue limitante.

CONCLUSIONES

Las altas tasas de crecimiento de *Eucalyptus grandis*, que incrementaron rápidamente la profundidad de copa y al mismo tiempo disminuyeron la disponibilidad de la RFA, afectó la acumulación forrajera del pasto jesuita gigante, siendo esta muy crítica en los tratamientos de densidades altas e intermedias (800 y 250 árb./ha respectivamente).

Para mantener el componente herbáceo del sistema, debido al rápido crecimiento del *Eucalyptus grandis* (normales en las condiciones de la Provincia de Misiones), se recomienda bajar la densidad a 250 árb./ha antes de los 30 meses de edad y luego a menos de 150 árb./ha antes de los 42 meses de edad.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración de la Ing. Agr. Beatriz Reitano y de la Sra. Iris Figueredo por su participación en la toma de muestras de forraje y su acondicionamiento en el laboratorio de la EEA Montecarlo respectivamente.

BIBLIOGRAFIA

- ESQUIVEL, J; Fassola, H. E.; Lacorte, S. M.; Colcombet, Crechi, E.; Pachas, A. N.; Keller, A. E. (2004). Sistemas Silvopastoriles – Una sólida alternativa de sustentabilidad social, económica y ambiental. XI jornadas técnicas forestales 7, 8 y 9 de Octubre de 2004, Eldorado Misiones
- FASSOLA H. E. Lacorte S.M., Pachas N., Keller A (2004). Experiencias sobre Manejo Silvopastoril en Misiones y NE de Corrientes, Argentina. **Anais 3º Simpósio Latinoamericano sobre manejo Florestal**. Universidad Federal de Santa Maria, Programa de Pos-graduação em engenharia Florestal. Del 23 al 24 de Septiembre de 2004. Santa Maria - RS - Brasil –pp: 450-460.
- FASSOLA H E, Pachas A N, Lacorte S M (2005) Estimación de la radiación fotosintéticamente activa (PAR) y niveles de sombra bajo dosel de *Pinus taeda* en la provincia de misiones y ne de corrientes. En 3º Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano, del 6 al 9 de Septiembre de 2005. Corrientes- Argentina. Publicación disponible en CD.
- FERNÁNDEZ, R., Phar, N. y Lupi, A. 1996. Evaluación de crecimiento de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden en diferentes condiciones de sitio del nordeste argentino. Actas del XIII Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Disco Compacto. Aguas De Lindoia, San Pablo.
- MANNETJE L'T (1982). Measuring quantity of grassland vegetation. In: Measurement of grassland vegetation and animal production. Edited by L't Mannetje, Commonwealth Agricultural Bureaux. Farnham Royal. Reprinted, 1982, p 63- 95.
- PACHAS, N; Keller, A.; Fassola, H.E.; Lacorte, S. M.; Pinazo, M. 2004. Producción, morfología y calidad nutritiva de *Axonopus catarinensis* Valls bajo diferentes

condiciones lumínicas e hídricas. INTA EEA Montecarlo. XI jornadas técnicas forestales.

PEREGO, J. L. (2002) Sistemas Silvopastoriles en el Centro Sur de la Provincia de Corrientes. Reunión del grupo técnico en forrajeras del cono sur zona campos, XIX – 2002 Mercedes, Corrientes, Argentina. Memorias. INTA EEA Mercedes – Octubre de 2002 – ISSN 987-521-061-7

PROPIEDADES MECÁNICAS DE MADERA DEL HÍBRIDO *Pinus elliottii x Pinus caribaea var. hondurensis*, MISIONES, ARGENTINA
MECHANICAL PROPERTIES OF WOOD OF HYBRID *Pinus elliottii x Pinus caribaea var. hondurensis*, MISIONES, ARGENTINA

Obdulio Pereyra¹
Teresa M. Suirezs¹
Elisa A Bobadilla¹
Elizabeth M. Weber¹
Néstor G. Gamarra²

¹ Docentes, Facultad de Ciencias Forestales- UNAM. Bertoni N° 124, C.P.3380, Eldorado-Misiones-Argentina.
suirezs@facfor.uman.edu.ar,

² Becario Investigación, Facultad de Ciencias Forestales.

RESUMEN

Este trabajo tuvo por objetivo estudiar la resistencia a la flexión estática, compresión paralela a las fibras y dureza de la madera del híbrido *Pinus elliottii x Pinus caribaea var. hondurensis*, entre 9 y 14 años de edad, cultivado en la zona norte de la provincia de Misiones, Argentina. Los ejemplares, extraídos de plantaciones de la firma **PINDO S.A.**, fueron seleccionados al azar, talados, luego aserrados y estacionados bajo cubierta para su secado natural, posteriormente se elaboraron las probetas de ensayos según lo establecido en las normas técnicas utilizadas. Las propiedades mecánicas de la madera, nos permiten definir su uso y establecer las dimensiones de sus piezas. Se determinaron los valores medios, desviación estandar, y coeficiente de variación, de la resistencia a la flexión estática, compresión paralela a las fibras y dureza Janka.

Palabras claves: *Pinus elliottii x Pinus caribaea var. hondurensis*, propiedades mecánicas

SUMMARY

The objective of this work was to investigate the mechanical properties of *Pinus elliottii x Pinus caribaea var. hondurensis*, wood of 9 to 14 years of age, grown on the north region of Misiones, Argentina. The trees were selected at random, then they were cut, and kept undercover for natural drying, after that, the samples as established in the technical norms used, were made. The mechanical properties of wood allow us to establish the dimensions of the final pieces and therefore to define their uses. Mean values, standard deviation, and variation coefficient of the resistance to the static bending, Janka hardness, and compression parallel to the grain.

Key words: *Pinus elliottii x Pinus caribaea var. hondurensis*, mechanical properties.

INTRODUCCIÓN

En Misiones y el Norte de Corrientes en estos últimos tiempos han crecido considerablemente en el sector de la transformación mecánica de la Madera (aserrado, secado y remanufactura), existen aproximadamente unos 750 aserraderos que se dedican a esa tarea. Por otra parte las exigencias del mercado nacional e internacional en cuanto a volumen y calidad de productos es otro factor que cada vez influye más en la metodología de trabajo de estos empresarios.

El crecimiento de las Empresas dedicadas a la producción de madera aserrada, y la exigencia del mercado, ha dado inicio a una necesidad imperiosa de búsqueda de nuevas alternativas en cuanto a especies implantadas, especialmente coníferas que proporcionen volumen de madera en poco tiempo y que la calidad de las mismas esté acorde a las necesidades del mercado.

Sobre la base del conocimiento de que el Híbrido (*Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis*), tiene un rápido crecimiento y una ventaja considerable sobre las especies más implantadas en la región, como el *Pinus elliottii* y el *Pinus taeda*, han dado inicio en los últimos 10 años a importantes reforestaciones, que en poco tiempo más estarán en condiciones de ser explotadas, este momento están en condiciones de ser aprovechadas.

El desconocimiento de las propiedades físicas y mecánicas y el comportamiento a los procesos de mecanización, es el motivo y la necesidad del estudio de esta nueva especie, que luego definirá la continuidad o no de futuras plantaciones a gran escala.

Según MALAN F.S. (1995), el *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, es una de las especies más promisoras encontrada en Australia y Sudáfrica, en lo que respecta a calidad de madera, resistencia al frío y crecimiento volumétrico. Los primeros cruzamientos fueron realizados en Futululu en 1968. El cruzamiento de estas dos especies del género *Pinus*, busca combinar el buen crecimiento del *Pinus caribaea* var. *hondurensis* y la mayor densidad del *Pinus elliottii*, con el objetivo de lograr volumen y calidad de madera. El híbrido, tuvo, según los resultados a lo que llegó este investigador un crecimiento volumétrico un 37 % en promedio superior al *Pinus elliottii* y un poco inferior al *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. En trabajos de investigación realizados en Australia y Sudáfrica, se pudo determinar que las líneas de resina (semejantes a nudos, aparecen asociados el *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, y es un denominador común del híbrido, pero en menos proporción). Pudo determinarse que esto no es un factor degradante de la estructura de la madera, pero sí en algunos casos y según el uso final de la madera puede no ser aceptada, como por ejemplo cuando se lo destina a la producción de láminas o cuando la apariencia física es importante. Visualmente la madera del híbrido que crece en estas regiones, presenta una diferencia entre el leño temprano y el leño tardío, un poco menos que el *Pinus elliottii*. Esta poca diferencia puede ser un aporte del *Pinus caribaea* var. *Hondurensis*, debido a que esta especie posee una textura más uniforme y la falta de contraste marcado entre leño temprano y leño tardío que caracterizan a estas especies.

ROCKWOOD *et al.* (1991), estudiando al híbrido, en el sudeste de Queensland, pudieron determinar que éste, está reemplazando al *Pinus elliottii*, en los sitios pobremente drenados y al *Pinus caribaea* var. *hondurensis* en los sitios drenados, debido a su total superioridad tanto en el ritmo de crecimiento, adaptabilidad al medio, rectitud de del tronco y propiedades de la madera.

Se encuentran datos de crecimiento y turno del híbrido de 30-32m³/ha/año y turnos de 18 a 20, contra el *Pinus elliotti* var *elliotti* con un crecimiento de 24-26 m³/ha/año y turnos de 20-22, en las plantaciones de la zona norte de Misiones.(AUSTIN, 2001)

Se encuentran datos de *Pinus elliottii* de distintas edades de las propiedades mecánicas de de árboles de la zona en el IV Congreso Iberoamericano de Investigaciones en celulosa y pape. (SUIREZS *et al.* 2006).

Este trabajo tuvo por objetivo estudiar los pesos específicos aparentes, flexión estática, compresión y dureza de la madera del híbrido *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, entre 9 y 14 años de edad, cultivado en la zona norte de la provincia de Misiones, Argentina.

MATERIALES Y MÉTODOS

Gracias al Aporte de **PINDO S.A.**, se utilizó como material de estudio, madera de ejemplares con edades entre 9 y 14 años, cultivados en la zona norte de Misiones. Los árboles seleccionados al azar, fueron talados aserrados y estacionados bajo cubierta para su secado y posterior elaboración de las probetas normalizadas.

El peso específico aparente de la madera se determinó como lo establece la Norma IRAM N° 9544, empleándose probetas cúbicas de 20 mm de lado, cuyo volumen fueron medidos con un volumenómetro de Breuil, que opera por desplazamiento de mercurio, permitiendo apreciar lectura con precisión de hasta 5 mm³ y la masa con balanza eléctrica con precisión de 0,1 mg. El secado se realizó en estufa con termostato, para regular T° de 103 °C ± 2°C. El contenido de humedad se determinó en todas las probetas ensayadas, con la ecuación que presenta la Normas IRAM N° 9532. Los ensayos de flexión estática, de compresión paralela y dureza se realizaron según Normas DIN N° 52186 y ASTM 143/52 respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Flexión estática

Para la determinación de la flexión estática y el cálculo del módulo de rotura, módulo de elasticidad y tensión en el límite proporcional, en cada probeta se tomaron los datos de carga y deformación para representar la curva de elasticidad y determinar el límite elástico, para luego procesar los datos.

En la tabla 1 se presentan los valores medios del módulo de elasticidad, de rotura y tensión en el límite proporcional a la flexión estática de la madera de *Pinus elliottii x Pinus caribaea var. Hondurensis*.

Tabla 1: Valores medios de módulo de elasticidad, módulo de rotura y tensión en el límite proporcional a la flexión estática.

Table 1: Mean values of bending, of moduli of elasticity, moduli of rupture.

	Módulo de elasticidad	Módulo de rotura	Tensión en el límite proporcional
Media(kg/cm ²)	91693,77	704,24	544,15
Desvío(kg/cm ²)	20441,23	142,37	154,17
CV %	22,29	20,22	28,33

El módulo de rotura de esta especie comparado con el obtenido de *Pinus elliotti* de 13 años (SUIREZS *et al.*,2006) que fue de 695kg/cm² da similar resultado

Dureza Janka

En la tabla 2 se presentan los valores medios para la dureza Janka de la superficie tangencial.

Tabla 2: Valores medios de dureza Janka, desvío y coeficiente de variación (CV).

Table 2: Mean values, deviation and variation coefficient (CV) of Janka hardness.

Dureza tangencial	
Media(kg/cm ²)	302,3
Desvío(kg/cm ²)	99,4
CV %	32,88

Compresión paralela a las fibras

En la tabla 3 se presentan los valores medios del módulo de elasticidad, de rotura y tensión en el límite proporcional a la compresión paralela a las fibras de la madera de *Pinus elliottii x pinus caribea var. Hondurensi*.

Tabla 3: Valores medios de módulo de elasticidad, módulo de rotura y tensión en el límite proporcional a la compresión paralela a las fibras de la madera del híbrido.

Table 3: Mean values of moduli of elasticity, moduli of rupture and proporcional tension limit

	Módulo de elasticidad	Módulo de rotura	Tensión en el límite proporcional
Media(kg/cm ²)	13438,51	270,71	198,10
Desvío(kg/cm ²)	3156,67	58,27	72,28
CV %	23,49	21,52	36,49

Si se compara el módulo de rotura a la compresión paralela de *Pinus elliotti* de 13 años (SUIREZS *et al.*,2006) de 289kg/cm² con el del híbrido, este presenta valor medio menor.

Peso específico

En la tabla 4 se presentan los valores medios de los pesos específicos aparentes estacionado, anhidro, básico y saturado, desvío estándar y coeficiente de variación de la madera de *Pinus elliottii x pinus caribea var. hondurensis* entre 9 y 14 años de edad.(PEREYRA *et al.*, 2007)

Tabla 4: Peso específico aparente, estacionado, anhidro, básico y saturado, desvío estándar y coeficiente de variación de la madera del híbrido.

	PEE	PEA	PEB	PES	CH %
Promedio (gr/cm ³)	0,514	0,478	0,421	1,006	13,39
DS (gr/cm ³)	0,064	0,058	0,053	0,059	1,246
CV (%)	12,53	12,21	12,56	5,90	9,31

PEE= Peso específico aparente estacionado al 12 % humedad, PEA= anhidro, PEB=básico, PES= saturado, DS= Desvío estándar, CV= Coeficiente de variación.CH=Contenido de humedad.

CONCLUSION

El *Pinus elliottii x Pinus caribea var. hondurensis* es una madera que está en el límite de la clasificación de maderas livianas a semipesadas por su peso específico aparente.

Según la clasificación de García citada por CORONEL (1995) de la dureza Janka, el valor de esta clasificación de maderas se encuentra en las maderas blandas, considerando la superficie tangencial.

Los valores obtenidos de las propiedades mecánicas estudiadas indican la posibilidad de utilizar estas maderas para la construcción y otras aplicaciones similares a las maderas de *Pinus* cultivada en Misiones.

BIBLIOGRAFÍA

AUSTIN, R. 2001. www.sagpya.mecon.gov.ar/new/00/forestacion/biblos/pdf/2001/108%20II%20Austin%20Pecom.pdf

DEUTHSCH INDUSTRIE NORM, DIN N° 52186.

- GONZALEZ, R. A.; Pereyra, O.; Suirezs, T., 1992. Propiedades físicas y mecánicas de la madera de *Pinus elliotii* Eng. reforestado en Misiones, Argentina. Yvyrareta N° 3. Pag. 5.
- REZENDE, M.; Saglietti, J.; Guerrini, I. 1995. Estudo das interrelações entre massa específica, retratibilidade e umidade da madeira do *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* os 8 anos de idade. IPEF n.48/49, p133-141, jan/dez.
- ROCKWOOD, DL; Hardading, K.L; Nicles, DG 1991. Variation in the Wood Properties of the *Pinus elliotii* x *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* F1 Hybrid, Its Parental Species, and Backcross to *Pinus elliotii* in Australia.
- INSTITUTO ARGENTINO DE RACIONALIZACIÓN DE MATERIALES IRAM Norma técnica N° 9532. 1963. Maderas: Método para la determinación de la humedad. Buenos Aires,
- INSTITUTO ARGENTINO DE RACIONALIZACIÓN DE MATERIALES-IRAM Norma técnica N° 9544. 1973. Método de la determinación de la densidad aparente. Buenos Aires
- CORONEL, E. 1994. Fundamentos de las propiedades físicas y mecánicas de las maderas. Primera parte: Fundamentos de las propiedades físicas de la madera. Instituto de tecnología de la madera, Facultad de Ciencias Forestales. Santiago del Estero. Argentina.
- CORONEL, Eduardo. Fundamentos de las propiedades físicas y mecánicas de las maderas. Segunda parte: Fundamentos de las propiedades mecánicas de la madera. Instituto de Tecnología de la Madera, Facultad de Ciencias Forestales. Santiago del Estero. Argentina.1995
- MALAN F.S. 1995. The Basic Wood Properties and sawtimber quality o South African grown *Pinus elliotii* x *Pinus caribea*. Division of Forest Science and Technology CSIR, Suid-Afrikaanse Bosboutydskrif-nr 173.
- PEREYRA, O.; Suirezs, T.M.; Bobadilla, E.A.; Weber, E.M.; Gamarra, N.G. 2007. Estudio de los pesos específicos aparentes, contracciones, hinchamiento, anisotropía y punto de saturación de fibras de la madera del híbrido *Pinus elliotii* x *Pinus caribaea* var. *Hondurensis*. III Congreso Iberoamericano de productos forestales. Buenos Aires. ISSN 1851 – 0965
- SUIREZS, T.; Pereyra, O.; Elgert R.; Magnago S.2006. Propiedades de la madera de *Pinus elliotii* eng. de 13, 16 y 18 años de edad cultivados en la provincia de Misiones-Argentina. IV Congreso Iberoamericano de Investigaciones en celulosa y papel. CIADICYP. Chile.

**TRES AÑOS DE EVALUACIÓN DE LOS EFECTOS DE LOS RALEOS
EN EL CRECIMIENTO DE *Melia azedarach***

**THREE YEARS OF EVALUATION OF THE EFFECTS OF THINNING
IN THE GROWTH OF *Melia azedarach***

**Víctor R. Pérez¹
María C. Cañete²
Gustavo R. Rhiner²
Hermann Hampel³**

¹ Director Proyecto. Prof. Adj. Cátedra Silvicultura. Facultad Recursos Naturales, UNaF.
Av. Gutnisky 3200, Formosa. Correo: forestales@arnet.com.ar

² Grupo Investigación Cátedra Silvicultura. Carrera Ingeniería Forestal. FRN - UNaF.

³ Empresa Danzer Forestación S.A. Posadas. Misiones. hhampel@danfor.com.ar

SUMMARY

Results of two tests of thinning applied consecutively to a plantation of *Melia azedarach* to the ages of 7,5 and 10 years are communicated. The experiences were realized in the north-east of Corrientes, Argentina, by the aim to evaluate the effects on the growth of the diameter, height and basal area. A complete randomized block design was used. The treatments (densities post- thinning in plants/hectare) of the first and second test, respectively, were: T1 (410 and 328), T2 (350 and 280), T3 (290 and 232), T4 (230 and 184) and T5 (170 and 150). Statistical significant differences in the diameter increment and basal area were founded. The major diametrical increases and minor growths of basal area were obtained in treatments of minor densities. The range of diametrical growth (11 years) was 0,99-1,73 cm/year and the periodic growth of 4,05-7,25 cm/3years (diameter); 2,97-3,57 m/2years (height); and 5,82-7,39 m²/ha/3years (basal area).

Key words: density, thinning, *Melia azedarach*, growth.

RESUMEN

Se brindan resultados de dos ensayos de raleo aplicados consecutivamente a una plantación de *Melia azedarach* a las edades de 7,5 y 10 años. Las experiencias fueron realizadas en el nordeste de Corrientes, Argentina, con el objetivo de evaluar los efectos sobre el crecimiento del diámetro, altura y área basal. Se utilizó diseño de bloques completos al azar. Los tratamientos (densidades post-raleo en plantas/hectárea) del primer y segundo ensayo, respectivamente, fueron: T1 (410 y 328), T2 (350 y 280), T3 (290 y 232), T4 (230 y 184) y T5 (170 y 150). Se hallaron diferencias estadísticas significativas en el incremento del diámetro y área basal. Los mayores incrementos diametrales y menores crecimientos de área basal se obtuvieron en tratamientos de menores densidades. El rango de crecimiento diametral (11 años) fue 0,99-1,73 cm/año y el periódico de 4,05-7,25 cm/3años (diámetro); 2,97-3,57 m/2años (altura); y 5,82-7,39 m²/ha/3años (área basal).

Palabras Clave: densidad – raleo – *Melia azedarach* – crecimiento

INTRODUCCIÓN

Melia azedarach L. var. gigantea es un árbol forestal interesante por los crecimientos extraordinarios. De excelente comportamiento en suelos sueltos, profundos y ricos y sitios preferentemente húmedos. En bosques cultivados requiere raleos precoces pues necesita abundante iluminación para su rápido crecimiento. Su madera es de buena calidad, apropiada para elaboración de terciado, muebles, escritorios, parquet, puertas, etc. (COZZO, 1976).

La densidad es un concepto estrechamente ligado a las nociones de competencia, ocupación de superficie y cierre de cobertura. Bajo este término se incluyen tres conceptos: a) cantidad de vegetación en crecimiento; b) grado de ocupación del sitio; c) grado de competencia entre los árboles por los elementos del medio. Medidas de densidad comúnmente usadas son: a) cantidad de plantas por unidad de superficie; b) área basal; c) índice de densidad del rodal; d) factor de competencia de copa. e) índice de espaciamento relativo.

El efecto del control del espaciamento es permitir la presencia de un importante nivel de competencia forestal y eliminar los severos efectos de la misma. El silvicultor busca controlar esta competencia (considerada la base ecológica del raleo) con el propósito de mantener aceptables tasas de crecimiento. El nivel de ocupación del sitio para un tipo de bosque en particular depende fundamentalmente del número de árboles, de su distribución y categoría de tamaño y de su organización espacial (COZZO, 1976; GONZALES PEREZ, 1990; PIEDRAHITA CARDONA, 1990; PRODAN *et al.*, 1997).

A continuación se presenta una síntesis de los resultados de algunas investigaciones realizadas para ejercer un control sobre la densidad y/o estudiar los efectos de la densidad (GONZÁLES PÉREZ, 1990; PIEDRAHITA CARDONA, 1990; KURTZ, 1992; CHAVES y RODRÍGUEZ, 1995; DALLA TEA, 1995; CRECHI, 1996; PRODAN *et al.*, 1997):

1. La tasa de crecimiento en altura de árboles individuales, no es fuertemente afectada por cambios en la densidad del rodal (mediante aclareos).
2. Experimentos de espaciamento y aclareo muestran consistentemente incrementos en el crecimiento diamétrico de árboles individuales con la disminución de la densidad del rodal dentro de límites. Este efecto varía con las especies, la edad y la calidad de sitio.
3. En rodales coetáneos frecuentemente no se afecta significativamente el crecimiento total por unidad de superficie (área basal o volumen), aunque si lo hace en la consideración de árboles individuales.

La posibilidad de expansión y afianzamiento del cultivo del “paraíso gigante” depende de varios factores, entre los que figura mejorar y precisar el conocimiento respecto de las mejores prácticas de manejo de densidades combinadas con intervenciones de raleos.

Objetivo. Evaluación de la variación del crecimiento de *Melia azedarach L. var. gigantea* en parcelas experimentales de diversas densidades originadas por la aplicación de raleos selectivos a las edades de 7,5 y 10 años.

Hipótesis de Investigación. Como consecuencia de las diferencias de densidad de rodal establecidas experimentalmente entre parcelas mediante la aplicación de raleos selectivos (tomando como marco de referencia la variación de la “cantidad de plantas/unidad de superficie”), se conjeturó que sería posible hallar efectos diferentes en el crecimiento de las unidades experimentales verificables en las variables de control (incremento del Diámetro a la Altura del Pecho-DAP; incremento de la altura total-HT; incremento del Área Basal-G).
Hipótesis Nula. Independientemente de la densidad post-raleo en cada parcela, los promedios por parcela de las variables de control no mostrarán diferencias estadísticas significativas.

MATERIALES Y MÉTODOS.

Las prácticas de raleo experimental se realizaron en forestación propiedad de la empresa Danzer Forestación S.A., localizado en el nordeste de la Provincia de Corrientes. La intervención experimental se efectuó a las edades de 7,5 y 10 años. La forestación tratada se halla ubicada en una posición topográfica de loma, de suelo profundo, textura franca, bien drenado, con adecuada provisión de material orgánico y pH ácido.

El distanciamiento inicial de plantación fue de 4.0x4.0 m, (625 plantas/hectárea). A la fecha esta forestación fue objeto de cuatro raleos. El primero, de carácter fitosanitario (menos del 10% de la población, a los 4 años); el segundo de carácter silvícola, precomercial (30%, a los 6 años). El 3° y 4° raleo, referidos en esta comunicación, corresponden a raleos experimentales silvícolas con sentido comercial.

Se utilizó diseño estadístico de bloques completos al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos consistieron en dejar parcelas con diferentes densidades para lo cual se partió de la selección cuidadosa de los mejores árboles hasta alcanzar la densidad prevista según el tratamiento que correspondiera. Los árboles no seleccionados fueron raleados. El primer criterio de selección fue por sanidad, basada casi exclusivamente en la ausencia o presencia de la enfermedad conocida como “amarillamiento del follaje de los paraísos” (KURTZ, 1992). En el terreno los árboles fueron clasificados en cualquiera de las siguientes categorías de sanidad: a) sano; b) levemente enfermo; c) moderadamente enfermo; d) muy enfermo (ó gravemente enfermo).

En la Tabla 1 se halla resumida la información más relevante del 3° y 4° raleo.

Tabla 1. Principales características del ensayo experimental.

Table 1. Principal characteristics of the experimental test.

	T1	T2	T3	T4	T5
Tipo de raleo	Suave	Suave	moderado	fuerte	Muy fuerte
Intensidad (%) 3° raleo según la densidad	8,9	13,2	29,1	43,4	53,5
Intensidad (%) 4° raleo según la densidad	20	20	20	20	12
Intensidad (%) 3° raleo según el área basal	6,2	9,0	24,1	37,4	45,7
Intensidad (%) 4° raleo según el área basal	14,3	14,1	14,2	16,5	9,6
Densidad post-raleo 3° (pl/ha)	410	350	290	230	170
Densidad post-raleo 4° (pl/ha)	328	280	232	184	150
Área unidad experimental (m ²) 3° raleo	1195	1400	1690	2130	2882
Área unidad experimental (m ²) 4° raleo	1189	1393	1681	2120	2600
Área arbórea teórica (m ²) post-raleo 3°	24,4	28,6	34,5	43,5	58,8
Área arbórea teórica (m ²) post-raleo 4°	30,5	35,7	43,1	54,4	66,7

En el tercer raleo (7,5 años), para la obtención de las diferentes densidades se aplicaron intensidades variables de raleo según el tratamiento en cuestión. A los 10 años, dada la existencia de parcelas con espesura excesiva (T1 y T2), la necesidad de seguir evaluando el comportamiento de este bosque en condiciones de un escenario de competencia diferente, y el hecho que aún faltaba varios años para el turno de corta final, se decidió efectuar una nueva intervención de raleo. En esa oportunidad, a fin de mantener las diferencias ya existentes entre las densidades pre-4° raleo, se aplicó igual intensidad de raleo en cuatro tratamientos.

Las variables dependientes de medición directa en los árboles fueron: diámetro medido a 1,30 m de altura-DAP y altura total-HT. Por otra parte, se determinó el estado sanitario aparente de los árboles, basado en la ausencia o presencia (en diferentes intensidades de afección) de la enfermedad “amarillamiento del follaje”.

Las variables dependientes, de la unidad espacial de análisis (parcela) y del ensayo experimental fueron: promedio del Incremento Corriente Anual (ICA) del DAP, HT y G (G: área basal); Crecimiento Acumulado (CA) del DAP, HT y G.

Los controles se realizaron anualmente. Los valores de las variables medidas en cada árbol se adecuaron para su posterior uso en pruebas estadísticas. El cumplimiento del supuesto de homogeneidad de varianzas se verificó mediante la prueba de Bartlett. Los valores de media aritmética de las variables de la unidad espacial fueron empleados en un análisis estadístico comparativo de grupos, aplicando la Prueba de Fisher – “F” y el Análisis de Varianza - ANDEVA a dos criterios (para el nivel de significancia del 0,05). Luego, se realizó la comparación múltiple de medias para igual nivel de significancia (Prueba de Duncan).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis Estadístico

En la Tabla 2 se halla la síntesis de los análisis estadísticos realizados.

Tabla 2. Síntesis de resultados de pruebas estadísticas. Fuente Variación: tratamiento.
Table 2. Synthesis of results of statistical tests. Source Variation: treatment.

Variable	Prueba Estadística ($\alpha = 0,05$)					Rango Variable de Control	
	ANDEVA	Duncan					
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	
1. Información del 3° raleo							
ICA DAP _{8,5}	Significativa **	d	c	b	b	a	1,88–3,18 cm/año
ICA DAP _{9,5}	Significativa **	d	cd	bc	ab	a	1,21–2,34 cm/año
ICA HT _{8,5}	No Significativa	-	-	-	-	-	1,75–2,36 m/año
ICA HT _{9,5}	No Significativa	-	-	-	-	-	1,08–1,61 m/año
CA2 HT	No Significativa	-	-	-	-	-	2,97–3,57 m/2 años
ICA G _{8,5 sincov}	Significativa **	a	a	a	b	b	2,42–3,31 m ² /ha/año
ICA G _{8,5 concov}	Significativa **	b	ab	a	ab	ab	2,42–3,31 m ² /ha/año
ICA G _{9,5}	No Significativa	-	-	-	-	-	1,97–2,58 m ² /ha/año
CA2 G	Significativa **	a	a	a	b	b	4,39–5,89 m ² /ha/2años
2. Información al 4° raleo							
ICA DAP ₁₁	Significativa *	b	ab	ab	a	a	0,99–1,73 cm/año
ICA HT ₁₁	No Significativa	-	-	-	-	-	0,90–1,25 m/año
ICA G ₁₁	No Significativa	-	-	-	-	-	1,43–1,97 m ² /ha/año
CA3 DAP	Significativa **	d	cd	bc	b	a	4,05–7,25 cm/3 años
CA3 G	Significativa *	ab	a	abc	bc	c	5,82–7,39 m ² /ha/3años

En la Prueba de Duncan los grupos que tienen letras distintas presentan diferencias estadísticamente significativas. * Significativa $\alpha = 0,05$ ** Altamente significativa $\alpha = 0,01$

En el análisis de covarianza realizado con datos de ICA DAP e ICA HT obtenidos un año después de la instalación del 3° y 4° raleo, se determinó que éstos no estuvieron afectados por los valores post-raleo de las variables DAP y HT. La fuente de variación “incremento” de dichas variables explicaba muy poco de la variación total del modelo, comprobándose en todos los casos diferencias no significativas ($\alpha = 0,05$). Por otra parte, en la prueba de Bartlett las varianzas resultaron homogéneas con valores de “p” > 0,05. Es decir, no se detectaron diferencias significativas entre las mismas.

Crecimiento del Diámetro y Altura.

Se observa en la Figura 1 que las distribuciones diamétricas después del 3° raleo fueron muy similares, presentando alta homogeneidad. El incremento corriente anual (también el incremento periódico) del DAP fue muy influenciado por la apertura del bosque a través del raleo. Ya con intervenciones leves de raleo (por ejemplo, la practicada en el T2) en un bosque de “paraíso” de 7,5 años, se afecta significativamente el crecimiento diametral. Respecto del T1, los restantes tratamientos tuvieron significativamente mayores crecimientos en diámetro.

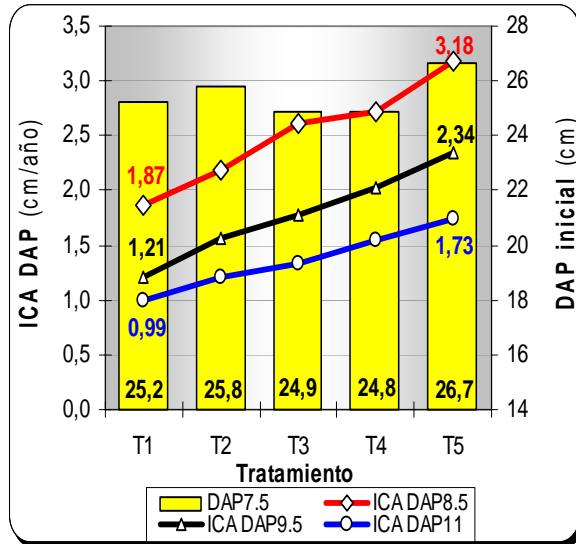


Figura 1. Variación del crecimiento del diámetro según diversas densidades.

Figure 1. Variation of the growth of the diameter according to diverse densities

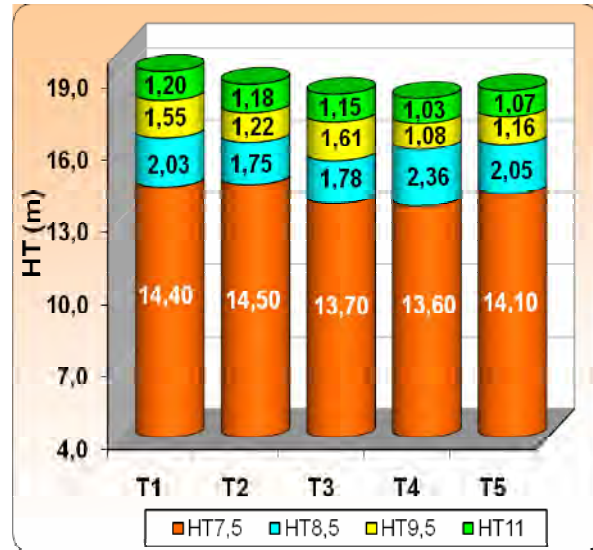


Figura 2. Variación del crecimiento de altura total según diversas densidades.

Figure 2. Variation of the growth of total height according to diverse densities.

El crecimiento del DAP post 4° raleo fue menor a los dos controles anuales precedentes, reduciéndose también la diferencia entre los tratamientos extremos. La menor capacidad de reacción del bosque observada después de este raleo podría deberse a la acción individual o combinada de: 1) a la escasa intensidad de la intervención de raleo (del 12 al 20% de la densidad existente a la edad de 10 años); 2) a la evolución considerable y extendida en toda la plantación, de la enfermedad “amarillamiento del follaje” que ocasiona en los árboles disminución de la vitalidad y vigor.

Al analizarse la distribución por tratamiento de los árboles más valiosos (> 30 cm de DAP) a la edad de 11 años, se observó que en el T5 si bien la oferta absoluta de árboles con DAP > 30cm no fue la más alta (133 pl/ha), se destaca que más del 89% de la población reúne esta condición. En el otro extremo del análisis se ubicó T1 en el que si bien fue baja la frecuencia relativa de los árboles más grandes (53%), en términos absolutos constituyó una cantidad importante (175 pl/ha).

En la Figura 2 se observa manifiestamente la similitud de las HT, tanto al inicio del ensayo como también en los incrementos anuales registrados después del 3° y 4° raleo.

Crecimiento del Área Basal.

Los resultados de la prueba de Duncan correspondiente a “ICA G_{8,5}” se colocaron en dos filas a fin de diferenciar los grupos conformados con y sin inclusión en el modelo de la covariable “G_{7,5} dr” (G después del 3° raleo). De este modo, se observa que T3 sin tener el mayor registro de incremento de G es el que ocupa la posición más alta como consecuencia que el modelo considera dicho incremento ponderándolo por el G que tenía dicho tratamiento

después del raleo (edad 7,5 años). Por esta misma razón también se explica la situación del T1, que se ubica en la última posición.

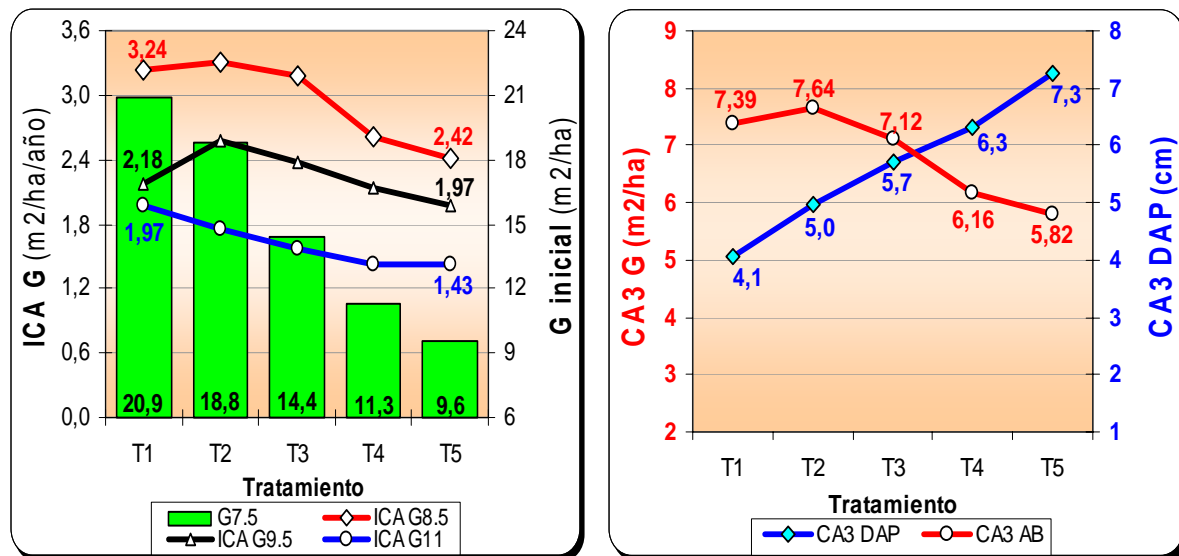


Figura 3. a) Izquierda: variación del crecimiento de área basal según diversas densidades. b) Derecha: crecimiento acumulado del DAP y G después del 4° raleo.

Figure 3. a) Left: variation of the growth of basal area according to diverse densities. b) Right: growth accumulated of the DBH and G after 4th thinning.

En la Figura 3 (izq.) se observa con nitidez la gran variación (altamente significativas) existente entre las áreas basales de los diferentes tratamientos (barras de color verde), inmediatamente después de practicado el raleo 3°. El área basal remanente del T1 era más que el doble de la cobertura del T5. Los otros tratamientos se distribuyeron escalonadamente entre estos extremos. Los tratamientos de mayor densidad y área basal post-raleo (T1 y T2) fueron los que acumularon mayor incremento en área basal.

En la Figura 3 (der.) se representaron los crecimientos acumulados en tres años del DAP (expresa la capacidad individual de los árboles para aprovechar la apertura del bosque, siendo independiente del tamaño de la parcela y de la cantidad de árboles que intervinieron en su determinación) y G (refleja la reacción social del rodal a cada intensidad de raleo y es dependiente del tamaño de los árboles y la densidad).

Del gráfico referido se deduce fácilmente que el crecimiento medio del DAP es directamente proporcional al área media individual que disponen los árboles para crecer, equivalente a expresar que es inversamente proporcional a la densidad. Es decir, cuanto más espacio lateral disponen los árboles, mayor es el crecimiento diametral. Así, el T5 (menor densidad) tiene el más alto crecimiento acumulado

En la evaluación del crecimiento diametral acumulado durante tres años, la mayor diferencia se halló en la comparación de medias de los tratamientos extremos. El T5 de menor densidad y cobertura defectiva registró un DAP promedio 79 % superior al observado en el T1, de mayor densidad y espesura excesiva.

Al evaluarse los resultados logrados con la variable G sobresale el hecho que el tratamiento de mayor densidad (T1) no registró el mayor incremento durante los tres primeros años post-raleo (aunque estadísticamente no es diferente del T2). Esta situación aparentemente obedecería a una mayor reducción del vigor de las plantas de ese tratamiento, consecuencia del exceso de competencia existente en las mismas (espesura excesiva). En el cálculo de CA3 G influyen los crecimientos diametrales individuales y la densidad, por lo que en la gráfica lineal se visualizan conflictos en algunos tramos. Esto es porque, en principio, a mayor cantidad de individuos por unidad de superficie mayor sería el área basal. Pero por otra

parte para que el incremento leñoso medido a 1,30 m de altura sea superior, y por lo tanto para que el aporte de esta variable a la determinación de G sea mayor, es necesario que la densidad sea baja. Consecuencia de lo expresado, es que tratamientos (T1 y T2) con menores crecimientos diametrales presentan los valores más altos de incrementos de G. Lo inverso ocurre con los T4 y T5, en los que se registraron superiores incrementos diametrales y los más bajos CA3 G.

Al cabo de tres años de control post-raleo, los resultados globales logrados en las parcelas T4 y T5 (intensidades de raleos fuertes) no se muestran como los mejores. Estas intervenciones drásticas generan en la población remanente un mayor crecimiento diametral pero también implica una reducción importante en términos de crecimiento de la cobertura leñosa y, además, no se detectó ninguna diferencia significativa en la oferta de material grueso (> 30 cm. de DAP). La mejor respuesta a los raleos se registró en el T3, que representa la más adecuada combinación de vigor de crecimiento individual (diámetro) y social (área basal). Esto se puede apreciar gráficamente en el cruce de las líneas del DAP y G.

Con relación a la enfermedad “amarillamiento del follaje” en el período de 3,5 años (7,5 – 11 años) se registró una importante mudanza de individuos de clases “sanas-S” y “levemente enfermas-E” a clases “moderada-M” y “gravemente enfermas-G” (Por ejemplo, en dicho período la población en condición de “SyE” en el T3 pasó de 92% a 52%). Aunque si bien en todos los tratamientos hubo disminución drástica de la sanidad, se destacaron en esta condición no deseable, las parcelas de densidades altas. Así, en el T1 de cada 5 plantas 4 de ellas estaban en la condición de árboles “moderada o gravemente enfermos”. En tanto, en el T2 se observó que de cada 3 árboles 2 están en las clases más altas de la enfermedad. Coincidentemente, en estos tratamientos es donde se registraron los crecimientos diametrales más bajos.

CONCLUSIONES PRELIMINARES.

- La variable más influenciada por el raleo del bosque fue el incremento corriente anual y periódico del diámetro. En forestación de “paraíso” a la edad de 7,5 años se afecta significativamente el crecimiento diametral aún con intervenciones leves de raleo. En tanto, con raleo efectuado a mayor edad (10 años) sólo se observaron diferencias significativas mínimas entre las densidades extremas.
- El crecimiento de la altura total media de las parcelas no fue influenciada de ningún modo significativo por las variaciones de las densidades.
- En las parcelas con intensidades de raleos muy fuertes se registró un significativo crecimiento diametral, una disminución importante en área basal y no se detectó ninguna diferencia relevante en la oferta de material grueso (> 30 cm DAP).
- El área basal, utilizada frecuentemente como variable de referencia para evaluar las intervenciones silvícolas de raleo, reveló diferencias estadísticas significativas en el crecimiento correspondiente al año posterior al 3° raleo y en el periódico (2 y 3 años).
- Estableciendo como piso mínimo de aceptabilidad que el incremento medio diametral de la parcela sea $\geq 1,9$ cm/año, y considerando el incremento medio de área basal acumulado en tres años post-raleo, la mejor respuesta se logró efectuando un raleo moderado y dejando una densidad post-raleo (3° y 4°) de 290 y 232 pl/ha, respectivamente. Estos valores de densidad corresponden al T3 que refleja consecuentemente la mejor combinación de vigor de crecimiento individual y social. Esto se puede apreciar gráficamente en el cruce de las líneas del DAP y G.

AGRADECIMIENTO

A Danzer Forestación S.A. por la permanente ayuda en la ejecución de este proyecto. A los Ing. Ftales. Lorena Pernochi y Marcos Atanasio y a estudiantes de la Carrera de Ingeniería Forestal (FRN–UNaF) por la colaboración brindada en tareas de campo.

BIBLIOGRAFÍA

- CHAVES S. E. y Rodríguez J. A. 1995. Manejo de la densidad e incremento en el área basal en plantación de pochote, en Nicoya, Guanacaste. III Taller Nacional de investigación Forestal y Agroforestal. Cañas, Guanacaste. pp 143 – 154.
- COZZO D. 1976. Tecnología de la forestación en Argentina y América Latina. Editorial Hemisferio Sur. Buenos Aires. 610 pp.
- CRECHI E. H. 1996. Efeitos da densidade da plantação sobre a produção, crescimento e sobrevivencia de *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze. en Misiones, Argentina. Tesis de la Maestría en Ciencias Forestales. Universidad Federal do Paraná. Brasil. 171 pp.
- DALLA TEA F. 1995. Efecto de la densidad de plantación sobre el crecimiento de *Eucalyptus grandis* en Entre Ríos, Argentina. Revista de Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales. Volumen 4. Número 1. Madrid, España. pp 57 – 71.
- GONZALES PEREZ H. 1990. Modelación del crecimiento de bosques coetáneos. Curso Internacional Técnicas de Optimización en el Manejo de Plantaciones Forestales. Medellín, Colombia. pp 102 -132.
- KURTZ V. D. 1992. Importancia de los tratamientos silviculturales para la obtención de madera de calidad de las plantaciones de *Melia azedarach L.* (paraíso). Serie Técnica N° 3. Facultad Ciencias Forestales (UNAM). Eldorado Misiones, 9 pp.
- PIEDRAHITA CARDONA E. 1990. Aspectos técnicos del establecimiento y manejo de plantaciones forestales. Curso Internacional Técnicas de Optimización en el Manejo de Plantaciones Forestales. Colombia. pp 30-41.
- PRODAN M., Peters R., Cox F. y Real P. 1997. Densidad y estructura. Rendimiento y crecimiento. En: Mensura Forestal. San José, Costa Rica. 586 pp.
- VAIRETTI M. 1982. Tratamientos silviculturales en bosques implantados. 1^{ras} Jornadas Técn. sobre Bosques Implantados en el Noreste Argentino. Misiones, Argentina. pp 87-88.

PATRÓN ESPACIAL DE *Cedrela fissilis* Vell. EN UN BOSQUE SOMETIDO A APROVECHAMIENTO SELECTIVO EN EL NORTE DE LA PROVINCIA DE MISIONES

SPATIAL PATTERN OF *Cedrela fissilis* Vell. IN A SELECTIVE LOGGED FOREST IN NORTHERN OF MISIONES PROVINCE

Pinazo, M.A.¹; Moscovich, F.A.²; Dummel, C.³; Knebel O.E.⁴

1. INTA EEA Montecarlo. Av Libertador 2472. CP (3384). Montecarlo. Misiones. Argentina. Email: mpinazo@montecarlo.inta.gov.ar.
2. INTA EEA Montecarlo. Email: fmoscovich@montecarlo.inta.gov.ar
3. Facultad Ciencias Forestales Eldorado. UNaM. Email: cdummel@yahoo.com.ar
4. INTA EEA Montecarlo.

RESUMEN

Se analizó el patrón espacial de los individuos de *Cedrela fissilis* Vell., tanto de la regeneración como de los individuos mayores a 10 cm de diámetro a la altura del pecho, en un sector remanente de la selva Paranaense en la provincia de Misiones, Argentina. Se mapearon todos los individuos presentes en 4 parcelas de 1 hectárea cada una. Se aplicaron técnicas de análisis de patrones de puntos univariados y bivariados mediante el índice "O" de Wiegand & Moloney. La regeneración presentó agrupamientos significativos a escala de hasta 10 metros, mientras que los renovales se relacionaron negativamente con los individuos adultos en escalas entre 5 a 10 metros. Los renovales no presentaron relación respecto a los individuos muertos y una relación con tendencia negativa en relación a los individuos adultos de todas las especies presentes. El análisis del patrón de los individuos mayores resultó en un agrupamiento entre 15 a 30 metros con tendencia a un patrón al azar. El patrón respecto a los individuos mayores de todas las especies fue al azar. Los resultados refuerzan la idea que la especie presenta regeneración asociada a claros y sugieren procesos denso dependientes como condicionante de los patrones de renovales e individuos adultos.

Palabras clave: patrón espacial-*Cedrela*-Modelo Janzen-Connell-Argentina

SUMMARY

The spatial pattern of individuals of *Cedrela fissilis*, both the regeneration and adult trees with DBH > 10 cm was studied, in a remnant sector of the Paranaense forest in the Misiones province, Argentina. All trees of all species were mapped in 4 plots of 1 ha. To analyze univariate and bivariate point patterns we used the Wiegand & Moloney "O" ring index. The regeneration showed significant clumping to scales up to 10 meters, whereas the relationships of regeneration and adult trees was negative in scales between 5-10 meters. No relationship result between regeneration and death standing trees and a negative tendency between adult trees of all species was showed. The pattern of adults trees of *Cedrela fissilis* result in a significant clumping in scales 15-30 meters with a tendency to a random pattern. The results support the idea that *Cedrela fissilis* show a regeneration associated to canopy gaps and suggest denso dependent process that determines the spatial pattern of regeneration and adult trees.

Keywords: spatial pattern-*Cedrela*-Janzen-Connell model-Argentina

INTRODUCCION

Uno de los principales objetivos de la ecología de plantas es comprender los mecanismos que producen los patrones de distribución de las mismas en el espacio. Los patrones espaciales reflejan procesos ecológicos implícitos y es por ello que se han desarrollado análisis estadísticos aplicados a la ecología de plantas para poder inferir estos procesos (Perry *et al*, 2002). Estos análisis pueden indicar la existencia de procesos que predominan sobre la distribución de las plantas; por ejemplo un patrón regular podría indicar competencia o por el contrario un patrón agregado puede indicar facilitación, sin embargo se debe tener cuidado en la interpretación de los resultados ya que varios procesos pueden generar el mismo patrón espacial (Wiegand y Moloney, 2004). Los patrones espaciales de las plantas pueden generarse a partir de diferentes procesos como la dispersión de las semillas, competencia intra e inter específica o simplemente ser consecuencia de la heterogeneidad ambiental (Barot *et al*, 1999, Wiegand *et al*, 2007). Estos procesos pueden generar patrones regulares en caso de competencia manifestados por relaciones de mortalidad denso-dependientes (Janzen, 1970; Connell, 1971) o patrones agrupados en el caso limitaciones en la dispersión de semillas, gaps o asociaciones entre especies (Wiegand *et al*, 2007; Seidler y Plotkin, 2006; Condit *et al*, 2000).

patrones de los procesos de regeneración, ingresos y mortalidad de los individuos de los bosques para su utilización en modelos de dinámica de bosques (Batista y Maguire, 1998).

Un método ampliamente aplicado es el estudio de patrones de puntos que consiste en una base de datos mapeados de una región o área determinada. Existen varios métodos posibles de ser utilizados en la cuantificación de los patrones de puntos (Dale *et al*, 2002; Fortín y Dale, 2005). Los estadísticos utilizados pueden ser de primer orden o de intensidad y los de segundo orden o de distancia entre pares de puntos. Los estadísticos de primer orden brindan información sobre la intensidad de puntos a gran escala en la región de estudio mientras que los estadísticos de segundo orden basados en la distancia de pares de puntos permiten visualizar las relaciones a pequeña escala del patrón de puntos considerado (Wiegand y Moloney, 2004).

Dentro de los métodos desarrollados para analizar las distancias entre puntos se encuentran la función K de Ripley (Ripley, 1981) y la función de correlación de pares (Diggle, 1983) que utilizan la distancia entre todos los puntos.

El objetivo de los estudios de patrones de puntos es determinar si existe agrupación, regularidad o repulsión o si el patrón es aleatorio. Para ello se construyen límites de confianza generados a partir de los datos observados y un contra un modelo nulo simulado mediante simulación Monte Carlo. El modelo nulo más difundido es el CSR (Complete Spatial Randomness) que resulta apropiado en condiciones de homogeneidad ambiental (Wiegand y Moloney, 2004). En caso contrario resulta necesario adoptar otro modelo nulo que contemple la condición particular del área en estudio.

El método más difundido es la función K de Ripley que presenta la ventaja de ser sensible a desviaciones respecto al modelo nulo (CSR) aunque presenta el problema de adicionalidad ocasionando confusiones respecto a la escala a la cual se producen los efectos de atracción o repulsión entre individuos (Wiegand y Moloney, 2004; Condit *et al*, 2000). Alternativamente la utilización de métodos basados en anillos como por ejemplo la correlación de pares " $g(r)$ " (Stoyan y Stoyan, 1994) o el estadístico O-ring " $O(r)$ " de Wiegand & Moloney no presentan estos problemas, permitiendo determinar de manera precisa la escala en la cual se manifiestan los procesos (Wiegand y Moloney, 2004; Condit *et al*, 2000).

Cedrela fissilis Vell. es una de las especies de madera valiosa de la selva paranaense y por lo tanto es sometida a una fuerte extracción. El sistema de extracción selectiva que tradicionalmente se aplica en la provincia de Misiones no contempla aspectos mínimos de manejo del bosque de manera sostenible más allá de la aplicación de la regla de los diámetros míni-

mos de corta. Esta práctica no asegura de manera alguna la regeneración y supervivencia de los individuos juveniles de las especies comerciales. Posteriormente a la cosecha es posible verificar una fuerte ocupación del sitio por parte de cañas de los géneros de las especies *Chusquea ramosissima* y *Merostachys clausenii* que junto con la proliferación de lianas *Adenocalymna sp.* y *Arrabidaea sp.* detienen la sucesión del bosque por largos periodos de tiempo (Campanello *et al.*, 2005; Campanello *et al.*, 2007a, Campanello *et al.*, 2007b).

El género *Cedrela* es reconocido como “Pionero Oportunista” (Lamprecht, 1990) o Pionero de Gaps (Grau, 2000; Duz *et al.*, 2004) ya que puede instalarse bajo dosel y allí esperar la apertura del mismo por la caída de árboles dominantes o también colonizar directamente sitios desprovistos de cobertura. A pesar de su importancia no se dispone de información relacionada a la regeneración de esta especie y a la dinámica espacial de la misma en sitios sometidos a extracción selectiva. Esta información es de suma importancia al momento de generar o aplicar técnicas de manejo que aseguren la sostenibilidad del recurso.

El objetivo del presente trabajo es aportar información respecto a la distribución espacial de la regeneración de esta especie mediante técnicas de análisis espacial de patrones de puntos.

Sitio de Estudio

El estudio fue llevado a cabo en el Campo Anexo Manuel Belgrano perteneciente al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Como parte de un estudio de dinámica de bosque nativo bajo diferentes manejos se instalaron 4 parcelas de 1 ha cada una separadas en dos bloques de 2 parcelas. Las parcelas pertenecientes a un mismo bloque fueron separadas por un buffer de 10 m. El sitio fue sometido a extracción selectiva antes de los años 40-50 y posteriormente no se realizaron tratamientos de manejo ni nuevas extracciones. Al momento de instalar dicho ensayo el sitio se encontraba colonizado por una gran cantidad de cañas y lianas.

En cada parcela se realizó la identificación y mapeo de todos los individuos vivos y muertos mayores a 10 cm DAP mediante un cuadrículado de 10 x 10, midiéndose la ubicación de los individuos con cinta métrica. Posteriormente y de la misma manera se relevó y mapeó todos los individuos de *Cedrela fissilis* cuya altura fuese mayor a 1,3 metros y DAP < 10 cm.

Análisis de Datos

Para el análisis del patrón de los individuos de *C. fissilis* presentes en las parcelas se utilizó el estadístico $O(r)$ desarrollado por Wiegand y Moloney (2004) y el software de análisis de patrones espaciales “Programita” (Wiegand y Moloney, 2004).

El estadístico $O(r)$ es análogo a la función K de Ripley la cual está definida por:

$$(1) K(r): \lambda^{-1} * E(r)$$

E : número esperado de puntos (ej. árboles) a una distancia r de cualquier otro punto (ej. árboles).

λ : intensidad de puntos del patrón.

Si el patrón es homogéneo el valor esperado de $K(r)$: $\pi * r^2$

El estadístico $O(r)$ se estima:

$$O(r): g(r) * \lambda$$

$$\text{Donde } g(r): g(r) = \frac{dK(r)}{dr} / (2\pi r)$$

En el caso de patrones bivariados, por ejemplo cuando se analiza la distribución de un patrón (regeneración) respecto a otro patrón (ej: árboles padres), el estadístico se calcula:

$$O_{12}(r) = g_{12}(r) * \lambda = \frac{\frac{1}{n_1} \sum_{i=1}^{n_1} Puntos_2 [R_{1,i}^w(r)]}{\frac{1}{n_1} \sum_{i=1}^{n_1} Area [R_{1,i}^w(r)]}$$

Donde:

n_1 : número de puntos del patrón 1

$R_{1,i}^w(r)$: es el anillo de radio r y ancho w centrado en cada punto del patrón 1

$Puntos_2$: Son los puntos del patrón 2 en el área considerada

$Area$: determina el área de estudio.

El índice $O(r)$ implica la utilización de un anillo de ancho w para cada radio r y por lo tanto es necesario especificar el ancho de anillo. Esto implica un procedimiento intuitivo ya que no es posible formular reglas para la determinación del mismo. En todo caso el anillo no debe ser demasiado ancho para evitar los problemas de adicionalidad o memoria y tampoco demasiado fino para evitar perder los efectos en las diferentes escalas (Wiegand y Moloney, 2004).

Debido a la escasa cantidad de individuos adultos y de regeneración de la especie los datos fueron analizados combinando la 4 parcelas de acuerdo al procedimiento sugerido por Diggle (2003), para lo cual se estima para cada escala r el promedio ponderado de puntos del patrón tomado sobre todas las replicas o parcelas y el promedio ponderado del área considerando todas las replicas.

Se realizaron análisis univariados en el caso de la regeneración y árboles adultos por separado y análisis bivariados explorando las relaciones entre regeneración de cedro-adultos de todas las especies, regeneración de cedro-adultos de cedro, regeneración de cedro-adultos muertos. En todos los caso se utilizo el CSR como modelo nulo y los limites de confianza se construyeron mediante 19 simulaciones Monte Carlo para obtener limites de confianza al 95% (Haase, 1995). De esta manera valores $O(r) > \lambda$ que superen el límite de confianza indican agrupamiento mientras que valores $O(r) < \lambda$ que superen los limites indican repulsión o regularidad (Wiegand y Moloney, 2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 1 muestra la escasa regeneración de *Cedrela fissilis* en las cuatro parcelas relevadas a pesar de verificarse un alto número de individuos mayores a 10 cm de DAP e individuos en las clases diamétricas mayores. Si bien no se dispone de datos de dinámica o mortalidad de la especie en sus clase de regeneración, es posible que el número de individuos en la regeneración no asegure una presencia similar a la actual en las clases mayores. Campanello *et al* (2007b) reportan escasa regeneración de *Cedrela fissilis* en un sitio aprovechado, aun en zonas sometidas a tratamientos de cortas de lianas y bambuseas, a pesar de ser esta especie una de las mencionadas como dominantes del dosel superior. La instalación y sobrevivencia de los renovales está condicionada por la competencia con lianas y bambuceas generadas de manera excesiva a partir de la apertura del dosel por el aprovechamiento (Campanello *et al*, 2007a; Tavarelli y Mantovani, 2000). Sin embargo los valores aquí reportados son superiores a los mencionados por Campanello *et al* (2007b) reflejando la recuperación avanzada del área aprovechada luego de aprox. 50 años desde el aprovechamiento.

Tabla 1: Individuos de *Cedrela fissilis* en las categorías regeneración y mayores (DAP > 10 cm) en las diferentes parcelas relevadas.

Table 1: Individuals of *Cedrela fissilis* in the regeneration and adult trees (DBH > 10 cm) clases in the different plots.

	Densidad (ind./ha)			
	S1	S2	S3	S4
Regeneración	16	13	29	36
Mayores	11	26	34	16

El análisis univariado de la regeneración de Cedro presentó un agrupamiento significativo de los renovales hasta una escala de 10 metros (Figura 1A), mientras que el análisis bivariado de la distribución de la regeneración respecto a los individuos de *Cedrela fissilis* mayores a 10 cm de DAP resultó en repulsión en escalas entre 5 a 15 metros (Figura 1B). En líneas generales la regeneración de las especies tropicales tiende a presentarse de manera agrupada en los primeros años y más aun en aquellas especies cuya dispersión es anemófila debido principalmente a limitaciones en la dispersión condicionada por la velocidad de los vientos y el dosel circundante (Seidler y Plotkin, 2006; Condit *et al*, 2000). En el caso particular del género *Cedrela* también fue reportado agrupamiento de la regeneración a escalas de 15-20 para *Cedrela lilloi* y sugiere la influencia de claros producidos por caída de árboles o condiciones ambientales particulares a escalas entre 12 a 20 metros que permitan la instalación de los renovales aun bajo dosel a la espera de la formación de un claro (Grau, 2000). La repulsión de la regeneración a escalas pequeñas o en cercanías a individuos adultos conespecíficos indica la presencia de procesos denso dependientes debido al ataque de patógenos, predadores de semillas o insectos (Connell, 1971; Janzen, 1970). *Cedrela fissilis* presenta una dispersión de semillas concentrada en los 20 m alrededor de los árboles madre (Alcantara *et al*, 1997) y en el caso de las especies del género *Cedrela*, que presentan el ataque de *Hypsipyla grandella* Zeller. en condiciones de alta densidad (Grijpma y Gara, 1970), se refuerza la hipótesis de la presencia de los procesos antes mencionados en las escalas observadas.

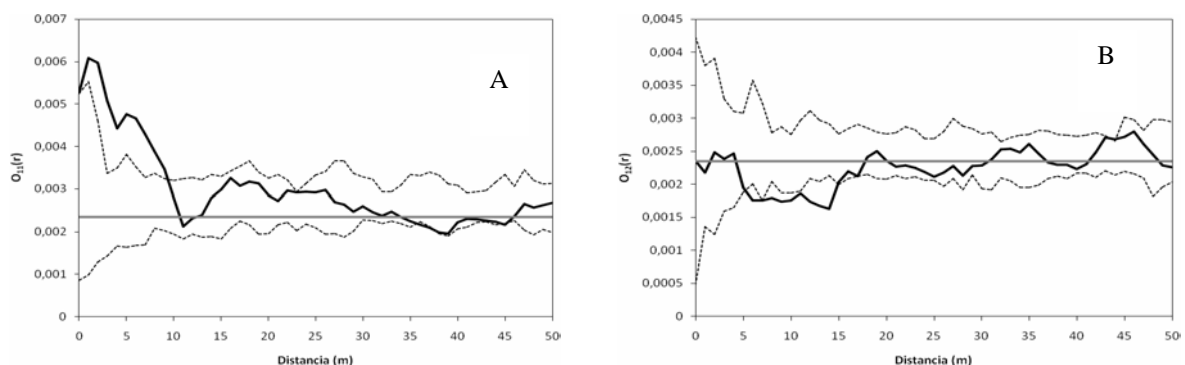


Figura 1: (A) Análisis univariado de la regeneración de *Cedrela fissilis*, (B) Análisis bivariado de la regeneración de *Cedrela fissilis* respecto a los individuos conespecíficos con DAP >10 cm. Las líneas punteadas indican los límites de confianza al 95%; la línea negra indica la distribución de la regeneración; la línea gris indica la intensidad del patrón.

Figure 1: (A) Univariate analysis for regeneration of *Cedrela fissilis*, (B) Bivariate analysis for regeneration of *Cedrela fissilis* vs. conspecific individuals of *Cedrela fissilis* with DBH > 10 cm. Dashed lines are 95 % confidence intervals; Black solid line are de regeneration distribution and grey solid lines represent the pattern intensity.

La regeneración no presentó ninguna relación respecto a la distribución de los individuos muertos (Figura 2A).

Por otra parte el análisis respecto a los individuos mayores de todas las especies presentó relación negativa significativa 13 a 17 metros con una tendencia a la misma entre los 10 a 30 metros (Figura 2B). Estos resultados podrían representar las preferencias de la especie a regenerar en zonas o áreas con menor cobertura de dosel o en aperturas del mismo ocasionada por la caída de individuos (Franklin y Rey, 2007; Batista y Maguire, 1998).

Los análisis de los individuos mayores de *Cedrela fissilis* resultaron en un agrupamiento significativo de los individuos conspecíficos a escalas de 15 a 27 metros (Figura 3A), mientras que la distribución respecto al resto de las especies resultó al azar sin manifestar ninguna relación de agrupamiento o repulsión (Figura 3B). Si bien se manifiesta un agrupamiento significativo, el mismo se presenta a escalas mayores a las verificadas para los renovales reforzando la hipótesis de la presencia de procesos denso dependientes o competencia intraespecífica (Janzen, 1970; Connell, 1971; Stoll y Bergius, 2005). Por otra parte por no ser valores marcados o alejados del límite de significancia, posiblemente marque la tendencia a un patrón al azar debido a que un gran número de especies tropicales que manifiestan agrupamientos en las clases inferiores presenta patrones no agregados o menos agregados en las clases adultas (Condit *et al.*, 2000).

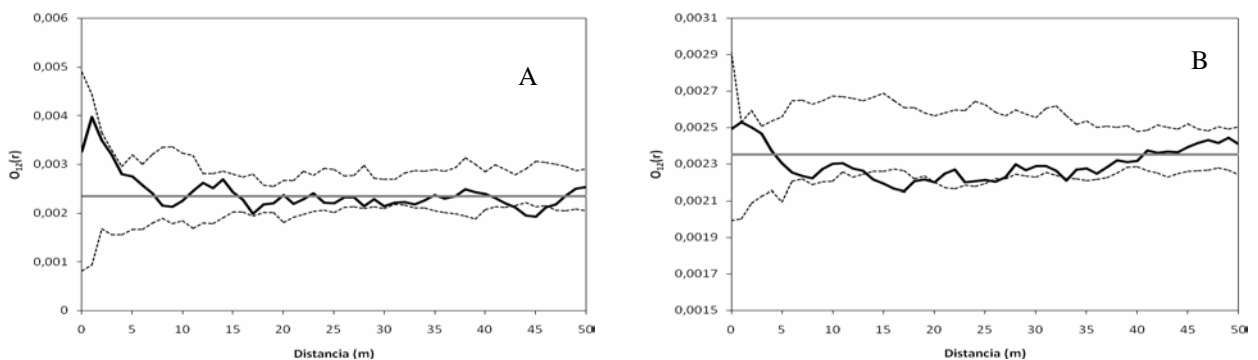


Figura 2: (A) Análisis bivariado de la regeneración de *Cedrela fissilis* respecto a los individuos muertos, (B) Análisis bivariado de la regeneración de *Cedrela fissilis* respecto a los individuos de todas las especies con DAP >10 cm. Las líneas punteadas indican los límites de confianza con probabilidad 0,05%; la línea negra indica la distribución de la regeneración; la línea gris indica la intensidad del patrón.

Figure 2: (A) Bivariate analysis for regeneration of *Cedrela fissilis* vs. death trees, (B) Bivariate analysis for regeneration of *Cedrela fissilis* vs. individuals of all species with DBH > 10 cm. Dashed lines are 95 % confidence intervals; Black solid line are de regeneration distribution and grey solid lines represent the pattern intensity.

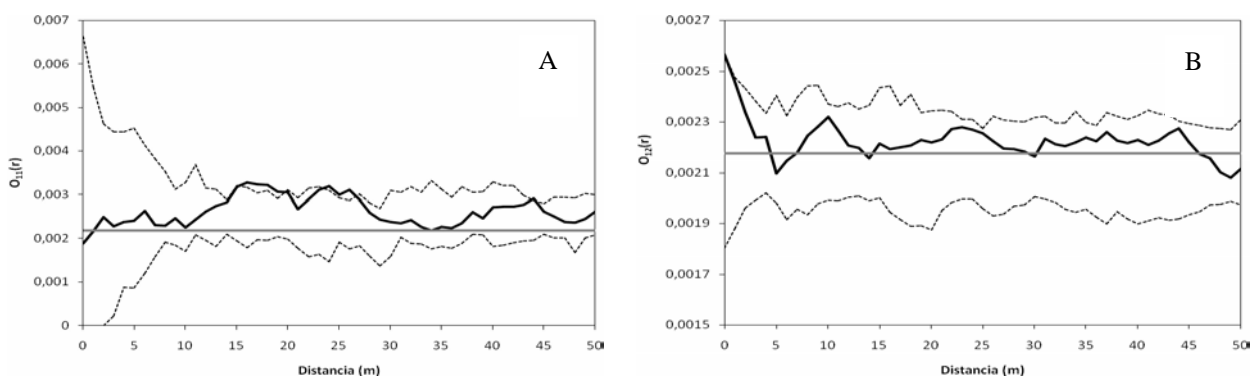


Figura 3: (A) Análisis univariado de los individuos de DAP > 10 cm de *Cedrela fissilis*, (B) Análisis bivariado de individuos de DAP > 10 cm de *Cedrela fissilis* respecto a los individuos de todas las especies con DAP >10 cm. Las líneas punteadas indican los límites de confianza con probabilidad 0,05%; la línea negra indica la distribución de la regeneración; la línea gris indica la intensidad del patrón.

Figure 3: (A) Univariate analysis of *Cedrela fissilis* individual whit DBH > 10 cm, (B) Bivariate analysis of *Cedrela fissilis* individuals with DBH > 10 cm vs. individuals of all species with DBH > 10 cm. Dashed lines are 95 % confidence intervals; Black solid line are de regeneration distribution and grey solid lines represent the pattern intensity.

CONCLUSIONES

Los resultados presentados coinciden con observaciones realizadas por otros autores en otras especies del genero *Cedrela* y en especies de árboles tropicales. *Cedrela fissilis* presento regeneración agrupada típica de las especies de claros y manifestó procesos denso dependientes respecto a los individuos adultos. Estos procesos determinan los cambios de un patrón agrupado en la regeneración a un patrón al azar en los individuos adultos. Aplicando los resultados a esquemas de manejo de los bosques estos procesos indican que la extracción de adultos no asegura la liberación de juveniles debiéndose realizar tratamientos complementarios en áreas donde la regeneración se encuentre previamente instalada.

AGRADECIMIENTOS:

El presente trabajo fue financiado en el marco del proyecto INTA MNES06.

BIBLIOGRAFÍA

- ALCÁNTARA, J.M.; Vera, N.; Szczipanski, L.; Eibl, B.; Rios, R. 1997. Análisis de la dispersión de semillas de *Cedrela fissilis* en el bosque nativo de Misiones. *Yvyrareta*.8:16-21.
- BATISTA, J.L.F.; Maguire, D.A. 1998. Modeling the spatial structure of tropical forest. *Forest Ecology and Management* 110: 293-314.
- BAROT, S.; Gignoux, J.; Menaut, J.C. 1999. Demography of a savanna palm tree: predictions from comprehensive spatial pattern analyses. *Ecology* 80: 1987-2005.
- CAMPANELLO, P.; Monti, L.; Gatti, G.; Goldstein, G. 2005. Efecto de la tala selectiva sobre la estructura y funcionamiento del bosque nativo en Misiones: Desarrollo de técnicas de manejo forestal sustentable. III Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Corrientes. Argentina. 10 Pp.
- CAMPANELLO, P.; Garibaldi, J.F.; Gatti, M.G.; Goldstein, G. 2007a. Lianas in a subtropical Atlantic Forest: Host preference a tree growth. *Forest Ecology and Management* 242: 250-259.
- CAMPANELLO, P.I.; Gatti, M.G.; Ares, A.; Monti, L.; Goldstein, G. 2007b. Tree regeneration and microclimate in a liana and bamboo-dominated semideciduous Atlantic Forest. *Forest Ecology and Management*. 252:108-117.
- CONDIT, R.; Ashton, P.S.; Baker, P.; Bunyavejchewin, S.; Gunatilleke, S.; Gunatilleke, N.; Hubbell, S.P.; Foster, R.B.; Itoh, A.; LaFrankie, J.V.; Seng Lee, H.; Losos, E.; Manokaran N.; Sukumar, R.; Yamakura, T. 2000. Spatial pattern in the distribution of tropical tree species. *Science* 288: 1414-1418.
- CONNELL, J.H. 1971. On the role of natural enemies in preventing competitive exclusion in some marine animals and rain forest trees. Den Boer, P.J. & Gradwell editors. *Dinamics of populations*. Pudoc, Wageningen. Pp 298-312.

- DALE, M.R.T.; Dixon, P.M.; Fortin, M.J.; Legendre, P.; Myers, D.E.; Rosemberg, M.S. 2002. Conceptual and mathematical relationships among methods for spatial analysis. *Ecography* 25: 558-577.
- DIGGLE, P.J. 1983. *Statistical analysis of spatial point patterns*. Academic Press. 148 pp.
- DIGGLE, P.J. 2003. *Statistical analysis of spatial point patterns*. 2^{da} edicion. Arnold Ed. 168 pp.
- DUZ, S.R.; Siminski, A.; Santos, M.; Paulilo, M.T.S. 2004. Crescimento inicial de três especies arbóreas da Floresta Atlântica em reposta à variação na quantidade de luz. *Revista Brasileira Botanica* 3:587-596.
- FORTIN, M.J.; Dale, M. 2005. *Spatial Analysis. A guide for Ecologists*. Cambridge University Press. 365 pp.
- FRANKLIN, J.; Rey, S.J. 2007. Spatial patterns of tropical forest trees in Western Polynesia suggest recruitment limitations during secondary succession. *Journal of Tropical Ecology* 23:1-12.
- GRAU, H.R. 2000. Regeneration patterns of *Cedrela lilloi* (Meliaceae) in northwestern Argentina subtropical montane forest. *Journal of Tropical Ecology*. 16:227-242.
- GRIJPMAN, P.; Gara, R. 1970. Studies in the shoot borer *Hypsipylla grandella* Zeller. I. Host selection and behavior. *Turrialba*. 20: 233-240.
- JANZEN, D.H. 1970. Herbivores and the number of tree species in tropical forest. *American Naturalist* 104: 501-528.
- LAMPRECHT, H. 1990. *Silvicultura en los Trópicos*. Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GTZ). Eschborn. Alemania. 335 p.
- PERRY, J.N.; Liebhold, A.M.; Rosenberg, M.S.; Dungan, J.; Miriti, M.; Jacomulka, A.; Citron-Pousty, S. 2002. Illustrations and guidelines for selecting statistical methods for quantifying spatial pattern in ecological data. *Ecography* 25: 578-600.
- RIPLEY, B.D. 1981. *Spatial Statistics*. Wiley, New York. 253 pp.
- SEIDLER, T.G.; Plotkin, J.B. 2006. Seed dispersal and spatial pattern in tropical trees. *Plos Biology* 4 (11): 2132-2137.
- STOLL, P.; Bergius, E. 2005. Pattern and process: Competition causes regular spacing of individuals within plant population. *Journal of Ecology*. 93:395-403.
- STOYAN, D.; Stoyan, H. 1994. *Fractals, random shapes and point fields: methods of geometrical statistics*. Wiley, Chichester. 406 pp.
- TAVARELLI, M.; Mantovani, W. 2000. Gap-phase regeneration in a tropical montane forest: the effects of gaps structure and bamboo species. *Plant Ecology*. 148:149-155.
- WIEGAND, T.; Moloney, K.A. 2004. Rings, circles, and null models for point pattern analysis in ecology. *Oikos* 104: 209-229.
- WIEGAND, T.; Gunatilleke, S.; Gunatilleke, N. 2007. Species associations in a heterogeneous Sri Lankan Dipterocarp forest. *The American Naturalist*. 170 (4): 77-95.

DESCOMPOSICIÓN DE RAÍCES DE *Pinus taeda* L. BAJO SISTEMA SILVOPASTORIL EN LA PROVINCIA DE MISIONES, ARGENTINA.

DECOMPOSITION *Pinus taeda* L. ROOTS UNDER SILVOPASTORAL SYSTEM IN MISIONES, ARGENTINA.

Martín A. Pinazo¹
Otto E. Knebel²

¹ INTA EEA Montecarlo. Av. Libertador 2472. Montecarlo, Misiones. email: mpinazo@montecarlo.inta.gov.ar

² INTA EEA Montecarlo. Av. Libertador 2472. Montecarlo, Misiones.

SUMMARY

In roots of *Pinus taeda*, of different diameter classes growing in a silvopastoral system, it was evaluated the decomposition rates and also the initial concentration of Nitrogen and Phosphorous in a 1 year study. The estimated decomposition rates (K) were larger than those cited in other areas. At the end of the incubation period the relative weight losses was about 70 % in relation with the initial mass. High correlation coefficients between diameter root classes and the P and the N initial concentrations were showed for the daily roots decompositon rate. Decomposing tree roots can be a significant P source in a silvopastoral systems. The high decomposition rates showed the important dynamics of the roots in the carbon cycle of these production systems.

Key words: Roots, Phosphorous, Nitrogen, decomposition rate, *Pinus taeda*, Misiones.

RESUMEN

Se evaluaron las tasas de descomposición y las concentraciones iniciales de nitrógeno y fósforo en raíces de diferentes tamaños de *Pinus taeda* L. bajo sistema silvopastoril durante 1 año. Las tasas de descomposición estimadas fueron mayores respecto a los valores citados por la bibliografía. Al año de iniciado el estudio la perdida de peso seco alcanzo el 70 % respecto al peso inicial. Tanto el tamaño de las raíces como las concentraciones iniciales de fósforo y nitrógeno presentaron valores significativos de correlación respecto a la tasa diaria de descomposición de las raíces. Las altas tasas de descomposición indican la marcada dinámica de las raíces dentro del ciclo de carbono del sistema. La concentraciones iniciales de fosforo en los tejidos de las raíces hacen que las mismas puedan representar una importante fuente del elemento para el desarrollo de las pasturas y la masa forestal.

Palabras clave: Raíces, fósforo, nitrógeno, tasa de descomposición, *Pinus taeda*, Misiones.

INTRODUCCIÓN

Gran parte de la producción primaria neta de las plantas son destinadas a órganos subterráneos como las raíces, pudiéndose alcanzar valores de mas del 20% de la biomasa aérea (MILLER, et al., 2006) y en el caso de *Pinus taeda* L. se reportan valores de 19-24 % (MILLER, et al., 2006). A pesar de ello la mayoría de los estudios de descomposición se centran en el mantillo o litter. La descomposición es un paso critico dentro del ciclo del carbono y además tiene gran importancia en la nutrición de las plantas y en la capacidad de intercambio cationico de muchos suelos (VAN LEAR et al., 2000). Como consecuencia de los altos valores de biomasa de raíces, estas constituyen un input importante al momento de analizar el ci-

clado de nutrientes y carbono al suelo (FAHEY, et al., 1988; CAIRNS, et al., 1997, SILVER y MIYA, 2001; CHEN, et al., 2001).

Diversos factores regulan la descomposición de los tejidos vegetales pudiéndose citar al tipo de sustrato, composición química del sustrato, tamaño del material, humedad, temperatura (CHAPIN, et al., 2002). La descomposición de raíces difiere a la del litter ya que representa un tipo de sustrato diferente y por las condiciones ambientales bajo las cuales se desarrolla el proceso. Las raíces, como cualquier tejido vegetal, presentan diferentes concentraciones de nutrientes y otros compuestos. Diversos autores mencionan relaciones entre los contenidos de nutrientes como N, P, los contenidos de lignina y las tasas de descomposición de las raíces (YANG, et al., 2004), sin embargo no es posible encontrar patrones generales aplicables a todas las especies (CAMIRÉ, et al., 1991; SCHEU y SCHAUERMANN, 1994). Lo mismo ocurre con el tamaño de las raíces, los contenidos de nutrientes y las tasas de descomposición de las mismas; mientras que algunos autores reportan buenas correlaciones entre el tamaño de las raíces y las tasas de descomposición (YANG, et al., 2004, KING, et al., 1997) otros autores encontraron comportamientos dispares (CAMIRÉ, et al., 1991, FAHEY, et al., 1988, SCHEU y SCHAUERMANN, 1994).

Los sistemas silvopastoriles se caracterizan por combinar la producción de carne y madera simultáneamente. En la actualidad es posible observar un aumento en la superficie de sistemas silvopastoriles en la provincia de Misiones, siendo *Pinus taeda* la principal especie implantada como componente arbóreo. El presente estudio pretende aportar información para disponer de conocimientos relativos a la dinámica y el rol de las raíces dentro del ciclo del carbono como así también conocer la concentración de algunos de los nutrientes críticos para la producción en los tejidos en las raíces de diferentes tamaños y su influencia en las tasas de descomposición de las mismas.

METODOLOGÍA

El ensayo fue realizado en un sistema silvopastoril de 5 años de edad ubicado en el departamento de Montecarlo, provincia de Misiones, en propiedades de la empresa Ranger Maderas. El clima se caracteriza por una temperatura media anual de 21° C, con precipitaciones que rondan los 2000 mm anuales, con régimen isohigro (INTA, 1990). El suelo corresponde al orden de los Entisoles, conocidos como suelos pedregosos, de color pardo a pardo rojizo, caracterizados por presentar fragmentos de roca, a veces también en superficie. El material originario proviene de la intemperización de la roca basáltica.

El sitio se ubica en una zona de relieve pronunciado, en posición de media loma alta, con una pendiente de 15-20%. El escurrimiento es rápido y la permeabilidad moderadamente rápida, que da lugar a un drenaje algo excesivamente drenado, sin peligro de anegamiento, con una distribución de la humedad uniforme.

El uso actual del área bajo estudio corresponde a un sistema silvopastoril de *Pinus taeda* consociado con pasturas tropicales cultivadas de rápido crecimiento como *Setaria spp.* y *Brachiaria spp.*, además de otras especies espontáneas nativas.

Se extrajeron raíces de diferentes tamaños que fueron llevadas a laboratorio. El material fue limpiado con agua y clasificado en 5 categorías de tamaño, raíces < 0,5 cm de diámetro, 0,5 a 1 cm de diámetro, 1 a 2,5 cm de diámetro, 2,5 a 5 cm de diámetro y raíces > 5 cm de diámetro. El material fue secado en estufa a 70 °C y pesado para determinar el peso inicial de las muestras. En el caso de las raíces < 0,5 cm de diámetro se realizaron muestras individuales de 5 gr de peso de material, mientras que para las raíces de 0,5 a 1 cm de diámetro las muestras fueron de 10 gr de material. Para el resto de las categorías de tamaño se realizaron muestras con un número igual de raíces para cada una de ellas. En todos los casos se pesó el material y se identificó con chapa numerada. De cada una de las categorías se tomaron 3 muestras

para la determinación de peso seco a 80 °C y realizar las correcciones por contenido de humedad de las muestras a colocar en campo.

Las muestras fueron colocadas en bolsas de red de 2 mm para las raíces < a 0,5 cm de diámetro y 0,5 a 1 cm de diámetro. Las categorías restantes fueron envueltas en mallas de red plásticas de 0,25 cm con tres vueltas de la misma para evitar la pérdida de material. Las muestras fueron colocadas en campo en el mes de Octubre a 10-15 cm de profundidad en grupos de extracción (1 muestra de cada tamaño). La profundidad a la cual se colocaron las muestras responde a observaciones in situ realizadas para determinar el rango de desarrollo radicular para los tamaños evaluados.

Se extrajeron las muestras de acuerdo a un cronograma preestablecido en los meses 1-2-4-7 y 12 a partir de la fecha de colocación en campo. En cada extracción se retiraron 3 muestras por categoría de tamaño y fueron llevadas a laboratorio donde fueron limpiadas de tierra. Las muestras fueron secadas a estufa a 80 °C hasta peso constante.

Posteriormente se envió material para la realización de estimaciones de concentración inicial de P, N y carbono total de cada una de ellas.

Se evaluó la pérdida de peso como peso remanente y se estimó las tasas de descomposición K de acuerdo al modelo $L_t = L_0 * e^{-kt}$ propuesto por OLSON (1963).

Donde L_0 es la masa en tiempo 0 y L_t es la masa remanente en tiempo t . El exponente k es la constante de descomposición que caracteriza la tasa de descomposición de un determinado material. El cociente $0,693/K_0$ representa el tiempo necesario para que se descomponga el 50% de la masa y $3/K_0$ para que se descomponga el 95 % de la masa inicial (OLSON, 1963).

Las concentraciones iniciales de C, N, P y las relaciones entre ellos fueron analizadas mediante ANOVA, mientras que las tasas diarias de descomposición para cada periodo de extracción fueron relacionadas mediante correlación frente a las concentraciones iniciales de N, P, las relaciones C/N, C/P y N/P y el tamaño de las raíces con el objeto de determinar que variable influye sobre el proceso de descomposición.

Para el análisis de varianza de las concentraciones iniciales de N los datos en porcentaje fueron transformados mediante la computación del arcoseno de los mismos (ZAR, 1999).

RESULTADOS

El análisis de las raíces de diferentes tamaños presentó concentraciones de carbono similares y una clara tendencia (F: 24,02; $p < 0,01$) en el caso del fósforo con mayores concentraciones en las raíces de diámetros inferiores y menores concentraciones en las de mayor diámetro.

En el caso del nitrógeno las diferencias no resultaron marcadas (F: 5,81; $p < 0,05$) como en el caso del fósforo aunque es posible verificar la misma tendencia de mayores concentraciones en los diámetros pequeños y menores en los diámetros mayores (tabla 1). La relación C/N presentó un patrón poco definido mientras que la relación C/P presentó una tendencia definida (F: 12,26; $p < 0,01$) (tabla 1).

Tabla 1: Concentraciones iniciales de carbono (C %), nitrógeno (N%), fósforo (ppm) y las respectivas relaciones C/N, C/P y N/P para los diferentes diámetros de raíces de *Pinus taeda* (n: 3).

Table 1: Initial concentrations of Carbon (%), Nitrogen (%), Phosphorous (ppm) and the relations C/N, C/P and N/P in the different roots diameter classes of *Pinus taeda* (n3).

Tamaño	C%	N%	P(ppm)	C/N	C/P	N/P
< 0,5	47,52 (± 0,24)	0,74 ^a (± 0,12)	1191,23 ^a (± 75,78)	68,36 (± 11,94)	401,99 ^a (± 24,44)	6,11 (± 0,68)
0,5-1	48,26 (± 0,14)	0,32 ^{ab} (± 0,14)	749,33 ^b (± 57,74)	205,91 (± 62,32)	652,61 ^{ab} (± 55,36)	4,12 (± 1,59)
1-2,5	47,93 (± 0,21)	0,34 ^{ab} (± 0,06)	569,33 ^{bc} (± 84,29)	151,65 (± 28,74)	875,75 ^{bc} (± 115,06)	6,42 (± 1,75)
2,5-5	47,81 (± 0,46)	0,14 ^b (± 0,02)	498,53 ^{bc} (± 43,66)	358,78 (± 46,82)	974,48 ^{bc} (± 89,58)	2,77 (± 0,26)
> 5	48,13 (± 0,36)	0,26 ^b (± 0,09)	414,27 ^c (± 42,29)	272,88 (± 137,51)	1184,24 ^c (± 109,68)	6,34 (± 2,07)

* Letras diferentes indican grupos diferentes, p< 0,01.

La pérdida de peso de los diferentes tamaños de raíces se presenta en la figura 1. Las raíces de menor diámetro (<0,5 y 0,5-1) presentaron el mismo patrón de pérdida de peso caracterizado por una primer etapa de 30 días aproximadamente en la cual se verifica una rápida pérdida de peso, seguido de una disminución de la descomposición entre los 30 y 60 días para posteriormente continuar el proceso con una intensidad intermedia. Las raíces de tamaño intermedio (1-2,5 y 2,5-5) presentaron dos momentos de disminución de pérdida de peso manifestados entre los 30-60 días de iniciado el estudio y entre los 120 y 240 días. En el caso de las raíces de mayor tamaño (>5 cm de diámetro) la descomposición fue moderada hasta los 240 días de iniciado el ensayo para luego incrementarse de manera similar a las raíces de tamaño intermedio manifestando tasas mayores a las que presentaron las raíces de menor tamaño.

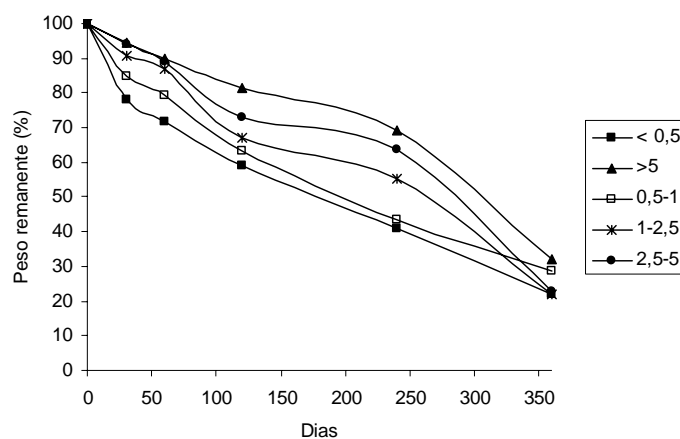


Figura 1: Peso remanente (%) para raíces de *Pinus taeda* de diferentes diámetros en los periodos de extracción.

Figure 1: Percentage of dry-mass remaining of different diameter classes of *Pinus taeda* roots at the different extraction times.

El cálculo de la tasa de descomposición K para la pérdida de peso seco resulto significativa en todos los casos y presento valores altos del coeficiente de regresión. Los valores de K siguieron una clara tendencia ($< 0,5 > 0,5-1 > 1-2,5 > 2,5-5 > (>5)$) mientras que los valores de residencia, vida media ($0,693/K$), 95 % y 99 % presentaron una lógica tendencia inversa a la encontrada para K. Los valores de vida media (50%) muestran valores inferiores a ½ año para las raíces menores a 2,5 cm de diámetro mientras que para las de mayor diámetro los valores fueron entre 0,7 y 0,8 años como tiempo necesario para perder la mitad de su peso seco inicial (tabla 2). Sin embargo no se encontró una correlación significativa entre el diámetro de raíces y la tasa de descomposición.

Al año de instalado el ensayo las raíces $< 0,5$ cm de diámetro perdieron el 78 % del peso seco inicial mientras que las raíces > 5 de diámetro solo el 68 % de su peso inicial (tabla 2).

Tabla 2: Valores de las tasas de descomposición k (diaria), K (anual), 1/K (residencia), 0,693/K (vida media), 3/K (95%) y 5/K (99%) para los diferentes tamaños de raíces de *Pinus taeda*.

Table 2: Decay constant (k daily), (K annual), 1/K (residence), 0,693/K (50%), 3/K (95%) and 5/K(%) values in different roots diameter classes of *Pinus taeda*.

Tamaño	% pérdida peso	R ²	k	K	1/K	0,693/K	3/K	5/K
					Residencia	50%	95%	99%
>5	68,13	0,93	0,0022	0,80	1,25	0,80	3,74	6,23
2,5-5	77,39	0,83	0,0026	0,95	1,05	0,67	3,16	5,27
1-2,5	77,99	0,82	0,0033	1,20	0,83	0,53	2,49	4,15
0,5-1	71,35	0,92	0,0036	1,31	0,76	0,49	2,28	3,81
< 0,5	78,17	0,85	0,0043	1,57	0,64	0,41	1,91	3,19

Las correlaciones entre la pérdida de peso seco en cada extracción y la concentración inicial de nitrógeno y fósforo y el tamaño de las raíces muestran que hasta los 60 días la correlación es alta para las tres variables, siendo el fósforo y el tamaño de las raíces las que presentan la mayor relación con la pérdida de peso o tasa de descomposición (Tabla 3). La tendencia se invierte hasta los 240 días siendo el tamaño la variable que presento la relación mas estrecha con la pérdida de peso. Las relaciones resultaron no significativas para el último periodo para todas las variables.

Por otra parte la relación C/P resulto mas estrechamente correlacionada a la pérdida de peso en comparación a la relación C/N y N/P. Durante el último periodo de incubación entre los 240-360 días, al igual que las concentraciones de los elementos analizados y el tamaño de las raíces, las relaciones resultaron no significativas (Tabla 3).

Tabla 3: Correlación entre la tasa de descomposición diaria (%) y las concentraciones de N (%), P (ppm), el tamaño de las raíces (cm) y las relaciones de las concentraciones de los elementos analizados C/N, C/P y N/P en raíces de *Pinus taeda* para cada periodo de extracción.

Table 3: Correlations between daily decomposition rate (%) and the N (%) and P ppm) concentrations, roots diameter classes (cm) and C/N, C/P, N/P relations in *Pinus taeda* roots at every extraction time.

	Tasa Diaria Descomposición (%)				
	30	60	120	240	360
Tamaño	-0,92 **	-0,93**	-0,77**	-0,70 **	-0,22 ns
P	0,92 **	0,96 **	0,68 **	0,62 *	0,26 ns
N	0,85 **	0,87 **	0,56 *	0,51 *	0,20 ns
C/N	-0,80 **	-0,77 **	-0,60 *	-0,54 *	-0,20 ns
C/P	-0,92 **	-0,95 **	-0,77 **	-0,68 **	-0,29 ns
N/P	-0,22 ns	-0,17 ns	-0,01 ns	-0,04 ns	-0,06 ns

* $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; ns: no significativo; n: 15

DISCUSIÓN

La raíces finas (<0,5 cm de diámetro) presentaron concentraciones mas elevadas de nitrógeno y las raíces de <0,5 cm y 0,5-1 cm mayores concentraciones de fósforo de acuerdo a lo encontrado por JOHN, et al. (2002). La concentraciones de nitrógeno resultaron similares, mayores o menores a las mencionadas por diferentes autores. SILVER y MIYA (2001) reportan concentraciones de nitrógeno en las raíces finas levemente mayores a los valores reportados aquí como así también los valores promedios de todos los tamaños mayores respecto a los valores mencionados; sin embargo John et al., (2002) reporta valores similares en raíces finas de *Pinus kesiya*. También resultaron inferiores a los valores reportados para latifoliadas (CAMIRÈ, et al., 1991; ARUMACHALAM, et al., 1996), aunque superiores a los mencionados por SCHEU y SCHAUERMANN (1994).

Por otra parte los valores de concentración de fósforo son mayores que los reportados para coníferas por SILVER y MIYA (2001), JOHN, et al. (2002) para *Pinus kesiya* y ARUMACHALAM, et al. (1996).

Los valores estimados de la tasa de descomposición K de los diferentes tamaños resultaron superiores a los mencionados por diferentes autores (KING, et al., 1997; YANG, et al., 2004; SILVER y MIYA, 2001), aun comparado con estudios realizados en zonas tropicales (JOHN, et al., 2002; OSTERTAG y HOBBIE, 1999). Únicamente los valores encontrados por ARUMACHALAM, et al. (1996) fueron superiores a los aquí presentados.

Al finalizar el estudio todos los tamaños perdieron al menos un 70 % del peso inicial reflejando la dinámica de la descomposición de las raíces de *Pinus taeda* en estos sistemas. Los valores de 3/K y 5/K reflejarían la resistencia de los tejidos restantes, los cuales posiblemente sean más ricos en lignina y otros componentes de lenta descomposición por parte de microorganismos. Es importante mencionar que se observo una activa presencia de micro y mesofauna del suelo interviniendo en la descomposición de las raíces evidenciado en el caso de la mesofauna por galerías en el interior de las raíces.

La pérdida de peso seco marco diferencias en el patrón presentado por las raíces finas y gruesas respectivamente. Es posible observar una rápida disminución en los primeros 30 días atribuibles a procesos de lixiviación de compuestos solubles y la utilización por parte de microorganismos de compuestos energéticos de rápida degradación. A partir de este momento las tasas disminuyen debido a la presencia de compuestos de difícil degradación como lignina y celulosa. Sin embargo las raíces mas finas mantienen una tasa mas lenta pero constante mientras que las raíces mas gruesas en cambio presentan un patrón cambiante, posiblemente afectado por la humedad del suelo en verano y las temperatura en invierno. En primavera con lluvias mas abundantes estas raíces exhibieron tasas superiores a las presentados por las raíces finas. ARUMACHALAM, et al. (1996) encontraron fluctuaciones estacionales debidas a cambios de la precipitación y temperatura en India y menciona a diferentes autores que observaron la influencia de estos factores sobre las tasas de descomposición de raíces. Por su parte SCHEU y SCHAUERMANN (1994) remarcan la influencia de la mesofauna en la descomposición de raíces tanto en la disminución de tamaño como en la facilitación de colonización de microorganismos a partir de los excrementos de las mismas. Las raíces de más de 1 cm de diámetro presentaron una importante actividad de macrofauna a partir de los 240 días evidenciada por los excrementos encontrados en el interior de las raíces (obs personal).

Diversos autores mencionan a la concentración inicial de elementos como el nitrógeno y fósforo y compuestos estructurales como determinantes de las tasas de descomposición (OSTERTAG y HOBBIE, 1999; YANG, et al., 2004) mientras que otros mencionan al tamaño como condicionante de las mismas (KING, et al., 1997).

En el presente estudio tanto el fósforo como el tamaño de las raíces resultaron las variables que mayor relación con la perdida de peso presentaron durante los primeros meses para poste-

riormente ser el tamaño la variable mas relacionada. Por otra parte la relación C/P resulto ser la que mas influyo sobre la tasa de descomposición, posiblemente debido a la alta correlación entre el fósforo y la tasa de descomposición. Las relaciones significativas entre el P y las tasas de descomposición refuerzan la idea de considerar a este elemento como factor limitante en los sistemas productivos de la región.

CONCLUSIONES

Las raíces de *Pinus taeda* presentaron elevadas tasas de descomposición y por lo tanto representarían un sumidero de carbono muy dinámico dentro de los sistemas silvopastoriles. Las raíces en descomposición pueden significar una fuente directa de nutrientes para las plantas remanentes, especialmente para el fósforo que resulta el elemento limitante en los suelo de la región.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Ing. Jorge Ranger y Ranger Maderas, por facilitar el sitio y personal de apoyo para llevar a cabo el presente estudio. El trabajo fue financiado parcialmente mediante el proyecto INTA, PAN 1991. El presente trabajo es parte de una publicación enviada a la Revista de Investigaciones Agropecuaria (RIA) en consideración para su publicación.

BIBLIOGRAFÍA

- ARUMACHALAM, A.; Pandey, H.N; Tripathi R.S; Maithani K. 1996. Fine root decomposition and nutrient mineralization patterns in a subtropical humid forest following tree cutting. *Forest Ecology and Manangement*. 86:141-150.
- CAIRNS, M.A.; Brown, S.; Helmer, E.H.; Baumgardner, G.A. 1997. Root biomass allocation in the world's upland forests. *Oecologia*. 111: 1-11.
- CAMIRÉ, C.; Côte, B.; Brulotte, S. 1991. Decomposition of roots of black alder and hybrid poplar in short-rotation plantings: Nitrogen and lignin control. *Plant and Soil*. 138. 123-132.
- CHAPIN III, S.F.; Matson, P.A.; Mooney, H.A. 2002. *Principles of terrestrial ecosystem ecology*. Springer Verlag. New York. 436 p.
- CHEN, H.; Harmon, M.E.; Griffiths, R.P. 2001. Decomposition and nitrogen release from decomposing woody roots in coniferous forests of the Pacific Northwest: a chronosequence approach. *Canadian Journal of Forest Research* 31: 246-260.
- FAHEY, J.; Hughes, W.; Pu; Arthur, A., 1988. Root Decomposition and Nutrient Flux Following Whole-Tree Harvest of Northern Hardwood Forest. *Forest Science*. 34 (3). 744-768.
- JOHN, B.; Pandey, R.S.; Tripathi, R.S. 2002. Decomposition of fine roots of *Pinus kesiya* and turnover of organic matter, N and P of coarse and fine pine roots and herbaceous roots and rhizomes in subtropical pine forest stands of different ages. *Biology and Fertility of Soils*. 35: 238-246.
- INTA, 1990. Atlas de Suelos de la Republica Argentina, Tomo II, Pp: 111-154.
- KING, J.S.; Allen, H.L.; Doughety, P.; Strain, B.R. 1997. Decomposition of roots in loblolly pine: Effects of nutrient and water availability and root size class on mass loss and nutrient dynamics. *Plant and Soil*. 195: 171-184.

- MILLER, A.T.; Allen, H.L.; Maier, C.A. 2006. Quantifying the coarse-root biomass of intensively managed loblolly pine plantations. *Canadian Journal of Forest Research*. 36:12-22.
- OLSON, J.S. 1963. Energy storage and the balance of producers and decomposers in ecological systems. *Ecology*. 44:322-331.
- OSTERTAG, R.; Hobbie, S.E. 1999. Early stages of root and leaf decomposition in Hawaiian forests: effects of nutrient availability. *Oecologia*. 121: 564-573.
- SCHEU, S.; Schauermann, J. 1994. Decomposition of roots and twigs: Effects of wood type (beech and ash), diameter, site of exposure and macrofauna exclusion. *Plant and Soil*. 163. 13-24.
- SILVER, W.L.; Miya, R.K. 2001. Global patterns in root decomposition: comparisons of climate and litter quality effects. *Oecologia*. 129: 407-419.
- VAN LEAR, D.H.; Kapeluck, P.R.; Carroll, W.D. 2000. Productivity of loblolly pine as affected by decomposing root systems. *Forest Ecology and Management*. 138. 435-443.
- YANG, Y.; Chen, G.; Guo, J.; Lin, P. 2004. Decomposition dynamic of fine roots in a mixed forest of *Cunninghamia lanceolata* and *Tsoongiodendron odorum* in mid-subtropics. *Annals of Forest Science*. 61. 65-72.
- ZAR, J.H., 1999. *Biostatistical Análisis*. Prentice Hall. New Jersey.663 p.

RELACIÓN ENTRE LA LOCALIZACIÓN DE PLANTACIONES DE *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden Y LA APTITUD DE LOS SUELOS, EN COLÓN, PROVINCIA DE ENTRE RÍOS

Miriam Presutti¹
Marcelo Arturi¹
Juan F. Goya¹

¹Laboratorio de Investigación de Sistemas Ecológicos y Ambientales, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata. Diag.113 esq 61 N° 469 Piso 2 (1900) La Plata, Buenos Aires, Argentina. presutti@agro.unlp.edu.ar

SUMMARY

The land use capacity influences the historic processes of land use change. In a process of expansion of a given land use activity, more suitable sites are more likely to be affected. Changes in the forested areas due to the expansion of *E. Grandis* plantation was here studied from 1985 to 2008 in Colon, Entre Ríos Province, Argentina. The forested area for different classes of land use capacity was determined for 1985 and 2008 from satellite images. Proportions of planted area located in each land use capacity class were not the same for the two dates. Most of the planted area was on the more suitable soils in 1985. However, a greater increase (1985-2008) was observed for classes that were not optimum. Since rentability of *E. Grandis* plantation remained constant, optimal soils are probably being used for a more rentable activity.

Key words: Landsat, CBERS-2B, soils, productivity index

RESUMEN

La aptitud de uso de la tierra es uno de los factores que incide en los procesos históricos de cambio en el uso de la tierra. Frente a la expansión de una determinada forma de uso de la tierra, los sitios más aptos presentan mayores probabilidades de transformación. En este trabajo se analizan los cambios producidos en los últimos 23 años en la superficie forestal debidos a la expansión de las plantaciones de *E. grandis* en el departamento Colón a través del análisis de imágenes satelitales y su relación con la aptitud de los suelos. Los resultados alcanzados indican que la mayor expansión se produjo en suelos categorizados como “aptos” y “poco aptos” para la actividad forestal y, concomitantemente, un reducido aumento de plantaciones sobre suelos “muy aptos”. Probablemente, los suelos mas óptimos sean usados para actividades mas rentables, ya que la rentabilidad de las plantaciones de eucaliptos permaneció constante.

Palabras clave: Landsat, CBERS-2B, suelos, índice de productividad

INTRODUCCIÓN

El uso de la tierra produce cambios en la vegetación y en los suelos, puede afectar procesos como la circulación de agua y nutrientes así como modificar regímenes de disturbios (FORMAN Y GODRON, 1986, TURNER, 1989). La expresión espacial de esos cambios puede describirse mediante la estructura del paisaje. Los cambios de la estructura del paisaje,

además de condicionar procesos como los mencionados, inciden sobre los movimientos de fauna y la dispersión de especies vegetales (MURCIA, 1995). El análisis de esos cambios constituye un elemento importante en el desarrollo de estrategias de manejo y conservación (FORMAN Y GODRON, 1986, MURCIA, 1995).

Los procesos históricos de cambio de uso de la tierra determinan tendencias de transformación que dependen de diferentes factores. Entre ellos, la aptitud de uso de la tierra es uno de los que incide en la probabilidad de cambio de un sitio dado. Frente a la expansión de una determinada forma de uso de la tierra, los sitios más aptos presentan mayores probabilidades de transformación.

En el caso de las plantaciones de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden en Entre Ríos, los suelos más aptos, ubicados en posiciones altas del paisaje, fueron los primeros en ser utilizados. En consecuencia las plantaciones se encuentran concentradas en los mejores suelos.

El precio del producto obtenido incide en la rentabilidad del sistema y puede determinar límites en el proceso de expansión de una actividad en aquellas áreas que no presenten la productividad requerida por los requerimientos financieros. De esta manera, los cambios de precio, suelen producir cambios en las áreas dedicadas a una determinada forma de uso de la tierra. Otras causas de los cambios en la expresión espacial de una actividad económica están relacionadas con cambios tecnológicos que pueden habilitar áreas que previamente resultaban inviables para la actividad. Ambos tipos de causas podrían haber determinado cambios en la estructura del paisaje debidos a las plantaciones con *E. grandis* en la zona de estudio.

Una de las técnicas que permiten cuantificar esos cambios son las basadas en datos satelitales multiespectrales, que han demostrado su potencial en la detección, identificación y mapeo de los mismos en regiones extensas. Actualmente, en el mercado mundial de imágenes satelitales existe una amplia gama de productos, con diferentes resoluciones espaciales, espectrales, temporales y radiométricas que permiten al usuario elegir el dato que mejor convenga a su aplicación, evaluando costos y beneficios, ventajas y desventajas.

Una de estas opciones es el CBERS-2B (*China-Brazil Earth Resources Satellite*) desarrollado entre INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) y CAST (Chinese Academy of Space Technology), que fue lanzado al espacio el 19 de Setiembre de 2007.

El CBERS-2B, igual que el CBERS-2, tiene tres conjuntos de sensores con propiedades individuales que los hacen adecuados para cada categoría de aplicación, ellos son: CCD (Charge Coupled Device High Resolution Imaging Camera), IRMSS (Infrared Multispectral Scanner) y WFI (Wide Field Imager).

Varios autores han analizado las ventajas de la mejor resolución espacial (20 m) del CBERS-2 para su aplicación en el monitoreo agrícola (BINGFANG et al, 2004), (CAMARIGO et al, 2004), en el mapeo de zonas citrícolas (PAYACAN CASTILLO y FORMAGGIO, 2005) y forestales (PRESUTTI Y ARTURI, 2007)

En este trabajo se analizan los cambios en la estructura del paisaje debidos a la expansión de las plantaciones de *E. grandis* en el departamento Colón, provincia de Entre Ríos a través del análisis de imágenes satelitales y su relación con la aptitud de los suelos, derivadas del índice de productividad forestal. Se analizó la proporción de áreas plantadas con *E. grandis* en las diferentes clases de aptitud del suelo para esa actividad en 1985 y 2008.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología aplicada en este trabajo consistió en el análisis cuantitativo de dos imágenes satelitales adquiridas por dos sensores diferentes separadas por 23 años entre una toma y otra. Una de las imágenes corresponde al sensor TM del Landsat 5 adquirida el 10 de

junio de 1985 (Path y Row 225-82) y la otra fue tomada por el sensor CCD del satélite CBERS 2B el día 8 de enero de 2008.

El análisis consistió en la digitalización en pantalla de los polígonos correspondientes a plantaciones adultas en pie de eucaliptos en cada imagen individualmente. La composición color usada para Landsat fue 4,5,3 (NIR, infrarrojo medio y rojo) mientras que para CBERS-2B fue de 4,2,3 (NIR, verde y rojo) ya que este sensor carece de la banda en el infrarrojo medio (SWIR). La cámara de alta resolución CCD del CBERS-2B, con una resolución espacial de 20m, tiene 3 bandas localizadas en la región del visible y del infrarrojo cercano, prácticamente en la misma región que el TM del Landsat. Las plantaciones fueron identificadas muy claramente, sobre todo en la imagen de invierno, utilizando para ello la textura que presentan y la sombra que proyectan hacia el oeste.

Por otra parte, fueron digitalizadas las unidades cartográficas de suelos correspondientes a la Carta de Suelos de la República Argentina, departamento Colón, elaboradas por el INTA, EEA Paraná. De este modo se generaron un total de 320 polígonos distribuidos en 24 unidades cartográficas de suelos mas otras unidades misceláneas (zonas urbanas, bañados e islas, arroyos, parque nacional). Una vez que se obtuvieron estos polígonos se les adjuntó una tabla con los atributos de cada unidad cartográfica. En este trabajo se eligió el atributo correspondiente al Índice de productividad forestal específica para eucaliptos, asignándose a cada unidad una de las siguientes categorías: *Muy Apto*, *Apto*, *Poco Apto*, *Marginalmente Apto* o *No Apto*.

Finalmente, en un entorno SIG, se procedió a integrar los datos satelitales y edáficos, calculándose la superficie ocupada por plantaciones adultas en cada aptitud de uso forestal en cada una de las fechas analizadas. Se evaluó mediante una prueba de Chi-Cuadrado si las proporciones de áreas plantadas en cada clase de aptitud forestal fueron las mismas en los dos momentos analizados o si, por el contrario, las condiciones de rentabilidad de la actividad en relación con otras actividades productivas provocó cambios en esas proporciones. El análisis se realizó para una tabla de contingencia con cuatro filas (clases de aptitud forestal) y dos columnas (años analizados). Se calcularon los residuos de la tabla como la diferencia entre las áreas observadas y las esperadas para una distribución en iguales proporciones entre años. Se identificaron para cada año las celdas en las cuales se produjeron los residuos positivos (mayor área que la esperada para iguales proporciones).

Descripción de los datos de suelos

Sobre el total de 320 polígonos, unos 45 son considerados **muy aptos** para el cultivo de eucaliptos, que corresponden a cuatro asociaciones de suelos: Mandisoví III, Los Charrúas, Mandisoví II y Puerto Yeruá II, con Índices de productividad para eucaliptos de 64, 62, 60 y 58 respectivamente. Las series de suelos que componen estas unidades son Mandisoví y Puerto Yeruá, clasificados taxonómicamente como Molisol e Inceptisol, ambos con texturas franco gruesa. Las limitantes encontradas en estos suelos son debido a la fertilidad reducida.

Los **suelos aptos**, están distribuidos en 58 polígonos correspondientes a 4 unidades cartográficas: Campo Nuevo, Hocker, Yuquerí Grande y Palmarito, cuyos Índices de productividad son 56, 55, 50 y 26 respectivamente. Clasificados taxonómicamente como Vertisol, Entisol y Molisoles, de textura fina. Las limitantes mas corrientes en estos suelos son presencia de un horizonte B2t, encharcamiento temporario y fertilidad reducida.

Los suelos **poco aptos**, que ocupan la mayor parte de la superficie del departamento, son 141 polígonos distribuidos en 8 unidades cartográficas (6 asociaciones y dos complejos) donde los suelos predominantes corresponden a Vertisoles y Molisoles de la familia fina y montmorillonítica. Los índices de productividad van desde 22 a 48, siendo las limitantes prin-

cipales un horizonte superficial arcilloso, drenaje, encharcamiento, inundaciones y heterogeneidad.

En cuanto a la superficie ocupada en relación a la superficie total del departamento (270.705 ha) el 45 % corresponde a suelos poco aptos, 25.1% a aptos y 17.5% del total a muy aptos, el restante 12.3% corresponde a áreas marginales o no aptas para el cultivo del eucalipto y áreas misceláneas (urbanas o bañados e islas). Estos datos se muestran en la Tabla 1 mientras que en la Figura 1 se observa su distribución en el departamento.

Tabla 1: Superficie de los suelos en el departamento Colón según aptitud de uso forestal específica para eucaliptos.

Table 1: Area of soils by suitability for forest use specifically eucalyptus in Colon department.

Productividad	Superficie (ha)	Número de polígonos
Áreas misceláneas	17.725,45	60
Muy Apto	47.240,45	45
Apto	67.944,99	58
Poco Apto	121.985,85	141
Marginalmente Apto	13.347,80	13
No Apto	2.460,94	3
Total	270.705,48	320

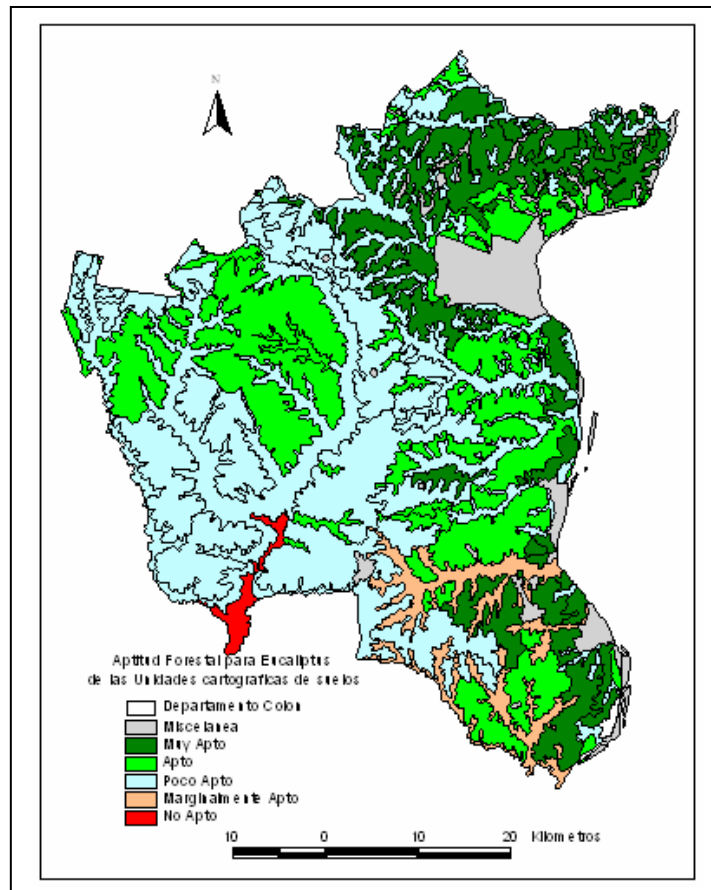


Figura 1: Unidades cartográficas del departamento Colón y su aptitud forestal específica para eucalipto, en función de sus índices de productividad.

Figure 1: Cartographic units and its suitability for eucalyptus, according to its productivity indexes.

RESULTADOS Y DISCUSION

Al considerar la totalidad de plantaciones adultas en pie relevadas en cada fecha por separado se obtuvo una extensión de 10.486 ha en junio de 1985 mientras que en enero de 2008 la superficie total es de 19.087 ha. Estos datos arrojan un 82% de aumento general de la superficie plantada en el lapso de los 23 años estudiados. El mayor porcentaje de incremento se observó en los suelos categorizados como “aptos”, con 114% de incremento en la superficie actual respecto de la plantada en 1985, en segundo término se ubicaron los suelos “poco aptos” con un 93% mientras que los suelos “muy aptos”, si bien hubo aumento, este fue menor a los dos anteriores. (Tabla 2). Otros estudios llevados a cabo en la región arrojan otros resultados respecto de la superficie forestada en el departamento Colón, por ejemplo, DÍAZ Y TESÓN (2002) reportan 26.379 ha distribuidas en 178 unidades de manejo forestal, donde se incluyen *Eucalyptus spp.* y *Pinus spp.*; GLADE (2001) 22.321 ha de *Eucalyptus grandis* y BRIZUELA (2004) registra 26.963 ha de plantaciones en pie para el Verano 2003, de las cuales 24.440 ha son de *E. grandis* y 2.523 ha de *E. globulus*. Las diferencias observadas con estos estudios pueden deberse a que en este caso el énfasis fue puesto solamente en las plantaciones adultas en pie y no en aquellas superficies que han sido cosechadas aunque el manejo de los rebrotes sí gan sumando superficie forestal.

Tabla 2: Superficie en ha ocupada por plantaciones adultas según aptitud de suelos para cada fecha estudiada.

Table 2: Area in ha of adult plantations according to soil aptitude, in each studied date

Aptitud de suelos/ Fechas	1985	2008	% de diferencia
Misceláneas	397,71	820,53	106,31
Muy Apto	5462,01	8751,24	60,22
Apto	2997	6434,73	114,71
Poco Apto	1509,03	2917,71	93,35
Marginalmente Apto	122,94	155,43	26,43
	10488,69	19079,64	81,91

Con el fin de determinar donde fueron localizadas las nuevas plantaciones, se analizaron en conjunto los polígonos correspondientes a las plantaciones existentes en ambas fechas, resultando que 6.138 ha son comunes en ambas, es decir, estaban plantadas tanto en el 1985 como en el 2008, 4.325 ha fueron cortadas entre ambas fechas (consideradas actualmente como rebrotes), mientras que 12.940 ha son plantaciones que aparecen solo en la última fecha. La localización general de estos tres estados de las plantaciones se muestra en el mapa de la Figura 2 y las superficies que ocupan distribuidas según aptitud de los suelos en la Tabla 3.

En cuanto a las plantaciones en pie que aparecen en ambas fechas en el mismo sitio, se discriminó si se trataba de la misma plantación o del rebrote de cortas anteriores haya crecido lo suficiente como para que en el año 2008 sea otra vez una plantación adulta. Por otra parte, las plantaciones presentes en al año 1985 y no en el 2008, serían aquellos lotes donde actualmente se están manejando los rebrotes pero no se detectan como plantaciones adultas y finalmente las plantaciones nuevas son las que no estaban en el 1985 y si en la última fecha.

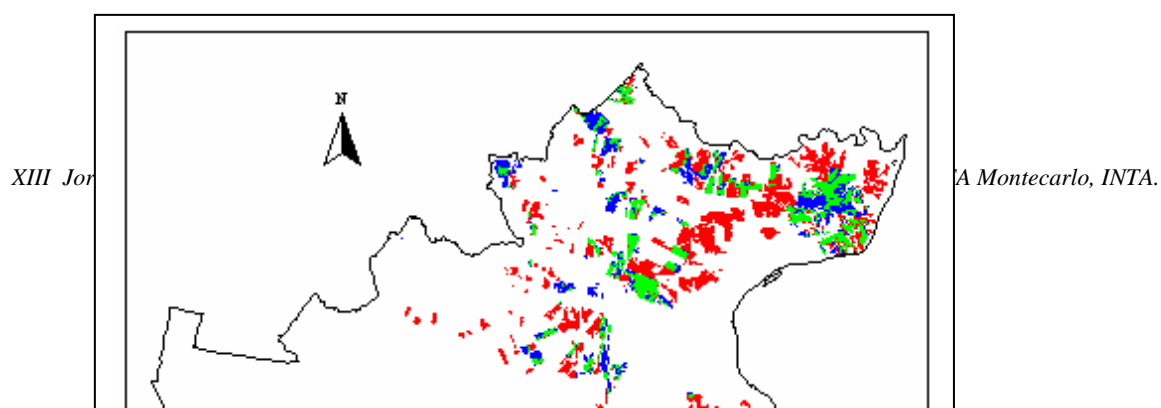


Figura 2: Localización general de las plantaciones adultas de eucaliptos en el departamento Colón para las dos fechas relevadas.

Figure 2 : General location of adult plantation of eucalyptus in both studied dates

Tabla 3: Superficies en ha ocupadas por las plantaciones según aptitud de uso
Table 3: Area in ha occupied by plantations by land use capacity

PLANTACION	Misceláneas	Muy Apto	Apto	Poco Apto	Marg. Apto	Total
Presente en ambas fechas	246,96	3146,13	1905,21	778,50	61,38	6138,18
Presentes solo en 2008 (Nuevas)	581,40	5591,61	4527,81	2143,80	95,40	12940,02
Presentes solo en 1985 (Rebrotes)	150,75	2315,16	1081,17	718,38	61,56	4327,02
Total						23405,22

La superficie total con plantaciones de eucaliptos es de 23.405 ha, de las cuales 12.940 ha son efectivamente nuevas plantaciones realizadas a partir de 1985 (Tabla 3). Ahora bien, considerando solamente estas nuevas plantaciones el 43% de ellas se realizaron en los mejores suelos (“muy aptos”), el 35% en “aptos” y 16% en suelos “porco aptos”. Pero teniendo en cuenta la superficie plantada en 1985, los incrementos fueron de 102% en suelos “muy aptos”, 150% en “aptos”, 143% en “poco aptos” y 77% en suelos considerados “marginalmente

aptos”. El cambio de área plantada analizado por clases de aptitud indicó que si bien hubo un aumento en todas las clases, la proporción representada por cada clase no fue igual en ambas fechas (Tabla 4). En 1985 se observó una mayor proporción que la esperada en las tierras muy aptas y en menor medida en las tierras marginalmente aptas. En 2008 los residuos positivos se observaron en las tierras aptas y poco aptas. Estos resultados indicaron que aumentó la proporción representada por las plantaciones en tierras aptas y poco aptas.

Tabla 4: Diferencia entre el área plantada en cada año y la esperada para una situación de igual proporción de área entre años. Se resaltan los residuos positivos. $\chi^2=121.86$ $df=3$ $p=0.0000$.

Table 4: Difference between planted area in each date and that expected in a situation of equal proportion of areas between years. The positive residues are accentuated. $\chi^2=121.86$ $df=3$ $p=0.0000$.

Clase de aptitud	1985	2008
Muy Apto	399.4	-399.4
Apto	-358.9	358.9
Poco Apto	-64.7	64.7
Marginalmente Apto	24.2	-24.2

Estos resultados indican que si bien las plantaciones forestales se han realizado en sitios donde los índices de productividad forestal para eucaliptos son altos, el incremento en el área es aun mayor en suelos menos productivos. Si consideramos que la superficie total de suelos muy productivos es de 47.240 ha y la superficie actualmente plantada en esos suelos es de 8.750 ha, quedarían suelos “muy aptos” sin ser ocupados por plantaciones forestales, esto se debe a que son dedicados a otras actividades probablemente mas rentables.

CONCLUSIÓN

El análisis cuantitativo de imágenes satelitales mediante interpretación visual puede realizarse en forma rápida y confiable con el fin de realizar actualización de los recursos forestales implantados en una región determinada.

Del análisis realizado surge que en el departamento Colón, provincia de Entre Ríos, existen en 2008 tierras muy aptas que no están ocupadas por plantaciones de *E. grandis* y dado que la rentabilidad de la actividad no disminuyó se concluye que la disminución de la proporción de esas tierras ocupadas por plantaciones se debe a que están siendo dedicadas a actividades productivas más rentables.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) por la provisión de las imágenes satelitales utilizadas a través de su sitio en Internet (<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>).

BIBLIOGRAFIA

- BINGFANG Wu, Wenbo Xu, Yong Zhang, Yichen Tian, Jianxi Huang. 2004. Evaluation of CBERS-2 CCD Data for Agricultural Monitoring. 0-7803-8742-2/04 IEEE. 4025-4027.
- BRIZUELA, A.B., Milera S. y Mestres, J. 2004. Plantaciones de Eucaliptos y Pinos en los departamentos del este de Entre Ríos INSUGEO 12: 153 – 160.

- CAMARGO ARCE, E., Rudorff, B., Sugawara Berka L., Carrasco Pereira P. 2005. Imágenes Landsat y CBERS en la identificación del uso del suelo con cultivos agrícolas. Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, INPE, p. 41-48.
- DIAZ, D.E. y Tesón, N. 2002. Unidades de Manejo Forestal en los Departamentos Federación, Concordia y Colón, del Nordeste de Entre Ríos. INTA E.E.A. Concordia Centro Regional Entre Ríos
- FORMAN, R.T. T. y Godron, M.. 1986. Landscape Ecology. John Wiley New York. 619 pp.
- GLADE, J. 2001. Proyección de la Oferta y Demanda de Madera rolliza en el Nordeste de Entre Ríos y Sudeste de Corrientes 2001-2020. SAGPyA. Proyecto Forestal de Desarrollo. Buenos Aires.
- MURCIA, C. 1995. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. Trends in Ecology & Evolution. 10 (2) : 58 – 62
- PAYACAN CASTILLO, S. , Formaggio A. 2005. Evaluación de datos del satélite CBERS para mapeamiento de áreas cítricas a nivel municipal. Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, INPE, p. 865-872.
- PRESUTTI, M. y Arturi M. 2007. Integración de Datos Multisensor y Aplicación de la Técnica de Rotación Radiométrica en el Monitoreo de Plantaciones Forestales. XII Congreso de la Asociación Española de Teledetección. Mar del Plata, Argentina. Actas CD 21 – 24
- TURNER, M.G. 1989. Landscape Ecology: The Effect of Pattern on Process. Annual Review of Ecology and Systematics 20 : 171 – 197

EVALUACIÓN DEL ESTADO DE RECUPERACIÓN DE DOS BOSQUES SECUNDARIOS Y UNO PRIMARIO EN LA SELVA SUBTROPICAL DE MISIONES

EVALUATION OF THE RECOVERY STATE OF TWO SECONDARY AND ONE PRIMARY FORESTS IN THE SUBTROPICAL FORESTS IN MISIONES

Juan Quezada ¹
Lidia López Cristóbal ²
Norma Vera ³

¹ Estudiante de la Universidad Austral de Chile. Valdivia. no_esigual@yahoo.com

² Profesor de la Facultad de Ciencias Forestales (UNAM). lidia@facfor.unam.edu.ar

³ Profesor de la Facultad de Ciencias Forestales (UNAM). nvera@facfor.unam.edu.ar

SUMMARY

The objective of this work was to evaluate the state of recovery of the secondary forests using the index generated by BACALINI and SRUR (2003), also applying this to a primary wood to have a reference value. The index values were compared with floristic and structural data in all the situations. The sites of study were: a 55- year- old secondary forest in 9 de Julio town, another secondary forest of 35 years of age and one primary located in Guaraní, Misiones.

The index use three groups of variables: structure, composition and regeneration; the data used for the calculation were obtained in eight plots of 200 m² in each forest.

Similar recovery indices for the two secondary forests and, as it was expected, a higher value for the primary forest were obtained, The index did not show the differences in structure and composition found between the two secondary forests so the importance of complementing it with relevant structural variables in the recovery grade as density, basal area and mean quadratic diameter is emphasized here.

Key words: Recovery, Secondary forest, Guaraní, Reserve, 9 de Julio, Subtropical forest.

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar el estado de recuperación de los bosques secundarios utilizando el índice generado por BACALINI y SRUR (2003), aplicándolo también a un bosque primario para tener un valor de referencia. Los valores del índice fueron contrastados con datos florísticos y de estructura de todas las situaciones. Los sitios de estudio fueron un bosque secundario en la localidad de 9 de Julio, de 55 años, uno secundario de 35 años y uno primario en la localidad de Guaraní, Misiones.

El índice utiliza tres grupos de variables: de estructura, composición y regeneración; los datos utilizados para su cálculo se generaron en 8 parcelas de 200 m² en cada bosque.

Se obtuvieron índices de recuperación similares para los dos bosques secundarios y como era esperable un valor mayor para el bosque primario. El índice no reflejó las diferencias en estructura y composición halladas entre los dos bosques secundarios y se resalta la importancia de complementarlo con variables estructurales relevantes en el grado de recuperación como son la densidad, área basal y diámetro cuadrático medio.

Palabras clave: Recuperación, Bosque secundario, Reserva de Guaraní, 9 de julio, selva subtropical.

INTRODUCCIÓN

En Misiones la acción antrópica se ve reflejada en la expansión de la frontera agropecuaria, ocupando terrenos para cubrir las necesidades de alimentación y vivienda TOLOZA (2003). Posteriormente las tierras son abandonadas por la menor productividad que presentan, continuando el desarrollo de la vegetación secundaria. El destino principal al cual se ven expuestos estos bosques, muchas veces incipientes o no recuperados, es a la conversión en plantaciones exóticas de rápido crecimiento VERA (2005); esto se debe, frecuentemente al desconocimiento de su valor como sistema productivo, a la falta de información y a la dificultad para evaluar el grado de evolución de estos ecosistemas.

Por lo mencionado, surge la necesidad de conocer el estado de recuperación en que se encuentran estos bosques, a través de metodologías que permitan englobar la información necesaria para tomar decisiones apropiadas para cada caso. Uno de los índices disponibles para tal fin, es el índice de recuperación (IREC) de BACALINI y SRUR (2003). El mismo utiliza variables que generan tres tipos de indicadores: de estructura, de composición y de regeneración.

En el contexto descripto, el objetivo general del trabajo fue evaluar el estado de recuperación de dos bosques secundarios, utilizando el índice generado por BACALINI y SRUR (2003). Con el propósito de tener un valor de referencia, el mismo índice fue aplicado también a un bosque primario de la zona. Para contrastar los resultados obtenidos se utilizaron descripciones de la composición, diversidad y estructura generados por el proyecto base.

La hipótesis de trabajo utilizada fue que el índice sería diferente en los tres casos siendo mayor para el bosque primario, luego para el bosque secundario de 9 de julio y el menor valor para el bosque secundario de Guaraní, teniendo en cuenta la edad de los ecosistemas.

El trabajo se desarrolló como parte de la práctica profesional de un estudiante de Ingeniería Forestal de la Universidad Austral de Chile y en el marco del proyecto “Estudio de la dinámica de dos bosques secundarios y pautas para su manejo” desarrollado por la Facultad de Ciencias Forestales desde el año 2003.

MATERIALES Y METODOS

Descripción de los sitios

Para el desarrollo del trabajo se relevaron los datos necesarios en tres bosques, dos secundarios y uno primario, pertenecientes a la formación denominada Selva Paranense, también conocido como selva subtropical.

Uno de los bosques secundarios se encuentra en la localidad 9 de Julio, departamento de Eldorado, Misiones. Presenta una edad aproximada de 53 años y se desarrolló luego de un desmonte, posteriormente abandonado. Se encuentra rodeado de plantaciones forestales con especies exóticas y sectores con bosque nativo protector.

Los otros bosques, el secundario y el primario, están ubicados en la Reserva de Uso Múltiple Guaraní, departamento Guaraní, Municipio El Soberbio, perteneciente a la Facultad de Ciencias Forestales de la UNAM. La edad aproximada del bosque secundario es de 33 años, el cual fue originado por el abandono de un sector de uso agrícola de subsistencia, desarrollado por una comunidad aborígen de la zona. Se encuentra rodeado de un bosque primario maduro con un alto grado de conservación.

METODOLOGÍA

Descripción florística y estructural

Para el análisis de la estructura, composición y diversidad realizado, en el caso de los bosques secundarios, se tomaron datos generados en las parcelas permanentes de 0,75 ha del proyecto de la Facultad de Ciencias Forestales. Los mismos fueron obtenidos en un censo en las parcelas permanentes, de todos los árboles mayores a 5 cm de d.a.p (diámetro a la altura del pecho, 1,3 m). En base a estos datos se calcularon la densidad total, el área basal total, el índice de diversidad de Simpson, la riqueza y los parámetros estructurales por especie.

Para el caso del bosque primario de Guaraní los datos utilizados corresponden a una publicación anterior, LOPEZ CRISTOBAL *et al* (1997).

Instalación y mediciones de parcelas para el IREC

Siguiendo la metodología recomendada por BACALINI y SRUR (2003), se procedió a realizar las mediciones en los tres bosques mencionados. Las parcelas utilizadas fueron de 200 m²

En los bosques secundarios, el proyecto cuenta con una parcela permanente de 0,75 ha (100 x 75 m) instaladas en el año 2003, en cada sitio. En el interior de las mismas se seleccionaron al azar 8 unidades de 200 m² en cada bosque, para las mediciones correspondientes al estrato arbóreo que requiere el índice. Estas variables son descriptas en el apartado “Índices de recuperación”. La cantidad de parcelas fue superior a la recomendada por los autores para el cálculo del índice (tres por sitio).

En el bosque primario se instaló una parcela de 70 x 100 m a la que se le subdividió en 35 sub-bloques de 20 x 10 m, seleccionando al azar 8 para las mediciones.

Los datos de la regeneración se midieron en 8 parcelas circulares de 2,52 m de radio (20 m²) contenidas en los subbloques seleccionados para la medición de árboles en cada sitio. Se registraron todos los individuos arbóreos en estado de regeneración, desde 50 cm de altura hasta 5 cm de DAP.

Índice de recuperación

El índice utiliza tres tipos de información:

Indicadores de recuperación de estructura horizontal, vertical y de complejidad

E1: Altura promedio de los 3 árboles más altos de cada parcela.

E2*: Ecología de las especies arbóreas ya establecidas: [especies esciofilas- (heliofitas + pioneras)].

E3: Presencia de árboles emergentes: es un indicador de recuperación de la estructura vertical del bosque.

Indicadores de recuperación de composición y diversidad

C1: Proporción de individuos de especies exóticas: actuarían en detrimento de la recuperación de la composición florística del bosque natural.

C2: Riqueza de especies arbóreas nativas: donde el número de especies aumenta al diversificarse la oferta de diferentes espacios.

C3: Número de árboles muertos: estaría indicando un estadio de desarrollo avanzado del ecosistema boscoso.

Indicadores de tendencia de la regeneración natural

XIII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales - Facultad de Ciencias Forestales, UNAM - EEA Montecarlo, INTA. Eldorado, Misiones, Argentina. “2008 Año de las Ciencias”

R1: Riqueza de especies leñosas en estado de renovales: indica las posibilidades futuras de aumentar la complejidad y diversidad del bosque.

R2: Índice de diversidad de Shannon-Wiever para renovales: pondera las especies presentes en cuanto a su frecuencia de aparición. Es un indicador complementario indispensable de la riqueza.

R3: Proporción de renovales de especies esciófilas: a diferencia de los árboles ya establecidos, en renovales esta aumenta con la cobertura, presentándose bajas proporciones en los sitios en los que no hay un cierre del dosel.

El indicador **E2** fue modificado, invirtiendo la forma de asignar el puntaje, de tal forma que a valores positivos en este indicador le corresponde el mayor valor en el puntaje del IREC. En etapas más avanzadas en la sucesión se espera una mayor predominancia de especies esciófilas o tolerantes a la sombra; es esperable que en ecosistemas más evolucionados aumente la frecuencia de sitios menos iluminados. DONOSO (1998) FINEGAN (1992).

RESULTADOS

Riqueza y diversidad

La mayor riqueza la presenta el bosque primario de Guaraní; entre los dos bosques secundarios, se destaca la riqueza del de Guaraní, a pesar de presentar la menor edad de abandono, hecho atribuible a su cercanía a abundante fuente de semillas. El factor mencionado también se ve reflejado en el valor de diversidad mayor para el bosque este bosque (tabla 1). A nivel de representatividad de familias se observa una correspondencia entre los dos bosques de Guaraní y una coincidencia con las más representadas en 9 de julio.

Tabla 1. Riqueza y diversidad de los dos bosques secundarios y uno primario.
Table 1. Richness and diversity of two secondary forests and one primary forest.

Parámetro	Guaraní B. Secundario	9 de Julio	Guaraní B. Primario
Riquezas (Nº de especies)	54	49	89 (*)
Nº de Familia	25	21	30 (*)
Familia con más Especies	Leguminosas y Lauráceas	Leguminosas y Sapindáceas	Leguminosas y Lau- ráceas (*)
Diversidad (índice de Simpson)	0,919	0.898	----- (**)

(*) Fuente: LÓPEZ CRISTÓBAL *et al* (1997)

(**) El trabajo de referencia no proporciona dato de diversidad en base al índice de Simpson.

Estructura de los bosques

Los datos estructurales de los tres sitios se muestran en la tabla 2. Acorde a su edad el bosque secundario de Guaraní es el de mayor densidad, considerando individuos mayores a 5 cm de DAP; este bosque también presenta los menores valores de Diámetro Medio Cuadrático (DMC) lo que revela las menores dimensiones de los árboles. El bosque de 9 de Julio presenta mayores dimensiones de los árboles, una menor densidad y una gran ocupación del sitio con el valor más alto en área basal. Para el bosque primario la densidad es bastante menor a la de los bosques secundarios y con una valor de área basal, poco frecuente, de menos de la mitad del bosques secundario de 9 de Julio; el bajo valor de área basal obtenido en este caso, puede deberse al

tamaño de parcela utilizado que no resulta representativo para este ecosistema que presenta una gran variabilidad estructural que no pudo ser reflejada por el muestreo utilizado. Los valores obtenidos en otros estudios con una intensidad de muestreo mayor para el bosque de Guaraní oscilaron entre 18 y 32 m², con un promedio de 23,7 m² LÓPEZ CRISTÓBAL *et al* (1997).

El DMC obtenido en las parcelas muestra que las dimensiones de los árboles son las mayores de los tres sitios (tabla 2).

Tabla 2. Datos estructurales de los tres sitios estudiados. Área basal (G) y Diámetro medio cuadrático (DMC)
Table 2. The three studied sites structural data. Basal area (G) and mean quadratic diameter (DMC)

Sitios	Densidad (arb/ha)	G (m2/ha)	DMC (cm)
BS 9 de julio	1.161	30,3	18,2
BS Guaraní	1.385	22,6	14,4
BP Guaraní	358	15,4	23,4

Las especies con mayor índice de valor de importancia (IVI) son diferentes en estos bosques y la concentración de importancia de las cinco especies de mayor IVI también es diferente siendo más acentuada en el bosque secundario de nueve de julio (un 50 % del IVI total) y menor para el bosque primario con un 25 %. En el caso del bosque primario y secundario de Guaraní coincide la especie de mayor importancia. En todos los casos dominan las especies heliófitas durables, aunque aparecen algunas esciófilas (tabla 3).

Tabla 3. Especies de mayor Índice de valor de importancia (IVI) en los tres bosques y sus IVI acumulados.
Table 3. Species with higher importance index value (IVI) in the three forests and their Accumulated IVI

Primario Guaraní	Secundario Guaraní	Secundario 9 Julio
<i>Ocotea puberula</i>	<i>Ocotea puberula</i>	<i>Dalvergia sp.</i>
<i>Ocotea dyospirifolia</i>	<i>Ateleia glazoviana</i>	<i>Lonchocarpus leucanthus</i>
<i>Prunus subcoriacea</i>	<i>Luhea divaricata</i>	<i>Cupania vernalis</i>
<i>Lonchocarpus leucanthus</i>	<i>Matayba eleagnoides</i>	<i>Matayba eleagnoides</i>
<i>Nectandra megapotamica</i>	<i>Ilex paraguariensis</i>	<i>Patagonula americana</i>
IVI acumulado: 74,18	IVI acum.: 127,27	IVI acum.: 148,41

Índice de recuperación

Indicadores de recuperación de estructura horizontal, vertical y de complejidad

Las alturas promedios mayores se encontraron en el bosque secundario de 9 de Julio (tabla 4). Sin embargo, los árboles con mayores dimensiones se encontraron en el bosque primario de Guaraní con individuos mayores a 30 m de altura; en los bosques secundarios no se encontraron árboles emergentes.

El hecho de que el tamaño de las parcelas esté planteado para ecosistemas secundarios, se evidenció en el valor del indicador de altura. En los bosques primarios la densidad es menor y los árboles altos se encuentran distanciados en un área mayor a 200 m².

Para que las alturas promedio reflejen de mejor forma el estado de desarrollo de los bosques primarios o secundarios muy evolucionados, deberían utilizarse parcelas de mayores superficies.

Tabla 4. Valores promedio de los indicadores de recuperación de estructura horizontal, vertical y de complejidad.

Table 4. Mean values of the indicators of horizontal, vertical and complex structure recovery.

Sitios	Altura (m)	Ecología de especies	Nº árboles emergentes
BS 9 de julio	20,3	-3,0	0
BS Guaraní	15,8	-5,0	0
BP Guaraní	16,3	1,0	1

Para la clasificación de las especies encontradas en grupos ecológicos, se utilizó como base la generada por GAUTO (1997) y observaciones del proyecto, debido a la ausencia de estudios para la mayoría de las especies.

Los valores más negativos del indicador de ecología de las especies se obtuvo para los ecosistemas secundarios, siendo el de Guaraní el de mayor predominancia de pioneras y heliófilas (tabla 4).

Indicadores de recuperación de composición y diversidad

No se presentaron en ninguno de los tres sitios especies exóticas dentro de las parcelas (tabla 5). En el bosque de 9 de Julio se observaron en cercanías a las parcelas algunas especies exóticas de baja presencia, lo que es explicable porque este bosque secundario se encuentra rodeado de matrices de plantaciones exóticas.

Con respecto a la riqueza, el bosque primario fue el que presentó menor cantidad de especies con un poco más de la mitad que las encontradas en los dos bosques secundarios; además presentó ausencia de árboles muertos, a pesar de que alrededor de las parcelas, se divisaron algunos de considerables dimensiones, que cumplen la función de árboles percha. Dos aspectos que pudieron influir en este sentido son: el tamaño reducido de las parcelas y el tornado del año 1998 que provocó el volteo de una gran cantidad de árboles, afectando a los de mayores dimensiones y los muertos en pie.

Tabla 5. Valores promedio de los indicadores de recuperación de composición y diversidad.

Table 5. Mean values of the indicators of composition and diversity recovery.

Sitios	% sp. exóticas	Nº sp. Nativas	Nº árboles muertos
BS 9 de julio	0,0%	31	1
BS Guaraní	0,0%	29	1
BP Guaraní	0,0%	17	0

Indicadores de tendencia de la regeneración natural

El bosque secundario de Guaraní presentó la mayor riqueza de especies, la mayor proporción de heliófilas y el mayor valor del índice de diversidad de Shannon-Weaver (tabla 6). Lo anterior es explicable por la presencia de dos de las más importantes condiciones para el éxito de la regeneración: la existencia de suficiente fuente de semillas viables, suministrada en este caso por las matrices de bosques naturales que rodean al sitio y las condiciones de micrositio que aún proporciona el bosque LAMPRECHT (1990).

Tabla 6. Valores promedio de los indicadores de tendencia de la regeneración.
Table 6. Mean values of the indicators of regeneration tendency.

Sitios	Nº especies en renova	Índice de diversidad	Sp. Esciófilas (%)
BS 9 de julio	15	2,5	43,6%
BS Guaraní	21	2,9	20,9%
BP Guaraní	11	1,8	86,4%

Como era esperable la mayor proporción de participación de especies esciófilas se obtuvo en el bosque primario de Guaraní, donde la presencia de bambúceas inhibe la regeneración de heliófilas y permite el desarrollo de especies que toleran mejor la sombra RIVERO, *et al* (2002).

Calculo del índice de recuperación (IREC)

En la tabla 7 se muestran los valores del IREC obtenidos; el valor máximo como era de esperar lo mostró el bosque primario de Guaraní, confirmando la hipótesis de trabajo. Este valor se aproximó a los obtenidos en bosques del noreste de Misiones de entre 60 y 20 años aproximadamente BACALINI y SRUR (2003). Los dos bosques secundarios estudiados mostraron valores idénticos.

El valor máximo esperado que podría alcanzar el bosque primario con el índice utilizado es de 24 puntos; en este caso no fueron alcanzados por no encontrarse dentro de las parcelas árboles muertos, lo que llevo a restar 4 puntos del máximo posible.

El cambio en la asignación del puntaje del indicador E2, de manera inversa a la planteada por los autores del IREC, reflejó de una manera más cercana las diferencias que existen en la proporción de especies de distintos requerimientos en los tres casos estudiados.

Tabla 7. Valores de los indicadores para el cálculo del índice de recuperación (IREC) de los tres sitios estudiados.

Table 7. Indicators values for the calculation of recovery index (IREC) of the three studied sites.

Sitio	Edad (años)	E1	E2	E3	C1	C2	C3	R1	R2	R3	IREC
BS 9 de Julio	53	20,3	-3	no	0,0%	31	1	15	2,5	43,6%	16
BS Guaraní	33	15,8	-5	no	0,0%	29	1	21	2,9	20,9%	16
BP Guaraní	Ind.	16,3	1	si	0,0%	17	0	11	1,8	86,4%	20

Ind. : Indeterminado

Al realizar en detalle los valores de cada grupo de indicadores se observa lo siguiente:

En cuanto a los indicadores de *Recuperación de la estructura* el E1 refleja las diferencias que existen entre los dos bosques secundarios en función a las edades de abandono. En el bosque primario este indicador no reflejó las características en altura de estos bosques.

El E2 se ajusta como buen indicador de la evolución florística de los bosques, asignando el mayor grado de evolución al bosque primario, luego al bosque de 9 de Julio y por último al secundario de Guaraní.

Lo mismo se observa en el caso del E3 que refleja la no diferencia de los bosques secundarios para este indicador, ya que una característica de estos bosques es la presencia de un dosel homogéneo en altura.

Con respecto a los indicadores de *Recuperación de composición y diversidad*, el C1, debido al tamaño de parcelas, no detectó la existencia de especies exóticas en los bosques secundarios que si bien tienen baja frecuencia, los relevamientos del proyecto sí los detectaron.

El C2 no reflejó las diferencias reales de riqueza que existen entre los casos estudiados, atribuible al tamaño de las parcelas.

El C3 no se ajustó a la situación de bosque primario, por la insuficiencia de la intensidad de muestreo ya señalada.

Los indicadores de la *tendencia de la regeneración*, reflejaron correctamente las diferencias existentes entre los dos bosques secundarios indicando una mayor riqueza, diversidad y evolución de la regeneración natural en el bosque secundario de Guaraní. En el caso de los indicadores de riqueza y diversidad, para el bosque primario de Guaraní los datos no se ajustan a la realidad lo que es atribuible al tamaño y la concentración de las unidades de muestreo.

CONCLUSIONES

El mayor valor de IREC alcanzado en la comparación de los tres ecosistemas fue el del bosque primario, acorde a lo planteado en la hipótesis de trabajo en referencia a este ecosistema.

El valor máximo posible del índice no fue alcanzado por el bosque primario utilizado como referencia, principalmente debido a que el tamaño de las unidades de muestreo que propone el IREC es insuficiente para ecosistemas primarios o secundarios muy evolucionados. El valor obtenido coincide con los hallados por los autores para bosques secundarios del NE de Misiones de edades de abandono de 20 a 60 años. El contraste realizado en este trabajo con el ecosistema primario demuestra un bajo grado de ajuste del índice a la situación analizada, lo que puede deberse al hecho de que el índice fue construido para ecosistemas secundarios.

En la aplicación a los bosques secundarios, a pesar de las diferencias reales en estructura y composición, el índice al resultar con igual valor en los dos casos, no fue sensible a las diferencias mencionadas, aspecto que no coincide con la hipótesis planteada para los bosques secundarios.

Si bien algunos indicadores no ajustaron bien al bosque primario, sí reflejaron las diferencias entre los dos bosques secundarios que no se detectaron con el valor final del IREC.

Los puntajes para el IREC no reflejaron el variado desarrollo que muestran estos bosques, al no tomar en cuenta densidad, DMC y área basal, variables estructurales relevantes que indican el estado de recuperación de un bosque.

AGRADECIMIENTO

A la Profesora Silvia Martínez por la traducción a inglés del Resumen y los títulos.

BIBLIOGRAFÍA

- BACALINI, P., M. Srur. 2003. Indicadores de recuperación de atributos de bosque nativo para bosques secundarios en el noroeste de Misiones para Lipsia S.A. X Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. UNaM-INTA- Eldorado, Misiones, Argentina.
- DONOSO, C. 1998. Bosques Templados de Chile y Argentina. Editorial Universitaria. Santiago de Chile, 483 p.
- FINEGAN, B. 1992. El Potencial de Manejo de los Bosques Húmedos Secundarios de las tierras bajas. Serie técnica proyecto COSUDE. CATIE. Costa Rica.
- GAUTO, O. 1997. Análise de dinamimica e impactos da exploracao sosobre o estoque remanescente (por espécie e por grupos de espécies similares) de uma floresta estacional semidecidual em Misiones, Argentina. Universidad de federal do Paraná. Tese Mestre em Ciencias Florestais. 133 p.
- LAMPRECHT, H. 1990. Silvicultura en los Trópicos. GTZ.
- LOPEZ CRISTOBAL, L; Grance, L; Maiocco, D; Eibl, B. 1997. Estructura composición Florística del Bosque Nativo, en el predio de Guaraní. Revista Yvyrareta n° 7. Pag: 30-36.
- RIVERO, L., Garibaldi, J., Eibl, B. y Mac Donagh, P. 2002. Preferencias ambientales para la regeneración natural de especies arboreas de la Selva Paranaense. IX Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. INTA-FCF-MEYRNRYT Eldorado, Misiones, Argentina.
- TOLOZA, R., Correa, M y Fernandez, N. 2003. Evaluación del crecimiento de *Toona ciliata* bajo un monte nativo degradado. X Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. UNaM-NTA- Eldorado, Misiones, Argentina.
- VERA, N., L. López, O. Gauto, J. Maiocco, J. Perié, M. Lopez, G. Sosa y D. Lorán, 2005. Estudio de la dinámica y estructura de dos bosques secundarios y pautas para su manejo. Facultad de Ciencias Forestales. UNAM.

**EFFECTO DE LA FERTILIZACION SOBRE EL CRECIMIENTO,
LA ACUMULACIÓN DE HOJARASCA Y LA MACRO Y MESOFAUNA DEL SUELO
EN PLANTACIONES DE *Eucalyptus dunnii* (Maiden)**

**Silvia L. Rebottaro¹
Daniel A. Cabrelli¹
Serafina Russo²
Raúl A. Prado³
Esteban Borodowski¹**

¹Cátedras de Dasonomía (rebottar@agro.uba.ar; dcabrelli@agro.uba.ar; borodows@agro.uba.ar),

²Zoología Agrícola (srusso@agro.uba.ar), ³estudiante de grado (rprado@agro.uba.ar). Facultad Agronomía, Universidad de Buenos Aires. Av. San Martín 4453 (1417) Buenos Aires. Argentina.

SUMMARY

The object of the work present was to evaluate the effects of inorganic and organic fertilization on the growth, the floor forest and the soil macrofauna and mesofauna in planting of *Eucalyptus dunnii* (Maiden). The field work was carried out in Luján, province of Buenos Aires. A randomized completely block design was utilized, with 3 replicates en 5 treatments: control (T); 90 kg urea/ha (U₁); 180 kg urea/ha (U₂); 14 Tn biosolid/ha (B₁); 28 Tn biosolid/ha (B₂). The results show that fertilization had a positive effect on the growth in diameter and height. At nine-year-old, the stands reached AB of 22.93; 25.51; y 26.07 m²/ha in T, U₂ and B₂ respectively. The dry weight of Ho was 13.50; 14.62; y 15.15 Tn/ha in T, U₂ and B₂ respectively. The B₂ treatment had more sarprofic and predator organisms of forest ecosystems.

Key words: *Eucalyptus dunnii*, fertilization, growth, floor forest, soil macro and mesofauna.

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de enmiendas inorgánicas (urea) y orgánicas (biosólidos) sobre el crecimiento, la acumulación de hojarasca, y la macro y mesofauna del suelo en plantaciones de *Eucalyptus dunnii* (Maiden). El trabajo se llevó a cabo en Luján, prov. de Buenos Aires. Se utilizó un diseño en bloques completamente aleatorizados (DBCA), con 3 repeticiones y 5 tratamientos: testigo (T), 90 kg de urea/ha (U₁) y 180 kg/ha (U₂), 14 Tn de biosólido/ha (B₁) y 28 Tn/ha (B₂). Se midió diámetro y altura a los 4 y 5 años de edad. A los 9 años, en los tratamientos T, U₂ y B₂ se evaluó diámetro, altura, área basal (AB), peso seco del horizonte orgánico (Ho), y densidad y riqueza de macro y mesofauna del suelo (discriminando entre Ho y horizonte mineral, Hm). Los resultados indicaron que el agregado de enmiendas tuvo un efecto positivo sobre el crecimiento en diámetro y altura. A los 9 años de edad el AB fue de 22,93; 25,51; y 26,07 m²/ha para T, U₂ y B₂ respectivamente. El peso seco de Ho fue de 13,50; 14,62; y 15,15 Tn/ha para T, U₂ y B₂ respectivamente. En general, el tratamiento con biosólido registró mayor riqueza de macro y mesofauna, con mayor cantidad de saprófagos y predadores.

Palabras clave: *Eucalyptus dunnii*, fertilización, crecimiento, hojarasca, macro y mesofauna del suelo.

INTRODUCCION

El género *Eucalyptus* representa en Argentina el 30 % de la superficie total forestada (SAGPyA, 1999). Este género, generalmente, se lleva a cabo como monocultivo, por lo que se cuestiona la sustentabilidad del mismo a largo plazo (Khanna, 1998). Adicionalmente, las cosechas sucesivas con períodos cortos remueven nutrientes del suelo, ya que la madera cosechada junto con el manejo pre y post plantación, como la quema, producen una reducción de nutrientes del suelo (Nykqvist et al., 1994). De manera, que los nutrientes perdidos pueden afectar el crecimiento de las siguientes rotaciones. La fertilización representa una práctica silvicultural que puede aumentar la productividad de plantaciones bajo manejos intensivos (Jokela, 1991; Waring y Schlesinger, 1985). Por otro lado, la utilización de residuos como enmienda es una práctica ampliamente extendida en diversos lugares del mundo y sistemas de producción. Las enmiendas pueden tener un impacto positivo como fertilizantes y como mejoradoras de la estructura y del contenido de materia orgánica del suelo (Wallace, 1994). La adición de coberturas vegetales o enmiendas de residuos orgánicos como los biosólidos (derivados del tratamiento de aguas cloacales), pueden incrementar la fertilidad, la infiltración, reducir la evapotranspiración y la pérdida de materia orgánica del suelo (Wardle et al, 1995). Además, esta práctica puede estimular a las comunidades bióticas del sistema suelo-planta siendo una fuente de energía, carbono y hábitat (Takeda, 1995).

En la Argentina la aplicación de enmiendas orgánicas en cultivos forestales no es una práctica habitual. En este marco, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de la aplicación de enmiendas orgánicas e inorgánica sobre el crecimiento, la cantidad de hojarasca y la macro y mesofauna del suelo en plantaciones de *Eucalyptus dunnii* (Maiden).

MATERIALES Y METODOS

Sitio

El ensayo se realizó en un establecimiento forestal ubicado en a localidad de Villa Flan-dria, km. 78 de la ruta 5, partido de Luján, provincia de Buenos Aires. Los suelos de la región son Argiudoles. Presenta un horizonte superficial de textura franco-limosa a franco-arcillo-limosa con 3,32 % de materia orgánica., y un horizonte B textural con prismas moderados y abundantes barnices. La precipitación media anual es de 900 mm y la temperatura media anual de 16,6 °C (Cátedra de Climatología Agrícola, 1998).

Tratamientos

El ensayo se llevó a cabo en una plantación de 3 ha de *Eucalyptus dunnii*, implantada en 1997, a 3,5 m x 2,5 m. Se realizó un experimento de fertilización en diseño en bloques completamente alaeatorizados (DBCA), con 3 repeticiones y 5 tratamientos: testigo (T), 90 kg de urea/ha (U₁) y 180 kg/ha (U₂), 14 Tn de biosólido/ha (B₁) y 28 Tn/ha (B₂). Cada repetición constaba de una parcela de 30 x 70 metros. La aplicación de urea se realizó en junio del 2001 en forma manual, al voleo. El biosólido fue aplicado con estiercolera al voleo en dos momentos: en enero del 2000 y en enero de2001. La **Tabla 1** muestra las características del biosólido.

Tabla 1. Características del biosólido (Fuente: Boaglio, 2005).
Table 1: Characterists of the biosolid (Fuente: Boaglio, 2005).

Variable	Valor
PH	7,95
Materia Seca (%)	29,5
Materia Mineral (%)	49,5
Materia Orgánica (%)	47,05
Nitrógeno Total (%)	3,1
Calcio (%)	2,56
Fósforo (%)	0,87

Mediciones de diámetro y altura

Dentro de cada repetición se marcó una parcela permanente formada por 20 sitios de plantación. Los árboles fueron marcados con pintura a 1,30 del suelo, para la medición de la circunferencia, que luego fue transformada a diámetro a la altura del pecho (DAP). También se midió la altura total (A) en todos los árboles marcados. El circunferencia se midió con cinta métrica graduada en milímetros, y la altura al principio con vara hipsométrica, y luego con clinómetro Suunto. Las mediciones se realizaron en 2001, 2002 y 2006. Los datos fueron analizados mediante un análisis de varianza (ANOVA). Las comparaciones entre medias se analizaron por medio de la prueba de Tukey ($p < 0,05$), con el programa estadístico Statistical Analysis Systems (SAS, 2001).

Evaluación de hojarasca y macro y mesofauna

En abril de 2006 (a los 9 años de edad), en los tratamientos T, U₂ y B₂ se evaluó el peso seco de hojarasca u horizonte orgánico (Ho), y la macro y mesofauna en Ho y en el horizonte mineral hasta 5 cm de profundidad (Hm). En cada repetición se definieron dos puntos de muestreo, ubicados aproximadamente en el centro cada parcela permanente. El material obtenido en uno de los punto de muestreo fue destinado a la evaluación del peso seco en el laboratorio, y el otro para el análisis de la macro y mesofauna. La extracción de las muestras se efectuó con un sacabocado de acero de 20 x 20 cm. En todos los casos el material fue colocado en bolsas de polietileno previamente rotuladas indicando tratamiento y repetición, conservándose en heladera hasta su procesamiento en laboratorio. Se determinó la densidad de individuos por taxón, utilizando microscopio electrónico para la identificación. La macro fauna del suelo (2,0 a 20 mm) incluyó miriápodos, arácnidos, oligoquetos, moluscos, crustáceos y diversos órdenes de insectos. La mesofauna (0,2 a 2,0 mm) ácaros, colémbolos e isópteros.

RESULTADOS

Crecimiento

En las **Tablas 2 y 3** se presentan los valores de diámetro y altura para cada edad de medición, observándose las diferencias entre tratamientos. A los 9 años de edad, la plantación fertilizada presentó diferencias ($p < 0,05$) respecto al testigo sin tratar para la variable área basal, la cual se usó como expresión de productividad maderera hasta dicha edad (**Grafico 1**).

Tabla 2. Valores de dap (en cm) or tratamiento y año de medición en *E. dunnii*
Table 2. Value of bhd by treatment and year in *E. dunnii*.

	2001 (4 años)	2002 (5 años)	2006 (9 años)
T	7,05 a	9,37 a	17,19 a
U1	7,76 ab	9,97 a	-----
U2	7,63 ab	10,51 ab	18,62 bc
B1	8,91 b	11,83 b	-----
B2	10,76 c	13,62 c	19,29 c

Letras diferentes en una misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamiento.

Tabla 3. Valores de altura (en m) por tratamiento y año de medición en *E. dunnii*
Table 3. Value of height by treatment and year in *E. dunnii*.

	2001 (4 años)	2002 (5 años)	2006 (9 años)
T	5,56 a	7,95 a	18,20 a
U1	6,10 a	8,67 ab	-----
U2	6,06 a	9,05 bc	20,50 b
B1	7,14 b	10,00 c	-----
B2	8,57 c	11,76 d	22,10 c

Letras diferentes en una misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamiento.

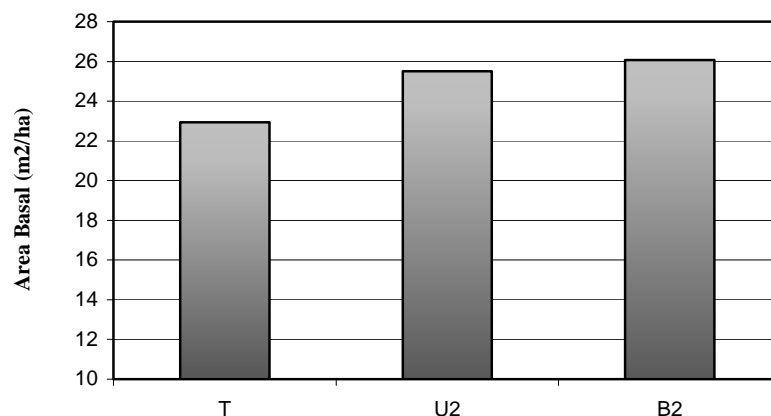


Gráfico 1. Área basal en una plantación de *E. dunnii* de 9 años de edad.
Graphic 1. Basal area in nine-year-old plantations of *E. dunnii*.

Cantidad de hojarasca

La cantidad de material acumulado en el horizonte orgánico fue diferente según el tratamiento (**Gráfico 2**).

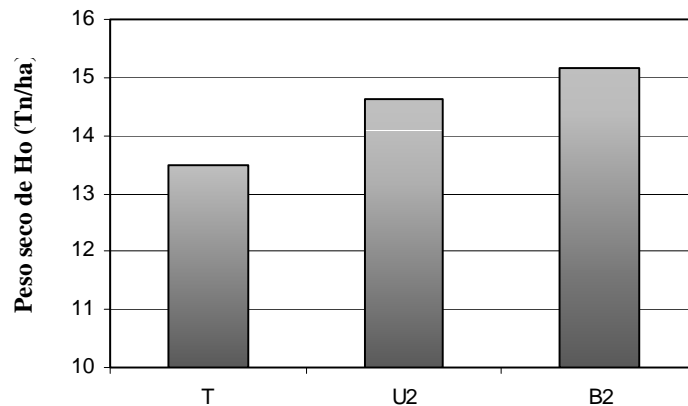


Gráfico 2. Peso seco del horizonte orgánico en una plantación de *E. dunnii* de 9 años de edad.
Graphic 2. Dry weight of the organic horizon in nine-year-old plantations of *E. dunnii*.

Macro y mesofauna del suelo

Respecto a la macrofauna se encontraron individuos de las siguientes clases: caracoles (Gasterópodos), lombrices de tierra (Oligoquetos), bicho bolita (Crustáceos). Dentro del orden de los Coleópteros se encontraron larvas de carábidos y escarabéidos. También hormigas coloradas (Himenópteros) y chinches (Hemípteros). Dentro de la mesofauna, se encontraron principalmente individuos de la rama de los Artrópodos: entre ellos colémbolos y ácaros.

Con relación a la densidad de individuos, en el Ho las clases con mayor presencia fueron: los gasterópodos (principalmente en B₂), arácnidos, y colémbolos (**Gráfico 3**). Los Oligoquetos, Coleópteros y Crustáceos estuvieron ausentes en el tratamiento T. En el estrato inorgánico, los colémbolos fueron los de mayor densidad, siendo significativamente superior en B₂ respecto a U₂, seguidos por himenópteros y gasterópodos (**Gráfico 4**). En el Hm del tratamiento testigo los taxones ausentes fueron colémbolos, hemípteros y oligoquetos.

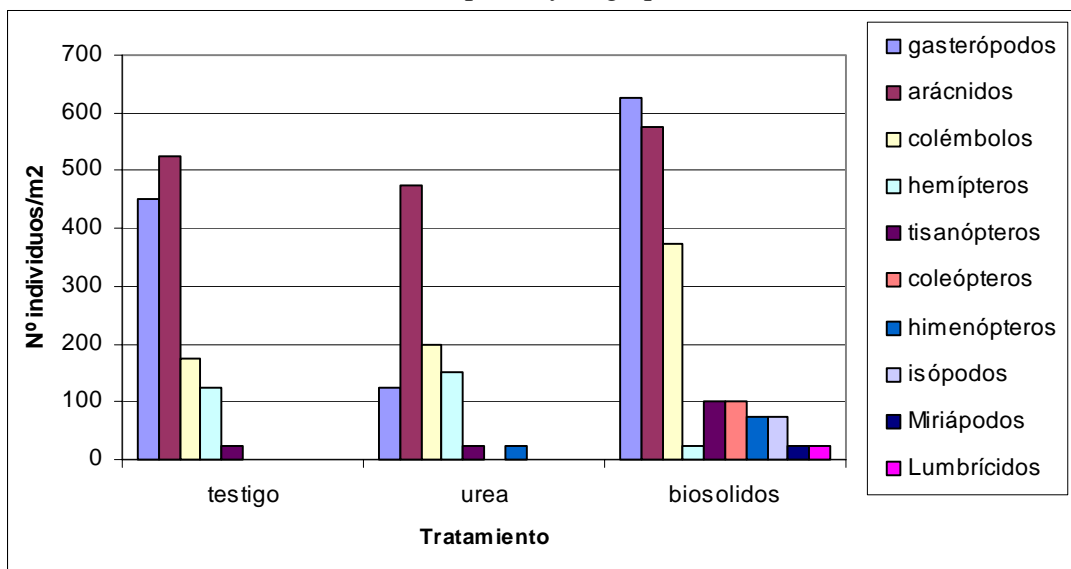
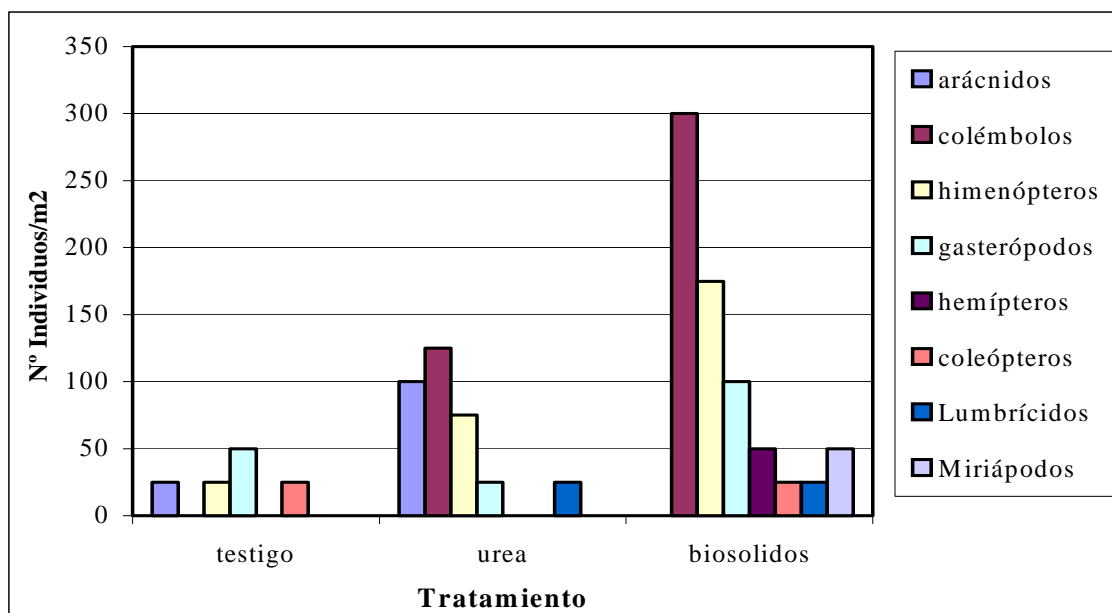


Gráfico 3. Densidad de organismos (individuos/m²) en el horizonte orgánico (Ho).
Graphic 3. Density of organisms (individuals/m²) in organic horizon (Ho)



**Gráfico 4. Densidad de organismos (individuos/m²) en el horizonte mineral (Hm).
Graphic 4. Density of organisms (individuals/m²) in mineral horizon (Hm)**

DISCUSION

El crecimiento maderero de las plantaciones forestales está directamente relacionado con la eficiencia fotosintética. La respuesta a la fertilización está asociada a un aumento de la superficie foliar, y a la tasa y duración de la actividad fotosintética (Snowdon y Khanna, 1989), debido a un mejoramiento en la calidad del sitio. En este sentido el aumento en la oferta de nutrientes, particularmente de nitrógeno, puede incrementar el área foliar y la eficiencia en el uso del agua (Brix y Michael, 1986). En el presente trabajo la aplicación de enmiendas tuvo un efecto positivo sobre el crecimiento de *E. dunnii*. Esta es una especie que en general responde muy bien a la fertilización como otras especies de eucalipto (Dalla Tea y Marcó, 1991; Clearwater et al., 2000; Lupi et al., 2000). El mayor crecimiento en los primeros años de las plantas que recibieron fertilización, indican la importancia de esta práctica silvicultural durante la etapa inicial del cultivo. Esto condicionará la extensión del ciclo productivo, acortando el mismo, y por lo tanto aumentando la rentabilidad.

El mejor comportamiento con biosólido respecto a la urea puede deberse al aporte de otros nutrientes como el P, K y S, y al mejoramiento físico del suelo. En este trabajo, el biosólido tenía cerca de 1% en materia seca de fósforo, que junto con el N, genera un efecto combinado de elementos. En otros trabajos también se encontraron buenas respuestas con aplicación de biosólidos (Lueg et al., 2001, Dickens et al., 1999; Goncalves, 2002). Otra característica de este tipo de enmienda es la liberación más lenta de nutrientes.

A los 9 años de edad se observó una reducción en las diferencias entre U₂ y B₂ con relación al tamaño de los árboles. Esto puede deberse al efecto de la competencia intraespecífica. Por lo tanto, en etapas del rodal más avanzadas (cuando existe competencia), el área basal resulta un mejor indicador de la productividad maderera de la plantación. La mayor productividad maderera está asociada a un mayor crecimiento de otras partes de la planta (copa), lo cual influye sobre la cantidad de residuos (principalmente de hojas) generados por el sistema. Esto se reflejó en la mayor cantidad de hojarasca acumulada en B₂, guardando una relación con el AB.

Varios años después de su aplicación, las enmiendas tuvieron efectos sobre la población de organismos del suelo. La macro y mesofauna dependen de las características del suelo y de su humedad, y su actividad trófica puede incluir el consumo de microorganismos o fragmentos de

material vegetal en descomposición (Correira y Andrade, 1999). Así, los organismos pueden clasificarse de acuerdo a su hábito alimentario (saprófagos, predadores, fitófagos, etc.), o su hábitat (suelo superficial o subterráneo) presentando características particulares en cada caso (Gassen, 1992). En nuestro trabajo los colémbolos fueron encontrados en todos los tratamientos, y generalmente son un componente importante del suelo, ya que algunas especies desempeñan un papel activo degradando la vegetación muerta hasta convertirla en humus. En cambio, los oligoquetos, los cuales son importantes para la estructura, aeración, porosidad y en la fragmentación y redistribución de la materia orgánica, no se encontraron en el testigo. Otro grupo no encontrado en el tratamientos testigo fueron los isópodos (crustáceos terrestres) que viven en la hojarasca y que tienen un hábito detrívoro (Richards y Davies, 1983.). En términos generales, podemos decir que el tratamiento con biosólido registró una mayor riqueza de especies, tanto en el estrato orgánico como en el inorgánico. Mientras que el efecto de la fertilización inorgánica no fue tan significativo, ya que solo se sumó una especie respecto al testigo, en ambos estratos.

CONCLUSIONES

* La fertilización, ya sea con urea o con biosólido, tuvo un efecto positivo sobre el crecimiento en diámetro y altura de *E. dunnii*. Pero, durante los primeros años el biosólido tuvo un efecto mayor que la urea.

* El mayor crecimiento en los primeros años de plantas fertilizadas, indican la importancia de esta práctica silvicultural durante la etapa inicial del cultivo.

* A los 9 años de edad se observó una menor diferencia respecto al tamaño de árboles que recibieron diferentes tipo de enmiendas. Esto puede deberse al efecto de la competencia intraespecífica. Pero, el área basal alcanzada a esa edad fue mayor con fertilización orgánica.

* La fertilización también generó mayor cantidad de hojarasca acumulada en el suelo.

* En términos generales, el tratamiento con biosólido registró una mayor riqueza de especies de la macro y mesofauna. Mientras que el efecto de la fertilización inorgánica no fue tan significativo.

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer al Ing. Federico Steverlynck que generosamente facilitó el acceso a las plantaciones utilizadas en este trabajo. El trabajo fue financiado por el proyecto UBACyT G811 de la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UBA.

BIBLIOGRAFIA

- BRIX H. and Michael K. A. 1986. Thinning and nitrogen fertilization effects on soil and tree water stress in a Douglas-fir stand. *Canadian Journal of Forest Research*, 16: 1334-1338.
- BOAGLIO, F. 2005. Efectos en el crecimiento por la aplicación de enmiendas orgánicas y minerales en *Eucalyptus dunnii*. Trabajo de Intensificación. Cátedra de Dasonomía, FAUBA.
- CÁTEDRA DE CLIMATOLOGÍA AGRÍCOLA. 1998. Guía anexo. FAUBA. 42 p.
- CLEARWATER M. J. and Meinzer F. C. 2001. Relationships between hydraulic architecture and leaf photosynthetic capacity in nitrogen-fertilized *Eucalyptus grandis* trees. *Tree Physiology*, 21:683-690.

- GONCALVEZ, J. L. M. 2002. Uso de biossólidos em povoamento de eucalipto: efeito em atributos químicos do solo, no crescimento e na absorcao de nutrientes. *Revista Brasileira de Ciencia do Solo*, v. 26, 3: 747-758.
- DALLA-TEA F. y Marcó M. A. 1991. Fertilizers and Eucalypt plantation in Argentina. *Nutrition of Eucalyptus* 327-333.
- DICKENS E. D. and Haywood J. D. 1999. Effect of inorganic and organic fertilization on longleaf pine tree growth and pine straw production. Tenth Biennial Southern Silvicultural Research Conference, Shreveport, Louisiana, 16-18 p.
- CORREIRA M. E. F., Andrade A. G. 1999. Formacao de serrpilhera e ciclagem de nutrientes. In: Santos G. A., Camargo F.A. de Fundamentos da materia organica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: Génesis, p.209-214.
- GASSEN D. N. 1992. Clasificasao da pragas do solo de acordo com habitat e com os habitos alimentares, in: Reuniao sobre pragas subterraneas dos paisesda cono sul, 2, Sete Lagoas, Anais. Sete Lagoas: EMBRAPA- CNPMS. 1992. p. 179.
- JOKELA E. J. 1991. Fertilization of Southern Pines at Establishment. *Forest Regeneration Manual* 263-277.
- KHANNA P.K. 1998. Nutrient cycling under mixed- species tree systems in southeast Asia. *Agroforestry Systems* 38: 99-120
- LUEG R. E., Cabrelli D. y Borodowski E. D. 2001. Aplicación de enmiendas en *Pinus Elliottii*. Trabajo de intensificación, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, 31 p.
- LUPI A. M., Fernández H. y Bernio J. 2000. Evaluación inicial de técnicas de establecimiento post-tala rasa sobre el crecimiento inicial del *Eucalyptus grandis hill. ex maiden* en el noreste Argentino. Actas Resúmenes Congreso Mundial IUFRO. Malaysia.
- NYKVIST N., Grip H., Simm B., y Wong F. 1994. Nutrient losses in forest plantation in Sabah, Malaysia. *Ambio*, 23: 210-215.
- RICHARDS, O.W. y Davies, R.G. 1983. Tratado de Entomologia Imms, Vol. 1.
- SAGPyA, 1999. Argentina: Oportunidades de inversión en Bosques cultivados. 210 pags.
- TAKEDA H. 1995. Templates for the organization of collembolan communities. In: Eduards, C. A. (Ed). *Structure and function of soil communities*. Kyoto: Kyoto University Press. p.5-20.
- WALLACE A. 1994. Sense with sustainable agriculture. *Commun. Soil Sci. Plant Anal* 25:5
- WARDLE D. A., Yeats G. W. , Watson R N. , Nicholson K. S. 1995. Development of descomposer food web, trophic relationships and ecosystem properties during three-year primary succession of sawdust. *Oikos*, Copenhagen. V. 73, p155-166.
- WARING, R. H. and Schlesinger, W. H. 1985. *Forrest Ecosystems Concepts and Management*. Academic Press, Inc. Pp. 38-70.

REGENERACIÓN NATURAL POST-FUEGO EN EL PARQUE PROVINCIAL DE LA ARAUCARIA, MISIONES, ARGENTINA.

POST-FIRE REGENERATION IN ARAUCARIA PROVINCIAL PARK, MISIONES ARGENTINA.

Román Carlos Ríos¹, Jerónimo Andrés Torresin² Franklin Galvão³

¹ Ingeniero Forestal, MSc., Post-grado Depto de Ciencias Forestales, UFPR, Curitiba Brasil. roman_rios@hotmail.com

² A.M.I. Reserva de Biosfera Yaboty - Ministerio de Ecología, R.N.R. y T. Río Negro y Jujuy. San Pedro, Misiones. jerotorresin@hotmail.com

³ Ingeniero Forestal, Dr., Profesor Depto de Ciencias Forestales, UFPR, Curitiba Brasil. fgalvão@ufpr.br

SUMMARY

The natural regeneration was studied four months after fire disturbance in an area of the Araucaria Provincial Park, San Pedro, Misiones. The total burned area of the forest was of 23 hectares. Adults trees were censused, natural regeneration was evaluated within 43 plots 1 x 20 meters, where all tree species were identified and filled into three high classes until CAP \geq 15 cm. Regeneration natural index and Shannon diversity index. A total of 37 adult tree species and 23 botanical families were sampled. *Solanum granulosum-leprosum*, *Araucaria angustifolia*, *Cedrela fissilis*, *Sapium glandulatum* and *Ocotea puberula* are more representatives. A total of 34 species and 22 families were sampled into natural regeneration, *Solanum granulosum-leprosum* (63,5%), *Ocotea puberula* (5,73%), *Matayba elaeagnoides* (4,51%), *Zanthoxylum sp.* (3,47%) and *Myrsine umbellata* (2,03%) are more representatives. *Araucaria angustifolia* is predominant into arboreal stratum, but, it has not natural regeneration because its seed and seedlings dead with fire. Shannon diversity index of natural regeneration was 0,98 nats/individuos. The natural restoration in study area is evolving with pionners and initial secondaries species.

Key words: Restoration, *Araucaria angustifolia*, natural regeneration

RESUMEN

Se estudio la vegetación arbórea y la regeneración natural de un área perturbada por fuego transcurridos 4 meses del evento, en el Parque Provincial Araucaria, San Pedro Misiones. El área total afectada por el incendio de Septiembre de 2007, fue de 23 ha. Los árboles adultos afectados fueron censados, la regeneración natural se evaluó mediante el muestreo sistemático con 43 parcelas de 20 m² donde se registraron los individuos de vegetación de porte arbóreo en tres clases de altura y hasta un CAP \geq 15 cm. Se calculó el índice de regeneración natural total y el índice de diversidad de Shannon. Se registraron 37 especies de árboles adultos en 23 familias botánicas siendo las especies más representativas *Solanum granulosum-leprosum*, *Araucaria angustifolia*, *Cedrela fissilis*, *Sapium glandulatum* y *Ocotea puberula*. Las especies arbóreas presentes en la regeneración natural son 34 especies y 22 familias donde predominan *Solanum granulosum-leprosum* (63,5%), *Ocotea puberula* (5,73%), *Matayba elaeagnoides* (4,51%), *Zanthoxylum sp.* (3,47%) y *Myrsine umbellata* (2,03%). *Araucaria angustifolia*, tiene participación predominante en el estrato arbóreo pero no está presente en la regeneración natural por la nula resistencia al fuego de semillas y plántulas. El índice de diversidad de Shannon (H') de la regeneración natural arroja un valor de 0,98 nat/individuo. La restauración natural del área perturbada por fuego del Parque Araucaria está evolucionando de forma acelerada por medio de las especies pioneras y secundarias iniciales.

Palabras clave: Restauración, *Araucaria angustifolia*, Regeneración natural,

INTRODUCCIÓN

La cubierta forestal de Misiones disminuye drásticamente debido a la sobreexplotación y el inadecuado aprovechamiento del capital forestal. Las áreas protegidas estrictas no pueden por sí solas, garantizar la conservación de ecosistemas. Cada vez resultan más necesarias las actividades conjuntas entre agentes de conservación y productores rurales. Hay en la actualidad, una considerable carencia de conocimientos básicos acerca de la dinámica forestal y de métodos adecuados para manejar este tipo tan complejo de comunidad vegetal. El entendimiento de los procesos de regeneración natural que tienen lugar después de la formación espontánea de claros o del aprovechamiento forestal, están aclarando algunos aspectos de esta dinámica. VÁZQUEZ YAÑEZ y OROZCO SEGOVIA (1992) afirman que el papel que juegan los árboles de corta vida y rápido crecimiento llamados pioneros, que colonizan los claros y su efecto en el restablecimiento de ambiente forestal puede ser decisivo en el desarrollo de métodos de manejo y reforestación con especies nativas. ZANINI y GRANADE (2005) afirman que la presencia de vegetación pionera podría afectar el establecimiento de especies de fases sucesionales tardías en áreas degradadas, alterando las condiciones microclimáticas como la luz, agua y disponibilidad de nutrientes que puede facilitar o inhibir el establecimiento de plántulas. Esta colonización ocurre porque las selvas tropicales y subtropicales se regeneran naturalmente por la lluvia de semillas, banco de semillas, regeneración natural y rebrote (LONGHI et al. 2005). Para GRAU y VEBLEN (2000) el fuego es a menudo un importante factor controlador de la dinámica en el ecotono entre un área forestal y una no forestal. GONZALEZ et al. (2005) afirman que los eventos de fuego de alta severidad son asociados a largos intervalos de tiempo y resultan en una gran mortalidad de árboles del dosel. En contraste, fuegos de baja severidad son asociados con ciertos intervalos de tiempo menores y solo árboles juveniles mueren y resultan en escasa o nula mortalidad de árboles del dosel. BITENCOURT y KRAUSPENHAR (2006) estudiando la expansión de la *Araucaria* durante el Holoceno tardío, concluyen que los campos dominaron la vegetación sobre tierras altas desde el comienzo del Holoceno. Desde la mitad de Holoceno un incremento en el número de granos de polen de *Araucaria* es registrada, sugiriendo un aumento de humedad. Aunque las condiciones climáticas son consideradas la principal causa de la expansión, es necesario considerar la posible contribución del hombre en este proceso. La marcada coincidencia de límites geográficos y altimétricos de *Araucaria* y las casas subterráneas de aborígenes antecesores de la etnia Kaingang son evidencias del avance de ambas poblaciones. IRIARTE y BEHLING (2007) estudiando diez secuencias de polen en los estados de Rio Grande, Santa Catarina y Paraná, encontraron resultados que sustentan lo afirmado por BITENCOURT y KRAUSPENHAR (2006). Sitios localizados en ecotonos ocupados por selva con *Araucaria*, campo y selva decidua, pudo haber sido un lugar privilegiado en términos de abundancia y diversidad de recursos. VEBLEN et al. (1995) citado por AEGESEN (2004) afirma que la *Araucaria araucana* de Chile y Argentina, no es una especie serotina (dependiente del fuego) sino que esta muy bien adaptada al fuego. Similares características son mencionadas por RIOS (2000) para *Araucaria angustifolia*. Los individuos tienen corteza gruesa y resistente al fuego y tiene también yemas terminales protegidas. Se puede afirmar que los aborígenes quemaban el sotobosque para mejorar la colecta de semillas. MARTINS et al. (2002) citan varios autores que indican la importancia del fuego, por afectar el funcionamiento de los ecosistemas, influyendo la sucesión forestal, la composición y estructura forestal, el acumulo de hojarasca, el ciclaje de nutrientes, las poblaciones de insectos, el banco de semillas en el suelo y el rebrote de árboles y arbustos. El conocimiento florístico y ecológico, de la vegetación inicial puede auxi-

liar programas de selección y manejo de especies aportando a la restauración de áreas degradadas (BROWM y AMACHER, 1999, citado por MARTINS *et al.* (2002).

Este estudio tuvo por objetivo conocer la composición florística de la vegetación colonizadora en un área de selva con araucaria perturbada por fuego y analizar la importancia ecológica de las especies más representativas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en un área con Selva con Araucaria en el Parque Provincial de la Araucaria localizado en el departamento y municipio de San Pedro (26° 37' 55" S y 54° 06' 10" W) bajo jurisdicción del Ministerio de Ecología, Recursos Naturales Renovables y Turismo. La superficie total del Parque es de 92 ha y esta constituido por un mosaico de vegetación arbórea en diferentes grados de desarrollo. El clima de la región es mesotermal dentro del esquema tipo Cfa de la clasificación de KOEPPEN con lluvias distribuidas durante todo el año, con temperatura media anual de 17,5°C y con precipitaciones que alcanzan 1912 mm distribuidos durante todo el año (MARGALOT, 1985). Predominan en la región suelos lateríticos de la Unidad Cartográfica complejo 9 (CARTA, 1962-1963). La altitud promedio es de 547 m.s.n.m. Los incendios son fenómenos muy frecuentes dentro y en los límites del Parque. Haciendo un promedio de la cantidad de incendios ocurridos dentro del Parque y la magnitud de los mismos, puede decirse que, una a dos veces al año se registran incendios importantes (BERTOLINI, 2000). En septiembre de 2007 un incendio intencional afectó un área de 23 ha en el extremo sureste. La naturaleza del incendio fue superficial, no evidenciándose incendio de copas en el área. Para evaluar la regeneración natural arbórea fueron instaladas 43 parcelas rectangulares de 1 x 20 metros. El análisis se realizó con base al nivel de inclusión que contempla todos los ejemplares desde recién germinados o brotados hasta 4,8 cm de Dap. Las clases de altura fueron estipuladas según, I: individuos de 0 a 50 cm de altura; II: individuos mayores a 50 cm de altura hasta 1 m de altura y la clase III: individuos mayores a 1 metro de altura hasta un Dap de 4,8 cm. Se determinó la densidad relativa y la frecuencia relativa según expresiones de MUELLER-DOMBOIS y ELLEMBERG 1974 para el cálculo del índice de Regeneración Natural Total como propuesta por VOLPATO (1994) y utilizado por DA SILVA *et al.* (2007) y el índice de Diversidad de Shannon según expresión de MAGURRAN (1989).

Con base a densidad relativa y frecuencia relativa, se estimó la regeneración natural por clase de altura, por medio de las expresiones que siguen (VOLPATO, 1994) según utilizó DA SILVA *et al.*, 2007.

$$RNC_{ij} = (DR_{ij} + Fr_{ij})/2$$

Donde: RNC_{ij} = estimativa de la regeneración natural de la *i*-ésima especie en la *j*-ésima clase de altura, en porcentaje; DR_{ij} = densidad relativa para la *i*-ésima especie en la *j*-ésima clase de altura de regeneración natural; FR_{ij} = frecuencia relativa de *i*-ésima especie, en porcentaje de la *j*-ésima clase de regeneración natural.

Calculado el índice de regeneración por clase de altura para cada especie, fue realizado el cálculo de la estimativa de regeneración de la población muestreada por especie, utilizando la suma de los índices de regeneración natural por clase de altura, conforme VOLPATO (1994):

$$RNT_i = \sum (RNC_{ij})/3$$

Donde RNT_i : estimativa de regeneración natural total de la población muestreada de la *i*-ésima especie; RNC_{ij} : estimativa de la regeneración natural de la *i*-ésima clase de altura de planta.

Índice de Shannon (MAGURRAN, 1989)

Donde: H' : índice de diversidad de Shannon. p_i : n_i/N ; n_i : número de individuos de la especie i .; N : número total de individuos muestreados; \ln : logaritmo natural. El valor de H' es expresado en $\text{nat}/\text{individuo}$ dado el origen de la fórmula donde “nat” indica que fue utilizado el logaritmo natural.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Considerando los árboles adultos se registraron 37 especies pertenecientes a 23 familias botánicas en el área perturbada por el fuego. Las familias de mayor riqueza de especies son Fabaceae (6), Lauraceae y Sapindaceae (3) y con dos especies Asteraceae, Bignoniaceae, Meliaceae, Rubiaceae y Rutaceae. Las especies más representativas en número de individuos fueron: *Solanum granulatum-leprosum*, *Araucaria angustifolia*, *Cedrela fissilis*, *Sapium glandulatum* y *Ocotea puberula*. Estas especies se ajustan a la clasificación de Budowsky citado por KAGEYAMA Y GANDARA (2000) de grupos ecológicos de la siguiente manera: Pioneras (4 especies), Secundarias iniciales (15 especies), Secundarias tardías (13 especies) y Clímax (5 especies). El predominio de pioneras, secundarias iniciales y tardías responde a la historia de uso del suelo del Parque Provincial de la Araucaria, donde antes de ser área protegida, el suelo se dedicaba al cultivo, pastura, etc. La frecuencia de incendios anuales, impiden la reconstitución de la estructura de la vegetación, a pesar de tener el Parque, una antigüedad de casi de 20 años.

La estructura de la población de árboles adultos del área incendiada está dominada por *Solanum granulatum-leprosum* y *Araucaria angustifolia*. La primera es una pionera de pequeño porte por lo que el predominio de los estratos superiores y la fisionomía general de la vegetación está dada por *Araucaria angustifolia*. La distribución diamétrica de esta especie indica una población madura sin individuos de las clases menores de diámetro (GRAFICO 1).

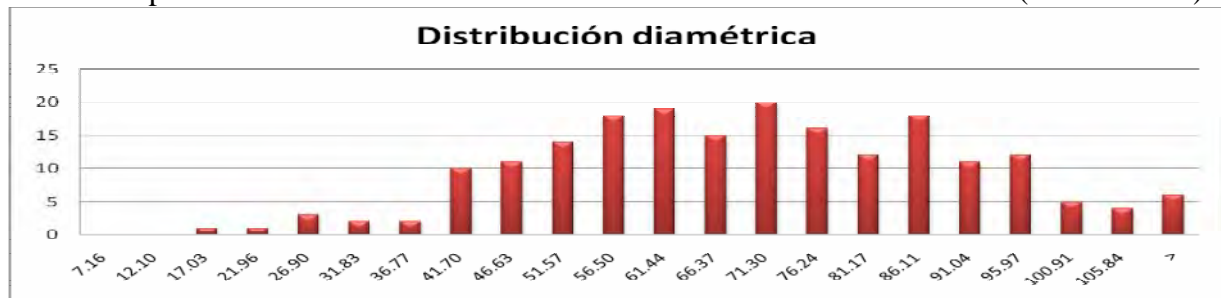


Gráfico 1: Distribución diamétrica de *Araucaria angustifolia* en el área incendiada.

Graphic 1: Diametric distribution of *Araucaria angustifolia* into fired area.

De la totalidad de adultos de *Araucaria angustifolia* el 60% de los ejemplares han sufrido los efectos del fuego sin alcanzar la ignición, mostrando la base de la copa o la totalidad de la misma con coloración diferente al verde. No se registraron indicios de incendio de copas y es de esperar que un bajo porcentaje de esos individuos no logren recuperarse, de acuerdo con la evaluación del impacto del fuego en Araucaria en este mismo Parque realizado por RIOS (2000), donde solo el 5% de los adultos no lograron recuperarse luego de un incendio de superficie como el registrado en este estudio.

Considerando la regeneración natural, las 5 especies de mayor valor de regeneración natural total suman el 79.24% de la muestra y son: *Solanum granulatum-leprosum* (63.5%), *Ocotea puberula* (5.73%), *Matayba elaeagnoides* (4.51%), *Zanthoxylon sp.* (3.47%) y *Myrsi-*

ne umbellata (2.03%). El predominio absoluto de *Solanum granulosum-leprosum* apoya lo afirmado por RAMBO (1956) al describir la restauración natural de las Selvas con *Araucaria* del sur de Brasil cuando señalaba a esta especie junto a *Trema micrantha* como las predominantes en un área regenerada luego de pocos años de exposición del suelo a cultivos e intemperismo. En este estudio *Trema micrantha* se posiciona en el séptimo lugar en valor de regeneración natural total (TABLA 1) y muy alejado del valor de *Solanum granulosum-leprosum*.

TABLA 1: Índice de regeneración natural total en el área incendiada.
TABLE 1: Total Natural regeneration index into fired area

Nombre científico	DR I	FR I	RN I	DR II	FR II	RN II	DR III	FR III	RN III	RNT
<i>Solanum granulosum-leprosum</i> Dunal	74.12	22.51	48.32	82.81	37.50	60.16	96.35	67.69	82.02	63.50
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	2.77	9.42	6.09	3.14	16.96	10.05	0.27	1.83	1.05	5.73
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	6.91	13.61	10.26	0.88	3.57	2.23	0.27	1.83	1.05	4.51
<i>Zanthoxylon</i> sp.	2.46	6.28	4.37	0.49	3.57	2.03	0.68	7.32	4.00	3.47
<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	2.92	7.33	5.12	0.00	0.00	0.00	0.14	1.83	0.98	2.03
<i>Schinus terebinthifolia</i> Raddi	0.46	2.09	1.28	0.88	4.46	2.67	0.41	3.66	2.03	1.99
<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	1.08	3.14	2.11	0.49	3.57	2.03	0.14	1.83	0.98	1.71
<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax.	0.61	3.14	1.88	0.49	1.79	1.14	0.41	3.66	2.03	1.68
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	1.46	3.14	2.30	1.77	1.79	1.78	0.00	0.00	0.00	1.36
<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng) Mart.	0.08	0.52	0.30	1.96	2.68	2.32	0.41	1.83	1.12	1.25
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	0.23	1.57	0.90	0.59	4.46	2.53	0.00	0.00	0.00	1.14
<i>Erythroxylum deciduum</i> St. Hil.	1.15	3.66	2.41	0.59	0.89	0.45	0.00	0.00	0.00	0.95
<i>Allophylus edulis</i> (A.St.Hil., A. Juss. E Cambess)Radlk.	0.77	3.14	1.95	0.59	0.89	0.74	0.00	0.00	0.00	0.90
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Molkenke	0.61	2.09	1.35	0.20	1.79	0.99	0.00	0.00	0.00	0.78
<i>Ocotea pulchella</i> (Nees.) Mez.	0.31	2.09	1.20	0.00	0.00	0.00	0.14	1.83	0.98	0.73
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	0.61	0.52	0.57	0.20	0.89	0.54	0.14	1.83	0.98	0.70
<i>Symplocos</i> sp.	0.31	1.57	0.94	0.49	1.79	1.14	0.00	0.00	0.00	0.69
NN 2	0.00	0.00	0.00	1.96	1.79	1.88	0.00	0.00	0.00	0.63
<i>Cupania vernalis</i> Camb.	0.46	2.09	1.28	0.29	0.89	0.59	0.00	0.00	0.00	0.62
NN	0.00	0.00	0.00	0.10	0.89	0.49	0.14	1.83	0.98	0.61
<i>Tabebuia alba</i> (Cham.) Sandw.	0.54	1.05	0.79	0.20	1.79	0.99	0.00	0.00	0.00	0.59
<i>Styrax leprosum</i> Hook e Arn.	0.00	0.00	0.00	1.57	1.79	1.68	0.00	0.00	0.00	0.56
<i>Ilex paraguariensis</i> St.Hil.	0.46	1.57	1.02	0.29	0.89	0.59	0.00	0.00	0.00	0.54
<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel	0.54	2.62	1.58	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53
<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	0.23	0.52	0.38	0.00	0.00	0.00	0.41	1.83	1.12	0.50
<i>Solanaceae</i>	0.08	0.52	0.30	0.00	0.00	0.00	0.27	1.83	1.05	0.45
<i>Myrtaceae</i>	0.08	1.05	0.56	0.10	0.89	0.50	0.00	0.00	0.00	0.35
<i>Helietta apiculata</i> Benth.	0.08	0.52	0.30	0.20	0.89	0.54	0.00	0.00	0.00	0.28
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	0.15	1.05	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20
<i>Peschiera australis</i>	0.00	0.00	0.00	0.10	0.89	0.50	0.00	0.00	0.00	0.17
<i>Prunus sellowii</i> Koehne	0.00	0.00	0.00	0.10	0.89	0.50	0.00	0.00	0.00	0.17
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees. Et Mart. Ex Nees	0.00	0.00	0.00	0.10	0.89	0.50	0.00	0.00	0.00	0.17
<i>Myrsine</i> sp.	0.23	0.52	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13
<i>Ocotea dyospirifolia</i> (Meisn.)Mez	0.15	0.52	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F.Macbr.	0.08	0.52	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Considerando la clasificación en grupos ecológicos de Budowsky antes mencionada, tenemos a *Solanum granulosum-leprosum* como pionera, por lo que era previsible su dominio, *Ocotea puberula*, *Matayba elaeagnoides*, *Zanthoxylum sp.* y *Myrsine umbellata* se ajustan en la clasificación como secundarias iniciales lo que las hace coherentes con su ubicación en los primeros lugares de regeneración natural total.

Este trabajo analiza exclusivamente el componente arbóreo, pero es necesario destacar la cobertura de la totalidad del área incendiada por especies herbáceas y arbustivas principalmente de la familia Solanaceae y una especie de pteridófito (*Pteridium sp.*). De las especies arbóreas, *Solanum granulosum-leprosum*, fue la primera en establecerse, incluso antes del avance de las hierbas y arbustos. El sombreado leve dado por esta especie permitirá a las secundarias iniciales desarrollarse prematuramente hasta ocupar los estratos más altos reconstituyendo los diversos estratos de la selva secundaria.

De las 34 especies presentes en la regeneración natural, cuatro especies están presentes solo en la clase de altura I, son *Machaerium stipitatum*, *Myrsine sp.*, *Ocotea dyospirifolia* y *Apuleia leiocarpa*. Esto indicaría el rápido crecimiento de las secundarias iniciales y el alto grado de rebrote de raíces de los árboles afectados. En este estudio no se discrimina este dato y se recomienda hacerlo en futuros trabajos. Solo 9 especies están presentes en todas las clases de altura (TABLA 1). Ellas son: *Solanum granulosum-leprosum*, *Ocotea puberula*, *Matayba elaeagnoides*, *Zanthoxylum sp.*, *Schinus terebinthifolia*, *Trema micrantha*, *Sapium glandulatum*, *Strychnos brasiliensis* y *Luehea divaricata*. De las 5 primeras especies en valores de regeneración natural total, 4 están presentes en todas las clases de altura, *Myrsine umbellata* no está presente en la clase II de altura. Como menciona (DA SILVA *et al.* 2007) las especies que se presentan en las 3 clases de altura de regeneración natural en la comunidad son aquellas que, teóricamente, poseen el mayor potencial de establecimiento y futura ocupación del dosel. En este estudio, se registraron escasos individuos de *Trema micrantha* (1,71%) especie siempre apuntada como de inmediata aparición y dominio en áreas perturbadas. No se registraron ejemplares adultos dentro del área incendiada, otra posibilidad es que las semillas no soportan las altas temperaturas a las que se expuesto el banco de semillas del suelo.

Entre los adultos se registraron 4 especies pioneras según la clasificación de Budowsky, de las cuales 3 están en los primeros lugares de valores de regeneración natural total. *Baccharis sp.* está completamente ausente de la regeneración lo que podría ser explicado por el corto tiempo transcurrido entre el siniestro y la toma de datos del presente trabajo (4 meses), lapso en el que no se habría producido lluvia de semillas de la especie la que esta dando inicio recién ahora. Otra explicación según RAMBO (1956) es que la historia de uso es determinante. Áreas sobreexplotadas en sus recursos, son propensas a recolonizarse con *Baccharis sp.*

La *Araucaria angustifolia* no presenta individuos en la regeneración natural lo que era de esperar pues la especie no resiste ninguna intensidad de fuego en estadio de semilla y de plántula. Observaciones permanentes de áreas bajo diferentes tipos y niveles de perturbación nos permitirá conocer la dinámica de esta ambiente, conocimientos fundamentales para establecer pautas de manejo a futuro. El índice de diversidad de Shannon (H') indicó un valor de 0.98 para la totalidad de la regeneración del área de estudio. Este es un valor bajo de diversidad y se puede atribuir al predominio de una especie pionera (*Solanum granulosum-leprosum*) y al lapso de tiempo entre esta evaluación y el incendio. Es de esperar que en un futuro mediato la diversidad se incremente a medida que la estructura de la vegetación evolucione hacia estadios maduros

CONCLUSIONES

La especie arbórea que predomina en la regeneración natural es *Solanum granulosum-leprosum*, especie pionera de gran participación en la estructura de la población de adultos en el área incendiada. Otras especies de gran importancia en la restauración natural del área incendiada son *Ocotea puberula*, *Matayba elaeagnoides*, *Zanthoxylum sp.* y *Myrsine umbellata*,

clasificadas como secundaria iniciales. *Araucaria angustifolia*, tiene participación predominante en el estrato arbóreo con ejemplares de gran porte, sin embargo, no está presente en la regeneración natural por su nula resistencia al fuego y por la escasa producción de semillas de la especie. La restauración natural del área perturbada por fuego del Parque de la *Araucaria* está evolucionando de forma acelerada debido a las especies pioneras y secundarias iniciales. Especies secundarias tardías están bien representadas en la regeneración natural total por lo que se predice el reemplazo de las pioneras y secundarias iniciales. Se recomienda el estudio permanente de la evolución en este área y de otras que sufrieran impactos por fuego dentro del Parque Provincial de la *Araucaria*.

AGRADECIMIENTOS

Al MERNR y T., a los guardaparques Claudio Cardozo, Lorena Häbel, Mirta Carballo y a Nicolás Puppo y Marina Duarte por la colaboración en las tareas de campo.

BIBLIOGRAFIA

- AEGESEN, D. 2004. Burning monkey-puzzle: Native fire ecology and forest management in northern Patagonia. *Agriculture and Human Values* **21**: 233–242.
- BERTOLINI, M. 2000. Documento base para la discusión del plan de manejo del Parque Provincial de la *Araucaria*. Ministerio de Ecología y R.N.R. de la Pcia. de Misiones. 130 pp.
- BITENCOURT, A.; Krauspenhar, P.M. 2006. Possible Prehistoric Anthropogenic Effect on *ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA* (BERT.) O. KUNTZE Expansion During the late Holocene. *Revista Brasileira de Paleontologia* 9(1):15-26, Janeiro/Abril
- C.A.R.T.A. Compañía Argentina de Relevamientos Topográficos y Aerofotogramétricos. 1963. Mapa Edafológico de la Provincia de Misiones. Escala 1:50.000.
- DA SILVA, W.C.; Marangon, L.C.; Caraciolo Ferreira, R.L.; Patriota Feliciano, A. L.; Costa Junior, R.F. 2007. Estudo da regeneração natural de espécies arbóreas em fragmento de floresta ombrófila densa, mata das galinhas, no Município de Catende, Zona de mata sul de Pernambuco. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 17, n. 4, p. 321-331, out-dez,
- VAZQUEZ-YAÑEZ, C.; Orozco--Segovia, A. 1992. El Bosque Lluvioso en América Tropical: Dinámica Forestal, Reforestación, Manipulación de las Semillas y Problemas de Manejo. *Tree Planters' Notes* 43(4):119-124;
- GONZALEZ, M.E., Veblen, T.T.; Donoso, C.; Valeria, L. 2002 Tree regeneration responses in a lowland *Nothofagus*-dominated forest after bamboo dieback in South-Central Chile *Plant Ecology* 161: 59–73.
- GRAU, H. R.; Veblen, T.T. 2000. Rainfall variability, fire and vegetation dynamics in neotropical montane ecosystems in north-western Argentina *Journal of Biogeography*, 27, 1107–1121.
- IRIARTE, J.; Behling, H. 2007. The expansion of *Araucaria* forest in the southern Brazilian highlands during the last 4000 years and its implications for the development of the Taquara/Itararé Tradition. *Environmental Archaeology* VOL 12 N° 2
- KAGEYAMA, P.; Gandara, F.B. 2000. Recuperação de áreas ciliares. Pp. 249-269 in: Rodriguez, RR y Leitão Filho, H.F. (eds.) *Matas ciliares: conservação e recuperação*. ESUP, São Paulo.
- LONGHI, S.; Brun, E.J.; Oliveira, D.M.; Britto, F., Wojcechowski, J.C.; Vaccaro, S. 2005. Banco de sementes do solo em três fases sucessionais de uma floresta estacional decidual em Santa Tereza. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 15, n. 4, p. 359-370 359 ISSN 0103-9954
- MAGURRAN, A. 1988. *Diversidad ecológica y su medición*. Ediciones Vedral.
- MARGALOT, J. 1985. *Geografía de Misiones*. Buenos Aires. 236 p.
- MARTINS, S. V.; Ribeiro, G.; Da Silva, W.; Eloi Nappo, M. 2002. Regeneração pos-fogo em um fragmento de floresta estacional semidecidual no Município de Viçosa, MG. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 12, n. 1, p. 11-19 11 ISSN 0103-9954
- MUELLER-DUMBOIS, D., Ellemberg, H. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. New York. John Wiley and Sons,

- RAMBO, B. 1956. A fisionomía do Rio Grande do Sul: ensaio de monografía natural. Livraria Selbach, Porto Alegre. Ed. UNISINOS 2005.
- RIOS, R. 2000. Evaluación de la Evolución del área afectada por un incendio forestal en el Parque Provincial Araucaria. Informe técnico. Inédito. Septiembre.
- ZANINI, L.; GANADE, G. 2005. Restoration of Araucaria Forest: The Role of Perches, Pioneer Vegetation, and Soil Fertility. SEPTEMBER Restoration Ecology Vol. 13, No. 3, pp. 507–514

INFLUÊNCIA DE DIFERENTES DOSES DE BACSOL NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis* St. Hill)

INFLUENCE OF DIFFERENT BACSOL RATES ON ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis* St. Hill) SEEDLINGS PRODUCTION

Maína Roman¹
Juliana Garlet²
Suzana Ferreira da Rosa³
Ervandil Corrêa Costa⁴

¹ Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Curso de Engenharia Florestal. Campus Universitário, CEP: 97105-970, Camobi, Santa Maria., RS, Brasil. mainaroman@yahoo.com.br;

² Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Curso de Engenharia Florestal. Campus Universitário, CEP: 97105-970, Camobi, Santa Maria., RS, Brasil. julianagarlet@yahoo.com.br;

³ Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Curso de Engenharia Florestal. Campus Universitário, CEP: 97105-970, Camobi, Santa Maria., RS, Brasil. suzanafdr@yahoo.com.br

⁴ Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Departamento de Defesa Fitossanitária (DFS). Campus Universitário, CEP: 97105-970, Camobi, Santa Maria., RS, Brasil. ecosta@ccr.ufsm.br

SUMMARY

The objective of this study was to evaluate the growth of *Ilex paraguariensis* St. Hill seedlings, in response to different Bacsol rates. The study was conducted in the Technological Center of Forestry, Federal University of Santa Maria, RS, Brazil, and began in May 2005. The experimental design used was a randomized blocks with four treatments replicated four times, originated from the adding of Bacsol into the substrate. The substrate was composed of pine bark and urban compost. The treatments, originated from the adding of Bacsol, were 0; 200; 400 and 600 g/m³ of substrate. The following parameters were analyzed ten months after seedlings transplantation: the stem diameter (mm), the height of stem (cm), dry weights of the stem (g) and dry weights of the root (g). The application of 600g/m³ was the best result for the variables analysed, showing that Bacsol may be an alternative for *Ilex paraguariensis* seedlings production.

Key words: *Ilex paraguariensis*, seedlings, Bacsol

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes doses de Bacsol sobre o crescimento de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill). O experimento foi realizado no Centro Tecnológico de Silvicultura da Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil, tendo início em maio de 2005. O delineamento utilizado foi blocos ao acaso com quatro tratamentos e quatro repetições de Bacsol adicionados ao substrato, formado de casca de pinus e composto urbano. Os tratamentos, resultantes da adição de Bacsol, foram 0; 200; 400 e 600 g/m³ de substrato. As variáveis analisadas dez meses após a repicagem das mudas foram: diâmetro a altura do colo (mm), altura (cm), massa seca aérea (g) e massa seca radicular (g). A aplicação de 600g/m³ de substrato apresentou as melhores médias para as variáveis analisadas, demonstrando que o Bacsol pode ser uma alternativa para a produção de mudas de qualidade de erva-mate.

Palavras-chave: *Ilex paraguariensis*, mudas, Bacsol

INTRODUÇÃO

Segundo COSTA (1989), a erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill) pertence à família Aquifoliaceae e possui uma área de dispersão no Brasil que abrange os estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul, em uma região pertencente a Floresta Ombrófila Mista ou “formação de araucária”.

SILVA *et al.* (2007) ressaltam a importância econômica da atividade ervateira, principalmente nos três estados da região sul do Brasil. O cultivo centenário de erva-mate demanda a produção de mudas para atender propriedades rurais e industriais, que buscam matéria prima prioritariamente às indústrias de erva-mate para chimarrão e chá.

A cultura da erva-mate, de acordo com CROCE e NADAL (1995), é uma das mais promissoras na busca de alternativas que maximizem a rentabilidade e, ao mesmo tempo, preservem e recuperem os recursos naturais, desde que praticada com um nível tecnológico adequado.

Para FARIAS *et al.* (1997), informações sobre as técnicas de produção de mudas são de grande importância para que seja possível a sua utilização, com segurança, na formação de povoamentos florestais. No entanto, informações sobre procedimentos para produção de mudas de espécies arbóreas nativas são muito escassas, existindo apenas sobre aquelas que detêm maior interesse econômico.

A fase de produção de mudas é fundamental para o estabelecimento de plantas adultas bem nutridas e formadas. A obtenção de mudas de boa qualidade exige a utilização de substrato que forneça os nutrientes necessários ao pleno desenvolvimento da planta (CECONI *et al.*, 2007).

Na maioria das mudas das espécies cultivadas o enriquecimento do substrato é realizado com a adição de adubação mineral, representando uma prática conhecida para o processo de formação de mudas. Substratos pobres em nutrientes ocasionam baixa qualidade das mudas, comprometendo seu desenvolvimento a campo.

De acordo com D'ÁVILA *et al.* (2001), o estudo do substrato apropriado para a produção de mudas com qualidade superior torna-se fundamental para o estabelecimento de povoamentos com espécies nativas e exóticas no campo, garantindo um desenvolvimento e produção satisfatória da floresta instalada.

Na busca de novas alternativas para melhorar a qualidade das mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill), têm-se incorporado novos produtos ao substrato, como um composto denominado Bacsol. Este composto contém uma gama de bactérias e outros microorganismos, classificados como rizosféricos, decompositores, nitrogenadores e parasitas. Os microorganismos do Bacsol estão na forma de esporos, entrando em intensa multiplicação quando em contato com a umidade do solo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influencia de diferentes doses de Bacsol sobre o crescimento de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill).

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Centro Tecnológico de Silvicultura, do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil. O clima predominante na região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa – temperado chuvoso com chuvas bem distribuídas ao longo do ano. A precipitação média anual atinge cerca de 1770 mm, e a temperatura média anual é de 18,8° C (MORENO, 1961).

O experimento teve início em maio de 2005, quando houve a repicagem das mudas da sementeira para os canteiros, sendo que as variáveis foram analisadas dez meses após este procedimento.

O trabalho constituiu-se da avaliação de quatro tratamentos de Bacsol adicionados ao substrato, formado de casca de pinus e composto urbano. Os tratamentos, resultantes da adição de Bacsol, foram: 0; 200; 400 e 600 g/m³ de substrato. As diferentes doses deste composto foram adicionadas ao substrato no momento da repicagem das mudas. As mudas ficaram em casa de vegetação por seis meses, e depois, foram transferidas para local sombreado, para rustificação das mesmas.

O experimento constituiu-se de quatro tratamentos e quatro repetições, com 15 parcelas em cada repetição e delineamento experimental de blocos ao acaso. Dez meses após a repicagem, foram analisadas as seguintes variáveis: diâmetro a altura do colo (mm), altura (cm), massa seca aérea (g) e massa seca radicular (g).

RESULTADOS

A análise do efeito dos tratamentos no crescimento de mudas de erva-mate foi realizada através do teste de Tuckey, a 5% de significância. Os resultados do teste de médias podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1: Resultado do teste de médias para os diferentes tratamentos e variáveis analisadas.
Table 1: Results of averages test for different treatments and variables.

Tratamentos	Variáveis			
	Diâmetro a altura do colo (mm)	Altura da parte aérea (cm)	Massa seca aérea (g)	Massa seca radicular (g)
0 g/m ³	2,0700 c*	5,6150 b	0,2452 c	0,1302 c
200 g/m ³	2,2125 c	5,7050 b	0,2830 c	0,1320 c
400 g/m ³	3,2750 b	13,6800 a	1,0687 b	0,3150 b
600 g/m ³	3,8025 a	15,8550 a	1,3647 a	0,4195 a

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

Como pode se observado na Tabela 1, a adição do composto Bacsol influenciou positivamente o crescimento das mudas, pois todas as variáveis analisadas apresentaram aumento, com a adição do composto. A testemunha, sem adição de Bacsol, foi o tratamento que apresentou as menores médias. O tratamento 600 g/m³ apresentou as maiores médias para todas as variáveis analisadas, demonstrando que com o aumento da dose de Bacsol, aumenta-se a qualidade das mudas.

Resultados análogos foram encontrados por HOOPE *et al.* (2005), estudando o uso de Bacsol em erva-mate. Os autores encontraram um efeito positivo da aplicação deste composto nos substratos utilizados. As maiores médias de altura e diâmetro de colo das mudas foram encontradas no tratamento com maior dose de Bacsol.

DORNELLES *et al.* (2005), encontraram resultados positivos do uso do Bacsol na produção de mudas de fumo (*Nicotiana tabacum*). A dosagem mais indicada para produção de mudas de fumo foi a de 800g de Bacsol por m³ de substrato, o qual figurou como melhor tratamento em todos os parâmetros avaliados.

A eficiência do composto está relacionada à presença de organismos nitrogenadores e rizosféricos, que melhoram a qualidade do substrato, propiciando condições melhores para o desenvolvimento das mesmas.

Resultados semelhantes ainda foram encontrados por LOURENÇO *et al.* (1999), estudando a influência do substrato no desenvolvimento de mudas de erva-mate. Os autores encontraram nos substratos com propriedades de fermentação microbiana, um aumento na decomposição da matéria orgânica e conseqüente maior crescimento das mudas.

WENDLING *et al.* (2007), analisando diferentes formulações de substratos para produção de mudas de erva-mate, constataram que em compostos contendo esterco bovino curtido, as mudas se desenvolveram melhor, mostrando que substratos com uma quantidade maior de nitrogênio são indicados para produção de mudas de erva-mate.

CONCLUSÕES

Através dos resultados obtidos pode-se concluir que:

1. A adição de Bacsol é uma alternativa viável na produção de mudas de erva-mate;
2. O tratamento com maior dose do composto Bacsol foi o que apresentou as melhores médias para todas as variáveis analisadas;
3. Estudos sobre a influência deste composto no crescimento de mudas devem ser realizados para outras espécies, dado a sua eficácia no crescimento de mudas de erva-mate;
4. Doses mais elevadas deste composto devem ser testadas, a fim de se encontrar a dosagem ótima, uma vez que neste estudo a dose mais elevada foi a que resultou em melhores resultados.

BIBLIOGRAFIA

- CECONI, D.E.; Poletto, I.; Lovato, T.; Muniz, M. F. B. 2007. Exigência nutricional de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.) à adubação fosfatada. *Ciência Florestal*, 17 (1): 25-32.
- COSTA, S.G. 1989. A erva-mate. Scientia et Labor. Curitiba: Secretaria de Estado do Planejamento e Coordenação Geral. 86 pp.
- CROCE, D.M.; Nadal, R. 1995. Viabilidade técnico-econômica de sistemas de produção de erva-mate consorciadas com culturas anuais. In: *Biologia e cultura no Cone Sul. Anais. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.* pp. 47-53.
- D'ÁVILA, M.; Schumacher, M.V.; Vogel, H.L.M.. 2001. Influência de diferentes doses de fósforo no crescimento de plantas de *Cedrela fissilis* Vellozo. In: *Simpósio Latino-americano sobre Manejo Florestal, 2. Anais. Santa Maria: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.* pp. 625-636.
- DORNELES, M.A.; Hoppe, J.M.; Schumacher, M.V.; Farias, J.; Quevedo, F. F. 2005. Uso do Bacsol na produção de mudas de fumo *Nicotiana tabacum*. Relatório de Pesquisas, Santa Maria: CEPEF/FATEC. pp. 36-48.
- FARIAS, V.C. C.; Varela, V.P.; Costa, S.S.; Batalha, L.F. 1997. Análise de crescimento de mudas de cedrorama (*Cedrelinga catenaeformis* (Ducke) cultivadas em condições de viveiro. *Revista Brasileira de Sementes*, 19 (2): 193-200.
- HOPPE, J.M.; Schumacher, M.V.; Quevedo, F.F.; Thomas, R.; Ivanov, G.; Dias, T.; Filho, J.P. 2005. Uso do Bacsol na produção de mudas de erva-mate *Ilex paraguariensis*. Relatório de Pesquisas, Santa Maria: CEPEF/FATEC. pp. 66-78.

- LOURENÇO, R.S.; Medrado, M.J.S.; Fowler, J.A.P.; Mosele, S.H. 1999. Influência do substrato no desenvolvimento de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). Boletim de Pesquisa Florestal, 38: 13-30.
- MORENO, J. A. 1961. Clima do Rio Grande do Sul. Secretaria da Agricultura. Porto Alegre. 73 pp.
- SILVA, E. T.; Neto, H. B.; Foltran, B. N. 2007. Materiais de cobertura na produção de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.). Scientia Agraria, 8 (1): 103-109.
- WENDLING, I.; Guastala, D.; Dedecek, R. Características físicas e químicas de substratos para produção de mudas de *Ilex paraguariensis* St. Hill. 2007. Revista. Árvore, 31 (2): 209-220.

ANÁLISIS TECNOLÓGICO DE LA MADERA PROVENIENTE DE 86 CLONES TECHNOLOGICAL ANALYSIS OF WOOD FROM 86 CLONES

Salvatierra, G. R.¹
Elizaul J.F.²
Kowalczyn, D.¹
López, O.¹
Kolln, R.F.³

¹Área Investigación y Desarrollo – Garruchos S.A. – Pomera Maderas.

²Área Forestal – Desarrollo Madereros S.A.

³Gerencia Forestal – Garruchos S.A. – Pomera Maderas.

SUMMARY

The vegetative propagation and technological analysis of the wood are two important tools that must oversee the entire breeding program, if these are intended for the production of quality wood for solid uses. Together, they allow boosting profits produced by the genetic improvement. In order to incorporate these two tools to our improvement programs, 86 individuals who stood out in health, growth and straightness of stem were vegetatively multiplied and were subsequently analyzed technologically. Finally, in order to take several characteristics in parallel, in an objective manner, a selection index is applied to allow us categorize all individuals. The application of selection index gives the flexibility to determine the characteristics of interest and the relative weights of the same, allowing guiding the improvement plan on demand.

RESUMEN

La propagación vegetativa y el análisis tecnológico de la madera son herramientas importantísimas que deben asistir todo programa de mejoramiento, si estos tienen por objetivo la producción de madera de calidad, para usos sólidos. En conjunto permiten potenciar las ganancias genéticas producidas por el mejoramiento. Con el objetivo de incorporar estas dos herramientas a nuestros programas de mejoramiento, 86 individuos que se destacaron en sanidad, crecimiento y rectitud de fuste fueron multiplicados vegetativamente y posteriormente fueron analizados tecnológicamente. Finalmente, para poder tomar varias características en paralelo, de manera objetiva, se aplica un índice que nos permite categorizar a todos los individuos. La aplicación de índices de selección otorga flexibilidad para determinar las características de interés y los pesos relativos de las mismas, permitiendo orientar el plan de mejoramiento según la demanda.

Palabras clave: *Eucalyptus grandis*, análisis tecnológico, Mejoramiento, Índice de selección.

INTRODUCCIÓN

GARRUCHOS S.A., como ente comercial, tiene por objetivo la producción intensiva de madera sólida, para uso propio y para ser comercializada a terceros, buscando siempre la utilización de prácticas que minimicen el impacto al medio ambiente. Para tales fines, la producción de madera, como materia prima, se realiza a través de la plantación comercial de 2 de los géneros forestales más plantados en el

mundo, de rápido crecimiento: *Eucalyptus* spp. y *Pinus* spp. (FAO, 2007), evitando en todo momento el uso de bosques nativos.

En el caso particular de *Eucalyptus* spp. se cuenta con un germoplasma abundante, compuesto por más de 2000 familias, proveniente de múltiples programas de mejoramiento y procedencias (BRAWNER, 2007), sumado a clones comprados a terceros dentro y fuera del país y un considerable número de individuos seleccionados a partir de plantaciones comerciales. A partir de todo este material se estableció un programa de mejoramiento y áreas de investigación relacionadas, manteniendo siempre claro el objetivo de maximización de la producción de madera de calidad por unidad de área, en el menor tiempo posible. Tales procedimientos permitieron la evaluación de los individuos teniendo en cuenta diversas características fenotípicas relacionadas al **crecimiento, rectitud de fuste, sanidad**.

Los individuos que en las plantaciones se destacaron en crecimiento, sanidad y rectitud de fuste, totalizaron 86 y fueron multiplicados vegetativamente (ASSIS, 2001). Estos procedimientos tienen por objetivo permitir perpetuar las características de las plantas madre, para establecer poblaciones de producción homogéneas, de rápido crecimiento y explotar al máximo sus características fenotípicas manifestadas (ALFENAS, 2004).

La siguiente etapa, que se siguió con estos individuos, fue la de evaluar tecnológicamente la madera de los mismos. Esto se realizó mediante la medición de diversas características de importancia para la producción de madera sólida, tales como el **rajado, densidad, retractibilidad y dureza**. El conocimiento de estas propiedades de la madera constituye la base para determinar la aptitud de los clones para la producción de madera de calidad, siendo la utilización de estos parámetros fundamental en todo programa de mejoramiento de especies forestales para uso sólido.

La **densidad** de la madera expresa el volumen de los huecos y los macizos, cuanto mayor sea la densidad aparente, mayor será la superficie de sus elementos resistentes y menor la de sus poros. Esto permite clasificar a las maderas en pesadas, ligeras y muy ligeras con densidades de mayores a 0,8; entre 0,5-0,7 y menores a 0,5 kg/dm³, respectivamente (UCN, 2007). La heredabilidad (H^2) de esta característica fue estudiada en distintas poblaciones, indicando que presenta un valor alto, sumado a una escasa interacción con el medio ambiente (LÓPEZ, 2005). En el caso particular de *Eucalyptus grandis*, éste presenta un valor promedio de 0,5, con extremos de variación de 0,4-0,6 (LÓPEZ, 2005).

Por otro lado, según estudios realizados en Sudáfrica, en el caso de madera para laminados y aserrados, el valor de ésta se encuentra influenciado en primer lugar por el **DAP**, seguido por el **rajado** (VERRYN y TURNER, 2000), estando esta última relacionada con estrés o tensiones de crecimiento (MALAN, 2005).

Otro factor importante es el **coeficiente retractibilidad**, el cual muestra la aptitud de la madera frente a los procesos de pérdida de agua en las prácticas de estacionamiento y secado artificial. Cuanto menores sean los valores de los coeficientes de retractibilidad, mejor será el comportamiento de las piezas en estructuras sujetas a cambios ambientales.

MATERIALES Y MÉTODOS

El material biológico utilizado en el presente trabajo fueron individuos de *Eucalyptus grandis* y *E. dunnii* e híbridos entre *E. grandis* y *E. urophylla*; *E. urophylla* y *E. grandis* y entre *E. grandis* y *E. camaldulensis* provenientes de diferentes fuentes como plantaciones comerciales, distintos ensayos y material proveniente de diferentes programas de mejoramiento. Los individuos que se destacaron fueron apeados a una

altura de 30 centímetros. Los brotes generados fueron rescatados por la técnica de estaquía (ASSIS, 2001) y acondicionados para multiplicación en vivero.

El rajado en rollos en condiciones de campo fue medido a las 72 horas después del apeado de los árboles. La cara basal no fue medida por no ser una medida representativa, por lo tanto las mediciones de rajado en tora (2,7m de longitud) fueron realizadas a 3 alturas, 3,1m, 5,8m y 8,5m, respectivamente, en ambas caras producidas por el corte (CSIR, 1999). Estas toras (2,7m) fueron aserradas y fueron llevadas a la Facultad de Ciencias Forestales en la Universidad Nacional de Misiones (UNAM), donde fueron realizados los análisis tecnológicos de la madera (**fisura, rajado, densidad aparente, dureza, coeficiente de retractibilidad**).

RESULTADOS

De esta manera los individuos analizados presentaron 61 clones con densidades mayores o iguales a 0,5, con variaciones individuales que van desde 0,44 hasta 0,71 kg/dm³.

Por otro lado, 23 individuos presentan un rajado promedio menor o igual al 30%, siendo la variación individual de 10,2% hasta 80,3%.

46 individuos presentan un IMA mayor a 40 m³/ha/año y 63 de los 86 clones presentan de buena a muy buena forma.

Dados los siguientes parámetros, las fajas de variabilidad y la dificultad inherente de tomarlos en conjunto es que se realizó un índice de selección. Este permitió evaluar varias características en conjunto, de una manera objetiva e imparcial, asignándoles pesos determinados a cada una de estas características: volumen y rajado cada uno con 35%, 20% y 10% para la forma y coeficiente de retractibilidad, respectivamente (tabla 1).

Tabla 1: 21 mejores clones con sus respectivos valores tecnológicos de calidad de madera y el ranking asociado teniendo en cuenta volumen, rajado, forma y coeficiente de retractibilidad con el siguiente peso relativo 35:35:20:10, respectivamente.

Código	Rajado ¹	Coefficiente R ²	Edad ³	Número de árboles ⁴	IMA ⁵	Forma ⁶	ranking ⁷
DDT02118	28,0	1,33	6,8	300	69,1	4	75,53
DDT02115	15,8	1,79	6,8	300	49,1	6	75,51
DDX00102	21,6	1,94	5,7	400	57,4	5	73,24
DDT02122	22,9	1,96	6,7	300	56,2	5	71,95
DDT02117	28,5	1,79	6,8	300	52,5	6	71,73
DDT02114	30,6	1,30	6,8	300	48,9	6	70,97
DDX00062	25,7	1,37	7,0	500	51,0	5	70,58
DDT02112	15,9	1,81	6,8	300	39,2	6	70,39
DDT02113	33,9	2,00	6,8	300	55,4	6	69,95
DDT02121	43,0	1,95	6,7	300	60,3	6	68,67
DDT00116	18,4	1,18	6,2	250	39,5	5	68,67
DDT02127	14,5	2,05	5,9	500	43,0	5	68,62
DDT02128	22,4	1,10	5,9	500	41,7	5	68,44
DDT04014	46,2	0,51	8,9	270	50,6	6	68,24
DDT02116	24,2	1,68	6,8	300	47,2	5	67,98
DDX00057	21,4	1,35	7,1	230	42,0	5	67,94

¹ Rajado: Expresado en porcentaje y medido a las 72 h. después del apeo (CSIR, 1999).

² Expresa el coeficiente de retractibilidad.

³ Edad: medida en años.

⁴ Número de árboles: expresado en número de árboles por hectárea.

⁵ IMA: medido en m³/ha/año.

⁶ Forma: medido del 1 al 6, siendo 6 para el de mejor forma.

⁷ Peso atribuido por el índice de selección.

Código	Rajado ¹	Coefficiente R ²	Edad ³	Número de árboles ⁴	IMA ⁵	Forma ⁶	ranking ⁷
DDT02108	27,0	1,66	7,8	250	47,7	5	67,13
DDX00026	10,2	1,88	8,2	250	40,7	4	66,66
DDX00043	32,1	1,63	5,7	400	56,4	4	66,12
DDT02123	41,5	2,05	7,5	300	60,6	5	65,75
DDX00090	42,3	1,13	5,7	570	60,2	4	65,65

CONCLUSIÓN

El uso de índices de selección permite clasificar o elaborar un ranking de todos los clones que se desee, tomando en cuenta las características tecnológicas, arriba mencionadas, en conjunto y de manera objetiva, siempre teniendo en cuenta toda la variabilidad inherente a los sistemas biológicos de fecundación cruzada.

Este procedimiento también permite que se sea flexible con la elección de las características de interés, así como también con el peso otorgado a las mismas. En consecuencia, permite redirija la selección de los individuos, dependiendo de las tendencias del mercado, si fuese necesario.

Se incorpora de esta manera un método eficaz que permite introducir las características tecnológicas al programa de mejoramiento de la empresa.

AGRADECIMIENTOS

Se le agradece a todos y cada uno de los integrantes del Área Planeamiento y del Área Forestal, ya que sin su ayuda constante estos trabajos no podrían ser realizados.

BIBLIOGRAFIA

- ALFENAS, A.C.; VALVERDE ZAUZA, E.A.; MAFIA, R.G.; ASSIS, T.F. Clonagem e doenças do eucalipto. Viosa, UFV, 2004. p.442.
- ASSIS, T.F. Evolution of technology for cloning Eucalyptus in large scale. In: Simposio International IUFRO, Valdívía, 2001. p. 16.
- BRAWNER, J. The impact of deployment strategies derived from an evaluation of Eucalyptus grandis progeny trials in the Alto Parana region of South America. IUFRO WP. Durban, 2007.
- CSIR. Short Course on Specialist Eucalypt Breeding Techniques. Apendix A. cap. 13, p.99-102. South Africa, 1999.
- FAO. Situación de los bosques del Mundo 2007. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, 2007.
- LÓPEZ, J.A. (h.). Mejoramiento genético de la calidad de la madera. I JORNADA SOBRE POTENCIALIDAD FORESTO-INDUSTRIAL DEL EUCALIPTO. Santiago del Estero, Argentina, 2005.
- MALAN, F.S. The effect of planting density on the wood quality of South African-grown Eucalyptus grandis. Southern Africa Forestry Journal, 2005. n. 205, p. 31-37.
- UCN – Universidad Católica del Norte – departamento de construcción civil, laboratorio docente del área de materiales. 2007 (<http://www.ucn.cl/FacultadesInstitutos/>).
- VERRYN, S.D.; TURNER, P. The prediction and selection of E. grandis solid wood: Phase one. Issued by: División of Water, Environment and Forestry Technology, CSIR, Pretoria, South Africa.

INFLUENCIA DEL TAMAÑO DEL RECIPIENTE EN EL CRECIMIENTO DE PLANTINES DE CUATRO ESPECIES NATIVAS.

INFLUENCE OF THE SIZE OF RECEPTACLES IN THE GROWTH OF SEEDLINGS OF FOUR NATIVE SPECIES

Daniel Ricardo Schamne ¹
Sara Regina Barth ²
Beatriz Irene Eibl ²

¹ Alumno Carrera Ingeniería Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. UNaM.

² Docente. Facultad de ciencias forestales. UNaM. Bertoni 124. (3380). Eldorado. Misiones. E-mail: beibl@facfor.unam.edu.ar

SUMMARY

Cedrela fissilis Vell. (Cedro), *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert (Cañafístola), *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong & Britton (Timbó) and *Gleditsia amorphoides* (Griseb.) Taubert (Espina corona) species as many other woods of high quality have suffered the effects of the excessive cutting. All the intentions to repose that forest masses as well as reforestation for several reasons require the production of a wide scale of seedlings. The objective of this study was to evaluate the influence in the nursery of these native species using two sizes of receptacles to see the radicle and aerial development. The test was installed in small tubes of 50 and 250cm³ by direct sowing, using the bark of *Pinus* as a substrate with the aggregate of a fertilizer NPK with slow liberation. As regards the statistics design we adopted the completely randomized one with a factorial distribution of the treatments. The evaluation was done after 64 days from sowing, for that, diameter at neck height, length of the main root, length of the aerial part and percentage of surviving were considered. The sizes of the tubes presented significant differences in the variables of stem height and length of roots, obtaining a better performance in the one of 250 cm³. Identical result was obtained in the species Timbó and Cedar in diameter at neck height. The surviving variable did not present significant differences among the treatments tested.

Key words: Native species, seedlings, receptacles, growth

RESUMEN

Las especies *Cedrela fissilis* Vell. (Cedro), *Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert (Cañafístola), *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong & Britton (Timbó) y *Gleditsia amorphoides* (Griseb.) Taubert (Espina corona), como tantas otras maderas de alta calidad, han sufrido los efectos de la extracción desmedida. Todo intento de reposición de dichas masas forestales, como así también de reforestación para fines diversos requiere la producción de mudas a gran escala. El objetivo de este estudio fue evaluar la influencia en la viverización de estas especies nativas del empleo de dos tamaños de recipientes en cuanto a desarrollo radicular y aéreo. El ensayo se instaló a través de siembra directa en tubetes de 50 y 250 cm³, empleándose como sustrato corteza de *Pinus* compostado con el agregado de fertilizante NPK de liberación lenta. En cuanto a diseño estadístico se optó por el completamente aleatorizado con una distribución factorial de los tratamientos. La evaluación se efectuó a los 64 días a partir de la siembra, para ello se consideró magnitudes en diámetro a altura de cuello, longitud de la raíz principal, longitud de la parte aérea y porcentaje de sobrevivencia. El tamaño de

tubetes presentó diferencias significativas en las variables altura de tallo y longitud de raíces, obteniéndose mejor performance en el de 250 cm³. Idéntico resultado fue obtenido en las especies Timbó y Cedro desarrollo en diámetro a altura de cuello. La variable sobrevivencia no presentó diferencias significativas entre los tratamientos ensayados.

Palabras clave: Especies nativas, mudas, recipiente, crecimiento

INTRODUCCIÓN

Los recursos forestales vienen siendo explotados con el fin de suplir diferentes requerimientos de materia prima. En ocasiones esta explotación da lugar, a corto o largo plazo, tras una degradación paulatina de la masa arbórea, a la utilización de dichas áreas con fines agrícolas. Actualmente surge un interés creciente en el empleo de especies forestales nativas con el fin de atender a usos diversos, entre ellos, restauración de bosques protectores de cursos de agua, arbolado urbano, parqueizado, fines productivos, etc. Para satisfacer en forma adecuada dichas demandas mencionadas es necesario considerar aspectos técnicos y económicos involucrados en la producción de mudas de calidad. Las mismas deben presentar características como ser, desarrollo armónico entre parte aérea y radicular, sistema radicular bien conformado, buen estado fitosanitario, entre otros (COZZO, 1976). Entre los factores a tomar en cuenta para lograr este objetivo cabe destacar una cuidadosa selección del recipiente a utilizar en su obtención.

Actualmente coexisten recipientes de materiales diversos, desde los más antiguos como ser los de papel alquitranado, recipientes hechos de bambúceas; hasta los de más reciente aparición, contruidos de material plástico, pudiendo ser estos rígidos (tubetes de polipropileno) o no (bolsas plásticas generalmente de color negro o transparentes). Similar variedad se da en el caso del sustrato empleado, sin embargo, hoy en día en muchos viveros, dependiendo de su grado de tecnificación y envergadura, predomina el empleo de corteza compostada del género *Pinus*.

El auge del uso de recipientes plásticos radica en las ventajas ofrecidas por los mismos. En determinadas circunstancias estos permiten la obtención de plantines de mejor calidad, alta sobrevivencia post plantación y su vida útil es mayor, ya que son reutilizables (FARIAS, 2006). A diferencia de la implantación realizada a raíz desnuda, con el empleo de esta técnica de viverización no se hace necesario esperar lluvias abundantes para llevar las mudas a campo.

En lo referente a producción de plantines de especies nativas, la información disponible es aun escasa, se requiere por lo tanto de ensayos de viverización de las mismas, estudios de sus requerimientos nutricionales, tipo de sustrato más adecuado, tamaño y tipo de recipiente, entre otros.

Dado lo expuesto, el gran potencial de empleo de recipientes de polipropileno, se hace indispensable la realización de estudios con el fin de determinar cual es el tipo y tamaño de recipiente más conveniente para brindar a los plantines un rápido y adecuado desarrollo, posibilitando un buen sistema radicular y aéreo presentando a su vez condiciones óptimas de transporte, facilitando de este modo su plantío (SIMÕES et.al, 1972).

Tal lo expresado inicialmente, ante el escenario forestal actual toda la tecnología que facilite o viabilice ecológica y comercialmente la producción de especies nativas es atractiva. El creciente interés en las mismas así como la escasez de estudio sobre el crecimiento de sus plántulas con el fin maximizar la productividad y calidad de las mudas en vivero son aspectos que incentivan el desarrollo del presente trabajo. Se tuvo como objetivo evaluar la influencia de dos tamaños de recipientes sobre el desarrollo en longitud de la parte aérea, longitud de la

raíz principal, diámetro a altura de cuello y sobrevivencia de mudas de cuatro especies nativas, *Cedrela fissilis* (Cedro), *Peltophorum dubium* (Cañafístola), *Gleditsia amorphoides* (Espina corona) y *Enterolobium contortisiliquum* (Timbó).

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo fue establecido en el invernáculo del vivero de la Facultad de Ciencias Forestales perteneciente a la Universidad Nacional de Misiones.

Dicho espacio cuenta con la instalación adecuada, mesadas que permiten el empleo de bandejas suspendidas (foto 1). El invernáculo presenta una orientación Norte-Sur, dispone de riego por aspersión, hecho que permite controlar la intensidad y frecuencia de los mismos.



Foto 1. Vista de la disposición de los recipientes. Cedro. Tratamiento dos: tubetes de menor tamaño.
Photo 1. Disposal of containers. Treatment two: Cedro, in smaller containers.

Las semillas utilizadas fueron suministradas por el banco regional de semillas de la Facultad de Ciencias Forestales. En las especies Timbó, Espina corona y Cañafístola, se realizó escarificación mecánica con el objeto de facilitar la hidratación de estas previa a la siembra.

La escarificación consistió en un adelgazamiento del tegumento de las semillas en una pequeña superficie de las mismas, empleándose para ello una lija de granulometría adecuada. Tras la realización del tratamiento pregerminativo, se procedió a colocar una semilla por tubete (siembra directa). La siembra se realizó el 14 de setiembre. Cedro no requirió tratamiento pregerminativo alguno, realizándose con dicha especie siembra directa en tubetes.

Como sustrato se utilizó corteza de *Pinus* compostada comercializada para tal fin, tal lo empleado además por la mayoría de los viveros comerciales de la zona.

Debido a haber empleado sustrato inerte, nutricionalmente pobre, se procedió a fertilizar con el fin de asegurar el correcto desarrollo de los plantines.

El fertilizante usado, de nombre comercial “Nitrofull”, está compuesto por NPK 12-11-18; 2,65 Mg; 8 S + microelementos (hierro, boro, zinc). Se trata de un fertilizante granulado de liberación lenta (6 meses). La dosis empleada fue de 3 Kg/m³ de sustrato.

Como recipiente se emplearon tubetes de polipropileno de color negro, cónicos, con estrías internas, evaluándose dos tamaños, 50 y 250 cm³.

Los tubetes fueron acondicionados en bandejas plásticas suspendidas en una estructura metálica a una altura de 80 cm. Las especificaciones de los tubetes utilizados son presentadas en la tabla 1.

Tabla 1. Especificaciones técnicas de los tubetes empleados.
Table 1. Technical specifications of containers.

Modelo	Forma	Diámetro superior (mm)	Diámetro inferior (mm)	Altura (mm)	Número de estrías	Volumen (cm ³)
R1	Cónica	28	12	125	6	50
R4	Cónica	52	13	190	8	250

Como diseño estadístico se empleó el aleatorizado con una distribución factorial de los tratamientos 2 x 4 (2 tratamientos, 4 especies), con 5 repeticiones de 10 individuos cada una.

Los tratamientos evaluados fueron: T1 C, T2 C, T1 EC, T2 EC, T1 T, T2 T, T1 CF, T2 CF; en donde: T1 se refiere a tubete de 250 cm³; T2, tubete de 50 cm³; C, Cedro; EC: Espina corona; T, Timbo y CF, Cañafístola.

Las variables relevadas fueron: d.a.c (diámetro a altura de cuello), longitud raíz principal, longitud parte aérea (desde el cuello de la muda hasta el ápice terminal) y sobrevivencia.

Para la medición del sistema radicular fue necesario retirar las plántulas de los tubetes, desarmándose para ello el pan de sustrato con el objeto de poder visualizar las raíces.

Las mediciones de d.a.c fueron realizadas mediante un calibre, en el caso de alturas, se empleó una regla acrílica transparente. Los datos se recolectaron a los 64 días a partir de la siembra, siendo procesados a través de Software estadístico con el que se realizó el análisis de varianza y el test de comparación de medias (Duncan) considerando un nivel de significancia alfa 0,05.

RESULTADOS

Diámetro a altura de cuello según tratamiento y especie

El d.a.c. medio (mm) correspondiente para las respectivas especies y recipientes ensayados es presentado en tabla 2.

Tabla 2. Diámetro altura de cuello (D.a.c) medio (mm) por especie y tratamiento.

Table 2. Diameter at neck height (D.a.c.) medium (mm) for species and treatment.

Promedio de d.a.c.	Especie				Medias	
	Tratamiento	C	CF	EC		T
1		2,97	2,00	1,18	3,77	2,48
2		1,58	1,55	1,56	2,40	1,77
Medias		2,27	1,77	1,37	3,08	2,13

En tabla 3 se presenta el análisis de varianza para la variable d.a.c. correspondiendo la tabla 4 a su respectivo test de comparación de medias de Duncan.

Tabla 3. Análisis de varianza para diámetro a altura de cuello.

Table 3: Analysis of variance in diameter at neck height.

	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	P
Especie	163,1	3	54,4	0,000000
Tratamiento	49,8	1	49,8	0,000000
Especie*Tratamiento	53,6	3	17,9	0,000000
Error	622,6	392	1,6	

A un nivel de probabilidad del 5 %, existen diferencias estadísticamente significativas entre especies, así como también entre los distintos tratamientos evaluados. El tamaño del recipiente tuvo influencia significativa sobre el desarrollo en diámetro.

Se detecta una interacción especie/tratamiento significativa, lo cual indica que la combinación de ambos factores influyó en el desarrollo en diámetro.

Tabla 4. Test Duncan de comparación de medias para diámetro a altura de cuello. ($\alpha=0.05$).
Table 4: Duncan test comparison to average diameter at dac. ($\alpha = 0.05$).

Especie	Tratamiento	D. a. c.	1	2	3	4	5
EC	1	1,18	****				
CF	2	1,55	****	****			
EC	2	1,56	****	****			
C	2	1,58	****	****			
CF	1	2,00		****	****		
T	2	2,40			****		
C	1	2,97				****	
T	1	3,77					****

Tomando en cuenta la variable especie, se conforman 5 grupos de desarrollo similar. Timbó, Cedro y Cañafístola correspondientes al tratamiento 1 presentan mayor diámetro medio. Mientras que para el caso de Espina corona el diámetro medio del tratamiento 2, tubete de menor tamaño, es mayor que el correspondiente al tratamiento 1, tubete de mayor tamaño. Figura 1.

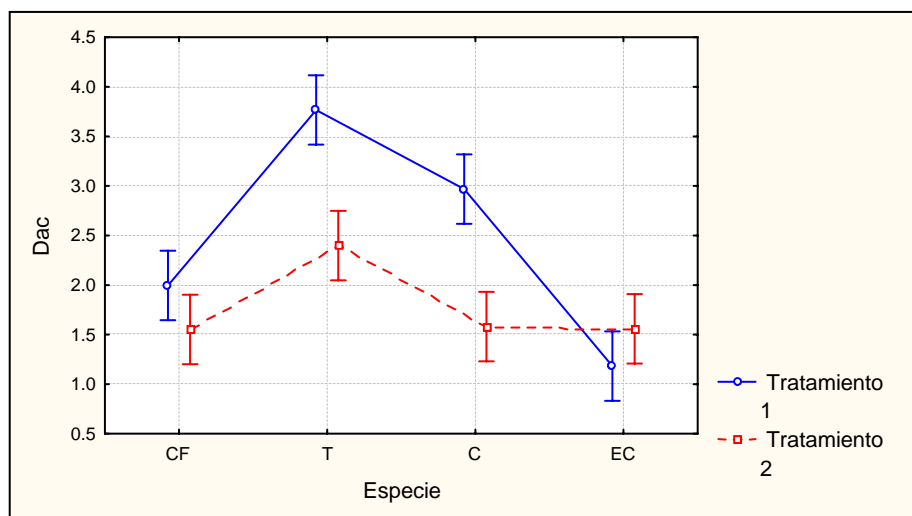


Figura 1. Diámetro medio a altura de cuello por especie y tratamiento.
Figure 1. Diameter average at dac by species and treatment.

Longitud media de raíz principal según tratamiento y especie

La longitud media de la raíz principal (cm) correspondiente para las respectivas especies y recipientes ensayados es presentada en tabla 5.

Tabla 5. Longitud raíz principal media (cm) por especie y tratamiento.
Table 5: Mean length of main root (cm) by species and treatment.

Longitud media de Raíz	Especie				Medias
	C	CF	EC	T	
1	19,5	21,2	13,9	20,8	19,5
2	11,8	12,6	9,7	11,2	11,4
Medias	15,8	16,6	11,3	15,9	15,1

La longitud media de la raíz principal del tratamiento 1 supera a la del tratamiento 2, arrojando valores de 19,5 cm y 11,4 cm, respectivamente. Respecto a las medias por especie, los mayores valores, ordenados de mayor a menor, se presentaron en Cañafístola (16,6 cm), Timbó (15,9 cm), Cedro (15,8 cm) y Espina corona (11,3 cm).

En tabla 6 se presenta el análisis de varianza para longitud de raíz principal, presentándose su correspondiente test de comparación de medias en tabla 7.

Tabla 6. Análisis de varianza para la variable longitud de raíz principal.
Table 6. Analysis of variance for variable length of main root

	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	P
Especie	991,8	3,0	330,6	0,000000
Tratamiento	4140,4	1,0	4140,4	0,000000
Especie*Tratamiento	274,6	3,0	91,5	0,000000
Error	1361,2	298,0	4,6	

A un nivel de probabilidad del 5 %, existen diferencias significativas entre especies, así como también entre los distintos tratamientos evaluados. Se detecta una interacción especie/tratamiento significativa, lo cual indica que la combinación de ambos factores tuvo influencia significativa sobre el desarrollo en longitud de la raíz principal.

Tabla 7. Test Duncan de comparación de medias para la variable longitud de raíz principal. ($\alpha=0,05$).
Table 7. Duncan test mean comparison to the variable length of main root. ($\alpha = 0.05$)

Especie	Tratamiento	Longitud raíz	1	2	3	4	5	6
EC	2	9,7	****					
T	2	11,2		****				
C	2	11,8		****	****			
CF	2	12,6			****			
EC	1	13,9				****		
C	1	19,5					****	
T	1	20,8						****
CF	1	21,2						****

Tomando en cuenta la variable especie, las mismas conforman 6 grupos de desarrollo similar, determinado esto de acuerdo a la existencia o no de diferencias significativas entre las medias de longitud de la raíz principal. En base a estos resultados se puede establecer que a mayor tamaño de recipiente corresponde mayor desarrollo en longitud de la raíz principal. (Foto 2).



Foto 2. Tratamiento uno. Especies: Cedro, Espina Corona y Cañafístola.
Photo 2. Treatment one. Species: Cedro, Espina Corona and cañafístola.

Una representación gráfica de lo antedicho es presentada en la figura 2.

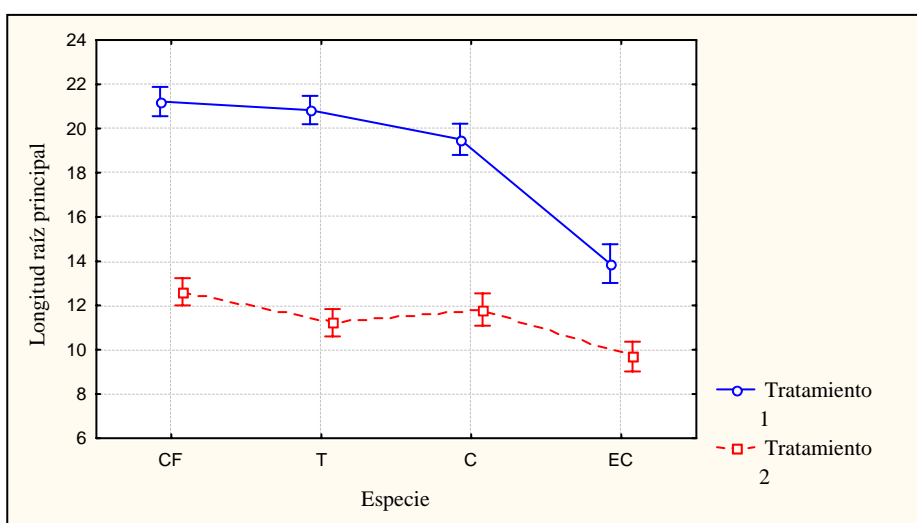


Figura 2. Longitud media de raíz principal según tratamiento y especie.
Figure 2. Length average main root for treatment and species.

Longitud media de tallo según tratamiento y especie

En tabla 8 se presenta la longitud media de la parte aérea correspondiente a cada uno de los tratamientos ensayados.

Tabla 8. Longitud aérea media (cm) por especie y tratamiento.
Table 8: Length aerial average (cm) for species and treatment.

Promedio de Longitud Aérea.	Especie				Medias
Tratamiento	C	CF	EC	T	
1	22,8	21,5	20,7	34,8	25,7
2	14,1	13,3	15,7	20,2	15,9
Medias	18,6	17,1	17,5	27,2	20,5

La longitud de la parte aérea media es mayor en el tratamiento 1. Respecto a las medias por especies se puede observar que el ranking, ordenado en forma decreciente, queda conformado por: Timbó, Cedro, Espina corona y Cañafístola.

El análisis de varianza para la longitud de la parte aérea y su correspondiente test de medias es presentado en las tablas 9 y 10.

Tabla 9. Análisis de varianza para la longitud de porción aérea de la plántula.
Table 9. Analysis of variance for the length of the aerial parts of the seedling.

	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	P
Especie	5748,0	3	1916,0	0,000000
Tratamiento	6129,3	1	6129,3	0,000000
Especie*Tratamiento	923,6	3	307,9	0,000000
Error	4252,3	298	14,3	

Existen diferencias significativas a un nivel de probabilidad del 5% tanto entre especies, como entre tratamientos ensayados.

Tabla 10. Test Duncan de comparación de medias para la variable longitud aérea de la plántula. ($\alpha=0.05$).
Table 10: Duncan test comparison between the length of the aerial parts of the seedling. ($\alpha = 0.05$).

Especie	Tratamiento	Longitud aérea	1	2	3	4	5
CF	2	13,3	****				
C	2	14,1	****	****			
EC	2	15,7		****			
T	2	20,2			****		
EC	1	20,7			****		
CF	1	21,5			****	****	
C	1	22,8				****	
T	1	34,8					****

De la tabla 10 se desprende la conformación de cinco grupos de desarrollo similar. La longitud media de la parte aérea por especie y tratamiento puede ser observada en la figura 3.

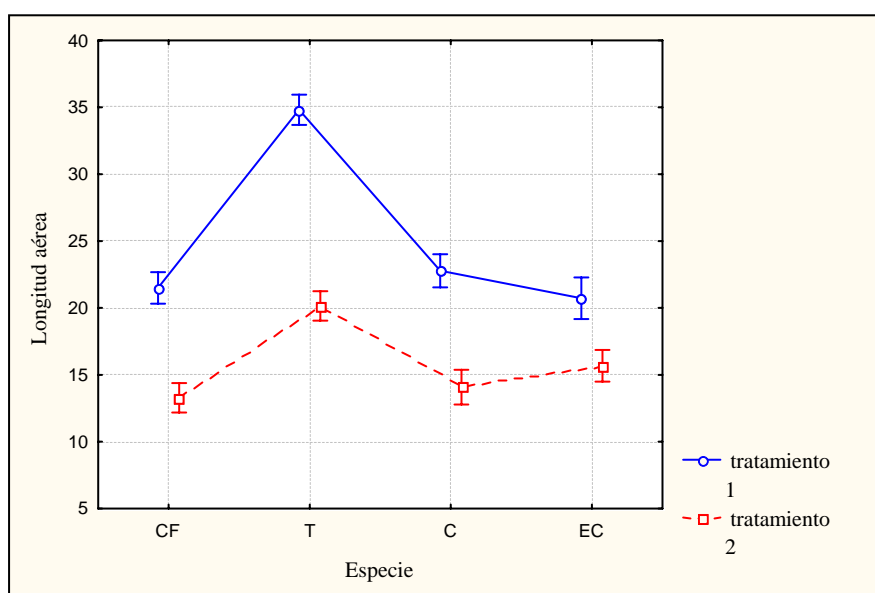


Figura 3. Longitud media de la parte aérea de la plántula por especie y tratamiento.

Figure 3: Length average of the aerial parts of the seedling by species and treatment.

Sobrevivencia promedio según especie y tamaño de recipiente empleado.

La sobrevivencia promedio correspondiente a las respectivas especies y recipientes evaluados puede ser observada en tabla 11.

Tabla 11. Sobrevivencia media (%) por especie y tamaño de tubete empleado.

Table 11. Survival average (%) for species and size of container.

Promedio sobrevivencia	Especie				
Tratamiento	C	CF	EC	T	Medias
1	92	97	49,4	100	84,6
2	92,4	100	82,4	97,6	93,1
Medias	92,2	98,5	65,9	98,8	88,8

La sobrevivencia promedio fue mayor en el tratamiento 2, sin embargo, dicha diferencia no es estadísticamente significativa. Respecto a las medias por especies se puede observar que el mejor desempeño lo demostró Timbó, seguido por Cañafístola, Cedro y Espina corona, en orden decreciente.

El análisis de varianza para sobrevivencia, es presentado en tabla 12 y su correspondiente test de comparación de medias en tabla 13.

Tabla 12. Análisis de varianza para la variable sobrevivencia.

Table 12: Analysis of variance for variable survival.

	Sumas de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	P
Especie	7300,5	3	2433,5	0,000006
Tratamiento	722,5	1	722,5	0,052264
Especie*Tratamiento	2037,3	3	679,1	0,019061
Error	5688,8	32	177,8	

Tabla 13. Test de comparación medias para sobrevivencia. Duncan ($\alpha=0.05$).

Table 13. Duncan test mean comparison to the variable survival ($\alpha=0.05$).

Especie	Tratamiento	Sobrevivencia	1	2
EC	1	49.4	****	
EC	2	82.4		****
C	1	92.0		****
C	2	92.4		****
CF	1	97.0		****
T	2	97.6		****
T	1	100.0		****
CF	2	100.0		****

En cuanto a sobrevivencia, a un nivel de probabilidad del 5 %, existen diferencias significativas entre especies, pero no sucede lo mismo en cuanto a tratamientos evaluados. Se

detecta una interacción especie*tratamiento significativa, lo cual indica que la combinación de ambos factores tuvo influencia significativa sobre la sobrevivencia.

Realizado el test de comparación de medias para la variable sobrevivencia, Espina corona, tubete de 50 cm³ presenta diferencia estadísticamente significativa, no obstante, no es posible aseverar con certeza que esto se deba al factor tamaño de tubete ya que dicho tratamiento, a diferencia de los demás, sufrió estrés hídrico días previos a su evaluación final por un desperfecto en sistema automático de riego. Figura 4.

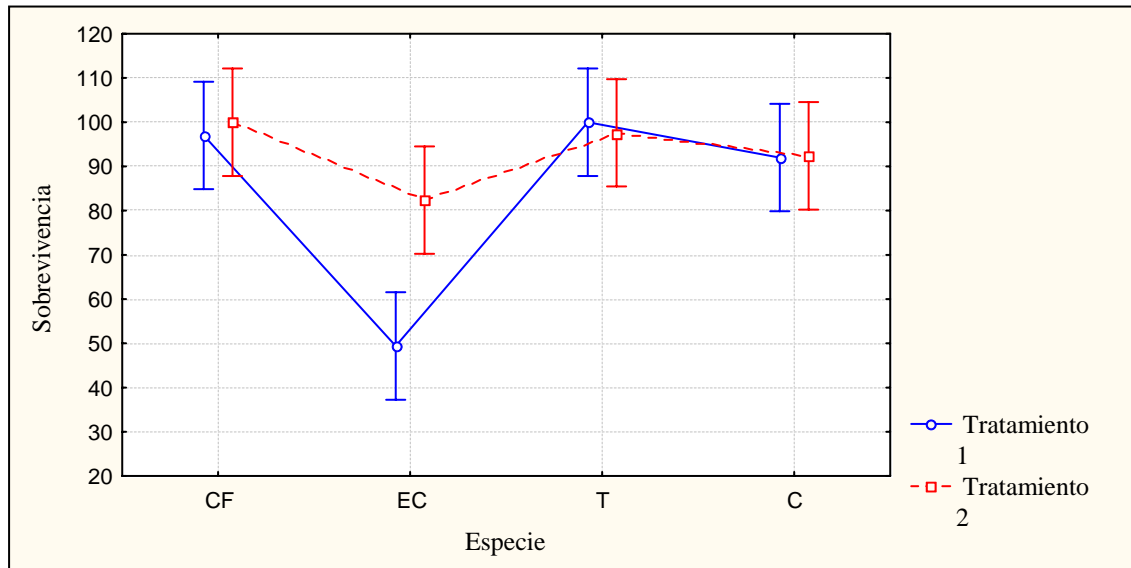


Figura 4. Sobrevivencia media observada por especie y tamaño de recipiente empleado.
Figure 4. Survival observed by species and size of container.

No obstante todo lo hasta aquí expuesto cabe destacar que los tubetes de menor tamaño presentaron mayor uniformidad de desarrollo de plantines entre sí.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A partir del análisis de los resultados se puede concluir que, considerando las variables longitud de la raíz principal y longitud de la parte aérea respectivamente, el tratamiento T1 (recipiente de mayor tamaño, 250 cm³) fue el de mejor performance en todas las especies ensayadas. A diferencia, si evaluamos la variable d.a.c (diámetro a altura de cuello), el tubete de mayor tamaño mostró mejor desarrollo en las especies Timbó y Cedro. Ambos recipientes presentaron sobrevivencias aceptables no detectándose en forma general diferencias estadísticamente significativas entre los mismos. Los tubetes de menor tamaño demostraron una mayor uniformidad de desarrollo entre los plantines de una misma bandeja. Se debe tener presente que los resultados obtenidos corresponden a los 60 días posteriores a la siembra, y que el comportamiento observado al momento de la evaluación puede modificarse si se considera un intervalo de tiempo mayor. Por otra parte la elección entre uno y otro tamaño de recipiente debe hacerse teniendo en cuenta además consideraciones de orden económico y práctico no analizadas en este trabajo.

Sería recomendable a futuro evaluar tamaños intermedios de recipientes, así como también diferentes dosis de fertilizante y sustratos varios. Hacia el fin del periodo de evaluación se observó un estancamiento del crecimiento en los tubetes más pequeños, por lo que para el uso de los mismos sería aconsejable una buena planificación de la época de

siembra con el fin de evitar posibles daños a los plantines por un retraso en cuanto a momento óptimo de implantación.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración de la Ing. Ftal. Silvina Berger y de las alumnas Mónica López y Liliana Mattes.

BIBLIOGRAFIA

- AGUIAR, I.B.; MELLO, H. A. 1974. Influência do recipiente na produção de mudas e no desenvolvimento inicial após o plantio no campo, de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus saligna* Smith. IPEF n.8, p 19-40.
- BERTOLANI, F.; ADHEMAR, V. F.; NORIVAL, N.; SIMÕES, J. W.; UBIRAJARA, M. 1975. Influência dos recipientes e dos métodos de sementeira na formação de mudas de *Pinus caribaea* Morelet var. *Hondurensis*. IPEF n.11, p 71-77. Brasil.
- DE LIMA BRANDÃO CHAVES, L.; DE ARAUJO CARNEIRO, J. G.; BARROSO, D.G. 2006. Crescimento de mudas de angico vermelho produzidas em substrato fertilizado, constituído de resíduos agro-industriais. *Scientia Forestalis*. N 72, p 49-56.
- FARIAS, J. A. 2006. Contribuição para a silvicultura de *Luehea divaricata* Martius (Açoitacavallo). Dissertação de mestrado Universidade Federal de Santa Maria.
- SIMÕES, J. W. & SPELTZ, R. M. 1972. Tamanho adequado dos tubetes de papel na formação de mudas de eucalipto. IPEF n.4, p 29-34.

ESTABLECIMIENTO *IN VITRO* DE *Cordia trichotoma* V. A PARTIR DE SEGMENTOS NODALES

In Vitro ESTABLISHMENT OF *Cordia trichotoma* NODAL SEGMENTS

Andrea Schendelbek¹
Fernando Niella²
Patricia Rocha²
Raúl Barbón³

¹ Becaria. Facultad de Ciencias Forestales, UNAM. Bertoni 124 (3380) Eldorado, Misiones, Argentina. andrealiliana026@yahoo.com.ar

² Docente investigador. Facultad de Ciencias Forestales, UNAM. Bertoni 124 (3380) Eldorado, Misiones, Argentina. fniella@arnet.com.ar - lpv@facfor.unam.edu.ar

³ Instituto de Biotecnología de las Plantas. Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas, Cuba. rabaro8@yahoo.es

SUMMARY

Cordia trichotoma is a forest tree species with an excellent wood quality highly appreciated in international markets and it is included within the selected group of species known as `maderas de ley` in Misiones Province, Argentina. The objective of the present work was to develop a protocol for in vitro establishment of *Cordia trichotoma*. Nodal segments were used as explants and Murashige and Skoog (1962) as nutrient media for in vitro culture establishment trials. Different procedures for disinfection and control of fenolic oxidation were tested. Following an standard procedure that include, stock plant raised under low light intensity, selected juvenile shoots and sodium hypochlorite solution for shoot disinfection pretreatment, a significant decreased in fenolic oxidation and in vitro contamination was achieved. No more than 16.7 % of total in vitro contamination and no more than 10 % fenolic oxidation was obtained after 30 days of in vitro culture.

Key words: *Cordia trichotoma*, in vitro establishment, nodal segments, disinfection, fenolic oxidation

RESUMEN

Cordia trichotoma es una especie forestal que por la calidad de su madera es altamente valorada en el mercado internacional e integra el grupo de las maderas de ley en la provincia de Misiones, Argentina. El objetivo de esta investigación fue lograr el establecimiento *in vitro* de *Cordia trichotoma*. Se emplearon como explantes segmentos nodales que se cultivaron en el medio de cultivo formulado por Murashige y Skoog (1962). Se estudiaron diferentes procedimientos para la desinfección y el control de la oxidación fenólica. Mediante un tratamiento fitosanitario, la protección de las plantas madres a la exposición de la luz solar, la recolección de los brotes de plantas donantes en período de crecimiento activo y el empleo de hipoclorito de sodio al 2.7% durante 15 minutos, se logró controlar la contaminación y la oxidación fenólica. Se obtuvo 16.7% de contaminación total y 10 % de oxidación fenólica a los 30 días del establecimiento.

Palabras clave: *Cordia trichotoma*, establecimiento *in vitro*, segmentos nodales, oxidación fenólica, desinfección

INTRODUCCIÓN

Cordia trichotoma Vellozo Arrabida ex Steudel es una especie de la familia Borragináceas y en Argentina es conocida vulgarmente como loro negro o petereví. Se distribuye en Brasil, nordeste de Argentina y este de Paraguay. En Argentina se encuentra restringida a la Selva Misionera, en el distrito de las Selvas Mixtas. También crece en las laderas orientales de la Selva Tucumano-Boliviana (Dimitri *et al.*, 2000).

Esta especie posee una madera de interesante valor comercial por las buenas propiedades físicas y mecánicas (Mantovani *et al.*, 2001). Esto produjo continuos procesos de deforestación y el aprovechamiento selectivo de los mejores individuos, originando una reducción del tamaño de las poblaciones en condiciones naturales, además de afectar negativamente la constitución genética de las mismas. Debido a esto surge la importancia de la aplicación de las técnicas de cultivo *in vitro*, que se convierten en una alternativa para la reproducción asexual de la especie, a la vez que se asegura la supervivencia y la conservación de una alta calidad genética como la preservación de la variabilidad genética.

La propagación *in vitro* de especies leñosas ha sido estudiada desde hace varias décadas. Sin embargo, el cultivo *in vitro* de las mismas presenta aún serias dificultades, sobre todo en la fase de establecimiento, como son la contaminación de los tejidos y la oxidación fenólica (Teixeira, 2001). Teniendo en cuenta los antecedentes expuestos se propone la siguiente hipótesis: “Es posible desarrollar el establecimiento *in vitro* de *Cordia trichotoma* a partir de segmentos nodales”. Para dar respuesta a la hipótesis señalada se proponen los siguientes objetivos:

Objetivo General

- Lograr el establecimiento *in vitro* de *Cordia trichotoma* a partir de segmentos nodales.

Objetivos Específicos

- Estudiar la influencia de la época de recolección de los brotes en el establecimiento *in vitro* de *Cordia trichotoma*.
- Determinar el efecto de diferentes concentraciones de hipoclorito de sodio (NaOCl) en la desinfección de los brotes de *Cordia trichotoma*.
- Evaluar el efecto de la combinación de tres antibióticos en el establecimiento de brotes de *Cordia trichotoma*.
- Estudiar el efecto del carbón activado y la exposición de las plantas donantes a la luz solar en la oxidación fenólica de los brotes en el establecimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se desarrolló en el Laboratorio de Biotecnología Vegetal de la Facultad de Ciencias Forestales perteneciente a la Universidad Nacional de Misiones, ubicado en la ciudad de Eldorado, provincia de Misiones. Se utilizaron como explantes segmentos nodales de brotes jóvenes procedentes de plantas de *Cordia trichotoma* de 1.5 años de edad. Para el establecimiento se empleó el medio de cultivo MS propuesto por Murashige y Skoog (1962), al que se adicionó 20 g/L de sacarosa. El pH se ajustó a 5.8 antes de la adición de 8 g/L de agar como agente gelificante. Se esterilizó en autoclave a 1.2 Kg.cm⁻² de presión y 121°C durante 20 minutos. Los cultivos se incubaron en una cámara de crecimiento climatizada con un fotoperíodo de 16 horas luz y 8 horas de oscuridad, con una intensidad luminosa de 22.5 µmol/m²/seg y 25°C de temperatura.. A continuación se describen los experimentos realizados:

Experimento 1. Para estudiar el efecto de la exposición de los brotes al hipoclorito de sodio y del período de recolección de los brotes en el proceso de desinfección, se emplearon segmentos nodales provenientes de plantas madres pretratadas con fungicidas sistémico (carbendazim) y de contacto (captan y oxiclóruo de cobre) e insecticida (cipermetrina). Las aplicaciones se realizaron semanalmente, durante un mes. Se recolectaron brotes de 10 cm de longitud con 2 ó 3 yemas axilares durante el período de crecimiento activo (verano) y el período de reposo (invierno) de la planta madre. Los brotes se lavaron con agua destilada y dos gotas de Tween 20 y se enjuagaron con agua destilada estéril. En cabina de flujo laminar, se sumergieron en NaOCl al 2.7% más dos gotas de Tween 20 en agitación y se enjuagaron tres veces con agua destilada estéril. Se probaron dos tiempos de desinfección (15 y 30 minutos). Posteriormente los brotes se redujeron a un tamaño de 1.0 a 1.5 cm, con 1 ó 2 yemas axilares cada uno y se establecieron en el medio de cultivo MS semisólido. Se realizaron 60 repeticiones por tratamiento. Las variables estudiadas fueron porcentaje de brotes contaminados por hongos y porcentaje de brotes infectados por bacterias. Para el análisis estadístico se empleó un diseño completamente aleatorizado con una distribución factorial de los tratamientos.

Experimento 2. Con el objetivo de determinar el efecto de la combinación de tres antibióticos en el establecimiento de brotes y dos concentraciones de NaOCl, se realizó este experimento, empleándose plantas madres que recibieron los mismos pretratamientos señalados anteriormente, durante 90 días. Los segmentos nodales, que se recolectaron de plantas madres en período de crecimiento activo, se desinfectaron con el procedimiento descrito precedentemente, utilizándose dos concentraciones diferentes de NaOCl (2.2 y 2.7%). Posteriormente los brotes se redujeron a un tamaño de 1.0 a 1.5 cm, con 1 ó 2 yemas axilares cada uno, y se realizó la inmersión de los mismos en una solución compuesta por sulfato de estreptomicina (25 mg/L), sulfato de gentamicina (50 mg/L) y cefotaxima (50 mg/L) durante 30 minutos en agitación. A un grupo de segmentos nodales no se les realizó el tratamiento con antibióticos (testigo). Los explantes se establecieron en un medio de cultivo MS semisólido. Se realizaron 60 repeticiones por tratamiento. Las variables estudiadas fueron porcentaje de brotes contaminados por hongos y porcentaje de brotes infectados por bacterias. Para el análisis estadístico se empleó un diseño completamente aleatorizado con una distribución factorial de los tratamientos.

Experimento 3. Con el objetivo de evaluar el efecto de dos concentraciones de carbón activado y la exposición de las plantas donantes a la luz solar en la oxidación fenólica de los brotes, se emplearon explantes provenientes de plantas expuestas a la luz solar y plantas protegidas durante 30 días de los rayos solares. Los brotes se recolectaron de plantas madres en período de crecimiento activo (verano) y se desinfectaron con el procedimiento explicado para el experimento 1. Se establecieron en medio de cultivo MS con dos concentraciones diferentes de carbón activado (3 y 5 g/L). Brotes provenientes de plantas madres en ambas condiciones de crecimiento se establecieron en medio de cultivo sin carbón activado (testigo).

Se realizaron 30 repeticiones por tratamiento y los testigos. Para evaluar los resultados de presencia de oxidación fenólica se adoptó la metodología empleada por Ramírez y Salazar (1998). Consiste en la medición de los explantes oscurecidos en tres categorías: SO: Sin oscurecimiento (hasta un 25% de oscurecimiento del explante producida en el lugar de corte), MO: Moderadamente oscurecido (desde un 25% hasta un 75%) y TO: Totalmente oscurecido (más de 75% de oscurecimiento). Las variables estudiadas fueron brotes SO, MO y TO. Para el análisis estadístico se empleó un diseño completamente aleatorizado con una distribución factorial de los tratamientos. Únicamente se analizaron estadísticamente los brotes TO a los 30 días de cultivo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Experimento 1

De acuerdo a los resultados obtenidos, se observaron diferencias significativas entre los distintos tratamientos. Con respecto a la influencia del período de recolección de los brotes en el proceso de desinfección, se obtuvo mayor contaminación fúngica y bacteriana cuando se emplearon segmentos nodales cosechados en el período de reposo de la planta madre (invierno) (Tabla 1).

Tabla 1. Efecto del período de recolección de los brotes y el NaOCl en la desinfección de brotes de *Cordia trichotoma* para su establecimiento in vitro

Table 1. Shoot harvest season effect and sodium hypochlorite pretreatment effect on *Cordia trichotoma* shoot disinfection for in vitro establishment.

Tratamiento	NaOCl %	Período de recolección	Tiempo de exposición (min)	Contaminación %		
				Bacterias	Hongos	Total
1	2.7	Verano	15	16.7 ^a	11.7 ^a	28.3
2	2.7	Verano	30	26.7 ^a	3.3 ^a	30.0
3	2.7	Invierno	15	43.3 ^b	31.7 ^b	75.0
4	2.7	Invierno	30	50.0 ^b	25.0 ^b	75.0
MG+EE				34.2±7.61	17.9±6.40	52.1±13.24

Valores con la misma letra en sentido vertical son estadísticamente iguales (Duncan, $p > 0.05$) $n=60$

Los valores de contaminación por bacterias fueron inferiores cuando se emplearon segmentos nodales de plantas madres en crecimiento activo (verano). Se produjo un 16.7% y 26.7% de contaminación exponiendo los brotes a 15 y 30 minutos en 2.7% de NaOCl, respectivamente. En cambio, las pérdidas o contaminación por este tipo de microorganismos aumentó cuando se recolectaron brotes de plantas madres en reposo (Tabla 1). Estos resultados se explican porque el empleo de brotes en estado de dormancia dificulta la circulación de savia y de productos desinfectantes sistémicos, impidiendo la desinfección de los tejidos y favorece una mayor presencia de patógenos. La menor incidencia de bacterias endógenas en los explantes de especies leñosas está asociada a la época de cosecha y al tipo de explante empleado (Handa *et al.*, 2005). En *Prunus sp.* se observó una mayor contaminación cuando se utilizaron brotes cosechados al inicio del período de latencia (Couto *et al.*, 2003). La época de cosecha de los brotes es un factor que tiene mucha importancia en la propagación *in vitro* y generalmente está asociada al grado de dormancia que presentan los explantes y con la posibilidad de una mayor o menor proliferación de microorganismos (Mroginski *et al.*, 2004). Olmos *et al.* (2004) recomiendan cosechar los explantes durante la estación primaveral y estival, cuando existe una brotación activa de las yemas, ya que el empleo de yemas en estado de dormancia ocasiona serios problemas de contaminación.

Por otra parte, los resultados muestran que cuando se exponen los brotes a 30 minutos en el NaOCl, se produce una mayor contaminación por bacterias que cuando se emplean 15 minutos para la desinfección, independientemente del período de recolección. Contrariamente, la contaminación fungosa disminuyó cuando se duplicó el tiempo de exposición (Tabla 1). Ésto se pudiera deber a que la manifestación o aparición más temprana de los hongos pudiera obstaculizar la observación de las bacterias, así como también a que éstas encuentren en los hongos una competencia que les impida su crecimiento. Cuando se utilizó 2.7% de NaOCl durante 30 minutos se produjo el valor más alto de contaminación

bacteriana y el menor de hongos; esto pudiera suceder porque al eliminarse los hongos con el desinfectante, las bacterias no tienen competencia y pudieran desarrollarse.

No se observó necrosis en los tejidos de los brotes cuando se empleó 2.7% de NaOCl durante 15 minutos (Figura 1). Mientras que sí se visualizó cuando se utilizó 2.7% de NaOCl durante 30 minutos, lo cual trajo como consecuencia el debilitamiento y la vulnerabilidad al ataque de patógenos.



Figura 1. Explante de *Cordia trichotoma* proveniente de planta madre en período de crecimiento activo, a los 15 días de cultivo en medio de cultivo MS

Figura 1. In vitro Juvenile shoots establishment of *Cordia trichotoma* after 15 days in MS nutrient media

En diversas especies leñosas propagadas a través de segmentos nodales, el establecimiento *in vitro* de los cultivos se ve dificultado por la contaminación por hongos, bacterias o ambos (Rey *et al.*, 1991), lo cual coincide con este experimento. Los resultados indican la influencia de la época de recolección de los brotes en el establecimiento. Se obtuvieron los mejores resultados de contaminación cuando se cosecharon los explantes de plantas madres en período de crecimiento activo (verano). Por otra parte, es conveniente realizar la desinfección de los segmentos nodales con NaOCl durante 15 minutos, con lo cual no se producen daños en los tejidos por efecto del desinfectante y las pérdidas por patógenos son similares cuando se duplica el tiempo de exposición para los brotes procedentes de plantas en período de crecimiento activo.

Experimento 2

Los mejores resultados en cuanto a porcentaje de contaminación por hongos se lograron al emplearse una concentración de 2.7% de NaOCl, con valores de 15.0 y 16.7%. Por otra parte, no hubo contaminación por bacterias con el empleo combinado del sulfato de estreptomycin, sulfato de gentamicina y cefotaxima y una desinfección con NaOCl al 2.7%, aunque los valores fueron similares en todos los tratamientos (Tabla 2).

Tabla 2. Efecto del empleo combinado de tres antibióticos en el control de la contaminación en el establecimiento de brotes de *Cordia trichotoma*

Table 2. Combine effects of three antibiotic on in vitro contamination of *Cordia trichotoma* shoots

Tratamiento	NaOCl %	Antibióticos	Contaminación %		
			Bacterias	Hongos	Total
1	2.2	Si	3.3 ^a	33.3 ^b	36.7
2	2.2	No	5.0 ^a	36.7 ^b	41.7
3	2.7	Si	0 ^a	16.7 ^a	16.7
4	2.7	No	3.3 ^a	15.0 ^a	18.3
MG+EE			3.9±1.19	25.4±5.58	28.3±6.35

Valores con la misma letra en sentido vertical son estadísticamente iguales (Duncan, $p>0.05$) $n=60$

Se observó un bajo nivel de contaminación bacteriana en todos los tratamientos, inclusive en los testigos, donde no se utilizaron antibióticos en el proceso de desinfección de los segmentos nodales. Esto demuestra la influencia de otros factores en la contaminación *in vitro* durante el establecimiento. Las condiciones de crecimiento controladas de las plantas madres y los pretratamientos durante un período prolongado (90 días) como la recolección de los brotes de plantas madres en crecimiento activo, son factores que explican los óptimos resultados obtenidos. En relación a los antibióticos, los valores demuestran que no hubo diferencias significativas entre los tratamientos y los testigos. Tampoco se determinaron diferencias significativas con el empleo de NaOCl en diferentes concentraciones, aunque también se aprecia que el desinfectante tuvo un efecto positivo en el control de la contaminación bacteriana en el establecimiento de segmentos nodales de *Cordia trichotoma* (Tabla 2).

En relación a la contaminación por hongos, se evidencian diferencias significativas entre las distintas concentraciones de NaOCl utilizadas. El empleo de 2.7% de NaOCl durante 15 minutos permitió controlar este tipo de patógeno, cuando se utilizaron segmentos nodales de plantas madres en período de crecimiento activo y bajo condiciones controladas. Cuando se utilizó una menor concentración de desinfectante, los índices de contaminación por hongos fueron superiores (Tabla 2). Por otra parte, no se observaron brotes dañados por el desinfectante en las concentraciones empleadas (Figura 2).

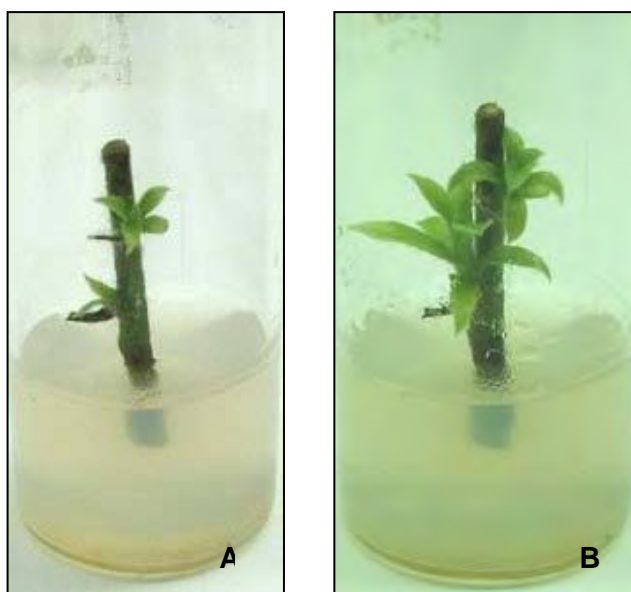


Figura 2. Explantes de *Cordia trichotoma* procedentes de planta madre en período de crecimiento activo, a los 12 (A) y 25 días (B) del establecimiento en medio de cultivo MS

Figure 2. In vitro Juvenile *Cordia trichotoma* shoots establishment after 12 (A) and 25 (B) days in MS nutrient media

En coincidencia con lo anteriormente planteado, Olmos *et al.* (2004) indican que para lograr explantes de óptima calidad es conveniente hacer crecer las plantas donantes por un tiempo determinado en condiciones de invernáculo. De esta forma, mediante el control de la intensidad lumínica (por ejemplo), es posible incidir directamente sobre el estado sanitario y la calidad de los explantes. Los resultados obtenidos coinciden con los reportados por Couto *et al.* (2003) en *Prunus sp.* En esta especie se observó un aumento de la contaminación durante el establecimiento de segmentos nodales cuando se utilizaron brotes de plantas madres cosechados al inicio del período de latencia. De la misma forma, Handa *et al.* (2005) afirmaron que la menor incidencia de bacterias endógenas en los explantes de especies leñosas está asociada a la época de cosecha. En este experimento se observó que la concentración de NaOCl, las condiciones de crecimiento de las plantas madres, los pretratamientos de las mismas y la recolección de los brotes en período de crecimiento activo (verano) son factores que influyen en el proceso de desinfección de los segmentos nodales de *Cordia trichotoma*.

Experimento 3

Los resultados demuestran que la presencia de luz durante el desarrollo de la planta madre, en el período previo a la recolección de los brotes para el establecimiento, influyó en la generación de oxidación fenólica en los explantes. En la tabla 3 se aprecia que los valores más bajos de brotes fenolizados corresponden a los que proceden de plantas donantes que estuvieron protegidas de los rayos solares directos durante la fase 0 o preparatoria, la cual tuvo una duración de 30 días, independientemente de las concentraciones de carbón activado utilizadas.

Tabla 3. Influencia del carbón activado y la presencia de luz en la oxidación fenólica de segmentos nodales de *Cordia trichótoma* a los 30 días del establecimiento

Table 3. Activated charcoal and Light intensity effect on fenolic oxidation after 30 days of in vitro establishment of *Cordia trichotoma* shoots.

Tratamiento	Luz	CA g/L	Oxidación fenólica (%)		
			SO	MO	TO
1	Si	0	36.7	40.0	23.3 ^b
2	Si	3	53.3	26.7	20.0 ^b
3	Si	5	46.7	33.3	20.0 ^b
4	No	0	70.0	20.0	10.0 ^a
5	No	3	70.0	20.0	10.0 ^a
6	No	5	76.7	13.3	10.0 ^a
MG+EE			58.9±6.41	25.6±4.00	15.6±2.53

Valores con diferentes letras son estadísticamente distintos (Duncan, $p < 0.05$) $n=30$

En relación al empleo de carbón activado, se encontró que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos y los testigos para la variable brotes TO a los 30 días del establecimiento. Esto indica que, en las concentraciones empleadas, el carbón activado no tuvo un efecto positivo en el control de la fenolización en el establecimiento. La misma tendencia se observó para la variable brotes MO a los 30 días del establecimiento, aunque estos resultados no se analizaron estadísticamente. De acuerdo a los resultados obtenidos, se consideró efectivo evitar la exposición de las plantas madres a la luz solar para reducir la oxidación fenólica en el establecimiento *in vitro* de los segmentos nodales de *C. trichotoma*. Se observó que el contenido de compuestos fenólicos disminuyó en los brotes provenientes de plantas madres protegidas. El mecanismo de la oxidación fenólica en plantas leñosas puede ser controlado por los niveles de irradiación recibidos por las plantas

donantes, ya que la actividad de muchos sistemas enzimáticos que participan en la síntesis y oxidación de los compuestos fenólicos son inducidos por la luz (Marks y Simpson, 1990).

Los resultados obtenidos coinciden con lo planteado por Wilson y Blunden (1983), quienes afirmaron que el contenido de polifenoles puede variar con el estado de desarrollo de la planta madre y con las condiciones ambientales bajo las cuales se desarrolla. De la misma forma, León de Sierralta *et al.* (1997) señalaron que la protección de la planta donante a la exposición de la luz solar resultó en una reducción del contenido de fenoles preexistentes en los explantes de *Psidium guajava* L. En resumen, se observó el efecto positivo de la protección de las plantas donantes a la luz solar para la reducción de la fenolización de los brotes en el establecimiento, no encontrándose diferencias en las respuestas entre los brotes cultivados en medio de cultivo con y sin carbón activado.

CONCLUSIONES

- Se logró el establecimiento *in vitro* de *Cordia trichotoma* V. a partir de segmentos nodales.
- Las condiciones de crecimiento de la planta madre, la recolección de los brotes en el período de crecimiento activo de la planta madre y los tratamientos fitosanitarios son factores que influyeron en el establecimiento *in vitro* de *Cordia trichotoma*.
- Es efectivo el empleo de NaOCl al 2.7% durante 15 minutos para la desinfección de los segmentos nodales de *Cordia trichotoma*.
- El empleo de antibióticos durante el proceso de desinfección de los brotes no fue significativo para el control de las bacterias en el establecimiento.
- La protección de las plantas madres a la exposición de la luz solar permite reducir los niveles de oxidación fenólica en el establecimiento.

BIBLIOGRAFIA

- BLANCO, H.; Valverde, R. y Gómez, L. 2004.** Micropropagación de *Dracaena deremensis*. Agronomía costarricense 28 (1): 07-15.
- COUTO, A.; Posser, C.; Fortes, G.; Fachinello, C. y Da Silva, J. 2003.** Establecimiento e multiplicação *in vitro* de *Prunus sp.* em diferentes meios de cultivo. Revista Brasileira de Fruticultura. 25 (1).
- DIMITRI, M.; Leonardis, R.; Biloni, S. y Babarskas, S. 2000.** El nuevo libro del árbol. Especies Forestales de la Argentina oriental. Tomo II. Tercera edición. Editorial El Ateneo. Bs. As.
- HANDA, L.; Sampaio, P.; Quisen, R. 2005.** Cultura *in vitro* de embriões e de gemas de mudas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke). Ciencias Florestais. Acta Amazonica. 35 (1).
- LEÓN DE SIERRALTA, S.; Arenas de Moreno, L. y Vitoria, Z. 1997.** Efecto de la exposición solar de las plantas donantes en la iniciación del cultivo *in vitro* de guayabo (*Psidium guajava* L.). Rev. Fac. Agron. (LUZ). 14: 47-53.
- LÓPEZ, L. y Cámara, H. 2005.** Senderos de la Selva. Golden Company SRL. Buenos Aires.
- MANTOVANI, N.; Henz, E. y Vestena, S. 2001.** Regeneração *in vitro* de louro-pardo (*Cordia trichotoma* V.). Ciencia Florestal, Santa Maria. 11 (2): 93-101.
- MARKS, T. y Simpson, S. 1990.** Reduced phenolic oxidation at culture initiation *in vitro* following the exposure of field – grown stock plants to darkness or low levels of irradiance. Journal of Horticultural Science, 65 (2): 103-111.

- MROGINSKI, L.; Sansberro, P. y Faschland, E. 2004.** Establecimiento de cultivos de tejidos vegetales. En: V. Echenique; C. Rubinstein; L. Mroginski (editores). Biotecnología y Mejoramiento Vegetal. Ediciones INTA, Argentina. p. 35-42.
- MURASHIGE, T. y Skoog, F. 1962.** A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiol. Plant.* 15: 473-497.
- OLMOS, S.; Luciani, G.; Galdeano, E. 2004.** Micropropagación. En: V. Echenique; C. Rubinstein; L. Mroginski (editores). Biotecnología y Mejoramiento Vegetal. Ediciones INTA, Argentina. p. 163-172.
- ORTEGA, E.; Stutz de Ortega, L. y Spichiger, R. 1989.** Noventa Especies Forestales del Paraguay. Conservatoire et Jardin Botaniques de la Ville de Geneve. Missouri Botanical Garden. Ginebra. 218 p.
- RAMÍREZ, M. y Salazar, E. 1998.** Método de desinfección en el cultivo *in vitro* de segmentos de hojas de *Psidium guajava* L. *Rev. Fac. Agron. (LUZ).* 15: 162-173.
- REY, H.; Burtnik, O.; Sansberro, P. y Mroginski, L. 1991.** Medios de cultivo para el establecimiento *in vitro* de explantos de la yerba mate (*Ilex paraguariensis*). *Turrialba* 41: 306-310.
- TEIXEIRA, J. 2001.** Limitações ao processo de cultivo *in vitro* de espécies lenhosas. EMBRAPA- Recursos Genéticos e Biotecnología. Brasilia (Brasil).
- WILSON, M. y Blunden, C. 1983.** Changes in three pear varieties during bud development. *J. Sci Food Agric* 34: 973-975.

**CARACTERISTICAS CLIMATICAS DE LA LOCALIDAD DE ELDORADO,
MISIONES, ARGENTINA**
CLIMATIC CHARACTERISTICS OF ELDORADO, MISIONES ARGENTINA

Fidelina Silva¹
Beatriz Irene Eibl²
Elisa Alicia Bobadilla³

¹ Ing. Ftal., JTP de Agrometeorología y Estadística, FCF–UnaM. E-mail: fidelina@facfor.unam.edu.ar

² Ing. Ftal. Prof. Titular de Agrometeorología, FCF–UnaM. E-mail: beibl@facfor.unam.edu.ar

³ Ing. Ftal. Colaboradora del Proyecto de Cátedra, FCF–UnaM. E-mail: elisa@facfor.unam.edu.ar

SUMMARY

This article aims to provide an overview of the meteorological records of the Eldorado city, currently being compiled by the chair of Agrometeorology of the Forestry School. The meteorological observations come from the Eldorado Airfield Station, period 1981-1998 and Station Hipólito Yrigoyen (Eldorado), period 1999-2007. The mean values of precipitation and air temperature are summarized in a climatic graph. The average annual rainfall is 2020 mm, with an average of 96 days with rain in the year. The frequency analysis shows monthly rainfall values less than or equal to 250 mm, corresponding to 79.6% of the occurrences. The maximum value of monthly rainfall was 623 mm, which occurred in November 1982. January and July, outlined out as warmer and coldest months, representing a monthly average value of 25.4 °C and 14.4 °C, respectively. Extremes of temperature in the period were -7 °C and 40 °C. The monthly relative humidity average varies throughout the year from 71% in the summer to 82% in winter.

Key words: Climatology, Rainfall, Air temperature, Air humidity, Eldorado, Misiones

RESUMEN

El presente artículo tiene como objetivo ofrecer una síntesis de los registros meteorológicos de la ciudad de Eldorado que actualmente esta siendo recopilada por la cátedra de Agrometeorología de la Facultad de Ciencias Forestales. Las observaciones meteorológicas provienen de la Estación Aeródromo Eldorado, período 1981-1998 y Estación Hipólito Irigoyen (km 8), período 1999- 2007. Los valores medios de precipitación y temperatura del aire son resumidos en un diagrama climático. La precipitación media anual es de 2020, con un promedio de 96 días con lluvias en el año. El análisis de frecuencias de las precipitaciones mensuales muestra que los valores menores o iguales a 250 mm, corresponden a un 79,6% de las ocurrencias. El máximo valor de acumulación mensual de lluvia fue de 623 mm, ocurrido en noviembre de 1982. Enero y julio, se destacan como mes más cálidos y mes más frío, presentando un valor medio mensual de 25,4 °C y 14,4 °C, respectivamente. Los extremos de temperatura en el período fueron -7 °C y 40 °C. La humedad relativa media mensual varía a lo largo del año desde un 71% en verano a un 82% en invierno.

Palabras clave: Climatología, Precipitación, Temperatura del aire, Humedad relativa, Eldorado, Misiones.

INTRODUCCION

Las Estadísticas climáticas decádicas publicadas por el Servicio Meteorológico Nacional presentan a la localidad de Eldorado únicamente en la década 1941-1950 (SMN, 1958). La Facultad de Ciencias Forestales, ha partir de un convenio con esa institución ha tenido acceso a

la información diaria registrada durante el período 1981-1998. La Estación Meteorológica Auxiliar Aeródromo Eldorado contaba con un observador meteorológico que realizaba las tres observaciones diarias. A partir del año 1985, la Cátedra de Agrometeorología incorpora sus instrumentos a esta estación, desde aquí hasta 1998, los registros se realizaron en forma continua. Hasta el presente esta información no ha sido publicada en su totalidad; exceptuando los resúmenes parciales de precipitación, boletines meteorológicos mensuales y síntesis anual, así como los datos meteorológicos que han servido como base en proyectos de investigación. De aquí que el presente artículo tiene como objetivo presentar en forma sintética toda la información disponible en períodos de registros continuos de las distintas variables meteorológicas observadas destacando situaciones de eventos extremos.

MATERIALES Y METODOS

La localidad de Eldorado se encuentra a 26° 23' S y 56° 10' O, a 160 m.s.n.m. en el Departamento homónimo, en la provincia de Misiones.

Este informe contempla el análisis de los datos meteorológicos de temperatura, precipitación, humedad relativa, registrados en la Estación meteorológico del Aeródromo de la Ciudad de Eldorado y en la Estación Hipólito Irigoyen (ubicada a la altura del km.8 de la ciudad de Eldorado). Los registros para precipitación corresponden al período 1981-2007. Los registros para temperatura del aire y humedad relativa corresponden al período 1985-2007. A partir de los mismos se obtuvieron las medias climáticas para cada variable analizada.

Los datos faltantes fueron completados con los registros meteorológicos de la localidad de Montecarlo, brindados por el Area de Agrometeorología de la EEA del INTA Cerro Azul. Se utilizó el método de correlación para evaluar el grado de asociación de los valores mensuales de temperatura y precipitación (FERNANDEZ GARCIA, F.1996).

La información es presentada siguiendo un orden desde lo general a lo particular. Así, las características mensuales de la precipitación y temperatura son representadas en forma conjunta en un climatograma. Luego, se exponen los valores mensuales para cada una de las variables en estudio, en forma de tablas y Figuras. En todos los casos se destacan en **negrita** los valores extremos registrados.

El procesamiento de los datos de precipitación y temperatura del aire para el período en estudio permite caracterizar a la localidad de Eldorado según las clasificaciones de Köppen y Thornthwaite (OMETTO, J., 1981).

RESULTADOS

Diagramas climáticos

La figura n° 1, presenta los valores de precipitación media y temperatura media mensuales obtenidos para el período 1981-2007. La distribución característica de la precipitación durante el año concuerda con las normales climáticas que se han trazado para la región (BURGOS, 1970), observándose dos picos anuales de precipitación que corresponden a los meses de abril y octubre.

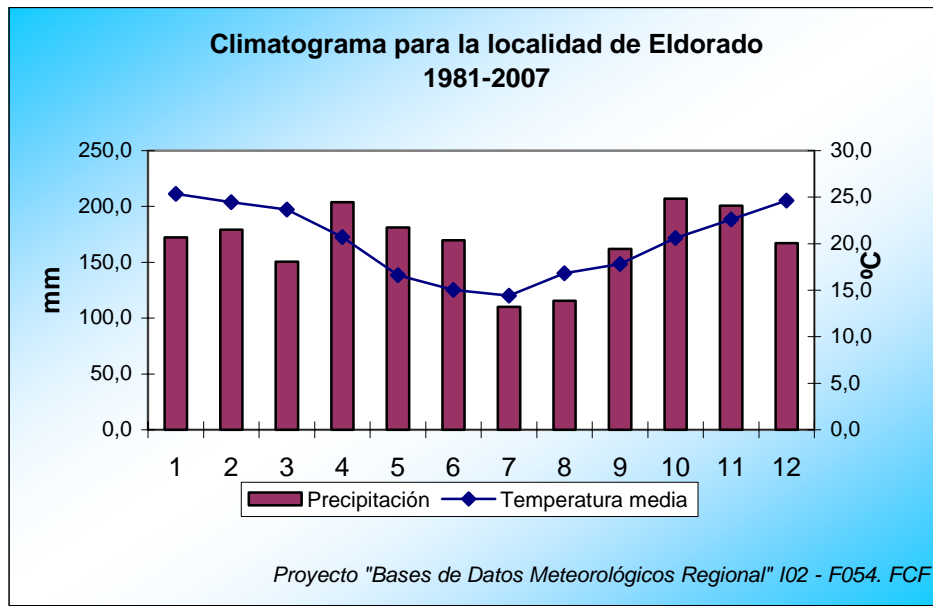


Figura 1. Climatograma de la Localidad de Eldorado, Misiones, Argentina. (Proyecto Bases de Datos Meteorológicos Regional, ISIF-FCF).

Precipitación mensual

El valor de precipitación media anual (calculado a partir de las sumas de los valores anuales de la serie analizada), es de 2020 mm, superando los valores climáticos de 1800 mm para esta región (BURGOS, J., 1970; SMN, 1958).

Las características de la precipitación mensual son representadas en el histograma de frecuencias relativas porcentuales (Figura n° 2). Los valores mensuales fueron clasificados en clases de 50 milímetros. La distribución de datos es asimétrica encontrándose el valor de la media y la mediana en la cuarta clase. Se observa que el 79,6 % de los valores mensuales de precipitación se encuentran por debajo de los 250 mm. Los valores superiores a 400 mm de precipitación correspondieron a un 3,4 % de la serie.

Analizados los datos en detalle, se observa que los extremos de precipitación pueden ocurrir en cualquier época del año. En la tabla n° 2, se observa que, excepto para octubre, en los meses restantes ocurrieron valores inferiores a 50 mm. El menor valor de precipitación mensual registrado fue de 0 mm, ocurrido en el mes de marzo de 2005. Puede observarse además que los eventos de mayores precipitaciones ocurren en cualquier mes del año, registrándose para la serie analizada un valor de 623 mm ocurrido en el mes de noviembre de 1982.

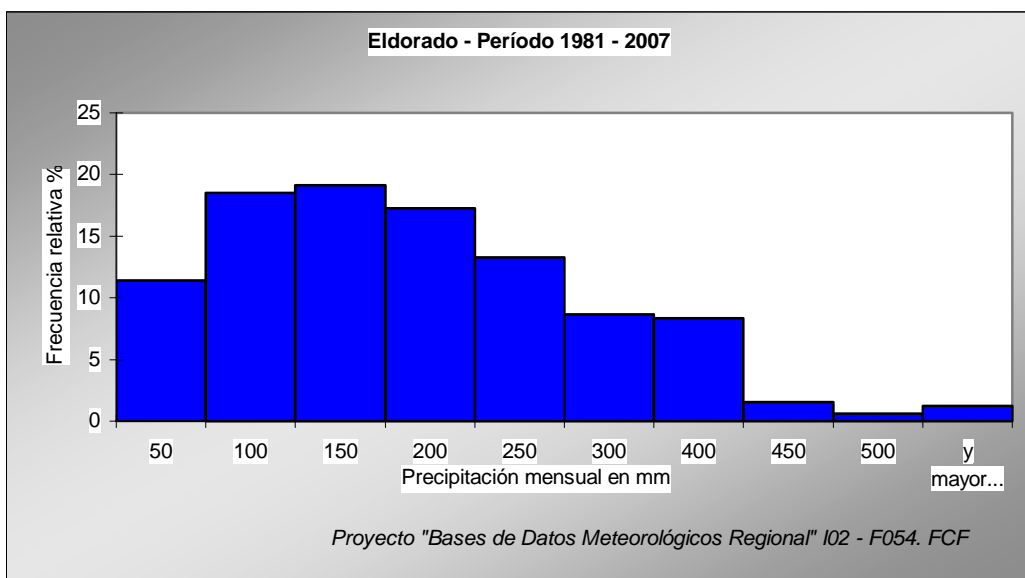


Figura n° 2: Frecuencias relativas de serie mensual de precipitación para el período 1981-2007. Eldorado, Misiones, Argentina (Proyecto Base de Datos Meteorológicos Regional, ISIF-FCF).

Números de días con precipitación mensual

El Figura n° 3 presenta la distribución de frecuencias relativas para la variable números de días con precipitación. La mediana y la media de la serie coinciden en un valor de 8 días con precipitación, ubicada en la cuarta clase. Se observa que el 92 % de los datos mensuales se encuentran en el intervalo 0 días a 12 días con precipitación. El máximo valor, registrado en enero de 1989, fue de 19 días con lluvias.

Los meses julio y agosto, tuvieron los menores valores de días con precipitación y también los menores promedios de precipitación mensual (Tabla n° 2).

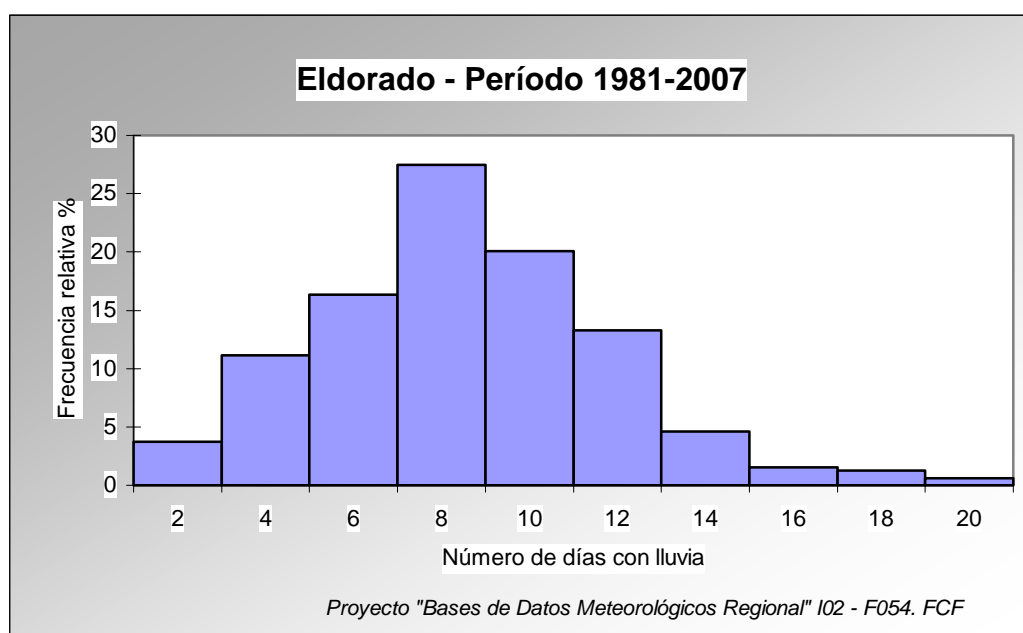


Figura n° 3: Frecuencias de días con lluvias para el período 1981-2007, en Eldorado, Misiones.

Temperatura media mensual

En el Figura n° 4 puede observarse la evolución de las temperaturas medias mensuales, junto a los promedios de las temperaturas mínimas y máximas. La amplitud para las temperaturas medias mensuales es de 10,2 ° C, siendo julio y enero, el mes más frío y el más cálido, respectivamente.

Los valores de desvío estándar para los promedios mensuales van de 2,2 ° C (para enero) a 3,1 ° C (para julio). Calculados los coeficiente de variación para ambas series mensuales, se obtuvo que el mes de julio presenta un valor de 21,4%, mientras que enero un valor de 8,5%. Como se observa en la tabla n° 2, la ocurrencia de valores de temperaturas superiores a 30 ° C, influye en la mayor variabilidad que presenta esté mes.

La temperatura media anual para la localidad es de 20,2°C.

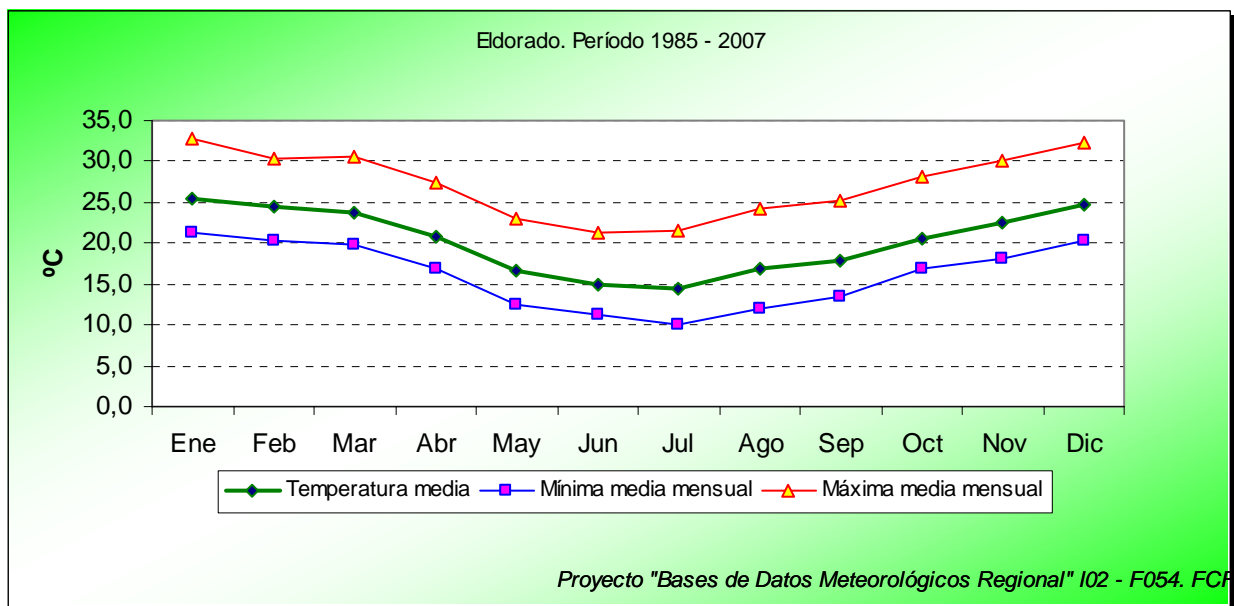


Figura n° 4. Promedios de temperaturas medias, mínimas y máximas durante el período 1985-2007, en la localidad de Eldorado, provincia de Misiones.

Temperatura mínima mensual

En el Figura n° 4 se presentan los valores de temperatura mínima media mensual. La amplitud media es de 11,2 °C. Desde 10,1 °C, para julio hasta 21,3 °C, para enero.

En la serie de años analizada se observó que las frecuencias de ocurrencias de temperaturas mínimas inferiores a 1 °C es de 21%, siendo los meses entre mayo y agosto donde se registraron los valores por debajo de 0° C. Sin embargo, los registros mostraron la ocurrencia de temperaturas muy bajas entre los meses de abril y noviembre, registrándose incluso un valor de 2 °C en el mes de enero del año 2003 (Tabla n° 2).

La temperatura mínima extrema para el período analizado fue de -7 °C, registrado el día 19 de julio de 2005.

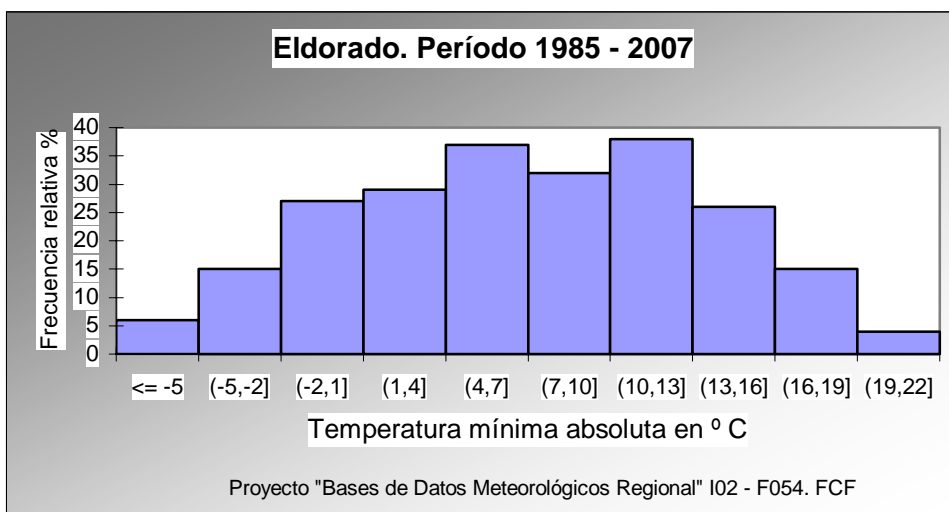


Figura n° 6. Frecuencias relativas porcentuales de temperaturas mínimas absolutas registradas durante el período 1985-2007 en la localidad de Eldorado, provincia de Misiones.

Temperatura máxima mensual

Los valores medios mensuales se presentan en el Figura n° 4, mientras que los valores extremos figuran en el tabla n° 2. La amplitud media es de 11,2 °C, desde 21,6 °C para julio a 32,8 °C para enero.

Los mayores o iguales a 30 °C presentaron una frecuencia del 76% para la serie estudiada (Figura n° 7). Estos valores pueden presentarse en cualquier época del año, pero los meses noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo ser registraron los valores superiores a 38 °C.

La temperatura máxima extrema para el período fue de 40 °C, con una frecuencia del 2%, en los meses noviembre, diciembre y enero.

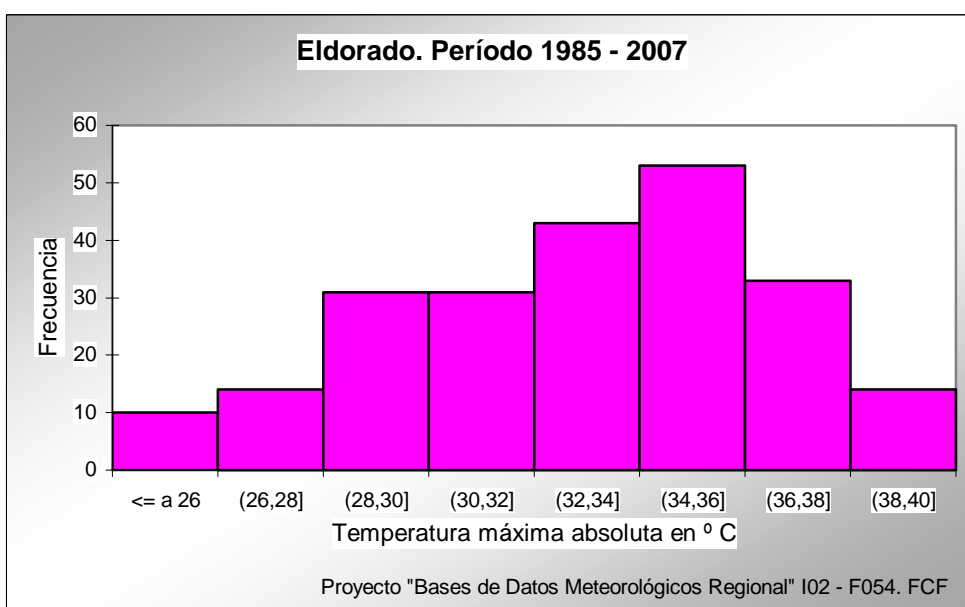


Figura n° 7. Frecuencias relativas porcentuales de temperaturas máximas absolutas registradas durante el período 1985-2007 en la localidad de Eldorado, provincia de Misiones.

Humedad relativa media mensual

Los valores de humedad relativa presentan una variación anual de 71 % en los meses cálidos hasta un 82% en el mes de mayo (Cuadro n° 2)

Clasificación climática

Según la metodología de Köppen la localidad pertenece al clima tipo **Cfa**, que corresponde a un clima templado húmedo, con ausencia de estación seca y con una temperatura media para el mes más cálido superior a 22 °C. Según la metodología de Thornthwaite la fórmula climática es **B₄r B'₄**, correspondiente a un clima húmedo, con nula o poca deficiencia de agua, mesotermal, con una concentración estival de la eficiencia térmica menor al 48% (CASTILLO, E. 1993). En la siguiente tabla se presentan los valores calculados que permitieron deducir llegar a ambas fórmulas climáticas.

Tabla 1: Valores utilizados para determinar la clasificación de la localidad de Eldorado según Köppen y Thornthwaite (los asteriscos se refieren a datos inéditos del Proyecto “Base de Datos Meteorológicos Regional”).

Table 1: Values used for Eldorado climatic classification determination by Köppen and Thornthwaite methods (the asterisks refers to inedited information of Regional Meteorological Database Projects).

Temperatura media del mes más cálido	Temperatura del mes más frío	Precipitación anual	Evapotranspiración anual *	Exceso anual *	Déficit anual *
25,4 °C	14,4 C	2020 mm	1026 mm	994 mm	0

Tabla 2 : Resumen de las características climáticas para el período 1981-2007, en Eldorado, Misiones.

Table 2: Climatic characteristics abstract for the period 1981-2007, in Eldorado, Misiones.

Mes	Promedios climáticos						Valores absolutos			
	Precipitación		HR %	Temperatura			Precipitación		Temperatura	
	Volumen	Días con p		Media	Mínima	Máxima	Máximo	Mínimo	Máxima	Mínima
Ene	172,4	9,4	72,5	25,4	21,4	32,8	382	4,8	40,0	2
Feb	179,3	8,3	76,1	24,5	20,5	30,3	400,5	3	38,0	8
Mar	150,5	7,7	77,5	23,7	19,9	30,6	335,3	0	39,5	5,5
Abr	203,8	7,9	79,1	20,7	16,8	27,3	600	30,7	35,5	1
May	181,3	7,4	82,2	16,6	12,8	23,0	508,7	28,7	33,0	-5
Jun	169,8	8,2	79,6	15,0	11,4	21,3	340,5	11	30,5	-4
Jul	110,2	6,7	77,5	14,4	10,8	21,7	559,7	2	32,7	-7
Ago	115,5	7,0	74,1	16,8	12,5	24,3	338,3	14	37,0	-5
Sep	162,1	8,5	73,6	17,8	14,1	25,1	427,5	16,5	36,1	-4,5
Oct	206,9	9,6	75,7	20,6	17,1	28,0	496,6	71,5	39,0	2
Nov	200,7	8,0	71,1	22,6	18,8	30,2	623,9	39	40,0	1
Dic	167,2	7,3	71,1	24,6	20,8	32,3	424	41,5	40,0	6

CONCLUSIONES

El análisis de las series de precipitación en el período 1981-2007, brindó un valor medio anual de 2020 mm. Los valores medios de precipitación mensual en todos los casos fueron superiores a 110 mm. Los valores mensuales más altos corresponden a los meses de abril y octubre. Los meses agosto y julio se presentan como los menos lluviosos.

Durante el período analizado se registraron situaciones extremas superiores a los 600 mm de precipitación mensual, así como meses con lluvias menores o iguales a 3 mm.

Las temperaturas medias mensuales fluctuaron entre el valor 14,4 °C para el mes más frío (julio) y 25,4 °C para el mes más cálidos (enero). La máxima extrema registrada fue de 40 °C, tuvo una frecuencia de un 2%, ocurriendo en los meses noviembre, diciembre y enero.

La temperatura mínima extrema registrada fue de -7 °C. La frecuencia de ocurrencia de temperaturas inferiores a 1 °C fue de 21%. Teniendo en cuenta los meses en que se detectan las mayores frecuencias de temperaturas menores o iguales a 0 °C, el período con heladas se

extiende desde mayo a septiembre. Si se considera las temperaturas inferiores a 3 °C, el período con heladas agrícolas se extiende desde abril hasta octubre.

BIBLIOGRAFIA

- OMETTO, J.C., 1981. Bioclimatología vegetal. Ed. Agronômica Ceres, Sao Pablo, Brasil. 436 p.
- CASTILLO F. E., CASTEVELLVI SENTIS F. 2001. Agrometeorología. 2 a ed. Mundi Prensa. Madrid. 517 p.
- BURGOS, J. J. 1970. El clima de la región Noroeste de la República Argentina en relación con la vegetación natural y el suelo. Separata del Boletín de la Soc. Arg. de Botánica. Vol. XI. p: 37-102.
- FERNANDEZ GARCIA, F. 1996. Manual de climatología aplicada. Clima, medio ambiente y planificación. Ed. Síntesis S.A., Madrid. 285 p.
- SMN. Servicio Meteorológico Nacional. 1958. Estadísticas climatológicas. 1941-1950. Publicación B1, N° 3. Ministerio de Aeronáutica, Buenos Aires, 161 p.

ABSORCIÓN EN MADERAS CON POROSIDAD DIFUSA, CIRCULAR Y NO POROSA IMPREGNADAS POR LOS MÉTODOS BAÑO CALIENTE-FRÍO Y VACÍO-PRESIÓN

ABSORPTION OF NON POROUS WOODS AND WITH DIFFUSE AND CIRCULAR POROSITY IMPREGNATED BY OPEN TANK TREATMENT AND BY VACUUM-PRESSURE METHOD

Teresa María Suirezs ¹
Sandra Magnago ²
Obdulio Pereyra ¹
Elisa Alicia¹Bobadilla
Julio César²Bernio
Elizabeth Weber ¹
Ricardo Wanderer ³

¹ MCs. Ing. Ftal. Docente. Facultad de Ciencias Forestales (U.Na.M.). Bertoni 124 (3380). Eldorado, Misiones, Argentina. suirezs@facfor.unam.edu.ar

² Ing. Ftal. Docente. Facultad de Ciencias Forestales (U.Na.M.) sdmagnago@hotmail.com

³ MCs. Ing. Hidráulico. Docente. Facultad de Ciencias Forestales (U.Na.M.). Bertoni 124 (3380). Eldorado, Misiones, Argentina. rwanderer@facfor.unam.edu.ar

SUMMARY

The commercial woods used for this work were obtained from local industries and they were kept in the air-conditioned room in order to obtain a humidity content of 12 %, then they were impregnated, with the vacuum -pressure- vacuum method in laboratory autoclave and with the open tank treatment in steel pools, in both cases the absorptions were determined by differences in the samples weights before and after the impregnation, according to their volume. The apparent specific weights and the humidity content in the samples, were studied according to the IRAM (Instituto Argentino de Racionalizacion de Materiales) Norms N° 9544 y 9532 respectively. The absorptions among woods with different porosity were compared by impregnation method. The impregnation by the vacuum-pressure method got better absorption results in the studied species. The non- porous wood of *Pinus taeda* got the best absorption values, in both methods of impregnation. The wood of *Bastardiopsis densiflora* with diffuse porosity showed mean absorption values higher than the wood of *Melia azedarach* with circular porosity.

Key words: Absorption, porosity, impregnation without pressure, impregnation with pressure.

RESUMEN

Las maderas comerciales se obtuvieron de las industrias locales, fueron estacionadas hasta obtener contenidos de humedades del 12 % al 14 %, luego fueron impregnadas; por el método vacío-presión-vacío en autoclave de laboratorio y por el método baño caliente-frío en piletas de acero, en ambos casos las absorciones se determinaron por diferencias de pesos de las probetas. Los pesos específicos aparente y contenido de humedad de las probetas, se estudiaron según lo establecen las Normas IRAM (Instituto Argentino de Racionalización de Materiales) N° 9544 y 9532 respectivamente. Las absorciones fueron comparadas por método de impregnación entre las maderas de diferente porosidad. La impregnación por el método vacío-presión arrojó resultados mayores de absorción en las especies estudiadas. La madera

no porosa de *Pinus taeda* L., es la que arrojo mejores valores de absorción, en ambos métodos de impregnación. La madera con porosidad difusa de *Bastardiopsis densiflora* (Hook. & Arn.) Hassl., (loro blanco) presento valores promedio de absorción mayor que la madera de *Melia azedarach* L. (paraíso) con porosidad circular.

Palabras clave: Absorción, porosidad, impregnación sin presión, impregnación con presión.

INTRODUCCION

Los métodos más utilizados actualmente para impregnar maderas son a presión en los que se pueden regular las absorciones, penetraciones y retenciones del producto, se requiere como equipo básico un autoclave; tanque de almacenamiento, tanque de mezcla; bomba de vacío, bomba de presión. Con los métodos sin presión, el tratamiento es el más sencillo no requiere de equipamientos caros, los productos son aplicados con brochas, aspersores, piletas para baño caliente-frío, (TUSET et. al., 1979).

Absorción

La absorción es la cantidad de líquido que queda en la madera después de la impregnación. Los factores que más influyen en la absorción de la madera son, el método de impregnación, la humedad de la madera, las características anatómicas de la madera (Albura, duramen) y la naturaleza del preservante. (Junta del Acuerdo de Cartagena, 1988)

KEIL et al., (2000) lograron absorciones de preservantes hidrosolubles por el método de vacío-presión (célula llena) de 229 kg/m³ y 258 kg/m³ en maderas de dos clones de sauces, *Salix babylónica x Salix alba cv (A-131-25)* y *Salix nigra cv 4* respectivamente.

SUIREZS, (2000) en su trabajo de tesis determinó que la absorción media en la madera de *Pinus taeda* L., por el método vacío-presión fue de 600 lts/m³.

Relación entre las características anatómicas de la madera y su impregnación

Las maderas con duramen rojo son difíciles de impregnar, pero la albura se impregna con facilidad. Las coníferas (duramen no diferenciado), ofrecen dificultades al ser impregnadas con creosota. Las maderas con duramen difícil de diferenciar a simple vista de la albura, son aptas para todo tipo de impregnación, pero puede ocurrir que una vez cortado el árbol, pueden cerrar los vasos por tálides e impedir la impregnación. Cuando los vasos grandes están distribuidos irregularmente pueden ser impregnados a bastante profundidad. Los radios medulares son importantes cuando la impregnación se realiza por métodos de desplazamiento de savia. El tejido parenquimático es más fácil de impregnar con productos hidrosolubles que oleosos. Los canales resiníferos no dificultan la impregnación, salvo casos extraordinarios, que exista gran cantidad de resina. (KRAMER, 1958).

Características de las maderas

Bastardiopsis densiflora (loro blanco)

La madera de loro blanco presenta color blanco amarillento que se torna ocráceo a medida que transcurre el tiempo, tiene escaso veteado. Su textura es fina y homogénea con grano derecho a levemente oblicuo. Los anillos de crecimiento están poco demarcados. (TORTORELLI, 1956).

Su madera es moderadamente dura, blanco amarillenta, fácil de trabajar, apta para carpintería, cajonería, enchapados. (Celulosa Argentina S.A., 1977).

Su madera es penetrable (TINTO, 1978).

GONZALEZ et al. (2003) al estudiar las propiedades del loro blanco encontró que su peso específico aparente promedio fue de 670 kg/m³.

Melia azedarach (Paraíso)

La albura de esta especie es de color amarillo ocre, netamente diferenciada del duramen castaño rojizo. Brillo mediano, especialmente en las caras tangenciales, su densidad es de 0,520 gr/cm³. Admite técnicas aceleradas de secado en cámara. Es poco durable en contacto con el suelo. En condiciones normales es durable y no es atacada por insectos xilófagos. El duramen es poco penetrable. (TINTO, 1978).

Presenta límites de anillos de crecimiento distintos. De porosidad anular. Color de albura amarillo claro blancuzco y del duramen rosado oscuro. Su madera se usa para leña, mangos para herramientas e implementos agrícolas, muebles y gabinetes, instrumentos musicales, artículos torneados, ebanistería. (Richter et al. 2000)

Pinus taeda L. (pino taeda)

Su madera presenta una transición brusca entre el leño temprano y tardío. Se encuentran canales resiníferos radiales y axiales, de origen esquizógeno, de una a más capas de células epiteliales. Los canales resiníferos axiales se encuentran cerca de la corteza. (MUÑIZ, 1993).

El peso específico aparente estacionado es de 0,46 g/cm³. Respecto a la receptividad a la impregnación es medianamente penetrable (TINTO, 1978).

El objetivo de este trabajo fue comparar la absorción en maderas con diferentes tipos de porosidad impregnadas a presión y sin presión.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las maderas comerciales se obtuvieron de las industrias de la zona, se estabilizaron en sala de climatización hasta un contenido de humedad del 12 %. Luego se confeccionaron probetas de sección cuadrada de 50 mm por 50 mm y 200 mm de largo, las que fueron impregnadas, por ambos métodos:

Burnett (vacío-presión-vacío), se realizó vacío inicial de - 0,5 kg/cm² durante 30 minutos, la presión aplicada fue de 8 kg/cm² por 2 horas y el vacío final de 20 minutos. foto 1. IRAM 9600 (1992).

Baño caliente-frío, se calentó el agua a 80° C en una de las piletas donde se introdujeron las probetas previamente medidas y pesadas, dejándolas una hora por centímetro de espesor, luego se retiraron y se colocaron en la pileta con liquido frío, se dejaron dos horas por cm. de espesor. (Foto 2)

Absorción

Para determinar la absorción de la madera se aplicó la siguiente ecuación:

$$A = \frac{P_2 - P_1}{V}$$

A = Absorción en kg/m³ o l/m³

P₂ = Peso de la madera después del tratamiento en kg.

P₁ = Peso de la madera antes del tratamiento en kg.

V = Volumen de la probeta en m³

(Junta del Acuerdo de Cartagena, 1988).



Foto 1. Autoclave para impregnar



Foto 2. Pileta para baño caliente-frío

El peso específico aparente, se determinó en todas las probetas antes de ser impregnadas, utilizando para su cálculo la ecuación establecida en la norma IRAM N° 9544. Para estudiar el contenido de humedad, se tomaron muestras de cada especie, encontrándose en las mismas condiciones de estacionamiento, para ello se aplicó la ecuación de la norma IRAM N° 9532.

RESULTADOS

En la tabla 1 se presentan los valores promedios de absorción de las maderas impregnadas por el método Burnett. Como se puede observar en la especie no porosa se obtuvo un valor de absorción superior al de maderas porosas. Entre las especies porosas la que presentó mayor absorción es la madera con porosidad difusa. En la figura 1 se presenta la comparación de medias de absorción entre las maderas con distintos tipos de porosidad.

Tabla 1. Valores promedios de absorción, coeficientes de variación y pesos específicos aparentes en especies con diferente tipo de porosidad impregnadas con el método Burnett.

Table 1. Mean absorption values, variation coefficients and apparent specific weights in species with different types of porosity, impregnated with the Burnett method.

Especies Nombre científico	Tipo de porosidad	Absorción lt/m ³	CV	PEE gr/cm ³
<i>Bastardiopsis densiflora</i>	Difusa	382,64	13,47	0,677
<i>Melia azederach</i>	Circular	190,74	21,55	0,610
<i>Pinus taeda</i>	No porosa	482,31	28,6	0,448

PEE= Peso específico aparente estacionado. CV= Coeficiente de variación

En la tabla 2 se encuentran los valores promedios de absorción, coeficientes de variación y pesos específicos aparentes de las maderas impregnadas por el método baño caliente-frío. La absorción lograda con este método también arrojó valores mas elevados en la especie no porosa. La especie con porosidad difusa presentó mayor valor medio de absorción respecto a la madera con porosidad circular. En la figura 2 se puede apreciar la comparación de medias de absorción entre las maderas con distintos tipos de porosidad, impregnadas sin presión.

Tabla 2. Valores promedios de absorción, coeficientes de variación y pesos específicos aparentes de especies con diferentes tipo de porosidad impregnadas por el método baño caliente-frío.

Table 2. Mean absorption values, variation coefficients and apparent specific weights in species with different types of porosity, impregnated with the open tank treatment.

Especies Nombre científico	Tipo de porosidad	Absorción Baño caliente-frío lt/m ³	CV %	PEE gr/cm ³
<i>Bastardiopsis densifolia</i>	Difusa	245,56	29,87	0,663
<i>Melia azederach</i>	Circular	55,34	15,05	0,605
<i>Pinus taeda</i>	No porosa	300,62	17,24	0,445

PEE= Peso específico aparente estacionado. CV= Coeficiente de variación

Tipo de porosidad

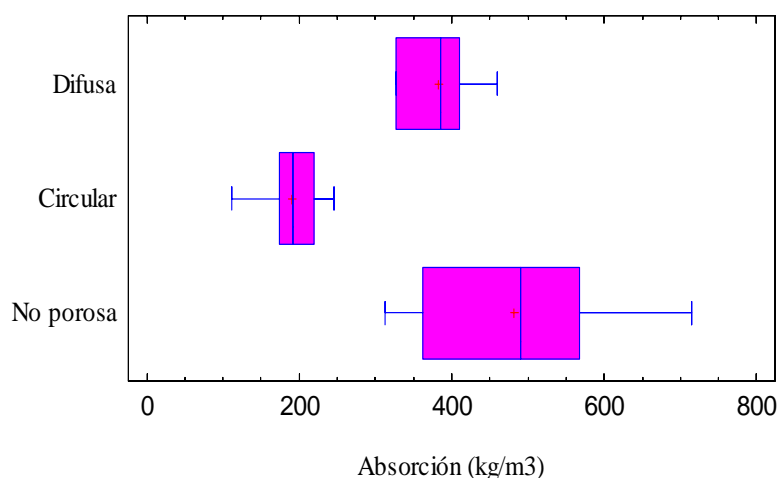


Figura 1. Comparación de medias de absorción en maderas con distintos tipos de porosidad, impregnadas a presión.

Tipo de porosidad

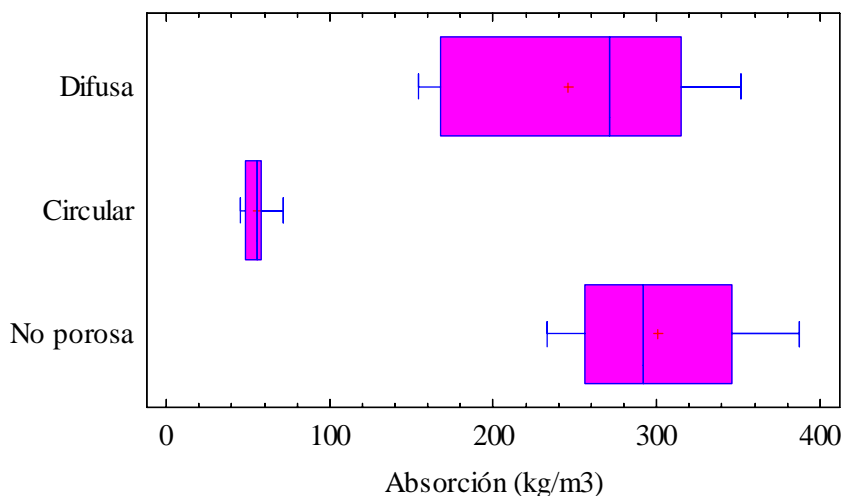


Figura 2. Comparación de medias de absorción en maderas con distintos tipos de porosidad, impregnadas sin presión.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en este trabajo se encontró que, en la madera no porosa de *Pinus taeda* se lograron mayores valores medios de absorción con ambos métodos de impregnación aplicados. Entre las especies con maderas porosas, la que logró valores de absorción superior fue la madera con porosidad difusa, mejorando su absorción con el método a presión. La absorción en la madera de *Melia azederach* con porosidad circular, impregnada sin presión presentó un valor promedio muy bajo y a presión su valor promedio de absorción fu mayor.

BIBLIOGRAFÍA

- CELULOSA ARGENTINA S.A.** 1977. Libro del Árbol, Tomo I, Esencias forestales indígenas de la Argentina de aplicación ornamental. Celulosa Argentina S.A.
- GONZÁLEZ, R. A.; Pereyra O; Suirezs T. M., Eskiviski E.** 2003. Estudios de las propiedades tecnológicas de las maderas de 5 especies forestales de interés industrial de Misiones, Argentina. Yvyretá N° 11. Eldorado. Misiones. pg. 34 a 41.
- IRAM N° 9600.** 1992. (Instituto Argentino de Racionalización de Materiales). Maderas aserradas preservada por los métodos de presión o de vacío presión.
- IRAM N° 9544.** 1973. (Instituto Argentino de Racionalización de Materiales). Método de determinación de la densidad aparente. Buenos Aires.
- IRAM N° 9532.** 1973. (Instituto Argentino de Racionalización de Materiales). Método de determinación de humedad. Buenos Aires.
- JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA.** 1988. Manual del grupo Andino para la preservación de maderas.
- KEIL, G. G; Otaño, M. E.; Luna, M. L.; Marlats, R. M.** 2000. Absorción de preservantes hidrosolubles en maderas de clones de sauces (*Salix sp.*): Relaciones con los métodos industriales de aplicación y las características físicas y anatómicas. Yvyretá N° 10. 2000.
- KRAMER, K. G.** 1958.: Compendio de la conservación de maderas, Santander. Pg.526

- MUÑIZ, G. I.** 1993. Caracterizacáo e desenvollvimento de modelos para estimar las propiedades e o comportamiento na secagem da madeira de *Pinus elliottii* Engellm. e *Pinus taeda* L. Curitiba 1993. Pg.235.
- RICHTER, H.G.; Dallwitz, M.J.** 2000. Commercial timbers: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval. In English, French, German, Portuguese, and Spanish. Version: 16th April 2006. <http://delta-intkey.com>
- SUIREZS, T. M.** 2000. (Tesis). “Efecto de la impregnación con CCA (Cromo-Cobre-Asénico) sobre las propiedades físicas y mecánicas de la madera de *Pinus taeda* L”.
- TINTO, José.** Enero 1978. Aporte del Sector Forestal a la Construcción de Viviendas. IFONA, Folleto Técnico Forestal N° 44. Segunda edición.
- TORTORELLI, L. A.** 1956. Maderas y bosques Argentinos. Editorial ACME. S.A.C.I. Buenos Aires. Pg. 549-551.
- TUSET, R.; Duran, F.** 1979. Manual de maderas comerciales, equipos y procesos de utilización. Editorial Agropecuaria, Hemisferio Sur S.R.L. Montevideo.

AVALIAÇÃO NUTRICIONAL EM ÁCER (*Acer palmatum*) ESTABELECIDO EM AMBIENTE URBANO.

NUTRITIONAL EVALUATION IN *Acer palmatum* IN URBAN ENVIRONMENT

Denise A. Szymczak¹
Flávia G. K. Brun²
Eleandro J. Brun³
Mauro V. Schumacher⁴

¹ Acad. do curso de Engenharia Florestal, Bolsista IC/CNPq, UFSM - Santa Maria, RS, Brasil. CEP: 97.905-900. E-mail: deniseximi@yahoo.com.br.

² Eng. Florestal, MSc. Bolsista CNPq. E-mail: flaviagizele@yahoo.com.br.

³ Eng. Florestal, MSc. Prof. da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) – Campus de Dois Vizinhos, PR, Brasil. CEP: 85.660-000. E-mail: eleandrobrun@utfpr.edu.br.

⁴ Eng. Florestal, Prof. Dr. nat. techn. do Departamento de Ciências Florestais, Bolsista CNPq -UFSM, Santa Maria, RS, Brasil. CEP: 97.105-900. E-mail: schumacher@pesquisador.cnpq.br.

SUMMARY

This study had as objective to evaluate the macronutrients concentration in foliar tissues in three individuals of *Acer palmatum*, components from urban trees in Santa Maria – RS/Brazil. Leaves samples were collected in the summer (2007) and the macronutrients analysis was done. The average concentration of N was low, due to, mainly, the environmental conditions. The average concentrations of Mg, Ca, K and P are inside the limits recommended for a good development. Sulphur (S) deficiency was detected.

Key-words: nutritional evaluation, urban trees, *Acer palmatum*.

RESUMO

O presente estudo tem por objetivo avaliar a concentração de macronutrientes no tecido foliar de três indivíduos de Ácer (*Acer palmatum*) componente da arborização urbana de Santa Maria – RS, Brasil. Foram coletadas amostras de folhas dos exemplares no verão de 2007 e realizada análise de macronutrientes. O teor médio de N apresentou-se relativamente baixo devido principalmente às condições ambientais em que se encontram os exemplares. Os teores médios de Mg, Ca, K e P encontram-se dentro dos limites recomendados para um bom desenvolvimento das plantas. Foi detectado deficiência para o enxofre (S).

Palavras chave: Avaliação nutricional, arborização urbana, *Acer palmatum*.

INTRODUÇÃO

No Brasil a arborização de ruas é uma prática recente, que começou a fazer parte do planejamento urbano somente no final do século XIX. As árvores são vegetais muito presentes no ciclo histórico do homem, inicialmente utilizadas como fonte de energia, passando a ser componente das casas, e atualmente está inserida no nosso cotidiano de várias formas (SANTOS & TEIXEIRA, 2001).

Os parâmetros usados para a avaliação das árvores urbanas ainda são bastante subjetivos. Para algumas áreas da Ciência, a avaliação é realizada com base em critérios qualitativos e quantitativos. Atualmente, o monitoramento das árvores urbanas vem sendo realizado na observância e mensuração de variáveis que podem não estar informando o bom

desempenho das árvores. Desta forma, é premente a busca de outros parâmetros práticos e precisos para facilitar a manutenção da arborização urbana (BIONDI & REISSMANN, 1997).

O vigor é uma boa medida do desempenho de uma planta. Existem vários parâmetros que podem estimar o vigor, como: cor da folha, que varia de diversos tons de verde a outras cores, de acordo com a espécie e a estação do ano; tamanho das folhas e a densidade da copa, que variam com a espécie; crescimento do broto, o qual é um indicador quantitativo que varia com a espécie e a poda; mesmo assim, o tamanho do broto pode ser avaliado pela sua idade; a textura e o brilho da casca do tronco e galhos, que dependem da espécie e a coloração das raízes jovens (HARRIS, 1992).

Quando os fatores do ambiente urbano apresentam-se extremamente hostis à arborização, as árvores precisam estar munidas de vigor para reagir sem apresentar danos visíveis que afetem a sua performance e comprometam a sua permanência no local. O vigor da árvore poderá dar maior capacidade de tolerância aos diversos efeitos nocivos do meio. O declínio do vigor, correlacionado diretamente com a carência nutricional da planta, geralmente aumenta a suscetibilidade a vários fatores do solo e iluminação contínua. (SANTOS & TEIXEIRA, 2001).

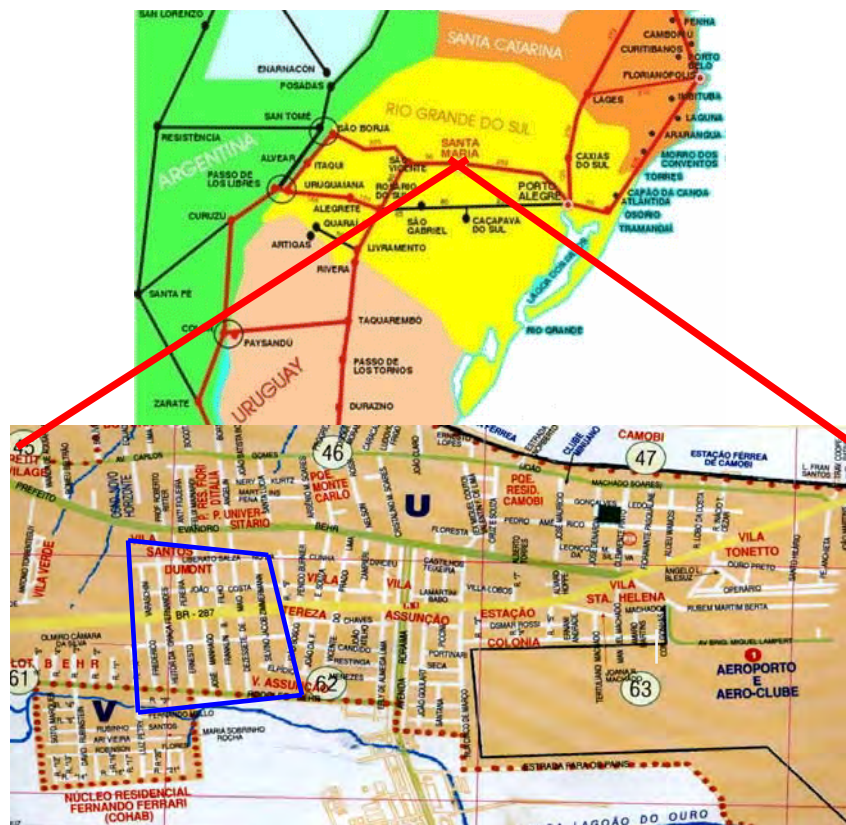
De forma geral, este estudo pretende avaliar a concentração de macronutrientes no tecido foliar em indivíduos de Ácer (*Acer palmatum*) componentes da arborização urbana da Vila Santos Dumont no Bairro Camobi Santa Maria RS, Brasil.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado no Bairro Camobi, município de Santa Maria, Rio Grande do Sul Brasil.

O clima da região é do tipo subtropical temperado, do tipo “Cfa 2”, segundo a classificação de Köppen, 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 (MORENO, 1961).

O solo classifica-se como pertencente às Unidades de Mapeamento São Pedro e Santa Maria, sendo que os mesmos denominam-se, respectivamente, como: Argissolo Bruno - Acinzentado alítico típico de textura média com relevo ondulado e substrato arenítico e Argissolo Vermelho distrófico arênico de textura média, de relevo levemente ondulado e substrato siltito-arenítico (STRECK et al., 2002).



Fontes: Santa Maria Dados (2002), Prefeitura Municipal de Santa Maria (2002).

FIGURA 1: Localização do Município de Santa Maria e Área de Estudo (encontra-se em destaque em azul).

FIGURE 1: Santa Maria and the Study Area location (in blue).

A espécie avaliada no presente estudo foi o Ácer-do-japão ou Ácer (*Acer palmatum*), que é uma espécie de pequeno porte originária da China e Japão pertencente à Família Aceraceae. Caracteriza-se por ser exigente quanto à fertilidade do solo, não tolerando solos ácidos e mal drenados (FLORIDATA, 2003).

A espécie apresenta uma ótima adaptação a clima frios como subtropical e tropical de altitude com mais de 800 m de altitude (WIKIPEDIA, 2008).

Para a amostragem dos dados partiu-se de um censo previamente realizado dos indivíduos da arborização das vias públicas da Vila Santos Dumont, no Bairro Camobi (LONGHI et al., 2005).

Para o presente trabalho foram realizadas coletas em 3 exemplares de Ácer (*Acer palmatum*), que apresentam-se implantados em áreas livres restritas (< 0,5m), onde todos os indivíduos sofreram podas de limpeza, e como a via onde os mesmos apresentam-se implantados apresenta um tráfego intenso, ocorreu danos por acidentes em um dos indivíduos avaliados (Ácer 3).

Uma vez coletados as folhas de cada indivíduo no verão de 2007, estas foram devidamente embaladas, identificadas e enviadas para o Laboratório de Ecologia Florestal, no Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria.

Após as amostras foram lavadas, para a descontaminação das folhas inicialmente lavando-as com água destilada, a seguir com detergente neutro na concentração de 0,1% e, logo em seguida, novamente com água destilada (SILVA, 1999), por um período de 2 minutos, para que não ocorresse a lixiviação de nutrientes. Posteriormente, as amostras foram embaladas em sacos de papel, devidamente limpos, e postas a secar em estufa de circulação e renovação de ar, a uma temperatura de 70°C durante 72 horas e depois moídas para determinar os teores de N, P, K, Ca, Mg, S, seguindo o método de TEDESCO et al. (1995).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base na **tabela 1**, verifica-se que para nitrogênio (N) os teores encontrados no presente estudo encontram-se um limite inferior a faixa de N para plantas arbóreas recomendados por LARCHER (2000) que estabelece intervalos de valores médios, entre os limites de 12 - 75 g kg⁻¹ para os limites de ocorrência nas plantas e entre 15-25 g kg⁻¹ para as necessidades dos vegetais.

Tabela 1: Teores de macronutrientes foliares encontrados em indivíduos de *Ácer* (*Acer palmatum*) implantados na arborização das vias públicas da Vila Santos Dumont, Bairro Camobi, Santa Maria – RS, Brasil.

Table 1: Macronutrients concentrations found in *Acer palmatum* individuals used as urban trees in Santos Dumont Vila streets, Camobi, Santa Maria – RS, Brazil.

Árvore	N	P	K	Ca	Mg	S
	g Kg ⁻¹					
Ácer 1	15,51	1,35	7,55	9,99	2,96	1,16
Ácer 2	15,00	2,09	7,33	13,30	2,95	1,05
Ácer 3	13,34	1,09	6,79	14,69	2,85	1,10
Média	14,61	1,51	7,22	12,66	2,92	1,10
Desvio Padrão	1,13	0,52	0,39	2,41	0,06	0,06

Em comparação com o estudo realizado por BIONDI e REISSMANN (2000), com indivíduos da mesma espécie na arborização urbana de Curitiba – PR, os teores foliares de N em *Ácer* são muito semelhantes aos deste estudo, porém para os indivíduos encontrados em parques, as concentrações de N encontram-se acima de 18,0 g kg⁻¹, tal fato encontra-se associado às condições de solo e espaço de crescimento que são melhores nesta situação, causando um aumento no teor de N.

MALAVOLTA (1997), apresenta faixas para interpretação onde citam-se teores médios para o Eucalipto entre 14 – 16 g Kg⁻¹, como sendo uma faixa adequada para o desenvolvimento dessa espécie. Esse fato torna-se interessante por se tratar de uma espécie exótica, e aproximar-se dos teores encontrados para os exemplares de *Ácer*.

Com base neste contexto PEDRON et al (2004) colocam que os solos urbanos pela intensa modificação de suas propriedades químicas e físicas em prol do processo de urbanização tornam as condições para a implantação e manutenção da arborização extremamente desfavoráveis, o que reflete diretamente na redução do ciclo de vida e vigor das árvores em relação ao padrão biológico potencial da espécie.

Quanto aos valores de P observa-se que o valor médio apresenta-se limiar (1,5 g kg⁻¹) ao indicado por LARCHER (2000), como necessário para o pleno desenvolvimento dos indivíduos (1,5 a 3 g kg⁻¹), o que pode acarretar a deficiência do elemento nas folhas maduras e caule originando modificações na coloração destes órgãos vegetativos, principalmente no período de frutificação, onde o elemento é imobilizado nestes órgãos para que se garantam seu pleno desenvolvimento (MALAVOLTA, 1985).

Paralelamente a isso, num estudo realizado por BARICELLO et, al. (2006), investigando o conteúdo de macronutrientes na biomassa de *Acacia mearnsii*, encontrou-se um teor médio para folhas de 1,24 g kg⁻¹ e aproxima-se do teor médio para os teores médios dos exemplares estudados.

Porém quando comparado ao estudo realizado por BIONDI (1995) em indivíduos de *Acer negundo* implantados nas vias públicas de Curitiba – PR, verifica-se valores inferiores ($1,4 \text{ g kg}^{-1}$ de P) aos encontrados no presente estudo, segundo a autora o principal fator pela baixa disponibilidade do elemento nos tecidos foliares da espécie se deve a baixa disponibilidade do elemento em solos urbanos e também a elevada compactação encontrada em áreas sob pavimentação que geram impedimento de absorção pelas raízes das árvores, como o estresse hídrico.

Para o Potássio (K) verificou-se que o teor médio de $7,22 \text{ g kg}^{-1}$ encontrou-se dentro da faixa (5 a 20 g kg^{-1}) de necessidade para o desenvolvimento adequado de plantas terrestres recomendadas por LARCHER (2000), portanto não demonstrando deficiência de tal elemento para o desenvolvimento dos indivíduos.

O teor médio de Ca ($12,66 \text{ g kg}^{-1}$) apresentou-se próximo ao limite alto o desenvolvimento adequado de plantas recomendado por LARCHER (2000) que para tal elemento é de 3 a 15 g kg^{-1} , sendo que o teor mais elevado para Ca foi observado no terceiro indivíduo avaliado ($14,69 \text{ g kg}^{-1}$). Pode - se inferir a respeito disso a deposição de resíduos de material de construção, lixo, etc.

O teor médio ($2,92 \text{ g kg}^{-1}$) de Mg nos indivíduos avaliados apresentou-se dentro dos limites necessário para os indivíduos, que é de 1 a 3 g kg^{-1} . Para BARICELLO et, al. (2006), que estudou o conteúdo de macronutrientes na biomassa de *Acacia mearnsii*, obteve-se um teor ($2,54 \text{ g kg}^{-1}$) parecido ao verificado neste estudo com *Ácer*. Esse elemento, segundo KOZLOWSKI E Pallardy (1996), faz parte do componente fotossintético, ou seja, faz parte da estrutura da clorofila a e b, sendo comum sua maior concentração nas folhas do que em outros componentes das plantas.

Para o S verificou-se uma elevada deficiência deste elemento nos tecidos foliares dos indivíduos avaliados, pois conforme LARCHER (2000), os limites para as necessidades de plantas terrestres são de 2 a 3 g kg^{-1} , tal deficiência pode acarretar problemas na síntese da clorofila e absorção de CO_2 (MALAVOLTA, 1985), reduzindo o potencial de seqüestro de carbono pela espécie, sendo que tal função no ambiente urbano esta função é crucial, pela elevada quantidade de poluentes no ambiente.

O baixo teor de S também pode estar relacionado com a pouca matéria orgânica no solo que a principal fonte deste elemento.

CONCLUSÕES

O teor médio de N apresentou-se relativamente baixo devido principalmente às condições ambientais em que se encontramos exemplares estudados. Mas o teor assemelha-se a outras espécies exóticas em ambientes distintos do urbano.

Os teores de Mg, Ca, K e P encontram-se dentro dos limites recomendados para um bom desenvolvimento das plantas. Foi detectado deficiência para o enxofre (S).

Recomenda-se uma análise do solo da área livre a qual os *Áceres* estão implantados para inferir melhor a respeito dos teores nutricionais apresentados.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus agradecimentos a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) pela concessão de apoio financeiro e bolsa de iniciação científica a um dos autores e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de Bolsa de Iniciação científica a primeira autora.

BIBLIOGRAFIA

- BARICHELLO, L. R.; Schumacher, M.V.; Caldeira, M.V.W. 2006. Conteúdo de macronutrientes na biomassa de *Acacia mearnsii* De Wild. Revista Acadêmica. Curitiba. v.4, n.2, p. 11-20, abr./jun.
- BIONDI, D. 1995. Caracterização do estado nutricional de *Acer negundo* L. e *Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex Dc.) Standl utilizadas na arborização urbana de Curitiba – PR. 146 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.
- BIONDI, D.; Reismann, C.B. 1997. Avaliação do vigor de árvores urbanas através de parâmetros quantitativos. Scientia Forestalis. Piracicaba, SP, n. 52, , p. 17-28.
- BIONDI, D.; Reissmann, C.B. 2000. Influência das condições ambientais nas relações básicas N:P:K das folhas de árvores urbanas. Revista Cerne, v. 6, n. 1, p. 077-082.
- FLORIDATA. O ácer-do-japão e suas aplicações no paisagismo. 2 p. Disponível em: www.floridata.com. Acessado em: 24/03/2008.
- HARRIS, R.W. 1992. Arboriculture: integrated management of landscap trees, shrubs, and vines. 2. ed. New Jersey: Prentice Hall, 674p.
- KOZLOWSKI, T.T.; Pallardy, S.G. 1996. **Physiological of woody**. 2. ed. San Diego: Academic.
- LARCHER, W. 2000. Ecofisiologia Vegetal. São Carlos: Rima, 531 p.
- LONGHI, S.J.; Monteiro, J.S.; Brun, F.G.K. 2005. Aspectos da Arborização do Bairro Camobi – Santa Maria, RS. (Relatório de Pesquisa), 54 p.
- MALAVOLTA, E. 1985. Reação do solo e crescimento das plantas. Em: SEMINÁRIO SOBRE CORRETIVOS AGRÍCOLAS. Campinas, Fundação Cargill, p. 3-64.
- MALAVOLTA, E. 1997. Absorção e transporte de íons e nutrição mineral. In: FERRI, M.G. Fisiologia vegetal 1. São Paulo: Editora EPU, 2ª edição, p. 77 – 97.
- MORENO, J.A. 1961. Clima do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 73 p.
- PEDRON, F.A.; Dalmolin, R.S.; Azevedo, A.C.; Kaminski, J. 2004. Solos urbanos. Ciência Rural, v. 34, n. 5, p. 1647 – 1653.
- PREFEITURA Municipal De Santa Maria. Mapa da cidade de Santa Maria, 22ª edição, 2002.
- SANTOS, N.R.Z.; TEIXEIRA, I.F. 2001. Arborização de vias públicas: ambiente x vegetação. Porto Alegre: Pallotti, 135 p.
- SILVA, F.C. 1999. Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes. Embrapa Solos. 1º edição. Brasília: Editora Embrapa, 370 p.
- STRECK, E.V.; Kämpf, N.; Dalmolin, R. S. D.; Klamt, E.; Nascimento, P. C.; Schneider, P. 2002. Solos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 107 p.
- 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). 118 p.
- WIKIPEDIA. *Acer palmatum*. 3 p. Disponível em: www.pt.wikipedia.org. Acessado em: 24/03/2008.

ELDORADO BAMBU: UNA PROPUESTA INNOVADORA PARA LA FABRICACIÓN DE LAMINADOS DE BAMBU

Ana M. Castro Thomaé ¹
Juan A. Thomae ²
Martín J. Tonn ³
Maria Emilia Caro ⁴

¹Directora de Eldorado Bambu, Argentina, Pueyrredón 1445, 13º A, (1118) Ciudad Autónoma de Bs. As., Tel. Nro. +54-11-48247817, e-mail : ac@eldoradobambu.com.ar

²Investigación y desarrollo, Eldorado Bambu, estudiante, Argentina, San Martín 2451, Eldorado, Misiones, Tel. Nro. + 54-3751-425839, Facultad de Ciencias Forestales (UNAM), email: jat@eldoradobambu.com.ar

³Director del (IFAI), Argentina, Instituto de Fomento Agropecuario e Industrial de Misiones, Maipú 1597, Oberá, (2660) Misiones, Tel. Nro. +54-3755-15-518829, e-mail: tonmartin@arnet.com.ar

⁴Gestión de proyectos, Eldorado Bambu, Argentina, Pueyrredón 1445, 13º A, (1118) Ciudad Autónoma de Bs. As., Tel. Nro. +54-11-48247817, e-mail : mecaro@eldoradobambu.com.ar

SUMMARY

Our proposal is to use solid forms of *Guadua chacoensis* in order to produce structural products such as flooring, beam, planks and laminated panels. We suggest as key point of the development, the use of our native Guaduas as industrial and forestall alternative in a sustainable and ecological way. Why Guadua? Because is recognized World Wide as a natural resource of excellence, rapidly renewable being one of the plants with the fastest growing rate in the planet. Because it is considered as a noble substitute of wood, both in its physical and esthetic characteristics, becoming an allied to reduce the pressure over the high valued native tree species. On the other hand, its multiple uses will be of advantage of important benefits both social and economic in our local communities. The sustainability of the Guadua is guarantee due to the uninterrupted prune causing almost no alteration to the ecosystem. Obeying the norms, proposed by experimented consultants, prunes could be made periodically, at “the right time”, favoring the growing of young elements. In this way, tons of good quality timber material could be use that at the moment are deteriorating and wasting decomposing in the forest due to the lack of knowledge of its qualities.

RESUMEN

Nuestra propuesta es utilizar la *Guadua chacoensis* en forma maciza para componer productos estructurales como vigas, tablones y paneles laminados. Nos planteamos como clave de desarrollo la utilización de nuestros guaduales nativos como una alternativa agroforestal e industrial de manera sustentable y ecológica. ¿Por qué la guadua?: Porque es reconocida mundialmente como un recurso natural de excelencia, rápidamente renovable; por ser una de las plantas de crecimiento más acelerado del planeta; porque es considerada un noble sustituto de la madera, tanto en sus propiedades físicas como estéticas, constituyéndose de esta manera en una aliada para disminuir la presión sobre especies de árboles nativos de gran valor. Además la multiplicidad de sus usos redundará en importantes beneficios tanto sociales como económicos en nuestras comunidades locales. La sustentabilidad de la guadua se garantiza en la posibilidad de su aprovechamiento ininterrumpido, causando la menor alteración del ecosistema como tal, ya que respetando las normas de aprovechamiento propuestas por experimentados consultores se pueden realizar “podas” en forma periódica y en el momento oportuno,

favoreciendo esta extracción la mayor aparición de elementos jóvenes o renuevos. De esta manera, se estarían aprovechando toneladas de material maderable de buena calidad que hasta el presente se deterioran y se pierden descomponiéndose en los montes, por desconocimiento de sus cualidades.

Palabras clave: *Guadua chacoensis*, sustituto madera, vigas laminadas.

INTRODUCCIÓN

En este trabajo nos proponemos hacer un acercamiento a las posibilidades de la producción de laminados de *Guadua chacoensis*, utilizando los conocimientos con los que hoy en día contamos tanto para los laminados en madera, como para otras especies de Bambúes en el resto del mundo. El bambú es un material que ha estado presente en la arquitectura de Asia, por muchísimos años como también en muchos países de Latinoamérica. La técnica del laminado y pegado de madera se conoce desde principios del siglo XX. En nuestro país, contamos con muchos edificios realizados en madera laminada, lo que demuestra que es un material bien conocido por los profesionales de la construcción^[1,2] La industria del laminado del bambú, se ha desarrollado principalmente en Asia. Últimamente, la misma se ha extendido a países de Latinoamérica, como Colombia y Ecuador, donde se han utilizado especies nativas, y la tecnología asiática. Algunas de las mayores empresas, multinacionales con planta industrial y cultivos en China, son: Wellmade\, Playboo\, Hanzhou Zen\.

Cultivo y explotación del bambú, situación actual.

La *Guadua chacoensis*, especie dominante del ecosistema forestal presente en nuestra propiedad en Eldorado, Misiones, está representada por matas de numerosos tallos de 12 a, 20 m de largo y hasta 16 cm de diámetro.

Varias investigaciones demuestran las condiciones favorables de sus propiedades físico mecánicas^[3] que hacen de sus tallos factibles de utilización en múltiples usos, como

viviendas, pisos de parquet, tableros laminados, vigas laminadas, instrumentos musicales, postes, puentes, utensilios de cocina. Nuestro país tiene historia en el empleo del bambú en artesanías, construcción, arquitectura, decoración, sin embargo hasta el presente no se ha dado su industrialización y mucho menos la posibilidad de su aprovechamiento con fines maderables.

En la actualidad nos encontramos trabajando en la restauración de nuestros guaduales, luego de la muerte de la mayoría de las matas debido a la floración gregaria de las mismas, recuperando renuevos, producto de la germinación de las semillas producidas y realizando tareas de cuidado y mantenimiento de lo existente.

En el caso de las tierras situadas en las citadas ciudades, que luego de la inspección del ministerio de Ecología fueron clasificadas como monte clase C, nos proponemos la revalorización de las mismas a partir de la recuperación del guadual y la implantación de nuevas matas, para obtener una densidad de 400 matas por ha.

La *Guadua* y el ambiente

Gracias a su rápido crecimiento y desarrollo, el guadual aporta al suelo entre 30 y 35 ton/ha/año de biomasa, que constituye entre el 10 y el 14 % de la totalidad de material vegetal que se genera contribuyendo a enriquecer y mejorar la textura y estructura del suelo, funcionando también como reguladora del agua, contribuyendo a la lucha contra la erosión eólica e hídrica y almacenando en sus entrenudos 30300 Lha {4}

En su relación con el suelo, proporciona beneficios tanto biológicos gracias a la alta actividad microbiana, como físicos químicos, con un alto contenido de materia orgánica y bajos niveles de compactación.[4]



Actividad primaria

Procesamiento de cañas para la fabricación de vigas laminadas. En esta etapa del proyecto nos proponemos la cosecha de cañas adultas existentes para la conversión de las mismas en diferentes prototipos de productos de presentación en forma maciza como vigas y tablonés. No existiendo información tecnológica acerca de las propiedades físicas y mecánicas de la *Guadua chacoensis*, realizaremos los procesos de investigación para su posterior evaluación. Existen ya numerosas experiencias en la fabricación de laminados con diferentes especies de bambúes, entre ellos el más parecido a nuestra *Guadua*, la *Guadua angustifolia*[5,6,7] Si bien empresas de origen alemán, holandés, españolas, como también colombianas, ecuatorianas y chilenas están incursionando en estas áreas, somos conscientes que esta primera fase de investigación y desarrollo en la Argentina es toda una aventura, solo posible en un espíritu innovador y emprendedor de excelencia.

Nuestra intención es la investigación y puesta a punto de los procesos de industrialización de nuestra *takuara* para la fabricación de vigas laminadas y su competitividad frente a los actuales materiales de mercado.

Objetivos

Nos planteamos como objetivos en primera instancia elaborar un análisis del impacto económico de un plan de identificación, anticipación y satisfacción de necesidades, creando el intercambio de bienes y servicios de valor para la fabricación de macizos laminados de *Guadua*. Establecer el mercado objetivo para la venta de los mismos. Definir los parámetros necesarios para la óptima producción de estos productos. Determinar el volumen de producción necesario y la inversión acorde para la materia disponible en base a la producción propia en principio. Medir la rentabilidad económica y financiera del proyecto.

Proceso de Fabricación

Cosecha y selección de las cañas

Estas cañas fueron cosechadas y seleccionados los tallos maduros y rectos de mejor calidad a la vista, sometidas a procesos de secado natural previo, con ruptura de los tabiques para favorecer la eliminación del agua presente en los espacios de los entrenudos. Luego de este período y con una humedad del 15 a 20 % se realizaron cortes transversales de en trozos homogéneos de 2 m.

Aserrado de la guadua

Por medio de Sierras Circulares Doble Paralelas entre sí se le aplicaron cortes paralelos para producir 6 secciones longitudinales llamadas listones. Es acertado afirmar que el ancho de los listones que se van a producir para la fabricación de Vigas Laminadas, pisos parquet, tableros listonados, etc.; de Guadua Chacoensis, no varía con el diámetro del culmo (considerando diámetros razonables para el aserrío); siempre y cuando se troce con sierras circulares doble paralelas. En caso de trozar con una sierra convencional del diámetro depende el ancho, y para ambos casos de corte, a menor diámetro, menor espesor de listones se obtendrá.

El rendimiento calculado es distinto dependiendo del sistema de corte:

a) Para corte con sierra circular convencional: 25%

b) Para corte con sierras circulares doble paralelas: 21%

Los rendimientos son calculados para listones terminados.

Corte con sierra circulares paralelas

Consiste en un eje con dos sierras circulares adecuadas para el material a cortar. La separación de las sierras es la única variable que influye en el ancho de los listones (en culmos de cualquier diámetro aptos para la industrialización), aunque se trabaje con menor rendimiento cortando con este método posee la ventaja de eliminar el maquinado de 2 caras.

De un culmo se descartan los primeros 0,4 - 0,5 metros y se utilizan hasta los siguientes 8 metros; se descarta el resto del culmo por encima de esta medida. Es conveniente trabajar con tramos de 2 – 1,5 metros, entonces, de los 8 metros se obtendrán 4 o 5 tramos.

Dependiendo de la herramienta de corte se pierde:

Sierra de mano: hasta 8 mm

Sierra circular: hasta 6 mm.

Trabajando con tramos de 1,5 metros:

Realizando los 6 cortes se obtienen listones que presentan una sección de 26mm x 7mm cada una. A nivel teórico se puede llegar a más ancho y más espesor. De los 5 tramos se obtendrán 30 listones

Volumen de 30 listones = $(2,6cm \times 0,7cm) \times 30 \times 150cm = 8190cm^3 = 0,0082m^3$

Una viga de 12 metros de largo ocupa un volumen de:

$$(6' \times \frac{2,54cm}{1'}) \times (1' \times \frac{2,54cm}{1'}) \times 1200cm = 46451,5cm^3 = 0.0465m^3$$

Cantidad de culmos por viga:

$$\frac{0,0456m^3 / viga}{0,0082m^3 / culmos _ aserrados} = 5,56 \approx 6culmos / viga$$

$(30listones / culmo) \times (6culmos / viga) = 180 listones/viga$ aproximadamente.

Se suponen culmos selectos, por eso se considera rendimiento 100% en la preparación de la viga, además se ha elevado a una cifra exacta la cantidad de culmos/viga.

Luego de un secado natural hasta una humedad de 16%, se procedió al cepillado obteniendo listones S4 (cepillado 4 caras) de 7 mm de espesor y 26 mm de ancho para obtener tablillas perfectamente calibradas con las que se procedió al armado de la viga por ensamble de las mismas en superposición con aplicación de adhesivos tipo urea formaldehído y su posterior prensado durante cuatro horas.



En el caso de este material, se recomiendan distintos procesos de inmunización o preservación para prevenir ataques de hongos, bacterias e insectos, para este primer prototipo no se ha realizado preservación, hasta el momento hemos previsto el método de inmersión en solución de borax-ácido bórico-dicromato de potasio en proporciones 1:1:0,5 en dilución en agua a 60 grados durante 4 horas.⁸

Producción esperada por ha

Tomando como referencia el estado pasado de las matas, se estima una plantación de una planta cada cinco metros de distancia en cuadro, lo que al crear una menor competencia entre las cañas por la luz solar, los nutrientes y el agua, permitiría obtener cañas de buen diámetro y altura a razón de 1300 varas por ha por año.

De acuerdo a trabajos con *Guadua angustifolia*s se necesitarían 100 cañas para lograr 1 m³ de laminado. Si bien en base a estos primeros resultados obtenidos tenemos una supuesta producción de 10.5 m³ esperamos, llegar a esta producción mejorando las técnicas de procesamiento y la calidad de los culmos obtenidos al aplicar manejos silviculturales que lógicamente redundarán en mejor calidad de culmos cosechados.

CONCLUSIONES

Se destaca que la oportunidad de la utilización de la Guadua o takuara para la producción de vigas laminadas mas allá de ser un proceso industrial innovador en nuestro país, contribuiría a la reducción del impacto ambiental sobre nuestros montes nativos, cada vez más deteriorados y en amenaza ante la tala indiscriminada y furtiva de especies nativas de alto valor comercial y escasa oportunidad de renovarse, permitiendo desarrollar productos industrializados que a manera de sustitutos de madera pueden ir ganando espacios en el mercado tanto nacional como internacional.

Se abren nuevas posibilidades de investigación de materiales para el diseño industrial, semi industrial o artesanal enfocado siempre en el desarrollo totalmente renovable y sostenible de esta noble especie.

BIBLIOGRAFIA

DEMCOFF, Miguel V. (2003) Vigas laminadas estructurales de madera, su fabricación y empleo.

OLMO HERRERA, Alfredo M. (1976) Desarrollo de hormigón armado con caña bambú para la ejecución de viviendas antisísmicas Caracterización físico mecánica y de trabajabilidad de laminados de. *Guadua angustifolia Kunt*

JUAN CARLOS CAMARGO, Tito Morales, Román Ospina; Ajustes metodológicos para la investigación en silvicultural, biodiversidad vegetal y estructura de los bosques de Guadua www.tukababoo.com

ZHENG WANG, Wenjing Guo, Laminated Panel Manufacture of two kinds of Bamboo for Architecture. Material and Property Comparison.

CONTRERAS, Jaime z, Diaz Gustavo, Inmunización de la Guadua

BOTERO CORTÉS, Luis F, Procesamiento Industrial de la Guadua

**DEPOSIÇÃO DE SERAPILHEIRA EM UM POVOAMENTO HÍBRIDO DE
Eucalyptus urophylla x *E. globulus maidenii* NO MUNICÍPIO DE ELDORADO DO
SUL/RS/BRASIL.**

**LITTER DEPOSITION IN A HYBRID STAND OF *Eucalyptus urophylla* x *E. globulus
maidenii* IN ELDORADO DO SUL/RS/BRAZIL.**

**Mirian Lago Valente¹
Eleandro José Brun²
Mauro Valdir Schumacher³
Peter Trüby⁴
Elias Frank de Araújo⁵**

1. Acadêmica do Curso de Graduação em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Campus Universitário, CEP 97105-900, Santa Maria (RS). Brasil. mirian_sm@yahoo.com.br
2. Engenheiro Florestal, M.Sc., Prof. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, CEP 85660-000, Estrada para Boa Esperança km 4. Dois Vizinhos (PR). eleandrobrun@utfpr.edu.br.
3. Engenheiro Florestal, Prof. Dr. nat. tchn. do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria (RS). Brasil. Bolsista do CNPq. schumacher@pesquisador.cnpq.br
4. Engenheiro Florestal, Prof. Dr. da Albert-Ludwigs-Universität Freiburg Bertoldstr. 17, 79085, Freiburg. Alemanha. peter.trueby@bodenkunde.uni-freiburg.de
5. Engenheiro Florestal, Pesquisador da Aracruz S. A., CEP 92500-000, Guaíba (RS). Brasil. efaraujo@aracruz.com.br

SUMMARY

This study was conducted in a forest with *Eucalyptus urophylla* x *E. globulus maidenii* hybrid, about 6,5 years, in Eldorado do Sul, RS, during a period from January to December, 2007. The main purpose was to quantify litter return and its fractions leaves, branches and miscellaneous. Four collectors were systematically allocated in four plots (20 m x 20 m). Every fifteen days, the samples were sent to the Forest Ecology Laboratory (CCR/UFSM), where they were dried in an oven at 70° C for 72 hours and weighed in a scale (0,01 g). Total litter deposition was 6452,7 kg ha⁻¹, composed by 4584,6, 1283,5 and 584,6 kg ha⁻¹, respectively, for leaves, branches and miscellaneous. Litter showed a seasonal variation, following the order: spring > winter > autumn > summer.

Key words: litter production, Eucalyptus, sustainability.

RESUMO

O presente trabalho foi realizado numa floresta com híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *E. globulus maidenii*, de aproximadamente 6,5 anos de idade, no município de Eldorado do Sul, RS, durante o período de janeiro a dezembro de 2007. Objetivou-se, quantificar a devolução de serapilheira e de suas frações folhas, galhos e miscelânea. Para tanto, foram instalados sistematicamente 4 coletores em 4 parcelas (20 m x 20 m). Quinzenalmente, as amostras foram enviadas para o Laboratório de Ecologia Florestal do CCR/UFSM, onde foram postas para secagem em estufas a 70°C por 72 horas e pesadas em balança de precisão (0,01g). A deposição total de serapilheira foi de 6452,7 kg ha⁻¹, composta por 4584,6, 1283,5 e 584,6 kg ha⁻¹, respectivamente, para as frações folhas, galhos e miscelânea. A mesma apresentou variação sazonal, seguindo a seguinte ordem: primavera > inverno > outono > verão.

Palavras-chave: Produção de serapilheira, Eucalyptus, sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

As primeiras introduções de eucaliptos no Brasil ocorreram no Rio grande do Sul, no ano de 1868, (LIMA, 1993 apud MARCHIORI, 1997).

A busca do suprimento da elevada demanda de madeira, imposta pela sociedade, promove o aumento da implantação de florestas com espécies exóticas, em grande parte com o gênero *Eucalyptus*, favorecendo a preservação das florestas nativas remanescentes. Isto se deve ao fato deste gênero apresentar, dentro da sua variada gama de espécies, grande produtividade em povoamentos homogêneos, ser pouco exigente em termos ambientais e de crescimento rápido, tornando-se uma importante alternativa para a recuperação de áreas degradadas, a estabilização de dunas, o equilíbrio hidrológico de bacias hidrográficas, a formação de quebra-ventos e o controle da erosão.

KOEHLER (1989 apud FIGUEIREDO FILHO, 2003), define serapilheira como sendo o material recém-caído, na parte superficial do piso da floresta, consistindo, sobretudo de folhas, fragmentos de casca, galhos, flores, frutos e outras partes. Sua deposição varia em função da tipologia vegetal e da condição climática.

SCHUMACHER e HOPPE (1998), citam que, no interior de uma floresta, a serapilheira depositada sobre o solo desempenha papel fundamental na manutenção das condições ideais para o processo de infiltração d'água. O escoamento superficial em áreas florestais é muito pequeno devido a grande infiltração e retenção d'água pela serapilheira, variando conforme sua espessura.

A produção de serapilheira e a devolução de nutrientes em ecossistemas florestais constituem a via mais importante do ciclo biogeoquímico (relação dos nutrientes no esquema solo-planta-solo). Esse ciclo caracteriza-se, num primeiro estágio, pela absorção de nutrientes pelas raízes e sua distribuição pelas diferentes partes da planta, sendo que a taxa de absorção de nutrientes é maior no período em que as árvores se encontram em estágio juvenil, o que corresponde ao período de maior produtividade, dentro do processo de sucessão KIMMINS (1987). Após isso, os nutrientes são transferidos novamente ao solo pela deposição de serapilheira, lixiviação das folhas, ramos e troncos e pela ação da chuva, além do trabalho da fauna herbívora e a dispersão de frutos e sementes (POGGIANI e SCHUMACHER, 2000).

Segundo CORREIA e ANDRADE (1999), são vários os fatores que afetam a quantidade de resíduos que caem da parte aérea das plantas e irão formar a serapilheira. Dentre eles se destacam o clima, o solo, as características genéticas das plantas, a idade e a densidade de plantas.

Assim, o processo de ciclagem de nutrientes, a partir da deposição de resíduos senescentes das plantas, juntamente com a sua decomposição, executa importante função nestes ecossistemas, pois, visa a sustentabilidade e o melhoramento das naturezas físicas, químicas, biológicas e de fertilidade do solo.

Com base nesses aspectos, o presente estudo teve como objetivo quantificar a deposição mensal de serapilheira e suas frações folhas, galhos finos e miscelânea (casca, flores, frutos, sementes e outros materiais provenientes das árvores de eucalipto), durante o período de janeiro à dezembro de 2007 em uma plantação de um híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *E. globulus maidenii*, com 6,5 anos de idade, localizada no município de Eldorado do Sul, RS, Brasil.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo é parte integrante de um projeto maior que avalia todo o monitoramento ambiental de uma microbacia experimental usada com plantios de eucalipto, localizada no Horto Florestal Terra Dura, em Eldorado do Sul (30°10' de latitude Sul e 51°36' de longitude Oeste), no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Segundo as considerações de Köppen, o clima foi classificado como Cfa, subtropical úmido, com a temperatura média do mês mais frio de 9,2°C e do mês mais quente de 24,6°C. O total anual de chuvas é de 1400 mm, não ocorrendo estiagens, com a chuva no mês mais seco sendo superior a 80 mm, MORENO (1961).

A área apresenta solo do tipo Argissolo Vermelho Distrófico típico Tb, A proeminente, de textura média com cascalhos, argilosa ou argilosa com cascalhos, em relevo suave ondulado a ondulado, STRECK et al., (2002). O preparo de solo foi realizado através de escarificação até 40 cm de profundidade, com escarificador de 3 hastes. Como adubação, aplicou-se 300 kg ha⁻¹ de fosfato reativo no sulco e 100 g planta⁻¹ de NPK 06:30:06 (plantio). Como cobertura, foram aplicados 150 g planta⁻¹ de NPK 15:05:30 aos 03 e aos 12 meses de idade das plantas.

Na área do experimento foram instaladas 4 parcelas de 20 m x 20 m e em cada uma destas foram distribuídos sistematicamente 4 coletores de serapilheira, constituída por folhas, galhos finos (diâmetro ≤ 1 cm) e miscelânea, alocados em quatro diferentes situações: um na linha entre duas árvores, outro na entre-linha entre duas árvores, outro na diagonal entre 4 árvores e o último encostado ao tronco de uma das árvores.

O formato dos coletores (**figura 1**) é do tipo bandeja, dispostos a 50 cm de altura do solo, com área de 1 m² cada.



FIGURA 1: Aspecto de um coletor de serapilheira e suas dimensões e a distribuição destes na respectiva parcela.

FIGURE 1: Litter collector, its dimensions and distribution in the plot.

Assim, coletam-se 16 amostras de serapilheira a cada quinzena, as quais, após a coleta, eram levadas ao Laboratório de Ecologia Florestal, do Departamento de Ciências Florestais da UFSM, onde se realizou o processo de separação das frações folhas, galhos e miscelânea. Após, foram acondicionadas em embalagem de papel e postas a secar em estufa de circulação e renovação de ar, a 70°C por 72 horas. As amostras foram então pesadas em balança de precisão (0,01g) e a partir do peso das amostras estimou-se a quantidade de serapilheira depositada nas diferentes frações por hectare.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção total de serapilheira oriunda do plantio do híbrido alcançou um total de 6452,7 kg ha⁻¹, sendo composta, em maior quantidade, pela fração folhas, seguido por galhos e miscelânea, nos quais se quantificou 4584,64, 1283,48 e 584,56 kg ha⁻¹, respectivamente, para as frações folhas, galhos e miscelânea, conforme representado na **tabela 1**.

TABELA 1: Deposição sazonal de serapilheira durante o período de janeiro a dezembro/2007, em kg ha⁻¹, para um povoamento de um híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *E. globulus maidenii*, com 6,5 anos de idade. Eldorado do Sul/RS/Brasil. 2007.

TABLE 1: Seasonal litter deposition from January to December, 2007, in kg ha⁻¹, for 6,5 years hybrid *Eucalyptus urophylla* x *E. globulus maidenii* stand. Eldorado do Sul/RS/Brazil.

Estação do ano	Folhas	Galhos	Miscelânea	Serapilheira
	kg ha ⁻¹			
Verão	747,95	235,06	172,76	1155,77
Outono	1414,27	120,71	51,29	1586,28
Inverno	1020,46	434,13	133,99	1588,58
Primavera	1401,96	493,57	226,53	2122,05
Deposição Total	4584,64	1283,48	584,56	6452,68
Média mensal	382,05	106,96	48,71	537,72
Deposição relativa (%)	69,8	20,65	9,54	100

Com base nos dados acima, verifica-se que durante o período do verão a quantidade total de serapilheira depositada foi menor em relação às outras estações. No outono, a fração folhas teve maior deposição durante o ano, após a estação mais rigorosa, durante primavera, observou-se maior deposição para as frações galhos e miscelânea.

De acordo com BRUN et al. (2001), o período em que a deposição de serapilheira tende a se concentrar ocorre na época de maior crescimento e temperaturas elevadas (primavera e verão), período em que a vegetação produz grande quantidade de brotos novos e queda de folhas senescentes, e menores quantidades depositadas no período de menor crescimento (outono e inverno). Os mesmos autores citam que o principal mecanismo que desencadeia o processo de derrubada de maior quantidade de serapilheira na primavera é a detenção do crescimento provocada no inverno. Logo, esta informação condiz com o que foi observado durante o experimento.

É interessante ressaltar que o estudo compreende o período de um ano, assim, esta variação anual pode ser considerada muito relativa, necessitando, pois, da continuidade do experimento para resultados mais precisos quanto a sua quantificação ao longo dos meses.

A espécie estudada demonstrou nitidamente um comportamento sazonal da deposição, sendo a primavera a estação que apresentou maior deposição, seguido pelo inverno, outono e verão. Este comportamento se assemelha ao observado para florestas estacionais do Sul do Brasil, uma vez que os fatores principais que desencadeiam o fenômeno de derrubadas da serapilheira são os mesmos, ou seja, principalmente a estacionalidade térmica provocada pelo frio no inverno e o reinício da estação de crescimento na primavera, funcionando o vento como um mecanismo auxiliar de derrubada do material morto. Este comportamento é melhor discutido em BRUN et al. (2001), BRUN (2002), CUNHA (1997), CUNHA et al. (1993), KÖNIG et al. (2002).

De acordo com LIMA (1993), a deposição anual do folheto varia com as condições climáticas, sendo maior em climas tropicais do que em climas temperados frios. Do total depositado, cerca de 60 a 80 por cento são folhas, o restante incluindo casca, ramos, brotos. O

mesmo pôde ser constatado durante o experimento.

LIMA (1993), a partir de uma revisão bibliográfica com experimentos de eucaliptos, de idades entre 5 a 10 anos, observou uma deposição anual de serapilheira que varia num intervalo de 4490 a 5500 kg ha⁻¹, para a fração folhas, sendo o valor encontrado no presente estudo similar ao observado pelo autor.

Segundo um experimento realizado numa Floresta Estacional Decidual, em Itaara/RS, observou-se uma produção média anual de serapilheira de 7436,0 kg ha⁻¹, com uma distribuição relativa de 71,7% de folhas, 16,5% de galhos finos e 11,8% de miscelânea (VOGEL et al., 2007). De acordo com o estudo efetuado num povoamento de *Caesalpineae echinata*, em Mogi-Guaçu, São Paulo, observou-se que a proporção entre as frações da serapilheira depositada, para folhas, galhos e miscelânea, corresponderam respectivamente a 63%, 14% e 23% (GOMES et al., 2006).

Logo, estes dados assemelham-se aos observados no presente experimento, sendo de 69,8%, 20,6% e 9,5% para as frações folhas, galhos e miscelânea, respectivamente.

A **figura 2** ilustra as variações mensais do aporte da serapilheira total e de suas respectivas frações durante o período de observação compreendido de janeiro a dezembro de 2007.

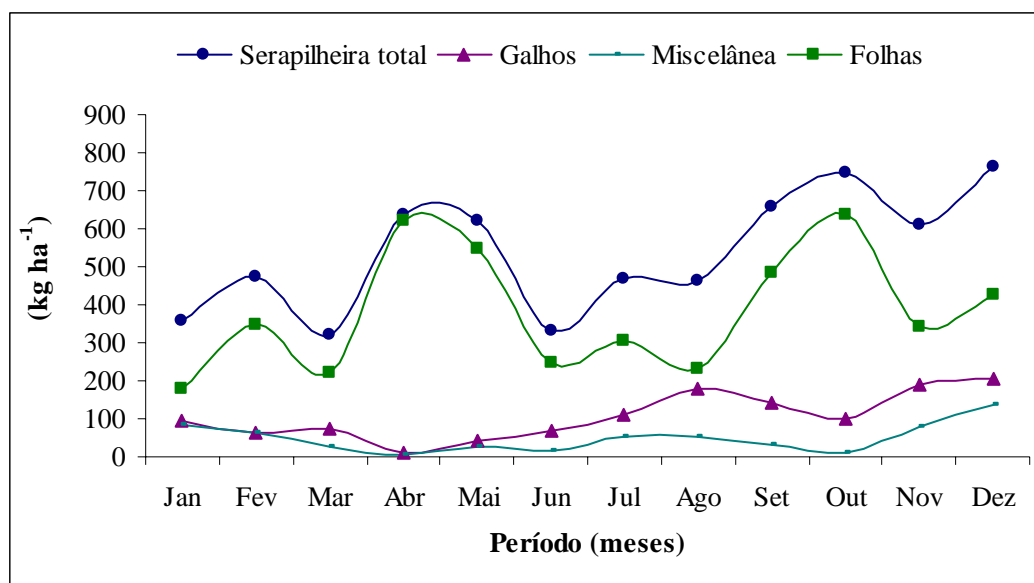


FIGURA 2: Variação mensal no aporte de serapilheira total e de suas respectivas frações, em kg ha⁻¹, no povoamento híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *E. globulus maidenii*. Eldorado do Sul/RS/Brasil. 2007.

FIGURE 2: Monthly variation for total litter deposition and its fractions for a *Eucalyptus urophylla* x *E. globulus maidenii* stand. Eldorado do Sul/RS/Brazil. 2007.

Ao longo do período de observações, a produção de serapilheira mostrou variação entre os meses, havendo maior aporte nos meses de abril, maio, outubro e dezembro, aos quais compreendem o início do outono e o início da primavera. Durante o estudo, o mês com maior deposição foi dezembro, com 764,95 kg ha⁻¹.

A maior quantidade de galhos finos depositada ocorreu para o mês de dezembro que corresponde a um valor de 206,74 kg ha⁻¹, o que representa cerca de 27% da serapilheira depositada para o respectivo mês. Também, para o mesmo mês, correspondendo a maior deposição de miscelânea, cerca de 134,48 kg ha⁻¹, alcançado cerca de 17% da serapilheira produzida, e para a fração folhas, o mês de outubro apresentou maior quantidade correspondendo a 85,2% o que equivaliu a 637,70 kg ha⁻¹.

SOUZA e DAVIDE (2001), estudando a produção de serapilheira em um talhão de eucalipto (*Eucalyptus saligna*), em ecossistemas alterados pela mineração de bauxita, no

município de Poços de Caldas, Minas Gerais, verificaram maior deposição de serapilheira nos meses de dezembro e fevereiro. O mês de dezembro se assemelha ao encontrado no presente estudo, porém para o mês de fevereiro, o povoamento pesquisado pelos autores acima depositou maior quantidade de serapilheira provavelmente em função de estacionalidade hídrica, o que é comum na região pesquisada pelos autores, ao contrário do que ocorre no Rio Grande do Sul, onde a estacionalidade é térmica e está relacionada aos meses de inverno, com conseqüente maior deposição na primavera.

CONCLUSÕES

A deposição anual de serapilheira encontrada neste estudo foi de 6452,67 kg ha⁻¹. As folhas foram responsáveis pela maior parte da serapilheira produzida (69,8 %), seguindo-se os galhos e miscelânea, com 20,65 e 9,54 %, respectivamente.

A produção apresentou uma variação sazonal, ou seja, seguindo a seguinte ordem quantitativa: primavera > inverno > outono > verão.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à empresa Aracruz S. A., Unidade Guaíba pelo apoio financeiro para a realização deste trabalho.

BIBLIOGRAFIA

- BRUN, E.J.; Schumacher, M.V.; Vaccaro, S.; Spathelf, P. 2001. Relação entre produção de serapilheira e variáveis meteorológicas em três fases sucessionais de uma Floresta Estacional Decidual do Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Agrometeorologia. Santa Maria. v.9, n.2, p 277-285.
- BRUN, E.J. 2002. Dinâmica da deposição de serapilheira em três fases sucessionais de uma Floresta Estacional Decidual no município de Santa Tereza, RS. Santa Maria. 61 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria.
- CORREIA, N.E.F.; Andrade, A.G. 1999. Formação de Serapilheira e Ciclagem de Nutrientes. In: SANTOS, G.A & Camargo, F.A.O. (editores) Fundamentos da Matéria Orgânica do Solo: ecossistemas tropicais e subtropicais, Gênese, Porto Alegre, RS. p 508.
- CUNHA, G.C. 1997. Aspectos da Ciclagem de nutrientes em diferentes fases sucessionais de uma Floresta Estacional do Rio Grande do Sul. Piracicaba: ESALQ – USP, 1997. 86 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP.
- CUNHA, G.C.; GRENDENE, L. A.; DURLO, M. A. BRESSAN, D. A. 1993. Dinâmica nutricional em floresta estacional decidual com ênfase aos minerais provenientes da deposição da serapilheira. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 3, n. 1, p. 35-64.
- FIGUEIREDO, A.F., Moraes, G.F., Schaaf, L.B., Figueiredo, D.J. 2003. Avaliação estacional da deposição de serapilheira em uma Floresta Ombrófila Mista localizada no Sul do Estado do Paraná. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 13, n. 1, p 11-18.
- GOMES S.R.; Maurenza, D; Lopes, M.I.M.S; Pinto, M.M. 2006. Produção de serapilheira e retorno de nutrientes ao solo em arboreto de Pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.) em Mogi-Guaçu, São Paulo, Brasil. Hoehnea. v. 33, p 339-348.
- KIMMINS, J.P. 1987. Forest Ecology. Collier Macmillan Canada, Inc. New York. Ed. UNESP, 1993. p 184.
- KÖNIG, F.G.; SCHUMACHER, M. V.; BRUN, E. J.; SELING, I. 2002 Avaliação da

- sazonalidade de deposição de serapilheira numa Floresta Estacional Decidual no município de Santa Maria, RS. *Revista Árvore*. Viçosa, v. 26, n. 4, p. 429-435.
- LIMA W.P. 1993. Impacto Ambiental do Eucalipto. São Paulo, 2. ed., Editora da Universidade de São Paulo, p 301.
- MARCHIORI, J.N.C., Sobral, M. 1997. Dendrologia das angiospermas: myrtales. Ed. da UFSM. Santa Maria. p 304.
- MORENO, J.A. 1961. Clima do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura. p 73.
- POGGIANI, F., Schumacher M.V. 2000. Ciclagem de nutrientes em Florestas Nativas. In: GONÇALVES, J.L.M.; Benedetti, V. (ed.) *Nutrição e Fertilização Florestal*, Piracicaba. IPEF/ESALQ, USP. p 427.
- SCHUMACHER, M.V.; Hoppe, J.M. 1998. *A Floresta e a Água*. Editora: Pallotti, Porto Alegre. p 70.
- SOUZA, J.A.; Davide, A.C. 2001. Deposição de serapilheira e nutrientes em uma mata não minerada e em plantações de Bracatinga (*Mimosa scabrella*) e de Eucalipto (*Eucalyptus saligna*) em áreas de mineração de bauxita. *CERNE* v.7, n.1, p 101-103.
- STRECK, E.V.; Kämpf, N.; Dalmolin, R.S.D.; Klamt, E.; Nascimento, P.C.; Schneider, P. 2002. Solos do Rio Grande do Sul. Editora da UFRGS. Porto Alegre. p 107.
- VOGEL, H.L.M.; Schumacher, M.V.; Trüby P. 2007. Avaliação da devolução de serapilheira em uma Floresta Estacional Decidual, em Itaara, RS, Brasil. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 17, n. 3, p 187-196.

QUANTIFICAÇÃO DA SERAPILHEIRA ACUMULADA E ANÁLISE DA RELAÇÃO CARBONO:NITROGÊNIO EM TRÊS ESPÉCIES DE EUCALIPTOS NO RIO GRANDE DO SUL-BRASIL

QUANTIFICATION THE ACCUMULATED LITTER AND C:N RATIO ANALYSIS IN THREE SPECIES OF THE EUCALYPTS IN RIO GRANDE DO SUL-BRAZIL

Márcio Viera¹
Kátia S. Baches²
Maria R. Kanieski³
Tatiane Chassot⁴
Lovaine Souto⁵
Mauro V. Schumacher⁶

¹ Mestrando do programa de pós-graduação em Engenharia Florestal, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil. CEP: 97105-900. vieraflorestal@yahoo.com.br.

² Mestranda do programa de pós-graduação em Engenharia Florestal, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil. CEP: 97105-900. kafiasimoneb@yahoo.com.br.

³ Mestranda do programa de pós-graduação em Engenharia Florestal, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil. CEP: 97105-900. rakanieski@yahoo.com.br.

⁴ Mestranda do programa de pós-graduação em Engenharia Florestal, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil. CEP: 97105-900. tatiachassot@yahoo.com.br.

⁵ Acadêmica do curso de graduação em Engenharia Florestal, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil. CEP: 97105-900. lovainesouto@yahoo.com.br.

⁶ Dr. nat. techn. do Departamento de Ciências Florestais, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil. CEP: 97105-900. schumacher@pesquisador.cnpq.br.

SUMMARY

This study had as objective to quantify the accumulated litter and the C:N ratio in it, in 3, 15 years old, eucalypts stands (*Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus urophilla* e *Eucalyptus cloeziana*), located in Santa Maria, Rio Grande do Sul-Brazil. Sampling was done through 25 samplings, for each specie, with a frame (25cmx25cm), randomized distributed. The total accumulated litter was 17,6; 19,9 and 22,8 Mg ha⁻¹, respectively, for *Eucalyptus cloeziana*, *E. urophilla* e *E. grandis*. The C:N ratio was higher for *E. urophilla* (43,5), followed by *E. grandis* (42,7) and *E. cloeziana* (40,9), that showed: 8,3; 9,5 and 7,2 Mg ha⁻¹ of carbon and 0,19; 0,22 and 0,18 Mg ha⁻¹ of nitrogen.

Key words: Carbon:nitrogen, accumulated litter, eucalypts

RESUMO

Objetivou-se com o presente estudo, quantificar a serapilheira acumulada e a relação C:N nela contida, em 3 povoamentos de eucaliptos (*Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus urophilla* e *Eucalyptus cloeziana*), ambos com 15 anos de idade, localizados no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul-Brazil. A amostragem consistiu na coleta de 25 amostras, para cada espécie, com moldura quadrada de ferro com 25 cm de lado, distribuídas aleatoriamente. A quantidade de serapilheira acumulada foi de 17,6; 19,9 e 22,8 Mg ha⁻¹, respectivamente, para *Eucalyptus cloeziana*, *E. urophilla* e *E. grandis*. A relação C:N foi maior para o *E. urophilla* (43,5), seguido pelo *E. grandis* (42,7) e *E. cloeziana* (40,9), que apresentaram respectivamente: 8,3; 9,5 e 7,2 Mg ha⁻¹ de carbono e 0,19; 0,22 e 0,18 Mg ha⁻¹ de nitrogênio.

Palavras-chave: Carbono:nitrogênio, serapilheira acumulada, eucaliptos

INTRODUÇÃO

O Brasil, país de vasta extensão e diferentes ecossistemas, presenciou em poucos anos a devastação de suas maiores riquezas e o aumento das desigualdades sociais de seu povo. A busca por soluções para estes problemas tem sido pauta constante de várias instâncias, e a produção florestal tem representado papel importante nessa discussão.

De acordo com WITSCHORECK & SCHUMACHER (2000), os reflorestamentos e florestamentos apresentam vários aspectos positivos. Economicamente, proporcionam biomassa barata, que viabiliza atividades que necessitam desta fonte de energia. Ecologicamente, além de amenizar a pressão sobre os poucos remanescentes de florestas naturais, os plantios possibilitam uma melhor utilização da área das propriedades, permitindo o uso de áreas “marginais”, mal drenadas ou de topografia mais acidentada, onde desempenha importante papel na preservação do solo e dos recursos hídricos.

Mas, para que esta produção seja de forma sustentável, faz-se necessário o entendimento dos aspectos ecológicos e silviculturais envolvidos no desenvolvimento de um povoamento florestal. Sendo que, o estudo da serapilheira é uma das formas mais importantes para esse entendimento. Pois, segundo OLIVEIRA (1987), a serapilheira contribui, juntamente com os demais compartimentos florestais, para a interceptação das águas da chuva, por meio de amortecimento e conseqüente dispersão da energia cinética das gotas, minimizando assim os efeitos erosivos, além de, através do gradiente vertical de decomposição, a camada de serapilheira é responsável pelo armazenamento de água no solo, bem como o aumento das taxas de infiltração e condicionamento dos fluxos superficiais.

Além do mais, a sua permanência no local em contato com o solo, pode ser reaproveitada no ciclo de nutrientes, após a sua decomposição. Demonstrando, desta maneira, a importância desse ciclo que se forma entre a comunidade viva e o seu meio, que é realmente evidenciada quando notamos que muitas florestas mantêm-se em áreas com solos de baixa fertilidade e incapazes de suportar outras culturas.

Quantidades significativas de nutrientes podem retornar ao solo através da queda dos componentes senescentes da parte aérea das plantas e sua posterior decomposição. Estes fragmentos orgânicos, ao caírem sobre o solo, formam uma camada de serapilheira, que compreende folhas, caules, frutos, flores, bem como restos de animais e material fecal (GOLLEY, 1975). A importância da serapilheira, para a ciclagem dos nutrientes em povoamentos florestais nativos ou implantados, é reconhecida desde o século passado (PRITCEHTT, 1979).

Para que ocorra essa ciclagem faz-se necessária a decomposição desse material que se encontra sobre o solo. De acordo com MASON (1980) a decomposição pode ser dividida em três processos básicos: lixiviação, intemperismo e ação biológica. Estes processos, logicamente, ocorrem simultaneamente. Cabe ressaltar, que a ação biológica é uma das mais importantes, onde há uma fragmentação gradual e oxidação dos detritos por organismos vivos. Sendo condicionada principalmente pela disponibilidade de nutrientes contido no material a ser decomposto. Sendo que, a composição física desse material bem como a de nutrientes e a relação carbono:nitrogênio atua como um dos parâmetros que melhor definem as tendências de decomposição do material orgânico (GALVÃO et al., 1991).

A quantidade de nutrientes na serapilheira depende da espécie, da proporção de folhas em relação aos demais componentes, da capacidade de translocação do nutriente antes da senescência, bem como do tipo de solo (SCHUMACHER et al., 2004).

As folhas normalmente constituem a maior proporção da biomassa dos resíduos que caem ao solo, cerca de 70%, sendo que este percentual aumenta com a idade, até certo ponto,

quando então, diminui devido ao aumento na queda de galhos e casca (REIS & BARROS, 1990), mas ficando geralmente entre 60 a 80% do total (ANDRADE et al., 2000; BACKES, et al., 2005; BRAY e GHORAN, 1964; FERNANDES, et al., 2007; FERREIRA et al., 2007).

Com isso, o presente trabalho teve por objetivo quantificar a serapilheira acumulada, bem como, a relação carbono/nitrogênio nela contida, em três espécies de eucaliptos com 15 anos de idade, localizados no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul-Brasil.

MATERIAIS E MÉTODOS

Descrição da área de estudo

O presente trabalho foi realizado em 3 povoamentos de eucaliptos, sendo eles: *Eucalyptus grandis* W. Hill. ex Maiden, *Eucalyptus urophilla* L. C. Blake e *Eucalyptus cloeziana* F. Muel, ambos com 15 anos de idade, localizados no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul-Brasil, situado junto a coordenada geográfica de 29°45' de latitude Sul e 53°43' de longitude Oeste.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, caracteriza-se como subtropical úmido, do tipo Cfa, caracterizado por temperatura média anual entre 17,9 e 19,2°C. As chuvas são bem distribuídas ao longo do ano sendo que a precipitação média anual fica em torno de 1400 a 1760 mm (MORENO, 1961).

O solo da área experimental pertence à Unidade de Mapeamento São Pedro, sendo classificado como Argissolo vermelho-amarelo distrófico, de textura média, relevo suavemente ondulado e substrato arenito. As principais limitações deste solo são devido a sua baixa fertilidade natural, baixa capacidade de retenção de água e susceptibilidade a erosão. Devido à acidez e a baixa fertilidade natural, os Argissolos exigem investimentos em corretivos e fertilizantes para alcançar rendimentos satisfatórios (STRECK et al., 2002).

Metodologia de estudo

Para a determinação da quantidade de serapilheira acumulada, foram coletadas aleatoriamente (SOARES et al., 2006) 25 amostras para cada espécie. Para isso, utilizou-se uma moldura de ferro (**figura 1**) com dimensões de 25 cm x 25 cm, resultando em uma área de coleta amostral de 0,0625 m². Essas coletas procederam-se no mês de dezembro de 2007.



Figura 1 – Aspecto da coleta de serapilheira acumulada de eucaliptos com moldura metálica.
Figure 1 - Aspect accumulated litter of eucalypts with metal frame.

A serapilheira acumulada coletada nessas parcelas foi colocada em saco plástico, devidamente identificada e posteriormente levada ao Laboratório de Ecologia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria, onde foi acondicionada em embalagem de papel-pardo

e posta para secar em estufa de circulação e renovação de ar a 75° C, onde permaneceu até adquirir peso constante.

Em seguida, foi determinado o peso seco por meio de uma balança digital de precisão (0,01g). Com base nos valores de massa seca, pode-se estimar a quantidade de serapilheira acumulada por hectare para cada uma das 3 espécies de eucaliptos.

Para a determinação dos teores de carbono e nitrogênio, foram confeccionadas sub-amostras, da seguinte maneira: de cada cinco amostras era retirado uma sub-amostra, totalizando 5 sub-amostras por espécie para serem analisadas. Após, esse procedimento, efetuou-se a moagem destas sub-amostras, em moinho tipo wiley com peneira de 30 *mesh*, para posteriormente serem feitas as determinações químicas.

Essas determinações foram realizadas no Laboratório de Solos da Universidade Federal de Santa Maria, através do Analisador Elementar modelo FlashEA 1112, segundo a metodologia descrita por TEDESCO et al. (1995).

Para a análise de correlação de PEARSON (r) entre a serapilheira acumulada e a relação carbono/nitrogênio e para a comparação das médias através do teste de Tukey, ambos ao nível de 5% de probabilidade de erro, utilizou-se o *software* SPSS 7.5.1 for Windows (1996).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Serapilheira acumulada

A quantidade de serapilheira acumulada, encontrada no presente estudo, para os diferentes povoamentos foi de 22,8 Mg ha⁻¹ para o *E. grandis*, a qual foi estatisticamente superior (p<0,05) as demais espécies e 19,9 Mg ha⁻¹ e 17,6 Mg ha⁻¹ para o *E. urophylla* e *E. cloeziana*, respectivamente (**tabela 1**).

BARICHELLO et al. (2000) estudando o acúmulo de serapilheira em povoamento de *Eucalyptos* sp., encontraram uma biomassa de 13,7 Mg ha⁻¹, quando o povoamento em questão encontrava-se com 17 anos de idade. Já KLEINPAUL et al. (2005), estudando um povoamento de eucaliptos com 12 anos, encontraram 11,6 Mg ha⁻¹.

Tabela 1 – Evolução da quantidade de serapilheira acumulada sobre o solo para diferentes espécies analisadas.

Table 1 - Evolution of litter accumulated on the ground for different species analyzed.

Espécie	SCHUMACHER et al. (2002) ¹		Presente estudo	
	Idade (anos)	Mg ha ⁻¹	Idade (anos)	Mg ha ⁻¹
<i>E. urophylla</i>	9	16,7	15	19,9 b ² (±2,0) ³
<i>E. cloeziana</i>	9	16,5	15	17,6 b (±1,8)
<i>E. grandis</i>	9	12,6	15	22,8 a (±2,3)

¹ Estudo realizado na mesma área experimental do presente trabalho. ² Médias seguidas pela mesma letra, na vertical, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. ³ Valores entre parênteses referem-se ao desvio padrão da média amostral.

Estudando a quantidade de serapilheira acumulada de eucalipto, em uma seqüência de idades, WITSCHORECK e SCHUMACHER (2002), encontraram 4,05; 5,98; 11,80 e 12,28 Mg ha⁻¹, quando os povoamentos encontravam-se com 2, 4, 6 e 8 anos de idade, respectivamente.

Pode-se verificar uma grande variabilidade no acúmulo de serapilheira em relação a outros estudos realizados. Essa variação pode ser explicada, segundo SCHUMACHER et al. (2002), com base na variação do clima, de sítios, idade, densidade de plantio, diferentes características genéticas de cada espécie e da estabilidade alcançada pelo povoamento. Sendo devido a esses fatores, a variação da quantidade de material depositado e o tempo necessário para a sua decomposição, refletindo na maior ou menor acumulação de serapilheira sobre o solo florestal.

Relação carbono:nitrogênio (C:N)

As características da serapilheira são condicionadas, entre outros fatores, à natureza do material que a constitui, como folhas, galhos e casca, que são os seus principais componentes. A proporção de cada um desses constituintes, bem como, o grau de decomposição destes, que por sua vez é afetado pelas características do clima e solo, condizionarão o teor de carbono da serapilheira (WITSCHORECK e SCHUMACHER, 2002).

A quantidade de serapilheira acumulada apresentou correlação direta e significativa ($r=0,52$; $p<0,05$) com a relação carbono/nitrogênio. Isso demonstra que quanto menor for esta relação menor será a quantidade de material orgânico que permanece sobre o solo. Pois, grande parte deste é mineralizado pelos agentes decompositores, disponibilizando após a decomposição, nutrientes no solo, que através das raízes finas das plantas serão reabsorvidos, dando continuidade ao processo cíclico de circulação de nutrientes no sistema solo-planta-solo (ciclo biogeoquímico) (PRITCHETT, 1986; SCHUMACHER et al., 2004).

Na **tabela 2**, verifica-se os teores de carbono e nitrogênio, bem como a sua relação (C:N), presentes na serapilheira acumulada de 3 espécies de eucaliptos. Todas as espécies estudadas apresentaram valores estatisticamente iguais ($p>0,05$). Mas, cabe ressaltar ainda que, as espécies *E. urophylla* e *E. grandis* possuíram teores iguais para carbono e muito parecidos para o nitrogênio, resultando numa relação C:N muito próxima.

Tabela 2 – Teores de Carbono e Nitrogênio (relação C:N) para as 3 espécies de *Eucalyptus*.
Table 2 - Contents carbon and nitrogen (C:N ratio) for the 3 species of *Eucalyptus*.

Espécie	Teores (g kg ⁻¹)		
	Carbono (C)	Nitrogênio (N)	C:N
<i>E. urophylla</i>	416,8 a ¹ (±23,7) ²	9,6 a (±0,5)	43,5 a (±1,6)
<i>E. cloeziana</i>	408,8 a (±24,5)	10,0 a (±0,9)	40,9 a (±1,8)
<i>E. grandis</i>	416,8 a (±27,9)	9,8 a (±0,2)	42,7 a (±3,7)

¹ Médias seguidas pela mesma letra, na vertical, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. ² Valores entre parênteses referem-se ao desvio padrão da média amostral.

A serapilheira com uma alta relação C:N favorece a retenção de N pelos organismos decompositores, o que pode reduzir a disponibilidade de N no solo. Além do mais, a mineralização deste material se torna mais lenta, como também uma menor proporção do N da serapilheira é mineralizado e removida (BONITTO et al., 2002 apud CAMPOS et al., 2003).

Em relação ao estoque de carbono e nitrogênio acumulado na serapilheira do solo (**tabela 3**), o maior conteúdo foi encontrado para a espécie *E. grandis*, sendo que foram encontrados 9,50 Mg ha⁻¹ de carbono e 0,22 Mg ha⁻¹ de nitrogênio.

WITSCHORECK e SCHUMACHER (2000), estudando o estoque de carbono na serapilheira acumulada em povoamentos de eucaliptos de diferentes idades, encontraram 1,65; 2,62; 4,78 e 5,50 Mg ha⁻¹, respectivamente para as idades de 2, 4, 6 e 8 anos.

Tabela 3 – Estoque de carbono e nitrogênio na serapilheira acumulada em 3 espécies de eucaliptos.

Table 3 - The total carbon and nitrogen accumulated litter on 3 species of eucalypts.

Espécie	Serapilheira	Conteúdo (kg ha ⁻¹)	
	Mg ha ⁻¹	Carbono (C)	Nitrogênio (N)
<i>E. urophylla</i>	19,9	8.294,3	191,0
<i>E. cloeziana</i>	17,6	7.194,9	176,0
<i>E. grandis</i>	22,8	9.503,0	223,4

CONCLUSÕES

O acúmulo de serapilheira sobre o solo nos diferentes povoamentos foi estimado em 17,6; 19,9 e 22,8 Mg ha⁻¹, respectivamente, para *Eucalyptus cloeziana*, *E. urophylla* e *E. grandis*, sendo estatisticamente superior para esta última espécie.

A relação C:N foi maior para o *E. urophylla* (43,5), seguido pelo *E. grandis* (42,7) e *E. cloeziana* (40,9), com correlação significativa ($r=0,52$; $p<0,05$) com a quantidade de serapilheira acumulada.

A serapilheira acumulada dos povoamentos de *Eucalyptus cloeziana*, *E. urophylla* e *E. grandis*, apresentaram, respectivamente, 7,2; 8,3 e 9,5 Mg ha⁻¹ de carbono e 0,18; 0,19 e 0,22 Mg ha⁻¹ de nitrogênio.

BIBLIOGRAFIA

- ANDRADE A.G. et al. 2000. Deposição e decomposição da serapilheira em povoamentos de *Mimosa caesalpiniiifolia*, *Acacia mangium* e *Acacia holosericea* com quatro anos de idade em planossolo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.24, n.3, p.777-785.
- BACKES, A.; Prates, F.L.; Viola, M.G. 2005. Produção de serapilheira em Floresta Ombrófila Mista, em São Francisco de Paula, Rio Grande do Sul, Brasil. Revista Acta Botânica Brasilica, São Paulo, v.19, n.1, p.155-160.
- BARICHELLO, L.R. et al. Quantificação de nutrientes no solo e serapilheira de um povoamento de *Eucalyptus* sp. na região de Santa Maria-RS. In: Congresso Florestal Estadual de Nova Prata: Anais... – Prefeitura Municipal, 2000.
- BRAY, J.R.; Ghoran, E. 1964. Litter production in forest of the world. Advances in Ecological Research, Londres, v.2, p.101-157.
- CAMPOS, M.L.; Marchi, G.; Lima, D.M.; Silva, C.A. 2003. Ciclagem de nutrientes em floretas e pastagens. Boletim Agropecuário, Lavras, n.65, p.1-61.

- FERNANDES, M.M. Pereira, M.G.; Magalhães, L.M.S.; Rosa Cruz, A.; Giácomo, R.G. 2007. Aporte e decomposição de serapilheira em áreas de floresta secundária, plantio de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* benth). Revista *Árvore*, Viçosa, v.31, n.1, p.7-12.
- FERREIRA, R.L.C.; Lira Junior, M.A.; Rocha, M. S.; Santos, M.V.F.; Lira, M.A.; Barreto, L. P.2007. Deposição e acúmulo de matéria seca e nutrientes em serapilheira em um bosque de sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia* benth.). Revista *Árvore*, Viçosa, v.31, n.1, p.7-12.
- GALVÃO, F.; ZilleR, S.R.; Bufrem, A.M. 1991. Decomposição foliar de algumas espécies arbóreas: análise sucessional em Floresta Estacional Decidual. Revista do Setor de ciências Agrárias, Curitiba, v.11, n.1-2, p.161-168.
- GOLLEY, F.B. 1975. Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta Tropical Úmida. Tradução de Eurípides Malavolta – São Paulo: EPU. Editora da USP, 256p.
- KLEINPAUL, I.S.; Schumacher, M.V.; Brun, E.J.; Brun, F.G.K.; Kleinpaul, J.J. 2005. Suficiência amostral para coletas de serapilheira acumulada sobre o solo em *Pinus elliottii* engelm, *Eucalyptus* sp. e Floresta Estacional Decidual. Revista *Árvore*, Viçosa, v.29, n.6, p.965-972.
- MASON, C.F. 1980. Decomposição (temas de biologia, v.18); Tradução Otávio Antonio de Camargo. São Paulo, p.3-15.
- MORENO, J.A. 1961. Clima do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 41p.
- OLIVEIRA, R.R. 1987. Produção e decomposição de serapilheira no Parque Nacional da Tijuca, RJ. 1987. 107p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Departamento de Geografia. Instituto de Geociências, Rio de Janeiro.
- PRITCHETT, W.L. 1979. Properties and management of forest soils. New York: John Wiley. 500p.
- REIS, M.G.; Barros, N.F. 1990. Ciclagem de nutrientes em plantios de Eucalipto. In: BARROS, N.F.; Novais, R.F. Relação solo-eucalipto. Viçosa: UFV. 330p. p. 265-301.
- SCHUMACHER, M.V. et al. 2002. Fracionamento da serapilheira em três espécies de eucalipto no município de Santa Maria –RS: *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus cloesiana* e *Eucalyptus grandis*. In: 2º Ciclo de atualização Florestal do Conesul, Santa Maria, p.173-180.
- SCHUMACHER, M.V. Brun, E.J.; Hernandez, J. I.; König, F.G. 2004. Produção de serapilheira em uma floresta de *Araucaria angustifolia* (bertol.) kuntze no município de Pinhal Grande-RS. Revista *Árvore*, Viçosa, v.28, n.1, p.29-37.
- SOARES, C.P.B.; Neto, F.P.; Souza, A.L. 2006. Dendrometria e Inventário Florestal. Viçosa: UFV. 276p.
- SPSS. 1996. Statistical package for the social sciences: programa de computador, ambiente windows. Chicago. Versão 7.5.1.
- STRECK, E. V. Kämpf, N.; Dalmolin, R.S.D.; Klamt, E.; Nascimento, P.C.; Schneider, P. 2002. Solos do Rio Grande do Sul. Editora da UFRGS. Porto Alegre, 107p.
- 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, 118p. (Boletim Técnico).
- WITSCHORECK, R.; Schumacher, M.V. 2000. Estimativa do carbono da serapilheira em florestas de eucalipto de diferentes idades. In: 8º Congresso Florestal Estadual de Nova Prata. Anais... Prefeitura Municipal.

CONDICIÓN QUÍMICA DE UN SUELO ROJO DE MISIONES EN SITUACIÓN DE QUEMA Y NO QUEMA DE RESIDUOS FORESTALES

CHEMICAL CONDITION OF A RED SOIL IN BURN AND NOT BURN FOREST RESIDUES OF MISIONES

Alejandra Von Wallis¹
Rodolfo Martiarena²
Norberto Pahr³

¹ INTA E.E.A. Montecarlo, Av. El Libertador 2472 (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina. avonwallis@montecarlo.inta.gov.ar

² INTA E.E.A. Montecarlo. ramartiarena@montecarlo.inta.gov.ar

³INTA E.E.A. Montecarlo y Facultad de Ciencias Forestales (U.Na.M.). Bertoni 124 (3380) Eldorado, Misiones, Argentina. npahr@montecarlo.inta.gov.ar

SUMMARY

At north of the province of Misiones was carried out an evaluation of the chemical soil condition after 12 months of burn of harvest forest residues. Was realized under a randomized complete block design with 2 treatments and 4 repetitions. Was sampled at 3 depths, 0-10, 10-30 y 30-60 cm and were determined pH, O. C., N, P, K, Ca, Mg, interchangeable Acidity and Aluminum. Was verifying that burn elevated significantly the availability P concentration until 30 cm of depth. With themselves tendencies Mg concentration ($p>0.05$) was modified at 10 cm, at same the pH. Don't significant differences but whit themselves tendencies, was observed to K and Ca. the N neither shown significant differences what presented more concentration when the residues where don't burn.

Key words: Burn, chemical properties, red soils, Misiones

RESUMEN

En el norte de la provincia de Misiones se realizó una evaluación de la condición química de un suelo rojo, luego de 12 meses de la quema de los residuos de cosecha forestal. Se efectuó bajo un diseño en bloques completos al azar con 2 tratamientos y 4 repeticiones. Se muestreó en 3 profundidades a saber, 0-10, 10-30 y 30-60 cm y se determinó pH, C.O., N, P, K, Ca, Mg, Acidez y Aluminio intercambiable. Se comprobó que la quema eleva significativamente la concentración de P disponible hasta los 30 cm de profundidad. Con la misma tendencia, la concentración de Mg fue modificada ($P<0.05$) hasta los 10 cm, al igual que el pH. Sin diferencias significativas, pero con similar comportamiento, se observó para K y Ca. El N tampoco presentó diferencias significativas pero mostró mayor concentración cuando no se quemaron los residuos.

Palabras clave: Quema, propiedades químicas, suelos rojos, Misiones

INTRODUCCION

El uso del fuego en la actividad agrícola o forestal es una práctica que permite de manera económica, eliminar los residuos vegetales acumulados sobre el suelo facilitando la preparación del terreno para la nueva plantación.

El fuego es una herramienta que puede tanto beneficiar temporalmente como producir efectos negativos sobre las condiciones químicas del suelo. Por un lado genera una

disponibilidad casi inmediata de algunos nutrientes para las plantas, y por otro lleva a la pérdida por volatilización o lixiviación de los mismos.

De acuerdo a GONÇALVES et al., (2002) y DONOSO ZEGERS, (1994), el aumento de la fertilidad en el corto plazo es uno de los beneficios del fuego, pero en el mediano y largo plazo la quema puede ser perjudicial para la producción vegetal debido a las salidas de nutrientes del sistema por volatilización y lixiviación. Las alteraciones que se producen en las propiedades químicas del suelo dependen en gran parte de las temperaturas alcanzadas, ya que se produce una interrupción en el ciclo de los nutrientes, iniciándose con el N.

Las quemas utilizadas en la actividad forestal, como parte de la preparación de terreno, no necesariamente tienen el mismo impacto sobre el N que sobre el P del suelo. Las pérdidas directas de P por la acción del fuego sobre el material vegetal son pequeñas, pero causa sí, modificaciones en el ciclo biogeoquímico del P, dejando mayor proporción de este elemento disponible (CERTINI, 2005). El nitrógeno en cambio, se volatiliza cuando el fuego alcanza los 300° C (BINKLEY, 1993), y se acrecienta más la volatilización a medida que va aumentando la intensidad de la quema, a lo que se agrega una mayor nitrificación microbiana debido al incremento de la temperatura del suelo por falta de cobertura, luego de una quema.

La quema de los residuos implica una oxidación del K, Ca y Mg y la formación de los óxidos correspondientes, que llevan al aumento del pH y los contenidos de bases cambiables, resultando en una mayor disponibilidad de los elementos mencionados, que a su vez, son más susceptibles al lavado (FASSBENDER, 1993).

El objetivo del presente trabajo es comparar condiciones químicas de un suelo rojo a los 12 meses de aplicada la quema y no quema de residuos de una tala rasa de pino.

MATERIALES Y METODOS

El ensayo está instalado en un predio de la Empresa LIPSIA S.A., ubicado en Puerto Esperanza, departamento de Iguazú, al noroeste de la provincia de Misiones.

La zona se caracteriza por un clima subtropical húmedo, con temperatura media anual de alrededor de 20° C y precipitaciones del orden de los 2000 mm anuales con un régimen tipo isohigro. Los suelos de la zona pertenecen al gran grupo de los Kandudultes, conocidos localmente como “rojos profundos”. Son arcillosos, bien drenados y con pendientes del 3 al 5% (LIGIER et al., 1990).

El ensayo presenta un diseño en bloques completos al azar, con 2 tratamientos y 4 repeticiones. Los tratamientos son: 1) quema de residuos en escollera y, 2) no quema de residuos, cuya cuantificación se realizó previo a la quema y arrojó un valor de 17,4 Mg.ha⁻¹.

El muestreo del suelo, realizado con barreno, se llevó a cabo a los 12 meses de haberse preparado el sitio para la plantación, donde se obtuvo una muestra compuesta a partir de siete muestras simples, en cada parcela, tratamiento y repetición, y para cada una de las siguientes profundidades: 0-10 cm ; 10-30 cm. y 30-60 cm, totalizando 24 muestras.

En laboratorio se determinó pH en agua, relación Suelo: Agua = 1:2.5; pH en Cloruro de potasio, relación Suelo: KCl = 1:2.5; Carbono orgánico: Método Walkey - Black [C.O.]; Nitrógeno: Método semi-micro Kjeldahl [N]; Fósforo: Método Bray II [P]; Calcio, Magnesio, Potasio, Acidez y Aluminio intercambiable: Método Cloruro de sodio (Ca, Mg, K, Ac. Int.).

Los datos fueron analizados estadísticamente mediante el análisis de varianza, comparándose las medias con el test de Tuckey. Para el análisis se utilizó el programa estadístico Info Stat / Profesional versión 1.1

RESULTADOS

A los 12 meses de aplicados los tratamientos se observaron diferentes resultados de acuerdo al elemento en cuestión y a la profundidad de suelo estudiada. En los primeros 10 cm, el análisis estadístico de la quema y no quema muestra diferencias significativas ($p < 0.05$) entre tratamientos para la concentración de P y Mg (Gráfico 1). La disponibilidad del P resultó 5 veces mayor en el tratamiento con quema, mientras que la del Mg 1.2 veces.

Los resultados precedentes indican que la quema de residuos forestales alcanza elevadas temperaturas, ya que el P comienza a ser liberado a los 700° C (RODRÍGUEZ, 1997) y el Mg a 1107° C (MURPHY, 2006).

Esta elevada temperatura sobre la biomasa y necromasa del piso forestal favoreció la acumulación de P, elemento de baja disponibilidad natural (FASSBENDER, 1982) y de baja estabilidad nutritiva (FERNANDEZ, 2002), como así también mejoró la disponibilidad del Mg.

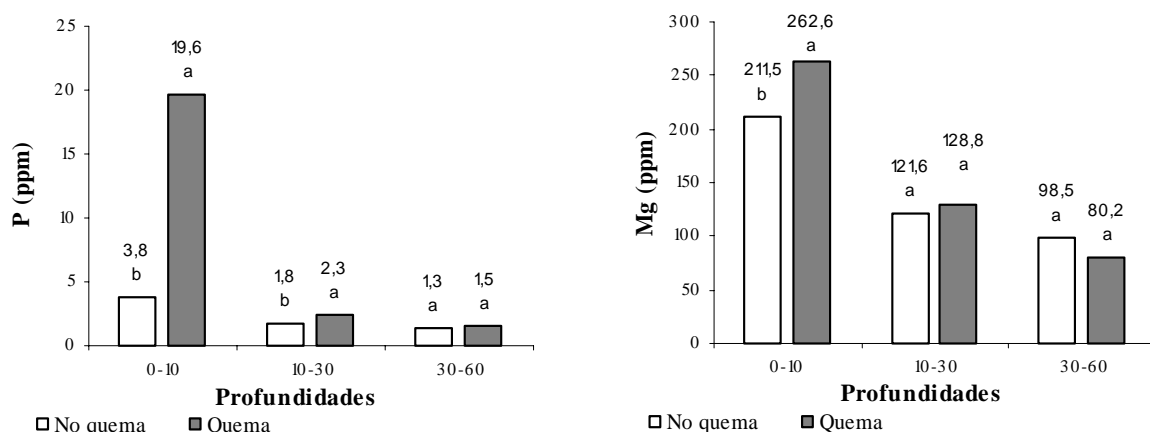
El aumento de la disponibilidad puede ser rápidamente removido por el gran crecimiento de las plantas, o puede llevar a la pérdida por lixiviación, ya que entre la quema y la siguiente plantación transcurre un período de tiempo en el que el suelo permanece descubierto y sin vegetación. Según CERTINI, (2005), el tiempo en el cual el efecto positivo del fuego en términos de disponibilidad de fósforo es altamente variable y depende de numerosos factores, como tipo de residuo y propiedades del suelo.

Dada la alta temperatura de liberación del Mg, éste es considerado un nutriente relativamente insensible al calor (DE BANO, 1991 citado por ALBANESI Y ANRIQUEZ, 2003). El mismo presenta baja disponibilidad en los suelos ácidos (FASSBENDER, 1993) y dado que en general la quema eleva el pH del suelo, el Mg pasaría a estar más disponible para las plantas, como se puede observar para la profundidad de 0-10 cm (Gráfico 1).

Para el espesor de 10-30 cm, el único elemento que presenta diferencias significativas es el P, siendo mayor la concentración en el tratamiento con quema, evidenciándose un proceso de lixiviación desde la fracción anteriormente analizada de 0-10 cm.

Gráfico. 1. Concentración de P y Mg en las tres profundidades del suelo para los tratamientos de quema y no quema de residuos

Graphic 1. P and Mg concentration in the three soil depths for burn and don't burn residues treatments



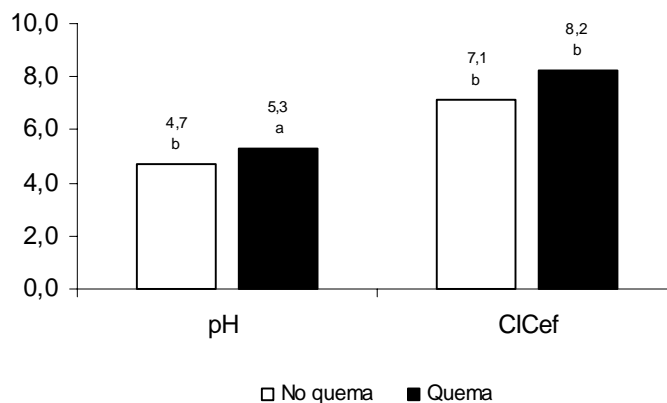
El pH registrado para la profundidad de 0-10 cm a los 12 meses posteriores a la quema, indica que el fuego lleva a un aumento significativo del mismo (Gráfico 2). Esto puede deberse a las cenizas generadas, ya que dicho aumento está asociado al aporte de cenizas

ricas en bases, principalmente carbonatos, hidróxidos, silicatos y óxidos de Ca, Mg, K y Na (GONÇALVES et al., 2002; ALBANESI y ANRIQUEZ,(2003).

De acuerdo a lo investigado por WOODMANSEE y WALLACH, (1981) citados por HATTEN et al., (2005) es esperable que el pH se incremente en los suelos forestales de coníferas luego de una quema, y disminuya con el paso del tiempo, dependiendo esto de las precipitaciones. Distinto resultado obtuvieron MARTÍNEZ BECERRA et al., (2004) al trabajar con fuego prescrito de material no leñoso, ya que no encontraron diferencias entre quema y no quema en suelos ácidos de Cuba.

Gráfico 2. Comportamiento del pH y la Capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICef) en la profundidad de 0-10 cm

Graphic 2. Behavior of pH in water and the Capacity of effective interchange (CICef) in the depth of 0-10cm



* letras distintas indican diferencias significativas ** CICef en $\text{cmol}^+ \cdot \text{kg}^{-1}$

Para las profundidades 10–30 y 30–60 cm, el pH no se modifica entre tratamientos. Estos resultados coinciden con las opiniones vertidas por RONDE et al., (1990); SOARES, (1990) citados por MARTÍNEZ BECERRA, (2004), quienes manifiestan que el efecto de la quema de restos vegetales sobre el pH disminuye con la profundidad del suelo, manteniéndose en los niveles iniciales un año después de realizada la misma.

El aumento del pH a partir de la liberación de bases presentes en las cenizas provenientes de la quema, conlleva a un incremento de la capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICef) (CERTINI, 2005), como queda reflejado en el gráfico 2.

No se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos para las variables N, K, Ca y C.O.

Para el N, a los 12 meses de aplicados los tratamientos, la concentración es menor cuando se quemaron los residuos, coincidiendo con MURPHY et al., (2006) que encuentran un decrecimiento del nitrógeno total un año después de la quema. Por su parte, MONLEON et al., (1997) citados por CARTER, (2004) indican que el nivel de N en rodales de *Pinus ponderosa*, no presenta diferencias después de los 12 meses.

Aunque también sin diferencias significativas entre tratamientos al momento del muestreo, el Ca y el K mostraron mayores concentraciones cuando se quemaron los residuos. Respecto del Ca, MURPHY et al., (2006) muestreando un suelo luego de un año de la quema, encuentran un incremento en el Ca intercambiable en parcelas quemadas pero sin llegar a diferencias estadísticas significativas, con similares resultados para el K.

El C.O. es menor en el tratamiento donde se aplicó quema ($p > 0.05$), debido a que desaparece el aporte de material vegetal, y ya que no ocurre el proceso de degradación y mineralización (FASSBENDER, 1993).

Después de los 30 cm. no se presentan diferencias para ninguno de los elementos analizados, ya que según DE BANO (2000), las temperaturas a los 5 cm en el suelo mineral, raramente exceden los 150° C y por debajo de los 20 a 30 cm no ocurre calentamiento del suelo, lo que estaría explicando la inexistencia de diferencias a esas profundidades y considerando el tiempo posterior a la quema en el que se realizó el muestreo.

CONCLUSIONES

Luego de 12 meses desde la quema, se evidencia un aumento significativo de la concentración de P disponible en el suelo hasta los 30 cm de profundidad.

La concentración de Mg aumentó (<0.05) luego de 12 meses de aplicados los tratamientos en la profundidad de 0-10 cm

La quema generó un aumento significativo del pH en el horizonte superficial.

El N, Ca, K, C.O. y CICef, no mostraron diferencias significativas entre los tratamientos de quema y no quema de los residuos forestales en ninguna de las profundidades.

Después de los 30 cm de profundidad no se presentan cambios en las propiedades químicas del suelo entre los tratamientos de quema y no quema en el sitio estudiado.

BIBLIOGRAFIA

- ALBANESI, A. y Anriquez A. 2003. El fuego y el suelo, Capítulo 5 de: El fuego en los ecosistemas argentinos. Editores C. Kunst, S. Bravo, J. Panigatti. Ediciones INTA.
- BINKLEY, D. 1993. Nutrición Forestal. Prácticas de Manejo. Grupo Noriega Editores, México.
- CARTER, M. y Foster D. 2004. Prescribed burning and productivity in southern pine forest: a review. *Forest Ecology and Management* 191: 93 – 109.
- CERTINI, G. 2005 Effects of fire on properties of forest soils: a review. *Oecologia* 143: 1–10.
- DE BANO, L. 2000. The role of fire and soil heating on water repellency in wildland environments: a review. *Journal of Hydrology* 231–232 :195–206.
- DONOSO ZEGERS, C. 1994. Ecología Forestal. El Bosque y su Medio Ambiente. Editorial Universitaria. Cuarta Edición. Universidad Austral de Chile.
- FASSBENDER, H. 1993. Modelos edafológicos de sistemas agroforestales. 2ª Edición. Proyecto agroforestal CATIE / GTZ. Turrialba, Costa Rica.
- FASSBENDER, H. 1982. Química de Suelos con énfasis en suelos de América Latina. 3º reimpresión. San José, Costa Rica.
- FERNANDEZ, R. 2002. Estrategias para minimizar los impactos de la cosecha forestal. Balance de nutrientes y condición física del suelo. Actas XVII Jornadas Forestales de Entre Ríos., Concordia.
- GONÇALVES, L.; Stape, J.; Wichert, M. y Gava, J. 2002. Manejo de resíduos vegetais e preparo de solo. Capítulo 3. Em: Conservação e cultivo de solos para plantações florestais. Editores L Gonçalves y J Stape. IPEF.
- HATTEN, J.; Zabowski, D.; Scherer, G. y Dolan, E. 2005. A comparison of soil properties after contemporary wildfire and fire suppression. *Forest Ecology and Management* 220: 227–241.
- LIGIER, H.; Matteio, H.; Polo, H.; Rosso, J.1990. Atlas de Suelo de la República Argentina. Tomo II. Misiones. SAGyP-INTA
- MARTÍNEZ BECERRA, L.; Ramos Rodríguez, M.; Castillo Martínez, I.; Bonilla, M. y Sotolongo Sospedra, R. 2004. Efectos de quemas prescriptas sobre las propiedades del suelo en bosques de *Pinus tropicalis* Morelet, en Cuba. *Revista Chapingo. Serie Ciencias*

- Forestales y del Ambiente. Año/vol. 10 N° 001: 31 – 35. Universidad Autónoma Chapingo. México.
- MURPHY, J.; Johnson, D.; Millar, W.; Walker, R.; Carroll, E. and Blank, R. 2006. Wildfire Effects on Soil Nutrients and Leaching in a Tahoe Basin Watershed. *Journal of environmental Quality* 35: 479 – 489.
- RODRIGUEZ, N. 1997. Fuego prescripto en plantaciones de pino. Cap. 3 Fuego y Sitio Forestal. Editores Kunst y Rodríguez. Proyecto Forestal de Desarrollo - SAGPyA.