

yvyrareta

ISSN-0328-8854

DICIEMBRE 2008 - N° 15 - REVISTA FORESTAL PAIS DE ARBOLES



Universidad Nacional de Misiones – Facultad de Ciencias Forestales

Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales – Eldorado – Misiones - Argentina

UTILIZACIÓN DE ENZIMAS PROTEOLÍTICAS DE ORIGEN VEGETAL COMO ESTRATEGIA DE PROTECCIÓN ANTIFUNGICA PARA FRUTOS Y VEGETALES POST-COSECHA

USE OF PROTEOLYTIC ENZYMES FROM PLANT SOURCES AS PROTECTION AGAINST FUNGI FOR POST-HARVEST FRUITS AND GREENS.

Teresa Argüelles¹
Ricardo C. Barth²
Ricardo E. Callaba³

Fecha de recepción: 28/12/2007
Fecha de aceptación: 15/08/2008

1. Doctora en Ciencia Aplicada. Lab. de Investigación de Química Forestal. Fac. Cs. Ftales. UNaM. Calle Bertoni, 124. (3380) Eldorado. Misiones. arguelles@facfor.unam.edu.ar
2. Farmacéutico. Lab. de Investigación de Química Forestal. Fac. Cs. Ftales. UNaM. Calle Bertoni, 124. (3380) Eldorado. Misiones. ricob@arnet.com.ar
3. Técnico Agrónomo. Lab. de Investigación de Química Forestal. Fac. Cs. Ftales. UNaM. Calle Bertoni, 124. (3380) Eldorado. Misiones. rcallaba@facfor.unam.edu.ar

SUMMARY

Protein extraction of *Jacaratia dodecaphylla* (Vell.) A. DC. fruits led to an extract with a high proteolytic activity. One of the isolated proteinases was very effective as growth inhibitor of *Colletotrichum* spp and *Penicillium* spp hyphae. Then, it was assessed the use of the mesocarp extracts of these fruits as a fungicide to keep current fruits and vegetables in good conditions, free from fungal attack after harvest. The extracts were directly assayed on the surface of some commercially available fruits with good results when some extent of humidity was present. These extracts were not effective when the fruits were air-exposed, but good results were obtained when the fruits were kept in a plastic tray covered with a polyethylene film. Our conclusion is that the extracts could be effective in such cases when water is present owing to the fact that proteinases are hydrolases, thus needing water to be active.

Key words: cysteinyl proteinases, fungicide activity, fruits, post-harvest conservation.

RESUMEN

La extracción de las proteínas de la pulpa del fruto de *Jacaratia dodecaphylla* (Vell.) A. DC. condujo a un extracto con gran actividad proteolítica. Se aisló una proteinasa que fue muy efectiva en inhibir el crecimiento de hifas de *Colletotrichum* spp y *Penicillium* spp. Debido a esta característica se pensó en utilizar extractos del mesocarpio de estos frutos para mantener verduras y frutos post-cosecha, libre del ataque de hongos. Los extractos se ensayaron sobre la superficie de diversos frutos, con resultados muy favorables sólo cuando se mantenía cierto grado de humedad sobre dicha superficie. No resultaron efectivos cuando los frutos se exponían al aire, en cambio la respuesta fue positiva para frutos presentados al público en bandejas cubiertas con film de polietileno. Se llegó a la conclusión que su utilización sería muy efectiva en los casos en que hay presencia de agua, ya que como las proteinasas son hidrolasas, necesitan agua para actuar.

Palabras clave: cisteinilproteinasa, actividad fungicida, frutos, conservación post-cosecha.

INTRODUCCIÓN

Actualmente existe en el mundo una coyuntura favorable para la expansión de la producción orgánica de alimentos, fibras y cosméticos, pues se registra un rápido crecimiento del consumo de orgánicos en Estados Unidos y Japón, a la vez que se diversifica y consolida la demanda en Europa. El incremento de las ventas entre 1997 y 2005 fue del 25%, con negocios por 31.280 millones de dólares, según la Organic Trade Association. En el año 2006, Argentina exportó más de 92.000 toneladas de productos orgánicos de origen vegetal (Diario La Nación, 22 de diciembre, 2007).

La agricultura orgánica requiere prácticas sanitarias que no contemplen el uso de los agroquímicos convencionales. La humanidad ha utilizado los productos naturales extraídos de los vegetales durante siglos para curar enfermedades, como fibras, en tinturas, como aditivos para la alimentación, etc. Es por ello que la utilización de un producto natural, como fungicida, representaría un conjunto de beneficios, ya que además de poderse

usar en la agricultura orgánica, tiene la ventaja de la forma de obtención que es completamente inocua (es importante recordar la tragedia de Bhopal en la India en 1984), y sus productos de degradación, que *a priori* se presentan como no dañinos.

Trabajos anteriores efectuados por nuestro equipo han demostrado la existencia de una enzima, componente del fruto de *Jacaratia dodecaphylla* que posee acción fungicida contra dos de los hongos más abundantes en Misiones: *Colletotricum* spp. y *Penicillium* spp., ensayados en placas de Petri (ARGÜELLES *et al.* 2000). Estudios bioquímicos nos han permitido caracterizar la enzima como una cisteinilproteínasa (ARGÜELLES y FERNÁNDEZ, 1997). En este trabajo se presentan los resultados de la utilización de la enzima como fungicida, por la aplicación de una solución de la enzima sobre frutas y verduras frescas, así como de ensayos sobre algunas plantas de hojas (todas de origen comercial) y explantos para el cultivo *in vitro*.

MATERIALES Y METODOS

Se trabajó sobre:

- a) Frutas y verduras comercializadas sin envoltorio (naranjas, mandarinas, mamones, zanahorias, calabazas).
 - a.1 Aplicación en bolsa de polietileno.
 - a.2 Aplicación en el cajón de embalaje.
- b) Frutas comercializadas en bandejas envueltas en film de polietileno (frutillas, cerezas, arvejas frescas).
- c) Verduras (lechuga).
- d) Explantos para cultivos *in vitro*.

La extracción de proteínas extracelulares se efectuó según MICHAUD y ASSELIN (1995) infiltrando el tejido con 10 ml de agua con un pH de 6,5 adicionada con 8 mm de ditioneitol (DTT), por medio de succión suave durante cinco minutos, seguido de centrifugación a baja velocidad para la separación de los restos celulares del agua de lavado (HUANGPU y Graham, 1995).

La extracción de proteínas se efectuó macerando en mortero frío 2 g del mesocarpio fresco, con 10 ml de buffer fosfato 0,1 M, pH 6,5, más etilendiaminatetraacetato (EDTA) 5 mm, formando una mezcla la que fue clarificada por centrifugación a 5000 x g y el sobrenadante fue utilizado como fuente de enzima.

Para la obtención del polvo acetónico se siguió el procedimiento de BRULLO *et al.* (1994), procesando el mesocarpio con acetona fría. Cuando el tejido estuvo finamente dividido, se eliminó la acetona por succión suave. El polvo acetónico se guardó en frasco de vidrio, en heladera a 8°C.

Para la extracción de las proteínas del polvo acetónico se tomaron 250 mg de éste y se procedió como para el mesocarpio fresco.

La determinación de la concentración de proteína en los extractos crudos se efectuó por el método de BRADFORD (1976) ajustado para pequeñas

cantidades. El reactivo para la proteína se preparó con 25 mg de Azul Brillante de Coomassie G-250, disueltos en 12,5 ml de ETOH al 95% y 25,0 ml de ácido fosfórico al 85%, aforado finalmente a 250 ml con agua destilada. El colorante se dejó en agitación toda la noche al cabo de la cual se filtró con papel de filtro Whatman n° 3.

Para la reacción se mezclaron 160 µl de la muestra en solución y 840 µl del reactivo Azul Brillante, se dejó reposar 10 minutos a temperatura ambiente y se leyó la absorbancia a 595 nm. Se confeccionaron curvas de calibración con seroalbúmina bovina disuelta en NaCl 0,15 M, en el rango de 0,1 a 1,0 mg/ml.

La determinación de la actividad proteolítica se efectuó en todos los casos sobre sustrato caseína tipo Hammarsten (Merck). La caseína se preparó en el momento al 1% disolviendo en buffer fosfato 0,1M, pH 6,5, manteniendo la solución en baño María a 100°C en ebullición suave durante 20 minutos, filtrando en caliente y dejando enfriar. Para la determinación de la actividad se trabajó en baño María a 37°C. En tubo de ensayo se añadieron 500 µL de buffer fosfato, 0,1 M, pH 6,5 más EDTA 5 mM que se mezclaron con 50 µl de la solución de enzima, permitiendo que las proteínas se activaran durante 5 minutos, al cabo de lo cual se añadieron 550 µL de la solución de caseína. Se incubó la mezcla durante 20 minutos a 37°C y se detuvo la reacción con 900 µL de ácido tricloroacético (ATC) al 5%. El blanco de la reacción se preparó reemplazando la solución de enzima por una cantidad equivalente de buffer. Los productos de la hidrólisis se determinaron en un espectrofotómetro Camspec (U.K.) a 280 nm (BEYNON y BOND, 1989).

Siguiendo el criterio de SARATH *et al.* (1989) para expresar la actividad enzimática cuando se utilizan sustratos proteicos, se definió para este caso una unidad arbitraria, Unidad Caseolítica (Ucas), correspondiente a la cantidad de enzima requerida para producir un incremento de una unidad de absorbancia a 280 nm, al cabo de un minuto, en las condiciones de ensayo.

La aplicación se efectuó por aspersión con 10 ml del extracto crudo por cada 100 cm² de superficie a mojar, dejando el material vegetal sobre una rejilla durante 1 minuto para escurrir el sobrante de líquido, situándolo después en bolsa de polietileno, cerrando ésta, o bien al aire libre simulando un cajón de verdulería. Frutos pequeños como las frutillas, o de hojas como la lechuga se mojaron por inmersión, dejando escurrir como anteriormente. Los controles se trataron de la misma forma con agua destilada. Muestras y testigos se dispusieron sobre la mesada del laboratorio a una temperatura entre 27 – 30°C. La determinación de la actividad residual se efectuó por lavado de la superficie de los frutos y verduras con 10 ml del buffer fosfato durante 5 minutos.

Se efectuaron 10 muestras por especie de fruta o verdura, cinco de ellas se utilizaron en los lavados.

Una vez tratadas las muestras, para la determinación de la actividad residual, éstas se lavaron de acuerdo al siguiente esquema: a las cero horas (primera muestra y se desecha), a las 24 horas (segunda muestra e idem), a las 48 horas (tercera muestra e idem), a las 72 horas (cuarta muestra e idem), a las 144 horas (quinta muestra e idem).

RESULTADOS

Como puede observarse en el extracto C es donde se registra la mayor cantidad de actividad proteolítica (Tabla 1), es por ello por lo que después de los primeros ensayos con naranjas y mandarinas mantenidas en bolsas de polietileno, y dejadas al aire, se utilizó solamente el extracto C para los tratamientos

Los explantos de brotes jóvenes de citrus se desinfectaron según un protocolo establecido (alcohol al 70%, agua de lavandina al 0,2%) y posteriormente se sumergieron durante 20 minutos en una solución del extracto C que contenía 0,065 mg/ml de proteína extracelular, con agitación suave. El tejido de los explantos no pareció sufrir más que los controles, pero debido al pequeño número de explantos tratados no se pudo determinar si el descenso en la contaminación fúngica de la muestra podía atribuirse al tratamiento adicional.

Como se puede observar en la Tabla 2 la actividad proteolítica se mantiene en niveles apreciables hasta las 48 horas de la aplicación, en los casos en que la

fruta se mantuvo en un ambiente con humedad. La actividad se conservó mucho mejor cuando se utilizó el extracto C, esto se debe seguramente a que del mesocarpio (extractos A y B) se extraen por lo menos tres proteinasas, que se autodigieren (ARGÜELLES y Fernández, 2000). Mientras que al obtener el extracto C se obtiene aparentemente sólo una proteinasa, a la que le imputamos una función de defensa en el fruto de Jacaratia (ARGÜELLES y FERNÁNDEZ, 2003).

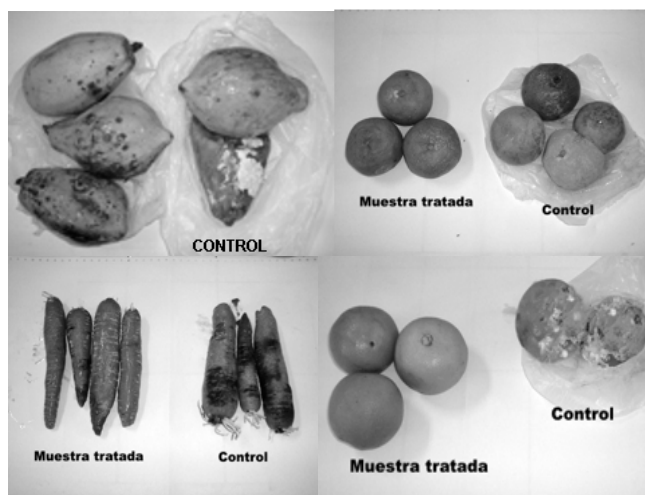
Las fotografías 1 y 2 muestran los resultados de los tratamientos con el extracto C, en condiciones donde los frutos, una vez escurrido el exceso de extracto, se taparon o introdujeron en una bolsa de polietileno y se mantuvieron así los 10 días de duración del experimento. En estas condiciones los resultados fueron muy promisorios, pero no en el caso en el que los frutos se mantuvieron al aire, sin cubierta, donde no hubo diferencias entre los controles y los tratamientos. La hipótesis que explicaría este comportamiento es que siendo estas proteínas hidrolasas (hidrolizarían los enlaces peptídicos) necesitan agua en cierta cantidad para poder operar. Sobre la superficie seca del fruto mantenido al aire, las enzimas se hallan inactivas

Tabla 1. Concentración de proteínas y actividad proteolítica de cada uno de los extractos empleados.
Table 1. Protein concentration and proteolytic activity in each tested extract.

Extracto A		Extracto B		Extracto C	
Mesocarpio fresco		Polvo acetónico		Proteínas extracelulares	
Concentración (mg/ml)	Actividad específica	Concentración (mg/ml)	Actividad específica	Concentración (mg/ml)	Actividad específica
0,790	62,53	0,432	87,61	0,130	157,30

Tabla 2. Determinación de la actividad proteolítica residual, en naranjas mantenidas en bolsas de polietileno
Table 2. Determination of the residual proteolytic activity in oranges kept in polyethylene bags.

	Pulverizado con el extracto A		Pulverizado con el extracto B		Pulverizado con el extracto C	
	Conc. Prot. (mg/ml)	Actividad específica	Conc. Prot. (mg/ml)	Actividad específica	Conc. Prot. (mg/ml)	Actividad específica
Horas	0,490	40,2	0,980	45,7	0,095	120,3
24 h	0,412	35,9	0,720	37,2	0,088	109,3
48 h	0,270	30,2	0,420	31,7	0,070	92,7
72 h	0,125	15,9	0,200	20,5	0,063	85,8
144 h	0,075	7,2	0,130	10,3	0,050	42,7



Fotografía 1. Se observan los resultados de la aspersión con el extracto de proteínas extracelulares (extracto C). Los frutos se mantuvieron en bolsa de polietileno a temperatura ambiente durante 10 días.



Fotografía 2. Se observa el efecto de la inmersión de los frutos en el extracto C. Las bandejas se mantuvieron cubiertas con film de polietileno, en las mismas condiciones que los demás frutos. Se eliminó el polietileno para tomar la fotografía.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados de presente trabajo, se puede inferir que para la conservación de alimentos húmedos, el extracto C se presenta como muy promisorio. Ya que proviene de un fruto, suponemos que los productos de degradación de la enzima deben ser inocuos. Habría que investigar en esa línea, para poder utilizar el producto extensamente. Después de lavar frutillas y cerezas tratadas, éstas se consumieron en el laboratorio, sin problemas. De la misma forma los ingenieros en alimentos se encargarían de investigar la mejor forma de obtención y de almacenamiento de la fracción C, o de la proteína cristalizada. El mérito más importante que tendría la utilización de este producto, es que su forma de obtención es completamente inocua para el medio ambiente, que representa una alternativa a la producción de pesticidas químicos, y que sería uno de los productos pioneros a la hora de cambiar nuestra mentalidad hacia la búsqueda de soluciones inteligentes.

BIBLIOGRAFIA

- ARGÜELLES T., Agostini J.P., Fernández G. 2000. Estudio de las propiedades antimicrobianas de un exudado de semillas de *Cedrella fissilis* Vell. Revista Yvyrareta, n° 10, pp 41-47
- ARGÜELLES, T., Fernandez, G. 1997. Preliminary study of the proteins isolated from *Jacaratia dodecaphylla* (Vell.). Proceedings of the Second World Congress on Medicinal and Aromatic plants. Mendoza. Argentina. Vol. I, pp 195-198.
- ARGÜELLES T., Fernández G. 2000. Autodigestión de la Jacaratina (Cisteinil proteasa) detectado mediante el ensayo con Azul Brillante de Coomassie. XXIV Congreso Latinoamericano de Química. Octubre. Lima. Perú.
- ARGÜELLES T., Fernández G. 2003. Isolation and partial characterization of an extracellular cysteine peptidase from *Jacaratia dodecaphylla* (Vell.) fruits. Biocell, Vol.27 Supplement 1.
- BEYNON R.J., Bond J.S. (1989) Proteolytic enzymes: A practical approach. IRL Press, Oxford, New York, Tokyo.
- BRULLO A., Hilal M.R., Natalucci C.L., Caffini N.O. (1994) Estudio preliminar de "macrodonina", una nueva cisteinilproteinasas

- aislada de frutos de *Pseudoananas macrodontes* (Morr.) Harms (Bromeliaceae). Acta Farm. Bonaerense 13, pp 41-47.
- BRADFORD M.B. (1976) A rapid and sensitive method for the quantitation of micrograms quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Anal Biochem. 72, pp 248-254.
- HUANGPU J., Graham J.S. (1995) Purification and developmental analysis of an extracellular proteinase from young leaves of *Glycine max*. Plant Physiol. 108, pp 969-974.
- MICHAUD D., Asselin A. (1995) Application to plant proteins of gel electrophoretic methods. J. Chromatogr. A. 698, 263-279.
- SARATH G., de la Motte R.S., Wagner F. W. (1989). Protease assay methods. En: Proteolytic enzymes: A practical approach. Eds. Beynon R.J., Bond J.S., IRL Press, Oxford, pp. 27.

CRECIMIENTO EN ÁREA BASAL DE *Pinus taeda* L. CON RELACIÓN A LA LONGITUD DE COPA VERDE *

BASAL AREA GROWTH OF *Pinus taeda* L. IN RELATION WITH GREEN CROWN LENGTH

Hugo Enrique Fassola¹

Paula Ferrere²

Mónica Gelid de Ruibal³

Fecha de recepción: 20/10/2002

Fecha de aceptación: 28/08/2008

1. Investigador. EEA INTA Montecarlo. AE 4. (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina. Tel. y FAX +054-3751-480057 / 480512. Email: hfasola@ceel.com.ar

2. Ex becaria EEA INTA Montecarlo. AE 4. (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina. Tel. y FAX +054-3751-480057 / 480512. Email: ferrere@infovia.com.ar

3. Ex Técnica APSA. Pto. Esperanza, Misiones Argentina. Tel. y FAX +054-3757-4270027. Email: mgelid@altoparana.com

* Trabajo parcialmente financiado por el Proyecto Forestal de Desarrollo. SAGPyA – BIRF (Convenio de Préstamo 3948-AR). Proyectos de Investigación Aplicada (PIA) en Bosques de Cultivo, PIA 20/96.

SUMMARY

Data base from a pruning and thinning trial of *Pinus taeda* L., located in the Iguazú Department, province of Misiones, Argentina was used to established the relationship among annual basal area increment and stand variables. Annual basal area increment was successfully explained by green crown length, so it was included in the model, as it did the variable that described heavy pruning in stands with high stockings. Diameter at breast height (d.b.h), height ratio, tree spacing in relation with total height, green crown length of the mean tree in relation with the height of the crown base and the age were other variables that contributed to the basal area prediction. The fitted model for annual basal area increment prediction for pruned and thinned stands, in the site under study, was tested against an independent sample and the mean estimation error was $-0.035 \text{ m}^2/\text{ha}$.

Key words: pruning, thinning, crown length, growth models, *Pinus taeda* L.

RESUMEN

La información producida en un ensayo de poda y raleo de *Pinus taeda* L., ubicado en el departamento Iguazú, Misiones, Argentina, se utilizó para ajustar un modelo de predicción del incremento anual en área basal en función de variables de estado de las parcelas. La longitud de copa verde fue una de las variables seleccionadas permitiendo explicar en gran parte el incremento en área basal, al igual que una variable que describe la aplicación de podas intensas en situaciones de altas densidades de rodal. Otras variables que intervinieron en el modelo finalmente ajustado fueron la relación entre diámetro y altura; la ocupación del sitio del árbol promedio establecida mediante el espaciamiento vinculado a la altura promedio; la profundidad promedio de copa verde con relación a la altura de la base de copa y la edad. El modelo ajustado para predecir el incremento anual en área basal, en el sitio bajo estudio, de rodales sometidos a tratamientos de poda y raleo fue validado contra una muestra independiente arrojando un error promedio de estimación de $-0,035 \text{ m}^2/\text{ha}$.

Palabras clave: poda, raleo, longitud de copa, modelos de crecimiento, *Pinus taeda* L.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de *Pinus taeda* L. está ampliamente difundido en la región de suelos lateríticos que se encuentra en el nordeste de la provincia de Corrientes y en la provincia de Misiones en Argentina.

Modelos que permiten analizar y prescribir tratamientos silviculturales a los fines de incrementar el valor potencial de los rodales de esta especie han sido desarrollados en Brasil y Misiones (MALHEIROS DE OLIVERA y DE OLIVERA, 1992; FRIEDL *et al.* 1997). Sin embargo, estos carecen de la posibilidad de simular o proyectar el crecimiento de rodales jóvenes sometidos a tratamientos de poda.

RADTKE y BURKHART (1999), al analizar la evolución de rodales de distintas densidades, consideran que modelos que describen la evolución de estadios tempranos no han sido ajustados, entre

otros motivos, por la naturaleza variable de las características del rodal a edades jóvenes.

Sin embargo si se considera que la densidad del rodal afecta el volumen de follaje y que este determina los incrementos corrientes (KIKUZAWA *et al.* 1986), pueden establecerse relaciones que incluyan la estructura de copas y permitan predecir la respuesta de un rodal a una multiplicidad de tratamientos de poda y raleo.

En Nueva Zelanda numerosos ensayos de raleos y podas de *Pinus radiata* fueron establecidos en sus inicios con objetivos simples, como observar cambios en área basal y en los incrementos en altura; pero posteriormente, aceptando la importancia del beneficio económico como el mayor objetivo de las plantaciones, surgió el interés en desarrollar modelos que permitieran analizar o expresar los resultados en términos de producción física y retorno financiero (WEST *et al.* 1982; KNOWLES y WEST, 1986). Como producto de esos nuevos objetivos se desarrolló el modelo EARLY, que era parte de un sistema silvicultural denominado SILMOD (WITHERSIDE y SUTTON, 1983), siendo su función proyectar el crecimiento en área basal de un rodal joven en función de la longitud de copa por hectárea.

La longitud de copa /ha, la cual se define como la sumatoria de la profundidad de copa verde, tomada desde la primera rama verde hasta el ápice, de todos los ejemplares/ha, permitió determinar los cambios en crecimiento asociados tanto con las podas como con los raleos. Este modelo se basó en el hecho de que existe una relación estable y predecible entre la suma de los largos de copa y el área basal, que es suficientemente independiente del manejo que ha creado la cantidad de follaje (FIGTH *et al.* 1995). Estos autores trabajando con Pino Oregón señalan, en forma preliminar, determinaron que básicamente el mismo modelo aplicado a *Pinus radiata* D. Don mostró un buen comportamiento predictivo al analizar los crecimientos juveniles de esa especie.

En Argentina, se encontró una fuerte asociación entre el incremento en área basal y la longitud de copa en rodales jóvenes de *Pinus caribaea* var *caribaea* y *Pinus elliottii* (FASSOLA, 1991, 1993) sometidos a podas y raleos. ALLEGGRANZA *et al.* (1997) también determinaron una relación estrecha entre longitud de copa y la disponibilidad de forraje en un rodal de *Pinus caribaea* var *caribaea*.

Dada la simplicidad de medición o estimación de esta variable (KNOWLES y WEST, 1986) y con el objetivo de desarrollar modelos en *Pinus taeda* L. que permitan predecir el efecto de podas y raleos a edades tempranas en la provincia de Misiones, se analizó la información generada en un ensayo de esta especie combinando estructuras de copas muy diferentes, generadas mediante una amplia gama de tratamientos silvícolas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La información fue obtenida en un ensayo de raleo y poda en *Pinus taeda* L. origen Marion que fue instalado en 1995 sobre una plantación comercial de la especie (FASSOLA *et al.*, 1997). El mismo se encuentra ubicado en el Lote A 13 de la empresa Alto Paraná, en la localidad de Puerto Libertad, Departamento Iguazú, provincia de Misiones, Argentina, a los 26° 14' de lat. sur y 54° 36' de long. oeste. Los suelos responden a las características del gran grupo Kandiuult y el clima es de tipo semi-tropical húmedo (PAPADAKIS, 1974).

En la plantación original espaciada inicialmente a una distancia de aproximadamente 3 x 1,7 m, a la edad de 3 años, adoptando un diseño sistemático clinal (ALDER, 1980), en fajas de distinta densidad, generadas por raleos a esa edad, se configuraron densidades de 1.967 pl/ha (corresponde a la densidad original), 983 pl/ha, 491 pl/ha y 245 pl/ha, las cuales fueron cruzadas en sentido perpendicular por sub-fajas de distinta intensidad de remoción de la profundidad de copa verde, 0 %, 30 %, 50 % y 70 % (siendo aplicada esta última intensidad sólo en las densidades extremas). En cada sub-faja de intensidad de poda, las podas fueron aplicadas en diferente número de realces o levantes, variando estos de uno a cuatro (por Ej.: 30 % de remoción de copa en 1, 2, 3 y 4 realces de poda). 4 realces de poda sólo se aplicaron a los tratamientos de 491 y 245 pla/ha en las intensidades de 30 % y 50 % de remoción de copa viva, en virtud de la superficie disponible. Las podas, realizadas durante el período invernal, fueron ejecutadas con intervalos de un año. Cada tratamiento contó con 5 replicaciones. El último año de observación fue 1998, correspondiendo con la aplicación del último levante de poda (FASSOLA *et al.* 1997).

La superficie total del ensayo con borduras fue 6,5 ha correspondiendo a los tratamientos con una densidad de 1.967 pla/ha una superficie por parcela cercana a los 150 m² y en las demás densidades de aproximadamente 300m². En cada tratamiento se efectuó anualmente la medición del diámetro a la altura del pecho (dap) y en una muestra aleatoria de árboles por tratamiento, que varió en intensidad entre el 11 y el 43 % de los ejemplares, se tomó la altura desde el suelo hasta la base de la copa verde (bcv) y la altura total (h).

De un total de 215 parcelas conformadas, 196 de ellas (588 observaciones como consecuencias de las mediciones anuales) fueron utilizadas en el estudio. La información recogida en las mediciones efectuadas entre los años 1995 y 1998 permitió ajustar modelos de altura total y base de copa para cada tratamiento, con lo cual fue factible estimar la altura total promedio y la longitud de copa verde (LCV), expresada en km/ha, para cada uno de ellos, como también estimar los incrementos en área basal. La altura dominante se estimó sobre la base de la

altura media de los 100 árboles de mayor diámetro/ha.

En la Tabla 1 se detallan los valores mínimos y máximos de las principales variables de estado y respuesta de las parcelas empleadas en el trabajo.

Previo al ajuste del modelo, de la totalidad de las parcelas que componían el ensayo se extrajo una muestra al azar de 19 de las mismas, las cuales totalizaban 58 observaciones de incrementos en área basal, para utilizarlas como muestra independiente a fin de analizar el error de estimación del incremento en área basal del modelo ajustado. En la Tabla 2 se detallan los valores mínimos y máximos de las principales variables de estado y de respuesta de las

parcelas de la muestra independiente. Con esta información se procedió a analizar mediante análisis de regresión “paso a paso” variables de estado de los rodales o sus transformaciones que permitieran predecir el incremento anual en área basal de rodales jóvenes sometidos a diversos tratamientos de remoción de copa basándose el método en la selección de la variable independiente más correlacionada con la variable dependiente, incluyendo en el paso siguiente otra variable que presente la mayor correlación parcial, previo reexamen de los pasos anteriores y así sucesivamente, siendo testeadas posteriormente por el Test de F (SCHNEIDER, 1998).

Tabla 1. Valores mínimos y máximos de las variables de las parcelas de *Pinus taeda* L. origen Marion utilizadas en el estudio.

Table 1. Minimum and maximum values of variables of the plots of *Pinus taeda* L. Marion used in the study

	E	N	G	dapc	Hdom	h	LCV	inc G
	años	n°/ha	m ² /ha	cm	m	m	km/ha	m ² /ha/año
min	3	121	1,21	7,3	5,4	4,6	0,30	0,38
max	5	2267	33,35	21,2	12	11	13,00	10,32

Nota: E: edad; N: n° de árboles; G: área basal; dapc: diámetro cuadrático promedio a 1,3; Hdom: altura dominante; h: altura promedio; LCV: sumatoria de las longitudes de copa verde; inc G: incremento corriente anual en área basal.

Tabla 2. Valores mínimos y máximos de las variables de las parcelas utilizadas en la muestra independiente.

Table 2. Minimum and maximum values of the plots variables from the plots of the independent sample

	E	N	G	dapc	Hdom	h	LCV	inc G
	años	n°/ha	m ² /ha	cm	m	m	km/ha	m ² /ha/año
min	3	228	1,91	7,6	5,8	4,7	0,75	0,86
max	5	2094	25,71	21,9	11,3	10,3	11,89	8,63

Nota: E: edad; N: n° de árboles; G: área basal; dapc: diámetro cuadrático a 1,3 m; Hdom: altura dominante; h: altura promedio; LCV: sumatoria de las longitudes de copa verde; inc. G: incremento anual en G.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las variables de estado de las parcelas y transformaciones de las mismas fueron utilizadas para ajustar un modelo que permitiera predecir el incremento anual en área basal. De todas ellas la longitud de copa verde (LCV) (Tabla 3, (1); Tabla 4), fue seleccionada en primer término. En el Gráfico 1 puede observarse la evolución de los incrementos en área basal en función de la longitud de copa.

De la tendencia observada surge que hasta aproximadamente 1,5 km/ha de copa viva se mantiene una relación casi lineal con el incremento anual en área basal; situaciones similares también han sido observadas en *Pinus radiata* D. Don, *Pinus elliottii* y *Pinus caribaea* (WEST *et al.* 1982; FASSOLA, 1991, 1993). WEST *et al.* (1982) sostienen que este constituiría el límite de la copa “activa”, denominación que puede atribuirse a que los árboles crecen en forma libre y toda la copa es funcional. Puede sostenerse que previo a ese límite un incremento de longitud de copa se vería correspondido con un incremento proporcional en el

área basal (WEST *et al.* 1982; FASSOLA, 1991, 1993).

Entre 1,5 y los 5 km/ha de longitud de copa verde se puede observar la tendencia que ante nuevos incrementos de copa los incrementos en área basal serán menores que en la zona anterior, pudiendo denominarse a esta zona como de “copa parcialmente activa” (WEST *et al.* 1982), comenzando a producirse en su límite superior el cierre de copas del rodal.

Por encima de los 5 km/ha, la que de acuerdo con WEST *et al.* (1982) sería de “copa inactiva”, se observa la tendencia que nuevos incrementos de copa aportan incrementos mínimos en área basal.

Dado que el comportamiento de la copa está afectado por la densidad (WEST *et al.* 1982), otras variables independientes, que se describen a continuación y que incluyeron la misma, fueron analizadas y seleccionadas posteriormente por su contribución al modelo de predicción. Verificado el comportamiento de la variable independiente que

describe la poda alta y severa, en condiciones de existencias elevadas (HPHS) (Tabla 3 (2)) – descripta y empleada por WEST *et al.* (1982) –, se encontró que contribuía significativamente en la predicción del incremento en área basal, estableciéndose que las

parcelas que sufrieron podas intensas en condiciones de alta densidad, cayeron por debajo de la relación general establecida entre la longitud de copa verde y el incremento en área basal.

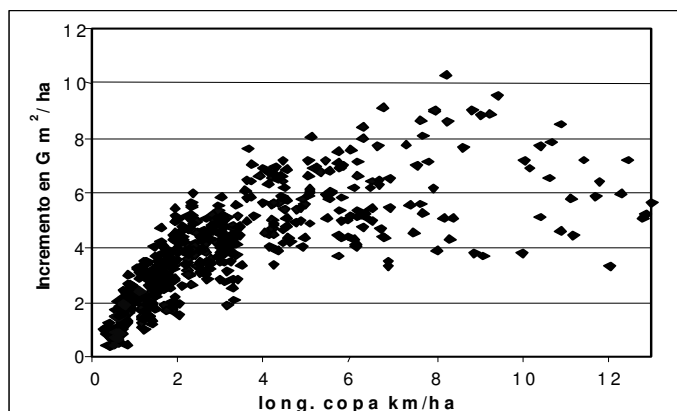


Gráfico 1. Longitud de copa verde (km/ha) e incremento anual en área basal (m²/ha) en *Pinus taeda* L.
Graph 1. Green crown length (km/ha) and basal area annual increment (m²/ha) of *P. taeda* L

El “índice de esbeltez”, que relaciona el diámetro cuadrático a la altura del pecho con la altura (Tabla 3 (3)), también contribuyó significativamente en la predicción del incremento del área basal (tabla 4), al igual que lo establecieron WEST *et al.* (1982), constatándose que diámetros pequeños para una determinada altura cayeron por debajo de la relación general ya señalada.

El método “paso a paso” seleccionó otras dos variables independientes originadas de la transformación de variables de estado, una de ellas fue la que se denominó “factor de ocupación” (FO) (Tabla 3 (4); tabla 4), con el cual se refleja el espaciamiento medio entre árboles vinculándolo a la altura media. Otra fue la proporción establecida entre la longitud de copa del árbol medio (lcv) y base de la copa verde correspondiente al mismo (Tabla 3 (5)) y con la cual se describió la distribución de follaje verde del árbol medio de los distintos tratamientos, como también la posición de la última rama verde.

A diferencia de lo señalado por WEST *et al.* (1982) con *Pinus radiata* D. Don, la edad (Tabla 3 (6)) evidenció efectos sobre el crecimiento y junto con su transformación cuadrática fueron seleccionadas para ser incluidas en el modelo (Tabla 4).

En la Tabla 3 se detallan las variables independientes empleadas en la estimación del incremento en área basal.

La expresión del modelo ajustado, una vez depurada la base de datos, fue la siguiente:

$$\text{incG} = x1.LCV + x2.LCV^2 + x3.HPHS + x4. \\ \text{dmc/h} + x5.FO + x6.lcv/bw + x7.E + x8.E^2$$

En la Tabla 4 se presentan los valores calculados para los coeficientes del modelo ajustado que arrojó un coeficiente de determinación de 0,974705 y un error estándar de 0,6595 y en la Tabla 5 los resultados del análisis de la varianza de la regresión. Puede observarse en la Tabla 4 que el coeficiente correspondiente a la variable LCV^2 presenta signo negativo, contrario al de LCV, ello encontraría su explicación en que nuevos incrementos de copa aportan incrementos mínimos en área basal, hasta el momento en que la biomasa foliar se hace constante, situación que no habría sido captada por un modelo determinístico como el empleado, aunque el valor del coeficiente – próximo a cero – atenúa su efecto, razón por lo cual no fue desechada.

Similar comportamiento tuvo el signo de los coeficientes de las variables edad y su expresión cuadrática, que encontraría una explicación en que, con el aumento de la misma, los incrementos tienden a disminuir y en forma marcada.

Los signos negativos de las variables HPHS y FO destacan, respectivamente, el efecto negativo de las podas intensas en condiciones de alta densidad sobre el crecimiento y que ese efecto negativo es dependiente de la ocupación del sitio que hacen los árboles al momento de su ejecución.

En las Figuras 2 y 3 se pueden observar los gráficos de incrementos observados y estimados y el de residuos.

Tabla 3. Variables independientes utilizadas en el modelo de predicción de incremento en área basal.
Table 3. Independent variables used in the prediction model of basal area increment

Variable	Abreviación (unidades)	Significado	Cálculo
(1) Longitud de copa verde	LCV (km/ha)	Sumatoria largo todas copas/ha	
(2) Poda alta densidad alta	HPHS (m/m ²)	Variable que relaciona la altura de poda con la densidad y la lcv del árbol medio	$((Hp - 1,3) * (n^{\circ} pla/ha/100) / lcv)^2$
(3) Relación dap/altura	dapc/h (cm/m)	Cociente dap-altura	$dapc / h$
(4) Factor de ocupación	FO (1/m)	Indicador de ocupación	$(10000/n^{\circ} pla/ha)^{(0,5/h)}$
(5) Relación lcv/base de copa verde	lcv/bcv (m/m)	Caracterización de la distribución del follaje	lcv/bcv
(6) Edad	E (años)	edad	

lcv : long. de copa verde del árbol medio (m); Hp = bcv : altura promedio de poda (m)

Tabla 4. Coeficientes y estadísticos relevantes del modelo de predicción del incremento en G (m²/ha) de *Pinus taeda* L. entre los 3 y 5 años.

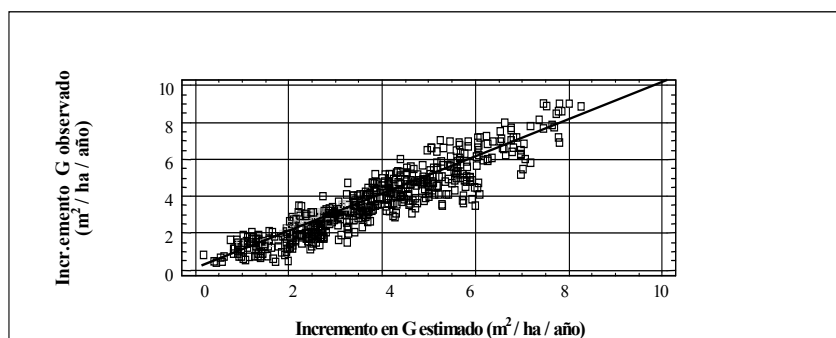
Table 4. Coefficients and statistics of prediction model of G increment (m²/ha) of *Pinus taeda* L., between 3 and 5 years.

Variables Indep.	Coeficientes	Error Estándar	Valor t	Valor P
LCV	1,013972	0,044	23,131	0,000
LCV ²	-0,064202	0,004	-17,815	0,000
dapc/h	1,924748	0,251	7,660	0,000
HPHS	-0,000816	0,0001	-5,572	0,000
FO	-9,810902	0,549	-17,866	0,000
lcv/Hp	0,158291	0,029	5,530	0,000
E	6,021586	0,331	18,190	0,000
E ²	-0,829456	0,044	-18,770	0,000

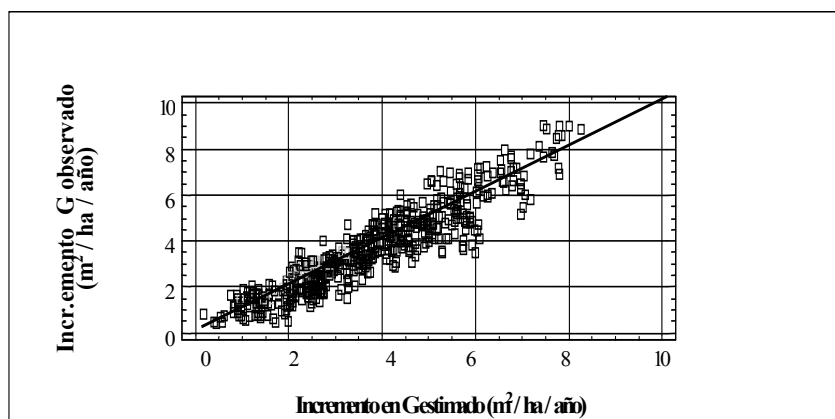
Tabla 5. Anova del modelo de regresión para la predicción del incremento en G (m²/ha/año) de *Pinus taeda* L. entre los 3 y 5 años.

Table 5. Anova of the regression model for G increment (m²/ha/year) prediction of *Pinus taeda* L., between the ages of 3 and 5.

Fuente	sc	n	F
Modelo	9419,42	8	2706,97
Error	244,448	562	
Total	9663,868	570	



Gráficos 2. Valores estimados y observados de incremento anual en G (m²/ha) de *Pinus taeda* L.
Graph 2. Estimated and observed value of G annual increment (m²/ha) of *Pinus taeda* L.



Gráficos 3. Residuos del modelo de predicción del incremento en área basal de Pinus taeda L.
Graph 3. Residuals of the prediction model for basal area increment of Pinus taeda L.

Error de estimación del incremento en área basal

Como resultado de los análisis de determinación del error de estimación del modelo ajustado se estableció un error promedio de estimación de $-0,035$ $\text{m}^2/\text{ha}/\text{año}$ y un error absoluto promedio de $0,474$ $\text{m}^2/\text{ha}/\text{año}$. De las diferencias absolutas entre el incremento en área basal observado y estimado, según clases de error, surgió que el 81 % de los errores de estimación son inferiores a $0,70$ $\text{m}^2/\text{ha}/\text{año}$ (Tabla 6).

Tabla 6. Distribución porcentual de observaciones, según clases de errores de estimación del incremento en área basal.

Table 6. Percent distribution of observations, in relation to the error class of the basal area increment estimation

Dif. entre obs. y estim.	inc.G Parcial	Acumulado
$\text{m}^2/\text{ha}/\text{año}$	%	%
< de 0,10	16	16
< de 0,2	11	26
< de 0,3	11	37
< de 0,4	18	54
< de 0,5	9	63
< de 0,6	7	70
< de 0,7	11	81
< de 0,8	5	86
< de 0,9	2	88
< de 1,1	2	89
< de 1,2	2	91
< de 1,3	4	95
< de 1,5	4	98
< de 1,7	2	100

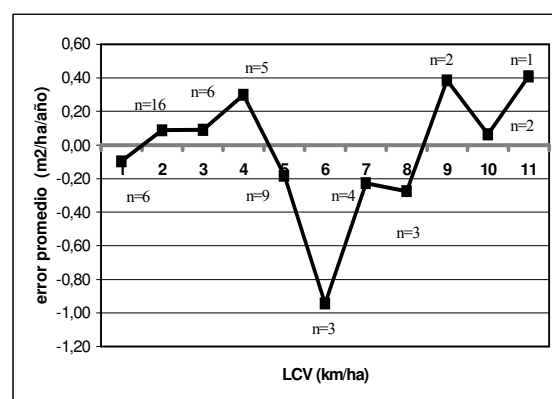


Gráfico 4. Distribución de los errores de estimación del incremento anual en G con relación a la longitud de copa verde

Graph 4. Errors distributions of G annual increment estimation in relationship with green crown length.

Analizados los errores promedio de estimación ocurridos en función de la longitud de copa verde/ha (Graf. 4) se observó que se produjo una subestimación del incremento anual en área basal, no superior al $0,5$ $\text{m}^2/\text{ha}/\text{año}$, entre los 2 km/ha hasta los 5 km/ha y entre los 8 y los 11 km/ha . Una sobrestimación leve del mismo se produjo antes de 1 km/ha y entre los 5 y 8 km/ha , alcanzando un error cercano a 1 $\text{m}^2/\text{ha}/\text{año}$ cuando se alcanzan longitudes de copa de 6 km/ha . Aunque siendo el número de observaciones presentes en la muestra independiente a partir de los 5 km escasos, menos de 4 para todas las clases de longitudes de copa subsiguientes, puede considerarse que la estimación del error obtenida por encima de ese rango podría no ser lo suficientemente precisa.

Tal como sostienen KNOWLES y WEST (1986) la poda implicó la reducción de la longitud de copa verde y el raleo la disminución de las existencias o densidad en el rodal, por lo cual la longitud de copa/ha habría combinado tanto los efectos de la

poda como del raleo. A modo de ejemplo del uso de esta variable como expresión de la densidad puede mencionarse que una longitud de copa de 1,6 m/ha puede representar indistintamente un rodal donde sólo se practicó raleo y cuyas existencias son de 230 pla/ha con una altura media de 8,1 m y cuya base de copa se ubica a 1,2 m del suelo a los 4 años, o bien un rodal de igual edad con 490 pla/ha con una altura promedio de 7,6 m y podado hasta los 4,40 m. Una situación como la descrita se corresponde con la presentada a los 4 años de edad en el tratamiento sin poda con una densidad de 208 pla/ha o por el tratamiento con una densidad de 416 pla/ha y dos realces de podas (años 3 y 4) del 50 % de intensidad, donde los incrementos en área basal determinados al año 5 respectivamente para cada tratamiento fueron 3,4 y 3,2 m²/ha/año.

GARCIA (1990) considera, sin embargo, que tanto podas y raleos tienen impactos diferenciados en la competencia de raíces, como también en la ocupación del sitio, ya que el efecto de remover follaje por podas de la parte inferior de la canopia puede tener un efecto diferente al de la remoción de follaje verde del "interior" de la canopia, como sucedería en el caso de los raleos. Incluso al ejecutar raleos intensos, los árboles residuales no estarán en condiciones de realizar un uso inmediato de los nuevos recursos disponibles por efecto de la remoción de competidores. Por lo tanto, los incrementos del rodal raleado intensamente, serán generalmente menores al de uno de similar área basal, densidad y altura media, pero no recientemente raleado. Aunque este efecto es relativamente pequeño o incluso puede no ser perceptible.

A los fines de contrarrestar este efecto GARCIA (1990) propuso la incorporación en modelos de crecimiento de dos variables: 1) el grado relativo de "cierre" del rodal, que representa la cantidad de materiales de asimilación con relación a la que se encuentra en un rodal que hace plena ocupación del sitio y 2) la ocupación relativa del sitio, que es definida como el incremento bruto en volumen con relación al incremento que tendría en una situación de plena ocupación del sitio.

En el modelo ajustado, si bien tanto raleos como podas son expresados como remoción de longitud de copa verde, se incorporaron variables que hacen referencia a la ocupación del sitio y a la distribución del follaje, aunque estas no están con relación a valores que se alcanzarían en una ocupación completa del sitio.

Los estudios de biomasa foliar en *Pinus taeda* L., con los cuales se podrían obtener variables similares a la descrita por GARCÍA (1989), en nuestra región son incipientes y no cubren una gama relativamente amplia de situaciones (FRANGI *et al.* 2000). Pudiendo considerarse por lo tanto apropiado, hasta tanto se alcance una mayor evolución en los conocimientos sobre aspectos vinculados a la ecofisiología de la especie, el empleo de la longitud

de copa verde para predecir los incrementos en área basal de rodales sometidos a podas y raleos, dado el bajo costo de medición de la misma.

CONCLUSIONES

Mediante el uso de la longitud de copa, variable práctica de medir y hasta cierto grado independiente del tipo de manejo que genera un determinado volumen de follaje, fue factible predecir para el sitio bajo estudio el efecto de podas y raleos, aplicados en parcelas juveniles de *Pinus taeda* L. origen Marion, sobre el incremento anual en área basal, debido a la estrecha relación que presentaron ambas variables.

Conjuntamente al efecto general de la copa sobre el crecimiento también se identificaron otras variables que fueron incluidas en el modelo de predicción del incremento en área basal, como aquella que describe podas intensas en rodales con alta densidad (HPHS), la relación $dapc/h$, un factor de ocupación relacionado con el espaciamiento y la altura media del rodal (FO), una relación que describe la distribución del follaje del árbol medio y la edad.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración prestada por D. Allegranza, J. Bernio, A. Field, A. Lupi, N. Pahr, J. Segovia y C. Valiente, durante las mediciones, como también por sus aportes y sugerencias.

BIBLIOGRAFÍA

- ALDER, D. 1980. Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento. Vol. 2 Predicción del rendimiento. Estudio FAO: Montes 22/2. Roma, 80 pp.
- ALLEGRAZZA D., Torres E., Reboratti H., Fassola H. 1997. Efecto de la densidad del *Pinus caribaea* var. *caribaea* sobre la oferta forrajera. Actas del II Congreso Argentino y Latinoamericano. Posadas Misiones, del 13 al 15 de agosto de 1997.
- FRANGI J. L., Goya J. F., Pérez C., Fernández R., Lupi A., Kuzdra H. 2000. Ciclo de nutrientes en plantaciones de *Pinus taeda* L. en el norte de la Provincia de Misiones. Informe final Proyecto de Investigación Aplicada 46/96. Proyecto Forestal de Desarrollo. SAGPyA-BIRF (Convenio de Préstamo 3948 – AR). Bs. As., 62 pp.
- FASSOLA. H.E. 1991. Respuesta del *Pinus caribaea* var. *Caribaea* a los tratamientos silvícolas directos en Misiones, Arg. Informe de Avance 2. Actas Jornadas Sobre Pinus Caribaea. CIEF: 151-163.
- FASSOLA. H.E. 1993. Regímenes silvícolas con Producción de madera libre de nudos en *Pinus elliottii* Engelm en la zona central de la provincia de Corrientes. 1^{er} informe de avance: El control del diámetro sobre muñón en 15 cm con

- tratamientos directos, en dos operaciones de poda. Yvyrareta 3:28-62 pp.
- FASSOLA. H.E. y Gelid M.. 1997. Diámetro máximo sobre muñones al momento de la primer poda en árboles dominantes de *Pinus taeda* L. del Dpto. Iguazú, Misiones. INTA EEA Montecarlo Inf. Téc n° 19: 1-6 pp.
- FIGTH R., Knowles L., Ian Mc Innes. 1995. Effect of Pruning on Early Growth and Stand Dynamics in Douglas-Fir Plantations. Caring For the Forest: Research in a Changing World. Abstracts of Invited Papers. IUFRO XX World Congress, pp:64. Tampere, Finland.
- FRIEDL A., Crechi E., Fassola H. 1997. Simulador Forestal. *Pinus taeda*. Manual de Descripción Técnica: 1-15.
- GARCÍA O. 1989. Growth of Thinned and Pruned Stands. IUFRO Conference “ New approaches to spacing and thinning in plantation forestry” Session 2 “New Zealand techniques for the physical and economic evaluation of spacing and thinning options”. pp 84-96. Rotorua. New Zealand.
- KIKUZAWA K., Asai T., Mizui N. y Seiwa K. 1986. Optimum tree sizes and density in relation to crown volume in an alder plantation. Crown and canopy structure in relation to productivity. IUFRO. Edited by Fujimory T. And Withehead D. Forestry and Forest products Research Institute, Ibaraki, Japan: pp 98-103.
- KNOWLES R.L. y West G.G. 1986. The use of crown length to predict the effects of pruning and thinning in *Pinus Radiata*. Crown and canopy structure in relation to productivity. IUFRO. Edited by Fujimory T. and Withehead D. Forestry and Forest products Research Institute, Ibaraki, Japan: pp 104-117.
- MALHEIROS DE OLIVEIRA Y.M. y de Oliveira E.B.. 1992. Sistema de simulación de crecimiento y producción de *Pinus taeda* y *Pinus elliottii* en el Brasil. Jornadas sobre pinos subtropicales. CIEF (1):34-40 pp.
- PAPADAKIS J. 1974. Ecología, Posibilidades agropecuarias de las provincias argentinas. Enc. Arg. de Agric. y Jardinería. Segunda Edición. Tomo II, fascículo 3:3-7. Ed. Acme Agency. Bs As.
- RADTKE P. J. y Burkhart H.E.. (1999). Basal Area Growth and Crown Closure in a Lobolly Pine Spacing Trial. Forest Science, 45(1)1999: 35-44.
- SCHNEIDER P. R. 1998. Análise de Regressão Aplicada à Engenharia Florestal. Univ. Fed. de Santa Maria. Centro de Ciencias Rurais. Departamento de Ciencias Florestais. Centro de Pesquisas Florestais – CEPEF. P. 236.
- WEST G.G., Knowles R. L., Koehler A. R., 1982. Model to predict the effects of pruning and early thinning on the growth of radiata pine. FRI Bulletin 5:1-35 pp. Rotorua. Nueva Zelanda.
- WITHESSIDE R. y Sutton W. J. 1983. A silvicultural stand model: Implications for radiata pine management. New Zealand Journal of Forestry: 300-313 pp.

DESARROLLO DE UNA ECUACIÓN DE VOLUMEN PARA *Grevillea robusta* A. Cunn. EN MISIONES, ARGENTINA

VOLUME EQUATION DEVELOPMENT FOR *Grevillea robusta* A. Cunn. IN MISIONES, ARGENTINA

Ernesto Crechi¹
Fabio Moscovich¹
Hugo Fassola¹
Alberto Hennig²
Hermann Hampel²
Cecilia Domecq²
Claudio Maletti²

Fecha de recepción: 12/05/2004
Fecha de aceptación: 27/08/2008

1. Técnicos Área Forestal. INTA EEA Montecarlo. AP ESP 4 (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina. TE y FAX: 54-03751-480057/480512. E-mail: intam@ceel.com.ar

2. Técnicos. Danzer Forestación S.A. Posadas, Misiones, Argentina. Casilla Correo 49 (3300) Posadas – Misiones. TE-FAX: 54-03752-480295/480557. E-mail: danzfor@arnet.com.ar

SUMMARY

From several plantations of *Grevillea robusta* A. Cunn. spread all around the Misiones state, 95 trees were selected from different locations and ages. The trees were selected at random for each diameter class, with at least one individual for each class. On the stem of felling trees the trunk diameter with and without bark was taken at the following height from the base: 0,1; 0,3; 0,7; 1,3; and 2,0 meters, and from there every 2 meters up to the apical point of each tree. Based in the linear multiple regressions several mathematical models were tried; taking as independent variable the trunk diameter at breast height (DBH), and the total height of the tree; whereas the dependent variable was the total volume with and without bark. The Prodan was the best fixed model to these variables, and based in this model a total volume table was set. This table has a double value entrance for trees with bark and those without bark.

Key words: Volume equation, *Grevillea robusta* A. Cunn., Misiones, Argentina.

RESUMEN

A partir de plantaciones de *Grevillea robusta* A. Cunn distribuidas en la provincia de Misiones, se seleccionaron 95 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 0,1; 0,3; 0,7; 1,3; 2,0 m y luego cada 2 metros hasta el ápice del árbol. Distintos modelos matemáticos fueron probados a través de la técnica de regresión múltiple, que incluyeron como variables independientes el diámetro a 1,3 metros y la altura total del árbol, y como variable respuesta el volumen total con y sin corteza. El mejor ajuste se obtuvo con el modelo de Prodan y a través de él se confeccionó una tabla de volumen de doble entrada con y sin corteza.

Palabras clave: Ecuación de volumen, *Grevillea robusta* A. Cunn., Misiones, Argentina.

INTRODUCCIÓN

La estimación del volumen del árbol individual 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 el volumen de los árboles sobre la base de mediciones simples. La medición de diámetros a lo largo del fuste y su expresión gráfica se utilizan en la determinación del volumen de árboles individuales.

Las tablas de volúmenes de acuerdo al número de variables a partir de la cual se construyen se las clasifica en tablas de simple, de doble y de triple entrada, siendo estas variables respectivamente diámetro a 1,3 m (d); (d) y altura (h) ó (d), (h) y un factor de forma (k). Según el área a la cual pueden ser aplicadas se las clasifica en locales, regionales y universales.

Existen antecedentes en la región de diferentes tablas de volúmenes de simple y doble entrada, construidas con árboles a partir de diferentes especies implantadas, entre ellos podemos citar a MAVREX (1969) para *Araucaria angustifolia*, MARIOT y De Dio (1982a, 1982b) para *Araucaria angustifolia* y *Pinus elliottii*, GLADE y FRIEDL (1988) para *Eucalyptus grandis*, KOLLN y Viola (1987, 1988) para *Pinus elliottii*, *Pinus taeda* y *Araucaria angustifolia*, FRIEDL et al. (1991a, 1991b) para *Pinus caribaea* var *caribaea* y *Araucaria angustifolia*, BUNSE y Hennig (1991) para *Pinus caribaea* var *caribaea*, CRECHI et al. (2004) para *Grevillea robusta* A.

El objetivo de este trabajo fue construir tablas de volumen con y sin corteza para que puedan ser utilizadas en el procesamiento de datos de inventarios de plantaciones comerciales de *Grevillea robusta* A. Cunn. en Misiones, Argentina.

Hipótesis: A través de modelos matemáticos cuyas variables independientes son diámetro a 1,3 metros y altura total y/o sus transformaciones se logran predicciones precisas del volumen 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 95 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 diámetro (d) 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 medido 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. Dos mediciones de diámetros fueron realizadas, con y sin corteza. La fórmula de Smalian fue utilizada para computar el volumen de cada sección desde el tocón hasta el diámetro en punta fina considerado. El volumen de un cono fue utilizado 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 95 árboles en clases de diámetros y alturas.

La Tabla 2 muestra como se distribuyen las muestras por edades y respectivas ubicaciones de los rodales.

La Tabla 3 resume los valores máximos y mínimos observados para diferentes variables.

Varias ecuaciones de volumen fueron examinadas y analizadas con los 95 árboles. Se consideró como variable dependiente el volumen total (V) y como variables independientes el diámetro a 1,3 metros (d) y la altura total (h). En la Tabla 4, se describen los modelos empleados en el ajuste.

Tabla 1.- Distribución de los árboles de la muestra en clases de diámetros y alturas

Table 1.- Trees distribution 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	1	1	2		9
30 - 34.9						1		1	2			4
35 - 39.9									2	1		3
40 - 44.9									1	1	1	3
45 - 49.9									2			2
Total	1	10	21	28	11	3	5	2	9	4	1	95

Tabla 2.- Distribución de la base de datos por edades y localización de las plantaciones**Table 2.- Distribution of database in ages and location of the plantations**

N° Rodal	Año plantación	Edad	N° 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	10	Posadas	Danzer
7	1989	13	10	Lanusse	Robicué
8	1985	17	10	Lanusse	Robicué
9	1971	31	6	Delicia	Bulmann

Tabla 3.- Valores mínimos y máximos observados en la base de datos**Table 3.- Minimal and maximal value observed in the data base**

Valor	Edad (años)	Diámetro a 1,3 m (cm)	Altura total (m)	Volumen total c/c (m³)	Volumen total s/c (m³)
Mínimo	3	4,70	4,80	0,007	0,005
Promedio	9,14	19,24	13,08	0,300	0,255
Máximo	31	47,40	28	2,08	1,78

Tabla 4.- Modelos ajustados**Table 4.- Adjusted models**

Modelo	Autor/es	Ecuación
1	Brenac	$\ln(V) = b_0 + b_1 \cdot \ln(d) + \frac{b_2}{d}$
2	Prodan	$\ln(V) = b_0 + b_1 \cdot \ln(d) + b_2 \cdot \ln^2(d) + b_3 \cdot \ln(h) + b_4 \cdot \ln^2(h)$
3	Schumacher - Hall	$\ln(V) = b_0 + b_1 \cdot \ln(d) + b_2 \cdot \ln(h)$
4	Spurr	$V = b_0 + b_1 \cdot d^2 \cdot h$
5	Stoate	$V = b_0 + b_1 \cdot d^2 + b_2 \cdot d^2 \cdot h + b_3 \cdot h$

V = volumen del fuste (m³), d = diámetro a la altura del pecho con corteza (cm), h = altura total (m), bi = coeficientes de los modelos, ln = logaritmo natural

La evaluación de los modelos se realizó a través de las estadísticas de ajuste: coeficiente de determinación ajustado (R^2_{aj}), coeficientes de variación de los residuos (Syx), F de Snedecor (F), Durbin-Watson (DW), evaluación gráfica de las curvas ajustadas frente a los datos observados y análisis gráfico de los residuos expresados en porcentaje.

A los efectos de comparar ecuaciones aritméticas con logarítmicas a través del error estándar de la estimación expresado en porcentaje (syx%), se utilizó

el Índice de Furnival que para logaritmo natural resulta:

$$syx\% = (e^{syx} - 1) \cdot 100 \quad \text{para } syx \geq 0,1$$

$$syx\% = syx \cdot 100 \quad \text{para } syx \leq 0,1$$

Se lo compara con syx % de la ecuación aritmética, siendo la misma calculada a través de:

$$syx\% = (syx/y) \cdot 100$$

Donde:

s_{yx} = error estándar de la estimación

y = media aritmética de la variable dependiente.

Para estimar los valores a partir de los modelos logarítmicos, se aplicó el factor de corrección de la discrepancia logarítmica propuesto por MEYER (1941), el cual resulta en el caso de la transformación logaritmo natural:

$$F_c = \exp(0,5 \cdot s_{yx}^2)$$

Donde:

F_c = factor de corrección de la discrepancia logarítmica

s_{yx}^2 = cuadrado medio residual

e = base logaritmo natural

Dicho factor de corrección fue aplicado en la determinación de los volúmenes estimados en el caso de las ecuaciones logarítmicas.

El volumen de corteza de los árboles expresados en porcentaje, se obtuvo de las ecuaciones de volúmenes totales con y sin corteza, a través de la siguiente fórmula:

$$vc\% = \frac{(vcc - vsc)}{vcc} * 100$$

Donde:

$vc\%$ = volumen relativo porcentual de corteza

vcc = volumen total estimado con corteza

vsc = volumen total estimado sin corteza

RESULTADOS

Las Tablas 5 y 6 muestran las estadísticas de ajustes obtenidos para los modelos estudiados.

Donde:

R^2_{aj} (%): coeficiente de determinación ajustado expresado en porcentaje

F: F de Snedecor

DW: Durbin-Watson, independencia de los residuos

s_{yx} (%): error experimental expresado en porcentaje

F_c : Factor de corrección de Meyer

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 98 %, significando esto que menos del 2 % de la variación del volumen total con o sin corteza o su transformación logarítmica, no resulta explicada por la variación del diámetro a 1,3 m, la altura total y sus transformaciones.

Los valores de los coeficientes de variación de los residuos, resultaron en casi todos los casos, salvo para el modelo 1, inferiores a 15 %.

Los valores de DW, a excepción del modelo 3, fueron superiores a 1,4; indicando que no existe autocorrelación significativa en los residuos.

Se manifiesta una leve superioridad de los ajustes, en el volumen total sin corteza, respecto al volumen total con corteza.

Tabla 5.- Estadísticos para volumen total con corteza

Table 5.- Statistics for total volume with bark

Modelo	R^2_{aj} (%)		DW	s_{yx} (%)	F_c
1	98,16	2506	1,53	19,40	1,01584
2	99,70	7977	2,09	7,08	1,00251
3	99,52	9753	1,38	9,05	1,00410
4	99,10	10331	1,78	14,19	-----
5	99,20	3874	1,84	13,38	-----

Tabla 6.- Estadísticos para volumen total sin corteza

Table 6.- Statistics for total volume without bark

Modelo	R^2_{aj} (%)		DW	s_{yx} (%)	F_c
1	98,29	2695	1,44	19,39	1,01496
2	99,75	9399	1,99	6,57	1,00251
3	99,55	10450	1,18	8,81	1,00389
4	99,20	11627	1,66	13,55	-----
5	99,31	4515	1,84	12,56	-----

A partir de una evaluación comparativa de los indicadores de ajuste planteados, las ecuaciones seleccionadas para estimar los distintos volúmenes, fueron las logradas a través del modelo 2 de Prodan, ellas son:

a) *Volumen total con corteza (m^3):*

$$\ln(V_{cc}) = -8,03857 + 1,62345 * \ln(d) + 0,040050 * \ln^2(d) - 0,138165 * \ln(h) + 0,221404 * \ln^2(h)$$

b) *Volumen total sin corteza (m^3):*

$$\ln(V_{sc}) = -8,20678 + 1,6669 * \ln(d) + 0,0400854 * \ln^2(d) - 0,218118 * \ln(h) + 0,231692 * \ln^2(h)$$

Para los diferentes volúmenes, los Gráficos 1, 2, 3 y 4, muestran los datos observados con los estimados y sus respectivos residuos expresados en porcentaje.

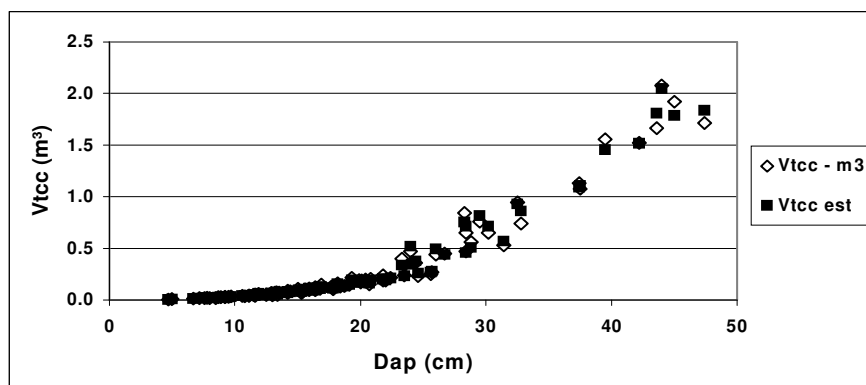


Gráfico 1.- Volúmenes totales con corteza observados y estimados

Graph 1.- Total volumes with bark observed and estimated

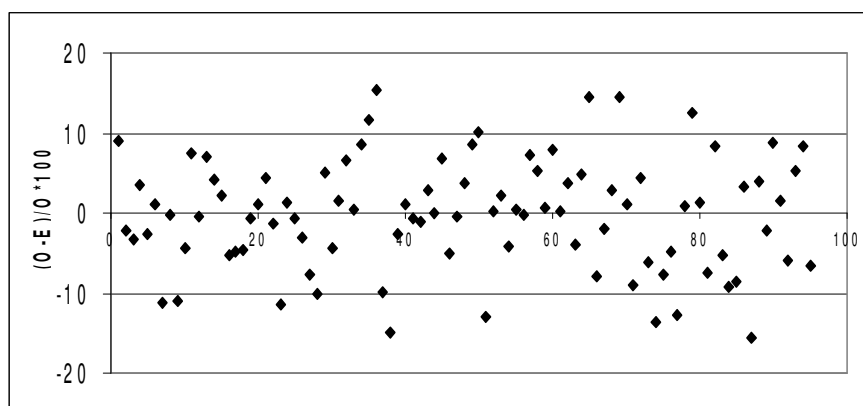


Gráfico 2.- Diferencias expresadas en porcentaje entre valores observados y estimados del volumen total con corteza

Graph 2.- Differences expressed in percentage among observed and estimated values of the total volume with bark

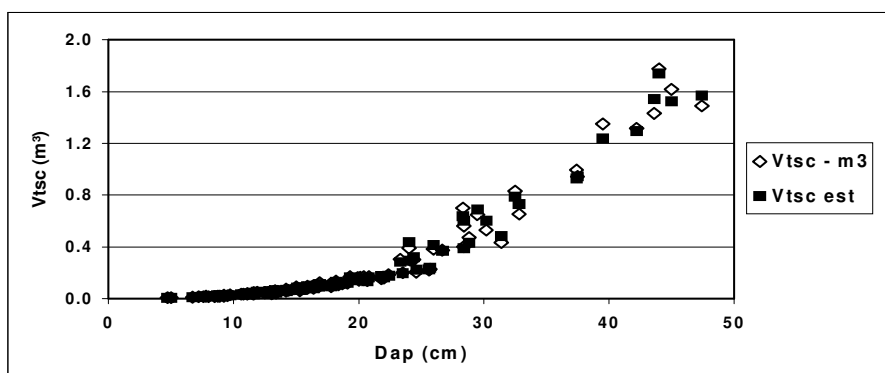


Gráfico 3.- Volúmenes totales sin corteza observados y estimados

Graph 3.- Total volumes without bark observed and estimated

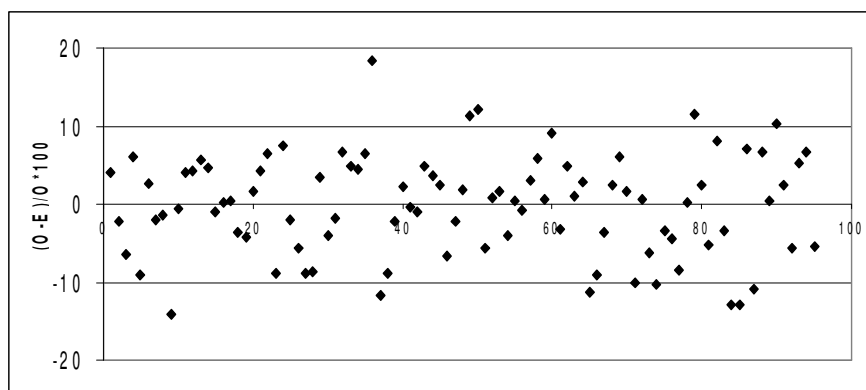


Gráfico 4.- Diferencia expresada en porcentaje entre valores observados y estimados del volumen total sin corteza

Graph 4.- Difference expressed in percentage among observed and estimated values of the total volume without bark

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.

Si bien una variable más en el modelo implica más mediciones a campo, lo que lleva aparejado más tiempo y en consecuencia mayores costos, los beneficios obtenidos en la precisión de los resultados lo justifican.

En las Tablas 7 y 8 se presentan los diferentes volúmenes y los porcentajes de corteza respectivamente.

CONCLUSIONES

Las ecuaciones seleccionadas a través del modelo de Prodan presentaron indicadores estadísticos superiores, comparativamente a los demás modelos.

Menos del 1% de las variaciones de los volúmenes totales con y sin corteza, no fueron explicadas por el diámetro a la altura del pecho, por la altura total y sus transformaciones.

El test estadístico Durbin-Watson (DW) confirmó con valores próximos a 2, que no existe autocorrelación significativa en los esiduos.

Los coeficientes de variación de los residuos resultaron inferiores al 8%.

Las ecuaciones elegidas han resultado en ajustes cuyos gráficos no presentan tendencias con respecto a los datos originales.

Si bien el modelo lleva implícito la medición de diámetros y alturas, se recomienda su uso en el procesamiento de datos de inventarios de plantaciones comerciales debido a las bondades del mismo.

Para su aplicación fuera de la zona y rangos de diámetros y alturas para la cual fue construida debe ser evaluado 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 empresas y productores que han puesto a disposición sus plantaciones para la obtención de los datos, entre ellos a Danzer Forestaciones S.A. con sus plantaciones en Posadas; al señor Adolfo Bulmann con su plantación en Delicia, Eldorado; al Ing. Luis Colcombet con sus plantaciones en Wanda. Al Ing. Juan Pedro Agostini por la traducción del resumen.

BIBLIOGRAFIA

- BUNSE, G.; Hennig, A. 1991. Tabla de volumen para *Pinus caribaea* var. *caribaea* en Corrientes. En: Jornadas sobre *Pinus Caribaea*. Eldorado. Actas, pp 164-173.
- CRECHI, E.; Moscovich F.; Fassola H.; Hennig A.; Hampel H.; Domecq C.; Maletti C. 2003. Tabla de volumen de *Grevillea robusta* A. en Misiones, Argentina. En: 10° Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. FCF-INTA. Eldorado, Misiones, Actas CD, 10 pp.
- FRIEDL, R.A.; Muñoz, D.A.; Morales, A. 1991a. Tabla de volumen local para *Pinus caribaea* Mor. var. *Caribaea* en Puerto Esperanza, Misiones, Argentina. En: Jornadas sobre *Pinus Caribaea*. Eldorado. Actas, pp 174-183.
- FRIEDL, R.A.; Costas, R.A.; Maiocco, D.C.; Grance, L.A.; Palavecino, J.A. 1991b. Construcción de tablas de volúmenes estándares para *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. En: VI Jornadas Técnicas Inventarios-Modelos de crecimiento y producción forestales. Eldorado. Actas, pp 57-68.
- FURNIVAL, G.M. 1961. An index for comparing equations used in constructing volume tables. For. Sci. 7: pp 337-341.

- GLADE, J.E. ; Friedl, R.A. 1988. Ecuaciones de volumen para *Eucalyptus grandis* Hill Ex Maiden en el Noreste de Entre Ríos. En: VI Congreso Forestal Argentino. Santiago del Estero. Actas. Tomo II, pp 416-420.
- KOLLN, R.F.; Viola, J. 1987. Tabla de volumen para *Pinus elliottii* y *Pinus taeda* en el Norte de Misiones. En: Simposio sobre Silvicultura y Mejoramiento Genético de Especies Forestales. Buenos Aires. Actas. Tomo IV, pp 134-152.
- KOLLN, R.F.; Viola, J. 1988. Tablas de volumen con corteza para *Araucaria angustifolia* en el Norte de Misiones. En: VI Congreso Forestal Argentino. Santiago del Estero. Actas. Tomo II, pp 316-328.
- MARIOTT, V.; De Dio, A. 1982 a. Tabla local de volumen para *Pinus elliottii* en montes implantados de la Provincia de Misiones. En: Primeras Jornadas Técnicas sobre Bosques Implantados en el Noreste Argentino. Actas, pp 181-194.
- MARIOTT, V.; De Dio, A. 1982 b. Tabla local de volumen para *Araucaria angustifolia* en montes implantados de la Provincia de Misiones. En: Primeras Jornadas Técnicas sobre Bosques Implantados en el Noreste Argentino. Actas, pp 195-209.
- MAVREX, V. 1969. Metodología para la construcción de tablas de cubicación. IOVIF y Escuela Superior de Bosques. Ingeniería Forestal. Año 1. N° 3, pp 9-19.
- MEYER, H.A. 1941. Correction for a systematic error occurring in the application of the logarithmic volume equation. Pennsylvania Forest School Research. Paper. 7. 3 pp.

Tabla 7.- Porcentaje de corteza como diferencia entre volúmenes con y sin corteza
Table 7.- Bark percentage as a difference between volumes with and without bark

dap (cm)	h (m)										
	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	27,5	30
5	18,1	19,5	20,4								
7,5	16,7	18,1	18,9	19,5							
10	15,6	17,1	17,9	18,5	18,9						
12,5	14,8	16,3	17,1	17,7	18,1	18,4					
15	14,1	15,6	16,5	17,0	17,4	17,7	17,9				
17,5		15,0	15,9	16,5	16,9	17,1	17,4				
20		14,5	15,4	16,0	16,4	16,7	16,9	17,0			
22,5			15,0	15,5	15,9	16,2	16,5	16,6	16,8		
25				15,2	15,6	15,8	16,1	16,2	16,4		
27,5				14,8	15,2	15,5	15,7	15,9	16,0	16,1	
30					14,9	15,2	15,4	15,6	15,7	15,8	15,9
32,5					14,6	14,9	15,1	15,3	15,4	15,5	15,6
35						14,6	14,8	15,0	15,1	15,2	15,3
37,5						14,3	14,6	14,7	14,9	15,0	15,1
40						14,1	14,3	14,5	14,6	14,7	14,8
42,5							14,1	14,3	14,4	14,5	14,6
45							13,9	14,1	14,2	14,3	14,4
47,5							13,7	13,9	14,0	14,1	14,2

Tabla 8.- Volúmenes totales por árbol expresados en decímetros cúbicos (dm³)
Table 8.- Total volumes for tree expressed in cubic decimeter (dm³)

dap (cm)	h (m)										
	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	27,5	30
5	6,9	9,1	11,5								
	5,7	7,3	9,1								
7,5	14,2	18,6	23,5	29,0							
	11,8	15,2	19,1	23,3							
10	23,8	31,2	39,5	48,6	58,5						
	20,1	25,9	32,4	39,6	47,5						
12,5	35,7	46,8	59,2	72,9	87,8	103,9					
	30,4	39,2	49,1	60,0	71,9	84,8					
15	49,9	65,3	82,7	101,8	122,6	145,1	169,4				
	42,9	55,2	69,1	84,4	101,2	119,4	139,1				
17,5		86,9	109,9	135,3	162,9	192,9	225,2				
		73,8	92,4	113,0	135,5	159,8	186,1				
20		111,3	140,9	173,4	208,8	247,2	288,6	333,0			
		95,1	119,2	145,7	174,6	206,0	239,9	276,2			
22,5			175,5	216,0	260,2	308,1	359,7	415,0	474,1		
			149,3	182,5	218,7	258,1	300,5	346,0	394,6		
25				263,3	317,1	375,5	438,3	505,7	577,7		
				223,4	267,8	316,0	367,9	423,6	483,2		
27,5				315,1	379,6	449,4	524,6	605,2	691,4	783,3	
				268,5	321,9	379,7	442,1	509,1	580,7	657,0	
30					447,5	529,8	618,5	713,6	815,2	923,5	1038,4
					380,9	449,4	523,2	602,5	687,2	777,5	873,5
32,5					521,0	616,8	720,0	830,7	949,0	1075,1	1208,9
					445,0	525,0	611,3	703,8	802,8	908,4	1020,5
35						710,3	829,2	956,7	1092,9	1238,1	1392,2
						606,6	706,2	813,2	927,6	1049,5	1179,1
37,5						810,4	946,0	1091,5	1247,0	1412,6	1588,5
						694,2	808,2	930,6	1061,5	1201,0	1349,3
40						917,1	1070,6	1235,2	1411,1	1598,5	1797,6
						787,8	917,2	1056,1	1204,7	1363,0	1531,2
42,5							1202,8	1387,8	1585,5	1796,0	2019,7
							1033,2	1189,7	1357,1	1535,4	1725,0
45							1342,8	1549,3	1770,0	2005,0	2254,7
							1156,4	1331,5	1518,8	1718,4	1930,5
47,5							1490,6	1719,8	1964,7	2225,6	2502,8
							1286,6	1481,5	1689,9	1912,0	2148,0

Los primeros valores corresponden a volumen total con corteza

Los segundos valores corresponden a volumen total sin corteza

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

Fecha de recepción: 10/07/2008

Fecha de aceptación: 19/11/2008

1. Engenheira Florestal. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Centro de Ciências Rurais (CCR). Campus Universitário, n. 1000, CEP: 97105-970, Camobi, Santa Maria., RS, Brasil. mainaroman@yahoo.com.br;

2. Engenheira Florestal, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Campus Universitário, n. 1000, CEP: 97105-970, Camobi, Santa Maria., RS, Brasil. julianagarlet@yahoo.com.br;

3. Engenheira Florestal, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Campus Universitário, n. 1000, CEP: 97105-970, Camobi, Santa Maria., RS, Brasil. suzanafdr@yahoo.com.br

4. Engenheiro Agrônomo, doutor, Professor Titular do Departamento de Defesa Fitossanitária (DFS), Centro de Ciências Rurais (CCR), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Campus Universitário, n. 1000, 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 weight of the stem (g) and dry weight 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, registrado no Ministério da Agricultura como matéria orgânica, contém uma gama de bactérias e outros microorganismos (195), 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.

Segundo HOPPE *et al.* (2005), o Bacsol contém bactérias transformadoras de nitrogênio, tanto fixador do nitrogênio do ar como os responsáveis pela nitrificação dos nitrogênios dos adubos e matéria orgânica. O uso contínuo deste composto, em conjunto com outras práticas de manejo, provoca mudanças significativas no solo, como a reestruturação física, tornando-o mais poroso e criando condições favoráveis ao desenvolvimento dos vegetais.

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).

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. Santa Maria encontra-se aos 29° 41' 25'' de Latitude Sul e 53° 48' 42'' de Longitude Oeste a uma altitude aproximadamente de 95 metros.

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. No momento da repicagem, as mudas apresentavam cerca de 180 dias e altura média de 3 cm. O substrato utilizado foi composto urbano associado à casca de *Pinus* na proporção de 2:1, em tubetes cilíndricos com estrias e de 150 cm³ de capacidade.

O delineamento experimental empregado foi o de blocos ao acaso com quatro tratamentos e quatro repetições, sendo cada parcela constituída por 43 mudas, das quais foram avaliadas aleatoriamente 30 plantas. O trabalho constituiu-se da avaliação de quatro tratamentos de Bacsol adicionados ao substrato. Os tratamentos, resultantes da adição deste composto, foram: 0; 200; 400 e 600g de Bacsol/m³ de substrato. As diferentes doses 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 rusticificação. 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).

As alturas foram medidas com régua com uma aproximação de 1,0 mm e o diâmetro do colo das mudas foi medido com o auxílio de um paquímetro com aproximação de 0,1 mm. Em seguida, procedeu-se o corte da parte aérea das plantas à altura do coleto para a determinação da massa seca aérea e massa seca radicular. O material vegetal (aéreo e radicular) foi secado em estufa a 75 °C até atingir peso constante, sendo, posteriormente, pesado numa balança de precisão com aproximação de 0,01 g. As análises foram feitas com dados individuais.

A análise estatística foi realizada pelo software SASM-Agri, onde foi realizado o teste de Tukey em nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados do teste de médias podem ser observados na Tabela 1. Uma comparação dos resultados dos tratamentos testados também pode ser observada no Gráfico 1 e Gráfico 2.

Tabela 1: Resultado do teste de médias para os diferentes tratamentos e variáveis analisadas.
Table 1: Results of average 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, Gráfico 1 e Gráfico 2, 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, aumentou o desenvolvimento 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 microbológica, 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.

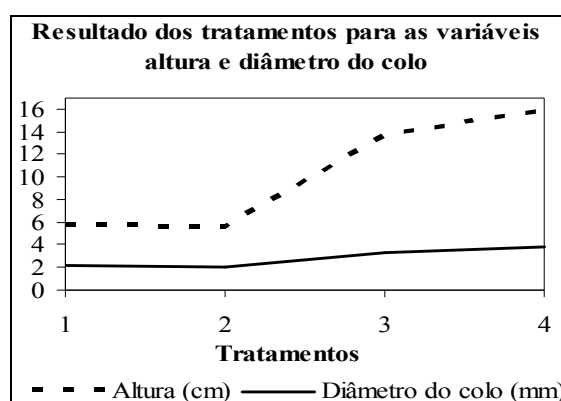


Gráfico 1: Resultados dos tratamentos aplicados para as variáveis altura e diâmetro do colo, aos dez meses.

Graph 1: Treatment results for the height of stem and the stem diameter parameters, after ten months.

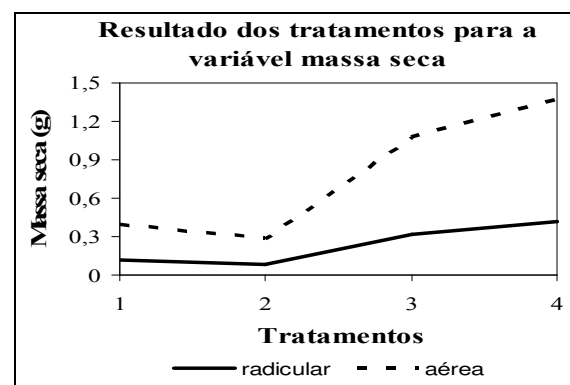


Gráfico 2: Resultados dos tratamentos aplicados para as variáveis massa seca aérea e massa seca radicular, aos dez meses.

Graph 2: Treatment results for dry weight of the stem and dry weight of the root parameters, after ten months.

CONCLUSÕES

Através dos resultados obtidos pode-se concluir que:

A adição de Bacsol é uma alternativa viável na produção de mudas de erva-mate;

O tratamento com maior dose do composto Bacsol foi o que apresentou as melhores médias para todas as variáveis analisadas;

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;

Doses mais elevada 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, pp. 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, pp. 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, pp. 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, pp. 103-109.
- WENDLING, I.; Guastala, D.; Dedeczek, R. 2007. Características físicas e químicas de substratos para produção de mudas de *Ilex paraguariensis* St. Hill.. *Revista. Árvore*. 31, pp. 209-220.

ALMACENAMIENTO DEL CARBONO ORGÁNICO EN CAMBOATÁ-BLANCO (*Matayba elaeagnoides* RADLK.) EN SUCESIÓN SECUNDARIA DE UN BOSQUE ESTACIONAL DECIDUO¹

ORGANIC CARBON STOCK IN CAMBOATÁ-BRANCO (*Matayba elaeagnoides* RADLK.) IN SECONDARY SUCCESSION OF SEASONAL DECIDUOUS FOREST

Flávia Gizele König Brun ²
Eleandro José Brun ³
Solon Jonas Longhi⁴

Fecha de recepción: 14/07/2008
Fecha de aceptación: 05/12/2008

1. Parte de la Disertación de Maestría en Ingeniería Forestal – UFSM de la primera autora.
2. Eng. Ftal., M.Sc. Doctoranda en Recursos Forestales ESALQ/USP – Rua Visconde do Rio Branco, 451/141 – Barrio Alto, Piracicaba/SP/Brasil. CEP: 13419-110. E-mail: flaviagizele@yahoo.com.br.
3. Eng. Ftal. Dr. Profesor de la Universidad Tecnológica Federal de Paraná – Campus Dois Vizinhos. Estrada p/ Boa Esperança, km 4 – Dois Vizinhos/PR/Brasil. CEP: 85660-000. E-mail: eleandrobrun@utfpr.edu.br.
4. 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 circumference 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: $C=b_0+b_1.h_c^2$ (leaves), $C=b_0+b_1.h_c^2+b_2\ 1/1,3-d$ (dead branches), $C=b_0+b_1.d$ (barks) and $C=b_0+b_1.d^2$ (live branches and wood). The priority of C allocation was: wood > live branches > barks > dead branches > leaves. The specie presented decline behavior inside of the forest and C dynamics, given the superiority in values of the mortality rate (3,3%) in relation to individuals' entrance rate (0,8%), that, hereafter, it can qualify the species as source of carbon in the succession.

Key words: forest succession, biomass, growth, carbon sequestration.

RESUMEN

Se estudió el carbono orgánico (C) acumulado en *Matayba elaeagnoides* en una sucesión secundaria de bosque estacional decidual, en Santa Tereza/RS/Brasil. Se usaron datos de biomasa acumulada y proporción de C en las fracciones hojas, gajos vivos, gajos muertos, corteza y madera, así como en evaluaciones de crecimiento de los árboles con $CAP \geq 10$ cm, realizadas en 1996, 1999 y 2003, en parcelas permanentes, se elaboraron modelos para describir la acumulación de C en la especie. Los modelos seleccionados para la descripción de la cantidad de C fueron: $C=b_0+b_1.h_c^2$ (hojas), $C=b_0+b_1.h_c^2+b_2\ 1/1,3-d$ (gajos muertos), $C=b_0+b_1.d$ (corteza) y $C=b_0+b_1.d^2$ (gajos vivos y madera). La prioridad de alquiler del C fue: madera>gajos vivos>corteza>gajos muertos>hojas. La especie presentó comportamiento de declinio dentro de la dinámica del bosque y de C, por la superioridad de la tasa de mortandad (3,3%) en relación al de ingreso de individuos (0,8%) lo que, en el futuro, puede calificar la especie como fuente de C en la sucesión.

Palabras clave: sucesión forestal, biomasa, crecimiento, secuestro de carbono.

INTRODUCCIÓN

La acción antrópica devastadora sobre los bosques ocasionó el aumento de la concentración de gases de polución por las quemas y la mala utilización del suelo, generando efectos como la menor asimilación del carbono por la reducción de la masa fotosintética viva. Se cita que desde el año 1850 hasta el presente, la deforestación viene contribuyendo con aproximadamente un tercio de aumento de las concentraciones de CO₂ en la atmósfera (MARCENE *et al.* 2006). GLENDAY *et al.* (2006) estiman que 13.000.000 ha de bosque tropicales están siendo destruidas cada año por la deforestación, emitiendo de 5-8 Giga toneladas de carbono en la atmósfera.

Dentro de este escenario, la relevancia de los bosques como forma de reducción de gases del efecto invernadero, por medio de la bioacumulación en sus tejidos, logro *status* de forma principal de mitigación

del calentamiento global. En este sentido, surgió una nueva demanda dirigida a las investigaciones de restauración y dinámica de bosques naturales, que es la de cuantificar el potencial de estos ecosistemas forestales y discutir la eficacia en la reducción de los niveles de CO₂ atmosférico (MELO y DURIGAN, 2006). Para que se lleve a cabo este intento, es importante que las especies componentes de estos bosques sean estudiadas, así como su potencial de acumulación de carbono, para fundamentar proyectos de uso de las mismas.

Con base en estos aspectos el estudio tuvo por objetivo cuantificar el almacenamiento de C acumulado en Camboatá-blanco (*Matayba elaeagnoides*) a lo largo del desarrollo de sucesión secundaria de un Bosque Estacional Decidual, en Santa Tereza/RS/Brasil.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en Santa Tereza/Río Grande do Sul/Brasil. El bosque secundario tiene aproximadamente 53 años de edad, localizado en las coordenadas geográficas 29°09'29"Sul y 51°41'49'Oeste, altitud de 180 m. El clima de la región es tipo Cfa segundo Köppen (MORENO, 1961), temperatura, lluvias bien distribuidas en el año, precipitación media anual de 1800 mm; temperaturas del mes más frío entre -3° y 18°C, media del mes más cálido es superior a 22°C y media anual alrededor de 18°C.

Los suelos del área de estudio se caracterizan como una asociación entre Cambissolo Húmica aluminica típico, eutrófico, La chernozemico, con profundidad variando de rasos a profundos, presentando un perfil de secuencia con horizontes A–B–C, con Nevosuelos litólicos, rasos (STRECK *et al.* 2002).

En el área aparecen 48 especies, pertenecientes a 39 géneros y 23 familias, entre las cuales, las de mayor riqueza de especies fueron Leguminosas (8 especies), Lauráceas (5), Flacourtiaceae, Mirtáceas y Sapindáceas (4). Estas 5 familias abarcaron 52,1% de las especies muestradas. En cuanto al número de individuos, la familia Sapindáceas representó 46,2%, seguida de Leguminosas (16,8%) y Meliáceas (10,2%) (VACCARO, 1997).

El Camboatá-blanco es una Sapindácea, típica de formaciones secundarias, ocurriendo de Minas Gerais hasta el RS, donde está bastante dispersa por todos los bosques primarios y secundarios de las formaciones latifoliadas del Alto Uruguay, Plan alto Medio, Sierra del Sureste y Fralda de la Sierra General. Tiene porte medio, hasta 25 m de altura, diámetro entre 40-60 cm. Puede ser usada en la recomposición forestal de márgenes de ríos, reservas y en áreas de vegetación secundaria, señalando la preservación, pues los frutos atraen la avifauna (LONGHI, 1995).

Para la validez del incremento y de la dinámica del C en las especie fueron utilizados datos de 10 parcelas permanentes de 10 m x 20 m sistemáticamente distribuidas, donde fueron medidos: Circunferencia a la Altura del Pecho (CAP), altura total (h_t) y altura de inserción de la copa (h_{ic}), de todos los individuos con CAP ≥ 10 cm (VACCARO, 2002). Las mediciones fueron realizadas en los años de 1996, 1999 y 2003. La variable altura de copa (h_c) fue obtenida por la diferencia $h_t - h_{ic}$.

Para entender mejor la dinámica del C, se estimaron las tasas de ingreso y mortandad de individuos, adaptándose para eso los criterios establecidos para esta etapa sucesional descritos en VACCARO (2002), procediendo por la base de cálculo del período de 1996 a 2003, empleándose las siguientes expresiones matemáticas:

$$TAI_j = \frac{\sum_{ij} (I_i / m_i * 12)}{N_j} * 100 \quad (1)$$

$$TAM_j = \frac{\sum_{ij} (M_i / m_i * 12)}{N_j} * 100 \quad (2)$$

Donde: TAI_j = Tasa anual media de ingreso de la especie j, expresado en porcentaje; TAM_j = Tasa anual media de mortandad de la especie j, en porcentaje; \sum_{ij} = Sumatorio de las parcelas i de la especie j; I_i = Número de árboles en la parcela i entre 1996 y 2003; M_i = Número de árboles que murieron en las parcela i entre 1996 y 2003; m_i = Intervalo entre mediciones de la parcela i, en meses; N_j = Número de árboles vivos de la especie j en 1996.

Con base en la muestra desarrollada por BRUN (2004), todos los individuos con CAP ≥ 10 cm fueron medidos e identificados. Las plantas fueron derrumbadas con moto-sierra, y los troncos fueron medidos según el método de Smalian (FINGER, 1992).

Después de eso, los árboles fueron separados en fracciones del tronco, corteza del tronco, gajos vivos, hojas y gajos muertos. A partir del tronco, se consideró gajos todo el material leñoso por encima del punto de inversión morfológica. La masa fresca de las hojas, gajos vivos y muertos, corteza y madera fueron determinados con balanza de gancho, en el bosque.

Para el muestreo de las fracciones madera y corteza, fueron retiradas, con el uso de moto-sierra, tres discos de 5 cm de espesor, el de 5%, 50% y 95% de largor del tronco. De estos tres discos, se separó la corteza de la madera y se evaluó sus masas húmedas. A partir de la relación masa seca/masa húmeda de las muestras de estas fracciones, se estimó el porcentual de madera y de corteza de cada muestra y entonces la masa seca total de las mismas, para el tronco entero.

Las muestras fueron llevadas al Laboratorio de Ecología Forestal de la Universidad Federal de Santa

María, donde fueron secadas en estufa con circulación y renovación de aire a 75°C por 72 horas y pesadas en balanza de precisión, señalando la determinación de la masa seca de las fracciones. Las muestras fueron molidas en molino willey, con filtro de 30 *mesh* y los contenidos de C fueron obtenidos conforme la metodología de TEDESCO *et al.* (1995). El almacenamiento de C, en kg ha⁻¹, fue calculado a partir de la biomasa seca (kg) y de los almacenamiento de C para cada componente de la biomasa, fortaleciendo el contenido total del mismo y su incremento medio anual (IMC).

El modelaje de la cantidad de C acumulado partió de las variables cantidad de C en la fracción, Diámetro a la Altura del Pecho (d), altura total (h_t) y altura de copa (h_c). Un análisis de correlación inicial entre h_c y d para las fracciones de la copa (hojas, gajos vivos y muertos) y entre d y h_t para las fracciones del fuste (corteza y madera) fue realizada de forma de evaluar el error de Interacción entre las variables. Las correlaciones con valor <0,6 fue baja. En los casos en que ambas variables independientes presentaban tal condición, se las utilizaba para la elaboración de modelos de doble entrada conteniendo las dos variables (altura y diámetro).

El modelaje para cada fracción fue realizado por el procedimiento *Stepwise*, opción *Forward* del Software S.A.S 8.0. Para la opción del procedimiento *Forward* se debe partir de la variable independiente más correlacionada con la variable dependiente para pasar al paso siguiente, incluir una variable más que presente mayor correlación parcial y posteriormente ser evaluadas por el test F (SCHNEIDER, 1998). Los parámetros analizados para la selección del mejor modelo fueron: Coeficiente de Determinación (R²), Error estandar de estimación (S_{yx}) (kg C/árboles) y Valor de F calculado (F).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 presenta las correlaciones establecidas entre la cantidad de C en las diferentes fracciones de la biomasa de los árboles y las variables dendrométricas mensuradas para la construcción de los modelos matemáticos, para la estimativa en las diferentes fracciones formadoras de la biomasa. El C de las fracciones hojas y gajos muertos obtuvo mayor correlación proporcional con la variable h_c. Los gajos vivos presentaron comportamiento semejante a las fracciones del fuste (corteza y madera), con correlaciones más significativas con d del que en relación a h_c y h_t. Tal hecho se debe a que esas fracciones presentan un comportamiento de acumulación de C en sus tejidos.

Las plantas presentan mecanismos de asimilación de CO₂ flexibles para suplir las necesidades de los órganos de las plantas, siendo controlada conforme la demanda (manutención, crecimiento y acumulación), donde, en la planta, los productos asimilados en los sitios de producción (tejidos fotosintéticamente

activos “fuente” (hojas y gajos vivos)) son transportados continuamente hacia otros locales, donde serán consumidos o acumulación (zonas de crecimiento, semillas, frutos y tejidos de deposición, “drenos”).

Tabla 1: Correlación de Pearson entre la cantidad de carbono en las diferentes fracciones de la biomasa de *Matayba elaeagnoides* (Camboatá-blanco) con las variables mensuradas.

Table 1: Pearson correlation between the carbon quantity in the different biomass fractions of *Matayba elaeagnoides* (Camboatá-branco) with the measured variables.

Fracción	d	h _c	h _t
Hojas	0,715	0,920	
Gajos vivos	0,875	0,807	
Gajos muertos	0,781	0,827	
Corteza	0,970		0,762
Madera	0,986		0,702

Donde: d = diámetro a la altura del pecho; h_c = altura de copa y h_t = altura total.

Por tanto, para un desarrollo armónico de la planta como un todo es esencial que cada uno de los órganos y tejidos reciba la cantidad necesaria de asimilación y que este abastecimiento sea efectuado en el tiempo correcto, por medio de cambios de prioridad en el abastecimiento, para que sea posible mantener suplida una zona de franco crecimiento y al mismo tiempo evitar que un tejido u órgano senescente sea súper-abastecido. LARCHER (2000),

Para la construcción del modelo de la estimativa de la cantidad de C en las hojas del *Matayba elaeagnoides*, fue inserta solo la variable h_c² a un nivel de tolerancia de 0,5%. El test de significancia para los parámetros de la ecuación fue altamente significativo a 99,5% de probabilidad de confianza, siendo que para el coeficiente angular (b1) el valor de F' fue igual a 57,78. El error estandar de estimación fue de apenas 0,022 kg de C por árboles, y un coeficiente de determinación igual 0,948, con excelente precisión y óptimo ajuste (Tabla 2).

En la fracción gajos vivos fue inserta apenas la variable d² a un nivel de tolerancia de 0,5% para las estimativas de la cantidad de C aprobado en esta fracción. El test de significancia para los parámetros de la ecuación fue altamente significativo a un nivel de 99,6% de probabilidades de confianza, siendo que para el coeficiente angular (b1) el valor de F' fue igual a 11,9. El error estandar de estimación fue de 1,001 kg de C por árboles, y un coeficiente de determinación igual 0,78 indicando una buena precisión.

Tabla 2: Parámetros estadísticos obtenidos en el modelaje de la cantidad de C en las hojas, gajos vivos, gajos muertos, corteza y madera, para árboles de *Matayba elaeagnoides*, en kg, en función de las variables independientes.

Table 2: Statistical parameters from the modeling process of the C quantity in the leaves, live branches, dead branches, bark and wood, in *Matayba elaeagnoides* in kg trees⁻¹, in function of independent variables.

Paso N°.	Regresiones	Parámetros estadísticos				R ²	S _{yx}	F
		B _j	S _{yx} B _j	F'	Prob>F			
Fracción hojas								
01	C _f = b0 + b1 h _c ²	b0= 0,0018	0,017	0,01	0,9205	0,9481	0,022	57,78
		b1= 0,00425	0,001	57,78	0,0051			
Fracción gajos vivos								
01	C _{gv} = b0 + b1 d ²	b0= -0,3013	0,712	0,18	0,7006	0,7871	1,001	11,09
		b1= 0,0176	0,005	11,09	0,0447			
Fracción gajos muertos								
01	C _{gm} = b0 + b1 h _c ²	b0= 0,0518	0,061	0,72	0,4848	0,862	0,080	12,54
		b1= 0,0090	0,003	12,54	0,0713			
02	C _{gm} = b0 + b1 h _c ² + b2 1/1,3-d	b0=-0,3291	0,018	347,56	0,0341	0,999	0,005	1.781,6
		b1= 0,0154	0,000	2.137,2	0,0138			
		b2=-1,7090	0,077	489,40	0,0288			
Fracción corteza								
01	C _c = b0 + b1 d	b0= -0,9736	0,3553	7,51	0,0713	0,94	0,295	47,04
		b1= 0,2381	0,0347	47,0	0,0063			
Fracción madera								
01	C _m = b0 + b1 d ²	b0= -1,358	0,890	2,33	0,224	0,985	1,252	198,2
		b1= 0,093	0,007	198,2	0,001			

Siendo: C_f= cantidad de C en la fracción hojas por árbol (kg); C_{gv}= cantidad de C en la fracción gajos vivos por árbol (kg); C_{gm}= cantidad de C en la fracción gajos muertos por árbol (kg); d = diámetro a la altura del pecho (cm); h_c= altura de copa (m); C_c= cantidad de C en la fracción corteza por árbol (kg); C_m= cantidad de C en la fracción madera por árboles (kg); B_j= parámetros de la ecuación; S_{yx} B_j= error estandar de estimación de los parámetros B_j; F'= valor de F calculado para test de hipótesis de los parámetros; Prob>F= probabilidad mayor que el valor de F calculado; R²= coeficiente de determinación; S_{yx}= error estandar de estimación, expresado en (kg); F= valor de F de la ecuación.

Para gajos muertos, dada la proximidad entre los valores establecidos por la correlación, fue elaborado un modelo de doble entrada conteniendo d y h_c, para garantizar una mayor precisión estadística, aunque la mayor interacción presentada fue para h_c. En el paso 1, para la estimativa de la cantidad de C en los gajos muertos, fue incluida la variable h_c². El test de significancia para los parámetros de la ecuación fue altamente significativo al nivel 99,7% de probabilidad de confianza, siendo que para el coeficiente angular b1 el valor de F' fue igual a 12,54.

En el paso 2, fue incluida la variable independiente 1/1,3-d, siendo el valor del test F' del parámetro b2, vinculado a la variable, igual a 489,4, también significativo al nivel de 99,9% de probabilidad de confianza. El error estandar de estimación fue de 0,005 kg de C por árboles, y el coeficiente de determinación fue de 0,99. En el paso 3, la inclusión de más una variable independiente en el modelo no fue posible para un nivel de 0,5% de

tolerancia. Debido a que los parámetros estadísticos F calculados de la regresión y los valores de F' para los coeficientes de la ecuación presentan mayor precisión en el paso 2, se ha seleccionado la referida ecuación para la estimativa de la cantidad de C contenida en la fracción gajos muertos.

En las estimativas del modelo para la cantidad de C para la fracción corteza fue insertada solo la variable d² a un nivel de tolerancia de 0,5% para las estimativas de la cantidad de C alojado en esta fracción. El test de significancia para los parámetros de la ecuación fue altamente significativo a un nivel de 99,9% de probabilidad de confianza, siendo que para el coeficiente angular (b1) el valor de F' fue igual a 47,04. El error estandar de estimación fue de 0,2953 kg de C por árbol, y un coeficiente de determinación de 0,94 indicando buena precisión para el modelo.

En el modelo para la cantidad de C en la fracción madera, fue insertado solo la variable d² a un nivel de tolerancia de 0,5% para las estimativas de la cantidad

de C prestados en esta fracción. El test de significancia para los parámetros de la ecuación fue altamente significativo a un nivel de 99,9% de probabilidad de confianza, siendo que para el coeficiente angular (b1) el valor de F' fue igual a 198,16. El error estandar de estimación fue de 1,25 kg de C por árboles, y un coeficiente de determinación de 0,98, indicando buena precisión para el modelo.

Con base en la cantidad acumulada de C en las diferentes fracciones (Tabla 3), se observa que la fracción con el mayor potencial de acumulación fue la madera, la cual representó en media 73,5% del C acumulado, seguido de los gajos vivos, con 13,5%, siendo que las demás fracciones (hojas, gajos muertos y corteza), juntas presentaron solo 13,0% del C de la biomasa total.

Ocurrió una disminución de C en las fracciones hojas y gajos muertos, que resultaron respectivamente en incrementos medios de $-0,3 \text{ kg C ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ y $-0,9 \text{ kg C ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$, en cuanto que las fracciones gajos vivos y madera obtuvieron incrementos de $4,4 \text{ kg C ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ y $22,4 \text{ kg C ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$, indicando la evolución del bosque a un estadio forestal más avanzado.

Según LARCHER (2000), las comunidades en estadio de sucesión inicial, pasan por una fase de construcción de la comunidad (crecimiento), donde es pequeña la masa de troncos y raíces, que es dependiente de la asimilación producida por las hojas, durante la fase joven de la planta, lo que lleva a una producción primaria alta y a un excedente de sustancias orgánicas, así toda la comunidad crece rápidamente. Aún, con el envejecimiento, se dirige para la fase madura, en la cual la biomasa se mantiene primeramente positiva, y más tarde, tiende a un valor nulo. Por tanto, cuanto mayor el porte del árbol, más desfavorable se vuelve la relación entre los tejidos verdes (hojas) y no-verdes (madera, corteza y gajos), resultando en una ganancia fotosintética suficiente solo para reponer el follaje y

mantener la respiración de una enorme masa de troncos, ramas y raíces en crecimiento.

La condición enunciada se confirma a través de los estudios de VACCARO (2002), que afirma que el crecimiento del bosque secundario de la presente área, en relación a un estadio secuencial de terrero deforestado adyacente, con cerca de 30 años de abandono de uso, fue de $-2,55 \%$ y que la gran mortandad de individuos en este grupo de sucesión conduce a la misma para un estadio secuencial posterior. Esto puede ser observado para en presente especie, que presenta una tasa de mortandad de 3,3% y tasa de ingreso de nuevos individuos de solo 0,8%.

BRUN (2004) relató que la cantidad de C ubicadas en las raíces gruesas y finas en el bosque secundario fue de $17,6 \text{ Mg ha}^{-1}$, mientras que en el estadio secuencial anterior (terrero deforestado) es de apenas $13,5 \text{ Mg ha}^{-1}$, reforzando la tendencia propuesta, de que la especie se encontraría en su estado maduro dentro de la sucesión, donde los aportes de C son esencialmente translocados para la manutención y formación de los tejidos de los troncos y raíces.

Además de eso, el modelo estructural del bosque secundario en estudio, propuesto por VACCARO (1997), demostró que la referida especie, dentro de la sucesión, se presenta en el estrato intermedio, comportándose como en constante competencia, principalmente por luz. Eso resulta en un desarrollo de copas de pequeña proporción a lo largo de su crecimiento, lo que explica el incremento negativo de C en hojas y la gran incidencia de gajos muertos de la copa, que se vuelven la principal fuente de C para el suelo, pues son fracciones con período relativamente corto de descomposición. Eso coloca a la especie, en el presente momento, como acumuladora, pues las emisiones oriundas del proceso de descomposición de las fracciones aún son compensadas por el potencial de acumulación de las otras especies de la sucesión.

Tabla 3: Contenido de C (kg ha^{-1}) e incremento ($\text{kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$) en los diferentes compartimientos de la biomasa de *Matayba elaeagnoides* en el periodo de 1996 a 2003 en el Bosque Estacional Decidual, Santa Tereza/RS/Brasil.

Table 3: Carbon quantity (kg ha^{-1}) and the increase ($\text{kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) in the different biomass fractions of *Matayba elaeagnoides*, in the period between 1996 and 2003, in the Seasonal Deciduous Forest of Santa Tereza/RS/Brazil.

Año	Fracciones (kg ha^{-1})						Nº arboles ha^{-1}
	Hojas	G. vivo	G. muerto	Corteza	Madera	Biomasa	
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
Media	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	-

El potencial de acumulación de C en la fracción gajos muertos fue extremadamente sensible a las perturbaciones, pues en medida que se reduce el grado de perturbación del bosque, es mayor la cantidad de C en la fracción. El estudio de MEDEIROS (2004) señala el acumulo de C en la regeneración natural, en una formación nativa altamente perturbada, después de 20 años de acciones antrópicas, donde la especie se presentó con árboles de diámetros variando entre 3,2 y 4,8 cm, llegando a un valor de solo 0,08 kg C ha⁻¹, en cuanto en el presente estudio, donde el tiempo transcurrido por la perturbación es de 53 años, se observó 20,0 kg C ha⁻¹. En el estudio de WATZLAWICK *et al.* (2004), en área con menor grado de degradación, el acumulo en esta fracción fue de 102,5 kg C ha⁻¹. La fracción hojas demostró un comportamiento estático para el almacenamiento de C cuando comparadas las formaciones forestales en sus diferentes pasantías de sucesión. Gajos vivos, corteza y madera mantuvieron una tendencia ascendente en el acumulo.

Con base en el perfil estructural del bosque en estudio (VACCARO, 1997), se observa que la especie no se presenta en el grupo formador de los estratos. Según el autor, en el cambio del estado secundario para el maduro, se nota una reducción de 50% en el número de individuos por hectárea, y que las mayores tasas de mortalidad son de individuos pertenecientes al grupo ecológico secundario tardío, al cual la especie pertenece, indicando el declinio de la misma dentro del bosque, con el seguimiento de la sucesión.

CONCLUSIONES

Los modelos matemáticos para estimar la cantidad de C acumulado en las fracciones de la biomasa aérea fueron: $C = b_0 + b_1 h_c^2$ (hojas); $C = b_0 + b_1 h_c^2 + b_2 1/1,3 - d$ (gajos muertos); $C = b_0 + b_1 d$ (cortezas) y $C = b_0 + b_1 d^2$ (gajos vivos y madera).

La prioridad de prestamos del C fue: madera > gajos vivos > corteza > gajos muertos > hojas.

La especie presentó comportamiento de declinio dentro de la dinámica del bosque y del C, por la superioridad en valores de la tasa de mortalidad (3,3%) en relación a la tasa de ingreso de individuos (0,8%), que, en el futuro, puede calificar la especie como fuente de C en la sucesión.

El comportamiento de la especie en cuanto a su dinámica del carbono es semejante a su dinámica sucesional en el bosque, donde es una especie secundaria inicial.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a la Fundación de Amparo a la Investigación del Estado de Río Grande do Sul (FAPERGS) por la ayuda financiera concedida para la recolección de datos y

al Consejo de Desarrollo Científico y Tecnológico (CNPq) por la concesión de la beca de maestría a la primera autora.

BIBLIOGRAFÍA

- BRUN, E. J. 2004. Biomassa e nutrientes na Floresta Estacional Decidual, em Santa Tereza, RS. 136 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- FINGER, C. A. 1992. Fundamentos de biometria florestal. Santa Maria: UFSM/CEPEF/FATEC, 269 pp.
- GLENDAY, J. 2006. Carbon storage and emissions offset potential in an East African Tropical Rain Forest. *Forest Ecology and Management*, n. 235, pp. 72 – 83.
- LARCHER, W. 2000. *Ecofisiologia vegetal*. São Paulo: Rima, 531 p.
- LONGHI, R.A. 1995. *Livro das árvores: árvores e arvoretas do sul*. Porto Alegre: Editora L&PM, 176 pp.
- MARCENE, E.A.; Corte, A. P; Sanquetta, C. R.; Schneider, C. R. 2006. 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, pp 55 – 63.
- MEDEIROS, J.A.F. 2004. Quantificação de biomassa e carbono orgânico na regeneração natural de Floresta Ombrófila Mista–Nova Prata, RS. 135 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- MELO, A.C.G.; Durigan, G. 2006. Fixação de carbono em reflorestamentos de matas ciliares no Vale do Paranapanema, SP, Brasil. *Scientia Forestalis*, n. 71, pp 149 – 154.
- MORENO, J. A. 1961. *Clima do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Sec. Agricultura, 73 pp.
- SCHNEIDER, P. R. 1998. *Análise de regressão aplicada à Engenharia Florestal*, Santa Maria: CEPEF, 236pp.
- 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: UFRGS. 107 pp.
- 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 pp. (Boletim Técnico).
- VACCARO, S. 1997. *Caracterização fitossociológica de três fases sucessionais de uma Floresta Estacional Decidual, no município de Santa Tereza - RS*. Santa Maria, 92 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria.

- VACCARO, S. 2002. Crescimento de uma Floresta Estacional Decidual, em três estágios sucessionais no Município de Santa Tereza, RS, Brasil. Santa Maria, 137 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria,
- WATZLAWICK, L. F.; Balbinot, R.; Sanquetta, C. R.; Caldeira, M. V. 2004. 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, pp. 95-110.

REFORESTACIÓN PARA CONTROL DE PASTOS INVASORES Y PROTECCIÓN DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS EN EL CANAL DE PANAMÁ

REFORESTATION FOR CONTROL OF INVASIVE GRASS AND WATERSHED PROTECTION IN THE PANAMA CANAL

Florencia Montagnini¹

Arturo Cerezo²

Hugo S. Lam Bent³

Tack Joo Kim⁴

Christopher Finney⁵

Fecha de recepción: 05/07/2008

Fecha de aceptación: 05/12/2008

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 Panamá (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 of *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 “catalyst” species that form a dense crown such as the native *Gliricidia sepium*, *Inga punctata*, and the exotic *Acacia mangium*. Trials of species of timber value showed that *Pachira quinata*, *Terminalia amazonia*, *Hyeronima alchorneoides*, have good potential for reforestation. Recent trials established by the Panama Canal Authority, ACP, can be used as models for future reforestation efforts with mixed plantations. We recommend that timber species are planted in mixed designs with facilitating species that contribute to control the grass.

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 para el 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 del pasto con 50% a 75% de sombra. Esta sombra puede lograrse con plantaciones de especies que forman copa densa temprano tales como las especies nativas facilitadoras o “catalizadoras” *Gliricidia sepium*, *Inga punctata* y la exótica *Acacia mangium*. Especies de buen valor maderero para la reforestación en Panamá incluyen *Pachira quinata*, *Terminalia amazonia*, *Hyeronima alchorneoides*, y otras. Ensayos establecidos recientemente por la Autoridad del Canal de Panamá, ACP, pueden servir

como modelo para futuras reforestaciones en plantaciones mixtas. Se recomienda sembrar las especies maderables en asociación mixta con especies facilitadoras que contribuyan a combatir el pasto.

Palabras clave: especies catalizadoras, especies nativas, facilitación, servicios ambientales, sombra

INTRODUCCIÓN

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 debe 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* L.), 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).

Saccharum spontaneum es una especie de caña de azúcar silvestre. Su rango nativo se extiende desde el norte del África a través de Asia en China e Indonesia. 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. 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. Fue reportado por primera vez en Panamá en 1960, y se ha expandido por casi todo el país (HAMMOND, 1999; HOOPER *et al.* 2002; 2004; TROPICOS, 2008). 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. Como resultado de la invasión por *S. spontaneum* se detienen los procesos de sucesión natural, aumentan los incendios, y baja la biodiversidad del ecosistema. *S. spontaneum* tiene escaso valor para la agricultura o para la vida silvestre, siendo una alternativa de alimentación de ganado en la época seca, así como una fuente posible de etanol (A. CEREZO, no publicado).

Entre las medidas de control de este pasto, 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 se hace necesario examinar otros sistemas alternativos para su control. El objetivo del presente trabajo fue medir el nivel de sombra necesario para el control del pasto invasor del canal, paja blanca (*Saccharum spontaneum*), 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 fue que es posible controlar el pasto invasor con niveles de sombra que pueden ser logrados por medio de la reforestación con especies de buen crecimiento en la zona del canal.

MATERIALES Y MÉTODOS

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 (26 m x 6 m x 2 m altura) cubiertos con tela de poliuretano que producía diferentes proporciones de sombra (KIM *et al.*, 2008). Los tratamientos incluyeron 100%, 50%, 25%, 15%, y 5% de iluminación. Los cajones se colocaron sobre parcelas donde previamente 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 crecimiento del pasto de agosto a enero. Se utilizó análisis de varianza para evaluar diferencias en biomasa del pasto cosechado bajo los diferentes tratamientos de sombra, para cada fecha de corte.

En otra investigación realizada en el mismo sitio, se evaluó la densidad del pasto que crecía bajo la copa de árboles sembrados en ensayos que formaban parte del proyecto PRORENA. Las plantaciones utilizadas eran jóvenes, con 2 años de edad, y estaban establecidas con un distanciamiento entre árboles de 3m x 3m (KIM *et al.* 2006). Se evaluaron un total de 10 especies que representaban 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). 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, establecidas en colaboración entre PRORENA y la empresa reforestadora Futuro Forestal (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. 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 cinco especies forestales de buen valor maderable, cuatro de ellas nativas: *Terminalia amazonia* (“Amarillo” o “Roble coral”, combretaceae), *Swietenia macrophylla* (Caoba, meliaceae), *Hyeronima alchorneoides* (“Zapatero” o “Pilón”, euforbiaceae), *Pachira quinata* (“Cedro Espino”, bombacaceae) y una exótica, *Tectona grandis* (“Teca”). Para las mediciones, se establecieron parcelas permanentes de muestreo de 20m x 20m en cada plantación. Como las plantaciones tenían diferentes edades (5 a 10 años), para comparar el crecimiento de las especies se calcularon los Incrementos Medios Anuales (IMA) de las variables DAP (diámetro a la altura del pecho), altura total, y volumen. Se utilizó análisis de varianza para comparar las diferencias entre especies para las variables evaluadas. No fue posible comparar diferencias en el crecimiento de las especies entre

sitios o fincas, ya que no todas las especies fueron sembradas en todas las fincas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

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% (Gráfico 1).

Efectos de la sombra de árboles de los proyectos de reforestación de PRORENA

Los resultados de las correlaciones entre la densidad de las copas de los árboles evaluados y la densidad del pasto invasor fueron significativos con un $R^2 = 58,9\%$, y $p = 0,001$, con una relación inversa entre densidad de copas y crecimiento del pasto (KIM *et al.*, 2006). Los mejores resultados, es decir el menor crecimiento del pasto se produjo bajo árboles de copa amplia y densa tales como *Gliricidia sepium*, *Guazuma ulmifolia*, *Inga punctata* y *Acacia mangium* (exótica). Estas especies son del tipo “catalizador” es decir que son especies de crecimiento rápido, generalmente pertenecientes a estadios sucesionales tempranos (pioneras). Además, estas especies poseen características que les permiten lograr una cobertura rápida del sitio, tales como la fijación de nitrógeno en el caso de *G. sepium*, *I. punctata* y *A. mangium*, y la producción de abundante hojarasca que cubre el suelo y evita el crecimiento del pasto, muy notable en el caso de *I. punctata*.

Biomasa aérea seca (g/m^2)

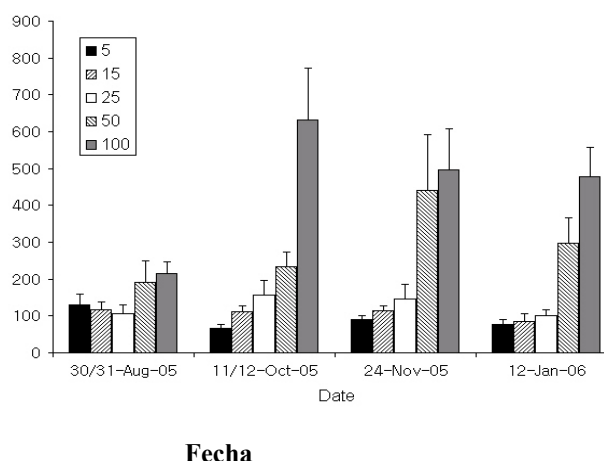


Gráfico 1. Biomasa aérea seca promedio (g/m^2) de *Saccharum spontaneum* en cada fecha de corte. 5, 15, 25, 50 y 100 – indican niveles de iluminación (%). Las barras indican errores estandar. Fuente: KIM *et al.*, 2008.

Graph 1. 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. Source: KIM *et al.*, 2008.

Productividad de especies utilizadas para la reforestación

Los resultados de crecimiento de las cinco especies maderables en las fincas estudiadas se muestran en la Tabla 1. Tal como se explicó anteriormente, no fue posible evaluar diferencias en el crecimiento de las especies entre sitios o fincas, ya que no todas las especies estaban presentes en todas las fincas.

La especie *Terminalia amazonia*, considerada muy promisorio para la reforestación en América Latina, tuvo comportamiento muy bueno, entre las mejores de las estudiadas, con IMA Volumen 5,7 – 13,7 m³/ha/año. Estos resultados son comparables a los obtenidos en Costa Rica, donde esta especie es una de las especies nativas más frecuentemente sembradas por los agricultores dado su buen comportamiento y su valor maderable (MONTAGNINI *et al.* 2005; REDONDO BRENES, 2007).

La especie *Hyeronima alchorneoides* presentó un IMA Volumen ampliamente variable 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). Sin embargo esta especie también es preferida por los agricultores debido a su alta sobrevivencia, buen crecimiento, y alta calidad de su madera. 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). Estas dos especies promueven el reciclaje de nutrientes, por lo cual se las asocia en sistemas agroforestales y agrosilvopastoriles, lo cual es otro factor que aumenta su aceptación por los agricultores, ya que esto permite la diversificación en el uso de la tierra, disminuyendo así los riesgos. Además, ambas especies favorecen la regeneración natural bajo su copa, con lo cual aumentan la diversidad del ecosistema (CARNEVALE y MONTAGNINI, 2002; MONTAGNINI *et al.*, 2003, 2005).

Pachira quinata (también conocido como *Bombacopsis quinata*, “Pochote”) de alto valor de mercado, tuvo crecimiento muy variable, con IMA Volumen de 0,81 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). *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, *Hypsipilla 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) ha tenido buen comportamiento en diversos sitios en 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 el de las especies nativas.

Alternativas para control del pasto invasor y producción de madera

Los resultados de la presente investigación identifican por un lado a especies facilitadoras que pueden ejercer un control temprano de pasto invasor y por otro lado a especies de buen valor maderable y de crecimiento promisorio. En proyectos de reforestación donde es necesario controlar los pastos agresivos y a la vez lograr beneficios económicos y ambientales, la alternativa recomendable es la plantación de especies forestales en diseños mixtos, en los cuales se combinen especies que ejercen control más efectivo del pasto a una edad temprana, con otras que tienen buen 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 plantadas en combinación con ellas.

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). Estas experiencias de ACP suministran información sobre detalles para el establecimiento de plantaciones mixtas para las condiciones ecológicas de la zona del canal. Otro proyecto llamado “Agua Salud”, en colaboración entre ACP, STRI, y Yale, recientemente ha comenzado plantaciones utilizando este tipo de combinaciones de especies nativas facilitadoras con otras de valor maderable, para la producción de madera y servicios ambientales como el agua.

Tabla 1. Crecimiento de cinco especies forestales plantadas en seis fincas en Las Lajas, Panamá: Incremento Medio Anual (IMA) de DAP, altura total y volumen. Las letras diferentes (a-c) indican diferencias significativas entre valores promedios de diferentes especies para cada finca (P<0,05). Fuente: LAM *et al.*, en prensa.

Table 1. Growth of five tree species planted in 6 farms in Las Lajas, Panamá: Mean Annual Increment (MAI) in DBH, total height and volume. Differing lowercase letters (a-c) indicate a significant difference between the mean 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 (m ³ /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

CONCLUSIONES

Pudo lograrse control del pasto invasor a niveles de iluminación del 25% (es decir sombra de 75%) con respecto a sitio abierto. La densidad del pasto se redujo significativamente bajo árboles de especies nativas de copa amplia y densa tales como *Gliricidia sepium*, *Guazuma ulmifolia*, *Inga punctata* y *Acacia mangium* (esta última exótica), en plantaciones jóvenes relativamente densas (3m x 3m).

Entre las especies nativas evaluadas, *Pachira quinata* tiene 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 en forma de plantaciones mixtas, combinando especies de modo de obtener los beneficios descritos: control del pasto agresivo,

protección del suelo y reciclaje de nutrientes, por parte de especies catalizadoras o facilitadoras, y crecimiento bueno para obtener beneficios económicos y otros servicios ambientales por parte de especies de valor maderable.

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 pp.
- AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ (ACP). 2007a. The Panama Canal. ACP, Corporate Communications, Balboa, Panama.
- AUTORIDAD DEL CANAL DE PANAMÁ (ACP). 2007b. 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: 217-227pp.
- 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): 63-78pp.
- 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): 23-38pp.
- 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): 1626-1641pp.
- 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 pp.
- 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): 203-204pp.
- 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): 192-203 pp.
- 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*. En prensa.
- 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 pp.
- 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 pp.
- 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 pp.
- REDONDO-BRENES, A. 2007. Growth, carbon sequestration and management of native tree plantations in humid regions of Costa Rica. *New Forests*, 34: 256-268 pp.
- TROPICOS. 2008. Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. 03 Jul 2008
<http://tropicos.org/Specimen/2014278>.
- 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/E_CO-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 pp.

CONSIDERACIONES SOBRE LA BIODIVERSIDAD FORESTAL A NIVEL DE ESPECIES ARBÓREAS, EN LA SELVA PARANAENSE DE MISIONES, ARGENTINA

CONSIDERATIONS ABOUT FORESTRY BIODIVERSITY AT AN ARBOREAL SPECIES LEVEL, IN THE PARANAENSE FOREST IN MISIONES, ARGENTINA

Fecha de recepción: 20/12/2007

Fecha de aceptación: 21/11/2008

H. Martín Gartland¹
Alicia V. Bohren²

1. Ingeniero Forestal, Titular de la Cátedra de Dendrología de la Facultad de Ciencias Forestales. Calle Bertoni 124. 3382 Eldorado. Misiones. E-mail: mgartland@facfor.unam.edu.ar

2. Ingeniera Forestal, MSc., Adjunta de la Cátedra de Dendrología de la Facultad de Ciencias Forestales. Calle Bertoni 124. 3382 Eldorado. Misiones. E-mail: alicia@facfor.unam.edu.ar

SUMMARY

This work tries to update the number of arboreal species and their subordinated taxonomic categories present in Misiones, in the frame of the last taxonomic reviews done in the country. The valuation of the biodiversity of any wooded component is closely tied to the sustainable forest management. Therefore, this initiative is to respond to the need of having some general updated information on the dendrologic flora of Misiones. To do this, recent publications referred to the vascular flora of Argentina were used, as much as in a general level as for the provincial jurisdictions. This information was compared with classic publications referred to the dendrologic flora in Argentina. This review allows to establish that 76,1 % of the whole botanical families are present, with arboreal representatives in Misiones territory, as well as more than 54 % of the whole arboreal native species of the country. It is considered that 40 % of them are under some of the known degrees of risk.

Key words: flora, tree, habit, biodiversity, dendrology.

RESUMEN

Este trabajo pretende actualizar el número de especies arbóreas y sus categorías taxonómicas subordinadas presentes en Misiones, en el marco de las últimas revisiones taxonómicas realizadas en el país. La valoración de la biodiversidad de cualquier componente boscoso, está estrechamente ligada a la ordenación forestal sustentable. En consecuencia, la iniciativa responde a la necesidad de contar con información general actualizada sobre la flora dendrológica misionera. Para ello, se utilizaron publicaciones recientes referidas a la flora vascular de la Argentina, tanto a nivel general como para la jurisdicción provincial. Esta información fue contrastada con publicaciones clásicas referidas a la flora dendrológica Argentina. La revisión permite establecer que en el territorio de Misiones se encuentran presentes el 76,1% del total de familias botánicas con representantes arbóreos y algo más del 54% del total de especies arbóreas con ese hábito. Se considera que un 40% de las mismas se encuentran bajo alguno de los grados de riesgo conocidos.

Palabras clave: flora, árbol, hábito, biodiversidad, dendrología.

INTRODUCCIÓN

Misiones, uno de los territorios más pequeños de Argentina, cuenta con una rica biodiversidad vegetal que la coloca al frente de las restantes provincias de la nación. Relevamientos recientes (ZULOAGA *et al*, 1999), señalan que las plantas vasculares alcanzan un número de 2959 (número de especies más taxones infraespecíficos), lo que representa un 30% del total del país. Esta riqueza, también se refleja para el hábito arbóreo, habiéndose determinado que las especies de árboles de la selva Paranaense superan el 50% del total nacional.

En la mayoría de los trabajos que tratan sobre la vegetación natural de Misiones, ya como introducción a la descripción de los recursos naturales, o como informes técnicos forestales, se emplean cifras globales sobre el número de especies de hábito arbóreo. La mayoría de las veces tales valores, se muestran muy alejados de los reales que expresan las colecciones en los herbarios más importantes y ahora los catálogos de reciente edición. En general, las cifras de estimación resultan muy inferiores al número de especies validadas a la fecha y caracterizadas como de hábito arbóreo. Así, BERTONATTI y CORCUERA (2000), informan que la riqueza de árboles es la mayor del país, con más de 100 especies arbóreas diferentes; mientras que

ROLÓN y CHÉVEZ (1998), estiman entre 200 y 300; en el ATLAS DE LOS BOSQUES NATIVOS DE ARGENTINA (SayDS, 2004), la estimación es de unas 200; entre otras, de valores fluctuantes entre 100 y 150 especies arbóreas.

Por otro lado, el término “árbol”, acompaña las dificultades para la determinación del número de especies, particularmente en los inventarios forestales. En efecto, la definición de árbol tiene un contenido dimensional para los forestales que complementa el concepto básico que sobre el mismo expresa la Morfología Vegetal. Ello excluye o limita el rango del hábito arbóreo distorsionando cualquier evaluación que no considere las diversas definiciones estipulativas que se ofrecen en la literatura dendrológica.

La presente revisión busca actualizar el número de entidades arbóreas válidamente reconocidas para la provincia de Misiones. Los recientes catálogos sobre la flora vascular del país al igual que la versión para Misiones, permiten aproximar el número de especies para el hábito arbóreo con mayor precisión con que se lo ha hecho hasta la fecha. Finalmente, el propósito de actualización de la riqueza acerca de la flora arbórea de Misiones requiere al menos de algunas apreciaciones sobre la situación de riesgo en que se encuentran muchas especies, para que la biodiversidad forestal adquiera una mejor consideración. La información en tal sentido es escasa o limitada a áreas restringidas del territorio provincial. A pesar de tales limitaciones se considera procedente exponer algunas valoraciones y consideraciones que ayuden a la gestión de la conservación de la flora local.

REVISIÓN DE ANTECEDENTES

Aspectos generales sobre biodiversidad y relevamientos dendrológicos

“La diversidad biológica o biodiversidad es simplemente un vocablo que indica que cada nivel de la escala biológica, desde moléculas y genes hasta ecosistemas, está constituido por más de un elemento”, o se trata de “... la propiedad de un conjunto de objetos vivientes de ser diversos”, (SOLBRIG, 1999). También por diversidad biológica se entiende las “varias formas de vida existentes, la funciones ecológicas que realizan y la diversidad genética que contienen”, (FAO, 1989).

BURLEY (2002), establece que la diversidad biológica se refiere al número, la variedad y la disposición de los organismos vivos (esto es, toda vida en el planeta). Suele describirse, cuantificarse, tratarse y utilizarse en tres niveles. Primero, comprende la *variación genética* hereditaria dentro de y entre poblaciones de una determinada especie; este nivel tiene particular interés para genetistas y mejoradores de especies y se refiere a: variación cuantitativa y cualitativa de la población, variación de genotipos y frecuencias, efectos y flujos de alelos.

Segundo, se refiere a *variación entre especies*, que interesa en especial a taxonomistas, ecologistas y conservacionistas y tiene en cuenta el número, la abundancia o rareza y el endemismo de las especies. Tercero, hace referencia a la *variación entre ecosistemas* y a la forma en que las especies interactúan entre sí y con su entorno. La diversidad biológica forestal es la diversidad dentro de los bosques en esos tres niveles. En tanto otros, dan a este concepto para lo forestal un sentido amplio y comprensivo de nociones como diversidad específica, rareza, fragilidad, carácter natural, entre otras inherentes a la protección y gestión de los bosques (RONDEUX, 1999).

Para evaluar la biodiversidad forestal, NEWTON y KAPOS (2002), establecen ocho indicadores, que se refieren a la superficie forestal por tipo de áreas naturales protegidas y afectadas por alteraciones naturales y antrópicas; grado de fragmentación de los bosques; tasa de conversión del bosque a otro uso del suelo; número de especies dependientes del bosque y su estado de conservación.

Según el Catálogo de las Plantas Vasculares de la República Argentina II (*Dicotyledoneae*) (ZULOAGA Y MORRONE, 1999), en nuestro país están representadas 175 familias, 1395 géneros y 6.896 especies. Incluye referencias para cada familia indicando el número de géneros, el de especies y eventualmente las endémicas. Para cada género se señala el número de especies, y para cada especie su hábito, status, el rango de elevación sobre el nivel del mar, las provincias políticas argentinas comprendidas en su distribución natural, y los países limítrofes en que concurren naturalmente.

Contemporáneamente al Catálogo de las Plantas Vasculares, se publica un “Análisis de la biodiversidad en plantas vasculares de la Argentina” (ZULOAGA *et al.* 1999), que establecen los siguientes totales: 248 familias, 1927 géneros, 9690 especies y 1906 especies endémicas para la flora vascular Argentina (*Pteridophyta*, *Gymnospermae*, *Dicotyledoneae* y *Monocotyledoneae*). Se aprecia para las *Dicotyledoneae*, un aumento en el número de géneros y especies en relación a los presentados por el Catálogo de las Plantas Vasculares.

Actualmente se dispone en la dirección electrónica www.darwin.edu.ar, de un listado completo de las plantas vasculares discriminadas para la provincia de Misiones (ZULOAGA y MORRONE, 2006). Se trata de una actualización permanente de los registros disponibles en herbarios de Argentina y del extranjero sobre la flora vascular.

La Tabla 1 muestra el desglose de los guarismos mencionados y sus respectivos valores de endemismos para la flora vascular y dendrológica de Argentina.

Tabla 1: Resumen de la flora vascular y dendrológica de Argentina
Table 1: Summary of vascular and dendrologic flora in Argentina

Clase	Total Flora Vascular (1)						Total Flora Dendrológica (2)			
	Familias	Géneros	Especies	%	Endémicas	%	Familias	Géneros	Especies	Endémicas
<i>Pteridophyta</i>	29	84	358	3,69	12	0,62				
<i>Gymnospermae</i>	4	9	21	0,22	2	0,10	3	7	10	
<i>Dicotyledoneae</i>	175	1397	6961	71,84	1516	79,54	85	273	596	43
<i>Monocotyledoneae</i>	40	437	2350	24,25	376	19,71				
Total	248	1927	9690	100,00	1906	100,00	88	280	606	43

Fuente: (1) ZULOAGA *et al.*, (1999) y (2) Elaboración propia.

ZULOAGA *et al.* (1999), informan que las *Angiospermae* representan la mayor parte de la flora vascular (96%) y que las especies endémicas alcanzan un 20% del total de plantas vasculares presentes en Argentina. Las familias más representadas son: *Asteraceae*, *Poaceae* y *Fabaceae* con el 35% del total y casi el 40% de las especies endémicas del país.

El mayor índice de biodiversidad a nivel de familia se encuentra en Misiones (18%), le siguen las provincias de Tucumán (16,6%), Salta y Jujuy (15,6%); en tanto los valores más bajos se presentan en Santa Cruz (8,14%) y Tierra del Fuego (8,56%).

Las áreas con mayor concentración de biodiversidad a nivel de géneros corresponden a las prolongaciones del Dominio Amazónico en la Argentina: Jujuy (89,34%), Salta (89,29), Tucumán (88,82) y Misiones (87,67); y las de menor biodiversidad nuevamente, en Santa Cruz (30,48), y Tierra del Fuego (28,08%).

Asimismo, al analizar el índice de biodiversidad taxonómica, se observa que la provincia de mayor valor es Misiones (272,33 y 287,28), con 2805 especies y 2959 si se suman los taxones específicos más los infraespecíficos registrados para el área. Le siguen las provincias del NO, Salta (262,43 y 277,32), Jujuy (260,20 y 275,46) y Tucumán (256,87 y 274,05). Las regiones con los valores menores se registran en Tierra del Fuego (64,04 y 67,50), Distrito Federal (66,41 y 69,06), Santiago del Estero (75,19 y 78,92), Santa Cruz (80,81 y 87,42) y San Luis (87,29 y 92,18). El índice de biodiversidad taxonómica (B) se calculó como: $B = n / \ln A$, donde n es el número de taxones (nº de especies + taxones infraespecíficos) y ln A es el logaritmo natural del área bajo análisis (SQUEO *et al.*, 1998; ZULOAGA *et al.*, 1999).

Para el área específica de la provincia de Misiones, solo se cuenta con referencias taxonómicas generales sobre la flora vascular (ZULOAGA y MORRONE, 2006) y algunas informaciones florísticas y fitosociológicas para las especies arbóreas en zonas limitadas de la provincia (LÓPEZ

CRISTÓBAL *et al.*, 1996; RÍOS *et al.*, 1999; EIBL *et al.*, 1999; GAUTO *et al.*, 1999; KELLER, 2006; TRESSSENS y KELLER, 2006), la información de FONTANA (1998), MARTINEZ CROVETO (1963) y ESKUCHE (1986).

La variable medida en el presente trabajo, esta referida exclusivamente al número de especies arbóreas indígenas, y algunas referencias disponibles sobre las especies arbóreas amenazadas. El concepto de biodiversidad arbórea entonces, está tomado aquí en el sentido de elementos diferenciados a nivel de la escala de especie y sus categorías subordinadas (subespecie, variedad y forma), dentro de la forma biológica árbol (F.A.O., 2005).

Los antecedentes sobre relevamientos de la flora dendrológica Argentina, se iniciaron con los trabajos de LILLO, (1910 y 1917). A partir de LATZINA (1935), y posteriormente en los trabajos de DEVOTO y ROTHKUGEL (1942), y DIMITRI y ORFILA (1999), se ofrece para cada especie, información de gran interés forestal. En efecto, cada uno de ellos consigna para cada especie y sus categorías subordinadas información sobre: hábito, valores de porte, abundancia, calidad de la madera, así como información sobre el área de dispersión natural.

LATZINA (op. cit.), establece un número total de 685 especies para el territorio nacional, entre las que contabiliza 11 *Gymnospermae*, 18 *Monocotyledoneae* y 656 *Dicotyledoneae*; la mayoría de las entidades cuenta con información sobre dimensiones, abundancia y categoría de calidad del leño.

El estudio de DEVOTO y ROTHKUGEL (op. cit.), comprende formas leñosas, añadiendo arbustivas y lianas y otras no leñosas, concluyendo que las conceptuadas como árboles alcanzan en Argentina a 458, cuya condición era alcanzar como individuos maduros, un mínimo de 20 cm de diámetro normal. Bajo la denominación de "arbolito" —no alcanzaban el diámetro mínimo mencionado— se comprende a 157 especies, con lo cual se logra un total de 615 especies y sus categorías subordinadas.

En éste número están incluidas las 10 *Gymnospermae* arbóreas de Argentina, señalando los autores la presencia dudosa de *Podocarpus lambertii* Klotz., para Misiones. Además se incluyen en el listado general 291 arbustos, 46 lianas, 4 helechos arborescentes, 7 bambúceas y 9 especies de palmeras.

El tercer trabajo de referencia, DIMITRI y ORFILA (op. cit.), consigna un total de 697 especies arbóreas, incluyendo en dicho valor, 10 *Gymnospermae* y 10 *Monocotyledoneae*. También en esa cifra, se comprenden varias especies exóticas consideradas “asilvestradas”, híbridos de *Salicaceae* originados naturalmente, y varias especies que en el Catálogo de las Plantas Vasculares son consignadas como arbustos. Ofrecen como información adicional para cada especie, una pequeña descripción botánica, y observaciones sobre su distribución geográfica.

En el contraste con los trabajos más recientes, se ha verificado que muchas especies han cambiado su denominación científica, llegando incluso a cambiarse la ubicación familiar de algunas y en otros casos de género, y en fin, otras no son reconocidas como especies diferentes y son subsumidas en una.

Argentina se caracteriza por ser un país introductor de especies vegetales. En materia de especies arbóreas DIMITRI (1989), indica la introducción de 947 especies, 191 de las cuales pertenecen a las *Gymnospermae* y 756 a las *Angiospermae*.

Significado de “árbol” y estabilidad taxonómica

En el Catálogo de las Plantas Vasculares, la forma biológica o hábito, se discrimina, para cada una de las especies incluidas, de modo que el hábito “árbol” es pasible de mensuración y puede extraerse de los listados proporcionados por el mencionado Catálogo. Sin embargo, subsisten algunas dificultades para precisar el número exacto de especies arbóreas a nivel de jurisdicciones provinciales. Una razón estriba en que una misma especie presenta en su rango de distribución natural, tanto forma arbustiva como arbórea. Por otro lado, el concepto de árbol puede variar según los diversos autores y el criterio seguido para su establecimiento, por lo cual se genera entonces una suerte de incertidumbre para cualquier relevamiento que se pretenda realizar. En efecto, para los forestales cuya concepción de árbol está íntimamente ligado a la utilización del tronco como producto leñoso, interesan particularmente las dimensiones altura/diámetro normal, por lo cual, una designación como “arbolito” representaría especímenes cuyas dimensiones no satisfacen los requerimientos de las tecnologías empleadas en la actualidad para la transformación física más tradicional de la madera, como los aserrados y laminados. A estas características, puede agregarse la propiedad de generar madera, lo que excluye aquellas *Monocotyledoneae* que satisfacen las dimensiones mínimas.

Por lo regular, todas las definiciones de “árbol” empleadas por distintos autores, coinciden en caracterizar por tal, a todo vegetal leñoso con un tronco único desde la base, que se ramifica a cierta altura constituyendo conjuntamente con el follaje una copa más o menos regular o definida. Los dendrólogos y forestales de diversos países, tradicionalmente han considerado conveniente incorporar al concepto señalado, valores concretos de altura total y diámetro normal mínimo para que un vegetal leñoso se considere como árbol. Esto ha dado origen a distintas definiciones estipulativas de “árbol” consecuencia, a veces, del uso de distintos sistemas de medición (decimal o inglés); y otras al carácter de los distintos ecosistemas forestales.

A título ilustrativo se indican algunos ejemplos: FONT QUER (1977), en su célebre Diccionario de Botánica, establece: “*Vegetal leñoso, por lo menos de 5 metros de altura, con el tallo simple (en este caso denominado tronco) hasta la llamada cruz, en que se ramifica y forma la copa, de considerable crecimiento en espesor.*”... FERREIRA de SOUZA (1973), en su Terminología Florestal, ofrece la siguiente definición: “*Planta leñosa, de tronco simple y elevado, de más de 5 metros de altura, con fuste libre de ramas en la parte inferior.*”. HARLOW y HARRAR (1950), dicen que “*...árbol puede ser definido como toda planta leñosa que a la madurez alcanza 20 ft. de altura con un tronco único...*”. Los mismos autores en un pie de página indican que SUDWORTH (1927), “*establece para el concepto de árbol una altura mínima de 8 ft. y un diámetro de 2 in*”. En la edición de 1991 del mismo Textbook of Dendrology, se modifica el rango entre 13 a 20 ft., ó más de altura, (HARLOW et al. 1991). GARTLAND (1985), sobre la base de un enfoque dendrológico estricto, estipula como árbol a “*...todo vegetal de sustentación propia, con tallo único y dominante desde la base, que a la madurez alcanza como mínimo 5 metros de altura y 0,10 metros de d.a.p.; de ramificación simpodial o excurrente, que junto al follaje constituye una copa más o menos definida; y provisto de un cámbium vascular capaz de generar una estructura leñosa secundaria.*”

Esta preocupación generalizada en precisar el significado de “árbol” y sus dimensiones, condujo a generar una suerte de ambigüedad en el uso del término, que a ciertos fines prácticos acarreó algunos problemas de relevancia relativa. Así, para fines estadísticos, como por ejemplo los inventarios mundiales de cobertura forestal de la F.A.O., fue necesario el consenso con los países informantes de cada situación particular, para lograr, entre otros, una definición unívoca del término. Al efecto, en F.A.O. (1998), se consigna: “*Árbol: Planta leñosa con un solo tronco principal o, en el caso del monte bajo, con varios tallos, que tenga una copa más o menos definida.*” Lo cierto es que, aquellas especies leñosas que reúnen las características básicas que la botánica establece para la forma biológica “árbol”, pero no las

dimensiones mínimas consideradas por los dendrólogos y forestales, se los denomina en español “arbolito” o “arbolillo”, en inglés “*small tree*” y en portugués “*arvoreta*”, resultando así, como una suerte de clasificación o categoría subarbórea. Esta subdivisión dentro de la forma biológica, se corresponde con una definición estipulativa y como tal no admite prueba de verdad o falsedad.

De lo expuesto en el párrafo anterior, se puede interrogar sobre el valor o procedencia de la rigidez del concepto de árbol en cuanto a sus dimensiones. Es sabido que en la actualidad se les pide a los forestales que abandonen o flexibilicen su concepción de rendimiento sostenido basado únicamente en la madera, por una ordenación sustentable del ecosistema forestal en su conjunto, que incluya otros bienes y servicios que potencialmente ofrecen los bosques. Quizá ello relativice nuestra preocupación por la definición de árbol, retornando a una expresión más amplia del término, que conlleve tan solo a la exigencia de vegetal leñoso de tronco único desde su base. Convirtiendo entonces a los valores dimensionales en cuestiones concomitantes o accidentales a nuestros efectos.

Desde luego, esto último no anulará el natural comportamiento dual de ciertas especies dentro de sus respectivos rangos naturales de distribución, por lo cual habrá de aceptarse que ciertas especies pueden presentar simultáneamente hábito de arbusto, arbolito o árbol, en distintos puntos geográficos de aquella, o aquellas formas arbóreas resultantes de tratamientos silviculturales de “monte bajo”. Tampoco eliminará la necesidad de cuantificar coberturas forestales por parte de los organismos internacionales, que realizan evaluaciones mundiales periódicas, bajo criterios homogéneos sobre las formas leñosas que conforman tales coberturas, (F.A.O. 2005, SOFO y F.R.A.). Todo ello permite concluir que no parece posible, por el momento, establecer un concepto unívoco para la forma vegetal “árbol”. Tampoco parece demasiado preocupante –para muchos fines– conocer con precisión matemática el número de especies que reúnen tal condición, principalmente porque la dinámica de cambios –tanto en la ubicación de taxones de categorías inferiores, fusiones o separaciones, como modificaciones nomenclaturales– seguirán produciéndose seguramente, en el futuro inmediato. De hecho estas variaciones ya se comprueban en varios trabajos posteriores a la fecha del Catálogo de referencia, por lo cuál no cabe extremar exigencias de precisión en las de esta naturaleza, siendo entonces suficiente aproximaciones ajustadas a los relevamientos científicos actualizados.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el marco de las consideraciones y limitaciones realizadas en los párrafos del punto anterior, se han contabilizado las especies arbóreas, tomando como base las citadas válidamente para Argentina en el

Catálogo de Plantas Vasculares de Argentina (op. cit.), y ZULOAGA y MORRONE (1996 y 2006). También se tomaron complementariamente algunos antecedentes dendrológicos clásicos como los de LATZINA, DEVOTO y ROTHKUGEL, y DIMITRI y ORFILA, todos ellos, anteriormente citados.

Se han considerado todas las especies que reunían la caracterización de hábito siguientes: “Árbol”, “Arbolito”, “Arbusto/Arbolito” y “Arbusto/Árbol”; ofreciendo su valor conjunto total, y ulteriormente la separación en dos categorías: sólo árboles por un lado y la suma de los hábitos arbolito y los compuestos por el otro. La información presentada en el Catálogo no ofrece referencias sobre valores de altura y diámetro, aunque ello no siempre es común en los estudios taxonómicos que comprenden la forma árbol, a excepción de los trabajos específicos citados como antecedentes de referencia dendrológica consultados para este trabajo. Por lo cual, en esta valoración, no se precisa un límite específico para la separación entre “árbol” y “arbolito”.

Para relacionar la condición de riesgo de las especies raras, se analizó la situación de la cobertura forestal de Misiones, mediante la información disponible del ATLAS DE LOS BOSQUES NATIVOS ARGENTINOS (op. cit.), y la situación de las Áreas Naturales Protegidas (ANP), de acuerdo con BERTONATTI y CORCUERA (op. cit.).

Asimismo, para calificar las especies amenazadas en el territorio provincial de Misiones, se ha tomado información variada sobre listados, inventarios y estudios fitosociológicos preparados para predios puntuales (LÓPEZ CRISTÓBAL *et al.* 1996; REVILLA y TRESSSENS, 1996; RÍOS *et al.* 1999; EIBL *et al.* 1999; GAUTO *et al.* 1999; KELLER, 2006; TRESSSENS y KELLER, 2006; RÍOS, 2006), la información de FONTANA (1998), MARTINEZ CROVETO (1963), ESKUCHE (1986), BIGANZOLI y MÚLGURA de ROMERO (2004), los valiosos comentarios personales de H. KELLER¹, y la experiencia personal de los autores.

RESULTADOS

Sobre el número de árboles

Con carácter general, en la Tabla 1, se presentan valores sobre las especies arbóreas citadas válidamente para Argentina en el Catálogo de Plantas Vasculares (Op. cit.) y su actualización (ZULOAGA y MORRONE, 2006).

A su vez, en la Tabla 2, se muestran los valores correspondientes a la provincia de Misiones y su proporción con la flora arbórea de la Argentina, discriminados en *Gymnospermae* y *Dicotyledoneae* y sus categorías taxonómicas infraespecíficas.

En la Tabla 3, se presenta la flora dendrológica discriminado por hábito.

¹ Docente-Investigador de la Facultad de Ciencias Forestales, UNAM.

Tabla 2: Número de representantes arbóreos de las *Gymnospermae* y *Dicotyledoneae* y sus categorías taxonómicas infraespecíficas en la República Argentina**Table 2: Number of arboreal species of *Gymnospermae* and *Dicotyledoneae* and their infra-specific categories in the Argentine Republic**

Categoría taxonómica	Total flora arbórea Argentina			Total flora arbórea Misiones			
	<i>Gymnos-permae</i>	<i>Dicotyle-doneae</i>	Total	<i>Gymnos-permae</i>	<i>Dicotyle-doneae</i>	Total	%
Familia	3	85	88	2	65	67	76,1
Género	7	273	280	2	186	188	67,1
Especie	10	596	606	2	324	326	54,0
Especies endémicas	-	43	43	-	5	5	11,6
Subespecie arbórea	-	11	11	-	7	7	63,6
Variedad arbórea	1	75	76	1	35	36	47,4
Forma arbórea	-	3	3	-	2	2	66,7

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3: Hábito arbóreo² y sus variantes para Argentina y Misiones**Table 3: Arboreal habit and its their differences for Argentina and Misiones**

Hábito	Argentina	Misiones	
		Valor absoluto	%
Árbol	368	202	61,2
Árbol/arbolito; árbol/arbusto; arbolito; arbusto/arbolito.	256	134	40,6
Total (entidades específicas + infraespecíficas)	624	336	100

Fuente: Elaboración propia

Finalmente en la Tabla 4 se indica el número de especies arbóreas discriminadas para las familias más representadas, y al mismo tiempo, comparativamente entre el país y la provincia.

Sobre el estado de la cobertura forestal y los parámetros fitosociológicos de las principales especies arbóreas.

La superficie total de Misiones es de 2.960.857 ha. De acuerdo con la información del Inventario Forestal Nacional realizado en 1998 (Atlas de los Bosques Nativos Argentinos, (op. cit.), la cobertura forestal de la provincia presenta las siguientes características:

- **Tierras Forestales**, definidas como de cobertura superior al 20 % y árboles superiores a 7 m de altura; con una superficie de 914.823 ha (30,9%), de las que:

- a) 152.186 ha (16,63 %), son bosques cerrados y continuos.
- b) 686.543 ha (75,05 %), con vegetación selvática de cobertura muy variable en cortas distancias, presentando continuidad espacial.
- c) 76.094 ha (8,32 %), de selvas abiertas de bajo valor de área basal y superficie continua.

- **Otras Tierras Forestales**, caracterizados por una cobertura inferior al 20% y árboles inferiores a 7 metros de altura, o áreas arbustivas. La superficie alcanza las 52.329 ha (1,8%).

- **Tierras Mixtas** con una superficie de 1.647.525 ha (55,6%). Comprende 5 categorías, cuatro de ellas con grados de ocupación del bosque que no superan el 75%, del polígono comprendido. Dentro de ellas se encuentran los denominados "bosques rurales". Todas se presentan como transición con áreas de cultivo y muestran un alto grado de fragmentación y degradación.

En la Tabla 5, se presentan registros sobre la biodiversidad dendrológica obtenidos de estudios en distintos departamentos de la Provincia.

En cuanto a las especies bajo distintos grados de riesgo, se ofrece la información de la Tabla 7, sujeta a las limitaciones siguientes:

- Las referencias conteniendo datos sobre parámetros estructurales de la selva están limitadas a áreas restringidas de relevamiento.
- Tales referencias nunca superan el 30% de las especies arbóreas validadas para la provincia de Misiones, según los catálogos de referencia de este trabajo y su actualización al año 2006.

² Para el total de taxones específicos + infraespecíficos.

- Dos de las referencias seleccionadas, se refieren a localizaciones dentro de un mismo predio o a predios contiguos.
- Una de las referencias expresa la abundancia en forma cualitativa.

Se estima que 2/3 de las especies que pueden calificarse como árboles *-lato sensu-* pertenecen a la clase de raras o muy raras. Si a esa condición, se le adiciona la particularidad de contar con áreas de distribución restringida, más los altos grados de fragmentación por acción antrópica; el peligro real de extinción se potencia significativamente.

EIBL *et al.* (1999), nos informan en su relevamiento de parámetros estructurales, que en el estrato “Costeros del Paraná”, se encontraron 12 especies exclusivas, en el sitio “Bajos y Bañados” y el denominado “Suelos Rojos” cuentan con 10 especies de esas características respectivamente. En tanto, se encontraron 14 especies comunes a los tres estratos considerados. Por otro lado, los valores de abundancia y frecuencia de todos los estratos revelan que un número elevado de las especies encontradas alcanzan valores muy bajos de ambos indicadores.

Los estudios restantes (LÓPEZ CRISTÓBAL *et al.* 1996; GAUTO *et al.* 1999; y RÍOS, 2006), muestran condiciones similares a los anteriormente mencionados.

Los valores de abundancia y frecuencia presentados en este trabajo, confirman que ambos parámetros son muy bajos para la mayoría de las especies, aún de las más conocidas.

Los datos de la Tabla 6 muestran que el 75% de las especies relevadas no superan los 10 individuos por hectárea y casi la totalidad de ellas se concentran hasta un límite superior de 30 individuos por unidad de superficie.

En relación a la frecuencia se observa que prácticamente más del 70% de las especies se presentan en un 10% de las unidades muestrales y el 95% se acumulan hasta un 30% de las unidades muestrales.

En el estudio realizado por FONTANA (op. cit), sobre el Distrito de los Campos, representativo, según el autor, de un área de unos 6.000 km², presenta la situación que se refleja en la Tabla 7. No se registran para el hábito arbóreo, ningún caso correspondiente a las categorías “muy abundantes” y “muy raras”.

Tabla 4: Familias botánicas con 9 ó más especies arbóreas en Misiones y su contraste con el total del país.

Table 4: Botanic families with 9 or more arboreal species in Misiones and comparison with the totality of the country.

Taxón	Número de especies		
	Argentina	Misiones	
		Abs.	%
<i>Fabaceae</i>	108	51	47,22
<i>Myrtaceae</i>	52	36	69,23
<i>Solanaceae</i>	32	16	50
<i>Euphorbiaceae</i>	21	16	76,19
<i>Rutaceae</i>	13	11	84,61
<i>Salicaceae</i>	17	10	58,82
<i>Meliaceae</i>	11	10	90,9
<i>Lauraceae</i>	14	10	71,42
<i>Anacardiaceae</i>	26	10	38,46
<i>Sapindaceae</i>	11	8	72,72

Tabla 5: Registros sobre biodiversidad arbórea en distintos departamentos de la Provincia de Misiones

Table 5: Records about arboreous biodiversity in different departments of the Province of Misiones

Autor	Departamento	Superficie (ha)	Familias	Géneros	Especies	Estratos
López Cristóbal <i>et al.</i> , 1996.	Guaraní	5342	33	70	90	1
Revilla y Tressens, 1996.	Guarani	5342	42	92	114	-
Ríos <i>et al.</i> , 1999.	Eldorado	64	39	70	88	2
Gauto <i>et al.</i> , 1999.	Guaraní	10000	38	81	99	1
Eibl <i>et al.</i> , 1999.	Iguazú	26000	41	90	120	7
Ríos, 2006.	San Pedro	522	46	84	116	3
Fontana, 1998.	Sur Misiones ³	600000	34	75	95	-
Biganzoli y Múlgura de Romero, 2004.	San Ignacio	78	35	74	98	-

³ Comprende los departamentos San Ignacio, Candelaria, Capital, Apóstoles, Leandro N. Alem, Concepción y San Javier.

Tabla 6: Valores de biodiversidad y de abundancia absoluta de árboles por autor de referencia

Table 6: Biodiversity values and absolute abundance of trees by author's reference

Autor	Estrato	Valores por estratos				Abundancia absoluta ⁴				Frecuencia absoluta ⁵				
		Familias	Géneros	Especies	Especies exclusivas	≤ 1	1,1-10	10,1-20	> 20	≤ 10	10,1-30	30,1-50	50,1-70	> 70
López Cristóbal <i>et al</i>, 1996.	-	-	-	-	-	41,1	48,9	8,9	1,1	21,1	32,2	16,7	13,3	16,7
Ríos <i>et al</i>, 1999.	Bosque primario	37	65	74	s/d	-	-	-	-	-				
	Bosque secundario	25	46	52	s/d-	-	-	-	-					
Gauto <i>et al</i>, 1999.	-	-	-	-	-	52,5	46,5	1	-					
Eibl <i>et al</i>, 1999.	Costeros del Paraná	28	47	54	12	92,6	7,4	-	-	79,6	14,8	3,7	-	1,9
	Bajos y Bañados	21	31	40	10	92,5	7,5	-	-	72,5	22,5	5	-	-
	Suelos rojos ⁶	32	70	90	33									
	Suelos rojos (FA)	23	48	58	2	92,6	7,4	-	-	74,1	19	6,9	-	-
	Suelos rojos (FR)	28	51	61	7	92,5	7,5	-	-	70,5	24,6	4,9	-	-
	Suelos rojos (FF)	24	42	50	2	86,9	13,1	-	-	66	32	2	-	-
	Suelos rojos (EA)	25	49	58	5	93,1	6,9	-	-	70,7	24,1	5,2	-	-
	Suelos rojos (ER)	21	47	55	4	90	10	-	-	64,8	27,8	7,4	-	-
Ríos, 2006.	Latossolo vermelho	38	68	88	28	25,6	51,3	14,6	8,5	68,7	25,3	3,6	2,4	-
	Neossolo Litólico	36	58	74	18	-	60,6	18,3	21,1	54,3	30	10	1,4	4,3
	Geissolo Melánico	23	36	43	8	-	46,5	30,2	23,3	-	74,4	16,3	7	2,3

⁴ Abundancia absoluta expresada como valores porcentuales del total de especies encontradas para cada una de las clases indicadas.⁵ Frecuencia absoluta expresada como valores porcentuales de especies que aparecen sobre el total de las unidades muestrales, en cada una de las clases indicadas.⁶ Suelos rojos subdividido en cinco substratos: FA: faja antigua; FR: faja reciente; FF: faja futura; EA: explotación antigua; ER: explotación reciente.

Por último conviene examinar la situación de las ANP para mejor justipreciar el grado de peligro en que se encuentran las especies raras o muy raras. En las Tablas 8 y 9 se resume la información del Ministerio de Ecología Recursos Naturales y Turismo de Misiones (2004).

El número, superficie y distribución de las denominadas Áreas Naturales Protegidas (ANP), resultan, en apariencia, bastante significativas para la conservación de la biodiversidad natural de Misiones. La evolución de las mismas es un proceso reciente, contándose con una ley específica del año 1992 (Ley N° 2932 “Áreas Naturales Protegidas”), otra conocida como Ley de Conservación y Aprovechamiento Sostenible de la Diversidad Biológica y sus Componentes, que lleva el número 3373 del año 1996, las que junto a la Ley de Corredor Verde N° 3631/99, conforman un conjunto normativo más o menos completo sobre la conservación general de los recursos naturales de Misiones.

La mayoría de las ANP establecidas, no contaron con previos estudios y/o presunciones sobre aspectos relativos a la biodiversidad vegetal. Por otra parte, la localización de muchas de ellas responde más a situaciones fortuitas –sobrantes de mensura, compras del Estado Provincial de propiedades privadas, superficies fiscales transferidas a instituciones y a empresas oficiales, iniciativas de propietarios privados – que a causales específicas de conservación de la flora. Unas pocas se destinaron a la protección de alguna especie en particular como las ANP de la Araucaria y Cruce Caballero o la denominada Palmitera. En otros casos se declararon Monumentos Naturales a especies como el “palo rosa” (*Aspidosperma polyneuron*), “pino Paraná” (*Araucaria angustifolia*), helechos arborescentes (*Dicksonia sp* y *Alsophylla sp.*), o bien, a individuos especiales de ciertas especies como p. ej. “timbó” (*Enterolobium contortisiliquum*) y “grapia” (*Apuleia leiocarpa*).

Tabla 7: Proporción de calificaciones de abundancia, para las especies de hábito arbóreo presentes en el Distrito de los Campos

Table 7: Proportion of qualifications of abundance for the species of arboreal habit present in the District de los Campos

Categoría de abundancia ⁷	Número de especies	%
Abundante	2	2,1
Común	38	40,0
Rara	55	57,9
Total	95	100

Fuente: Elaboración propia sobre datos de Fontana (1998).

Tabla 8: Categorías, dominios y superficies de las Áreas Naturales Protegidas de Misiones

Table 8: Categories, dominium and surfaces of the Natural Protected Areas in Misiones

Categoría ANP	N°	Superficie	Dominio				%
			Nacional	Provincial	Municipal	Privado	
Áreas experimentales	1	5343,00	5343	-	-	-	0,69
Reservas	28	235667,61	19296,63	203023,49	77,5	13269,99	30,51
Monumentos	2	217,81	50,2	167,61	-	-	0,03
Paisajes	2	7845,00	-	7845	-	-	1,02
Parques	26	522632,72	54380	468132,06	120,66	-	67,66
Refugios	5	681,00	-	-	-	681	0,09
Total	64	772387,14	79069,83	679168,16	198,16	13950,99	-
%			10,24	87,93	0,03	1,81	100

Tabla 9: Distribución de tamaños de las Áreas Naturales Protegidas de Misiones

Table 9: Distribution of sizes of the Natural Protected Areas in Misiones

Superficie de ANP	Tamaño de las ANP (ha)						
	≤ 10	10,1-50	50-100	100,1-1000	1000,1-10000	10000,1-50000	>50000
Número de ANP	2	9	9	24	12	4	4

⁷ Las categorías de abundancia, han sido establecidas por el autor de referencia.

BERTONATTI y CORCUERA (op. cit.), a su vez, presentan un cuadro evaluativo de las ANP de la provincia en contraste con similares de áreas limítrofes de Brasil y Paraguay. Para el año 2000, expresan”....*que casi una cuarta parte de las unidades –las de menor superficie- cayeron dentro de la categoría de riesgo extremo y alto*”. (Vulnerabilidad y manejo).

La eficacia de los instrumentos de conservación – más allá de su existencia- es algo que está en tela de juicio, a veces por razones de abdicación del Estado, otras por falta de voluntad política en la asignación de recursos en general, u otras por morosidad en la reglamentación de las leyes promulgadas.

CONCLUSIONES

Misiones se muestra como la provincia de mayor riqueza en biodiversidad arbórea para las categorías taxonómicas: Familia, Género y Especie de Argentina. El número de especies arbóreas y sus categorías subordinadas alcanza a 330.

El concepto de la forma biológica árbol mantiene un cierto grado de ambigüedad. Ello depende del interés o criterio que presupone quien lo define. Para los forestales y dendrólogos, la cuestión dimensional y el carácter leñoso son determinantes, características éstas menos relevantes para biólogos u otras profesiones que se dedican al estudio de los ecosistemas boscosos.

Los estudios taxonómicos conllevan un proceso continuo de revisión de las entidades vegetales, especialmente para las categorías jerárquicas de género y especie, así como cambios en cuestiones nomenclaturales. Consecuencia por la cual, no hay valores definitivos sobre el número de especies cualquiera fuese el hábito tratado.

La pérdida neta de cobertura boscosa en la provincia – por cambio de uso del suelo - es un proceso continuo. Adicionalmente, las masas forestales remanentes en un gran porcentaje muestran altos índices de degradación y fragmentación.

Se estima que algo más del 40% de las especies arbóreas misioneras, se encuentra real o potencialmente bajo los diversos grados conocidos de riesgo. La calificación de tales grados, por el momento, solo puede inferirse en función de la experiencia y las escasas e incompletas referencias disponibles para el territorio provincial, algunas de las cuales han sido expuestas en este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos los aportes del Ing. H. Keller y la colaboración en la traducción al inglés a la Profesora Silvia Martínez.

BIBLIOGRAFÍA

- BERTONATTI, C. y J. CORCUERA. 2000. Situación Ambiental Argentina 2000. Fundación Vida Silvestre Argentina. Bs. As.
- BIGANZOLI, F. y M. E. MÚLGURA de Romero. 2004. Inventario Florístico del Parque Provincial Teyú Cuaré y alrededores (Misiones, Argentina). Darwiniana 42 (1-4):1-24.
- BURLEY, J. 2002. Panorámica de la diversidad biológica forestal. Diversidad Biológica Forestal. Revista internacional de Silvicultura e Industrias Forestales. Vol 53, 2002/2. Unasylva N° 209:3-9. 174 pp.
- DEVOTO, F y M. ROTHKUGEL. 1942. Índice de la Flora Leñosa Argentina. Publ. Misc. Ministerio de Agricultura de la Nación. Bs. As. N° 140 pp.
- DIMITRI, M. 1989. Iconografía Dendrológica. Árboles exóticos e indígenas de la Argentina. Primera Edición. Orientación Gráfica Editora S. R. L. Buenos Aires.
- DIMITRI, M. y E. N. ORFILA. 1999. Catálogo Dendrológico de la Flora Argentina. E. C. A. La Plata. 179 pp.
- EIBL, B.; O. A. GAUTO; C. D. MAIOCCO; H. KELLER y A. BOHREN. 1999. Diversidad Florística del rango arbóreo del Establecimiento San Jorge de Pérez Companc S. A. Departamento Iguazú, Misiones. Informe. ISIF. Facultad de Ciencias Forestales de Eldorado. UNAM. 52 pp.
- ESKUCHE, U. D. 1986. Bericht über die 17 Internationale Pflanzengeographische Exkursion durch Nordargentinien. En: U. Eskuche y E. Landolt (edits.). Contribuciones al conocimiento de flora y vegetación del norte de la Argentina. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zurich, 91:12-117.
- F.A.O. 1989. Los recursos fitogenéticos: su conservación in situ para el uso humano. En colaboración con la UNESCO, el PNUMA y la UICN. Roma.
- F.A.O. 1998. Departamento de Montes Documento de Trabajo 1, Roma, Italia, 17 pp.
- F.A.O. 1998. Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales (F.R.A. 2000).
- F.A.O. 2000. F.R.A. Términos y Definiciones.
- F.A.O. 2005. Situación de los Bosques del Mundo (SOFO 2005).
- F.A.O. 2005. Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales (F.R.A. 2005). Montes 147.
- F.A.O. 2007 Situación de los Bosques del Mundo (SOFO 2007)
- FERREIRA DA SOUZA, P. 1973. Terminología Florestal. Fundación IBGE. Río de Janeiro. 304 pp.
- FONT QUER, P. 1977. Diccionario de Botánica. Ed. Labor S.A. Barcelona. España.

- FONTANA, J. L. 1998. Análisis sistemático-ecológico de la flora del sur de Misiones (Argentina). *Candollea* 53:211-300.
- GARTLAND, H. M. 1985. Apuntes de Dendrología General. Facultad de Ciencias Forestales. UNAM. 120 pp.
- GAUTO, O. A.; N. E. VERA; A. REY; R. FERRUCHI; S. GALEANO; F. ROBLEDO; J. GARIBALDI y H. KELLER. 1999. Inventario Forestal. Reserva Natural Cultural 10.000 Ha de Papel Misionero. Informe. ISIF. Facultad de Ciencias Forestales de Eldorado. UNAM.
- HARLOW, W. M. y E. S. HARRAR. 1950. *Textbook of Dendrology*. 3ra. Edición McGraw-Hill. Nueva York. 555 pp.
- HARLOW, W. M.; E. S. HARRAR; J. W. HARDIN y F. WHITE. 1991. *Textbook of Dendrology*. 7ma. Edición. MacGraw-Hill Nueva York. 501 pp.
- KELLER, H. A. 2006. *Sessea regneli (Solanaceae)* en Argentina. *Darwiniana* Vol. 44 (1):105-107.
- LATZINA, E. 1935. Index de la Flora Dendrológica Argentina. Ministerio del Interior. Buenos Aires. Publicación N° 3:3-117.
- LILLO, M. 1910. Contribución al conocimiento de los árboles de la Argentina según colecciones y observaciones de S. Ventura. Buenos Aires.
- LILLO, M. 1917. Segunda contribución al conocimiento de los árboles de la Argentina.
- LÓPEZ CRISTÓBAL, L.; L. GRANCE; D. C. MAIOCCO y B. EIBL. 1996. Estructura y Composición florística del bosque nativo, en el predio de Guaraní. UNAM. *Revista Yvyrareta* Año 7, Número 7:30-36.
- MARTINEZ CROVETO, R. 1963. Esquema fitogeográfico de la Provincia de Misiones (República Argentina). *Bomplandia*, 1 (3):171.
- MINISTERIO DE ECOLOGÍA RECURSOS NATURALES RENOVABLES Y TURISMO DE MISIONES. 2004. Áreas Naturales Protegidas. Capturado 31 de Julio 2007. <http://www.misiones.gov.ar/ecologia/TODO/ÁreasProtegidas/areasnat.html>
- NEWTON, A. C. y V. KAPO. 2002. Indicadores de la biodiversidad en los inventarios forestales nacionales. Evaluación y vigilancia de los Bosques. *Revista Internacional de Silvicultura e industrias forestales*. Vol 53 2002/3. *Unasylva* N° 210: 56-64.
- RÍOS, R.; H. KELLER; J. PORTILLO y R. ZACARÍAS. 1999. Caracterización fitosociológica de un área del Parque Natural Municipal, Salto Küpper, Eldorado, Misiones, Argentina. *Revista Yvyrareta* Número 9:10-20.
- RÍOS, R. 2006. Caracterização florística e fitossociológica da vegetação arbórea em três unidades pedológicas do Parque PROVINCIAL Cruce Caballero, Misiones, Argentina. Tesis "Mestre em Ciências Florestais", Universidad Federal do Paraná, Curitiba. Brasil. 110p.
- REVILLA, V. y S. TRESSSENS. 1996. Relevamiento y Herborización de especies vegetales de la Reserva de Uso Multiple de Guaraní. Informe interno del Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales. Convenio Facultad de Ciencias Forestales-Instituto Botánico del Nordeste.
- ROLÓN, L. H. y J. C. CHÉVEZ. 1998. Reservas naturales misioneras. Editorial Universitaria. UNAM. 162 pp.
- RONDEUX, J. 1999. Inventarios Forestales y Biodiversidad. *Unasylva* 196 N° 50(1):35-41.
- SECRETARÍA DE AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE, DIRECCIÓN DE BOSQUES. 2004. Atlas de los Bosques Nativos Argentinos 2003. Proyecto Bosques Nativos y Áreas Protegidas BIRF 4085-AR. 245 pp.
- SQUEO, F.A.; L. A. CAVIERES; G. ARANCIO; J. E. NOVOA; O. MATTHEI; C. MARTICORENA; R. RODRÍGUEZ; M. T. K. ARROYO y M. MUÑOZ. 1998. Biodiversidad de la flora vascular en la región de Antofagasta, Chile. *Revista Chilena Hist. Nat.* 71: 571-591.
- SOLBRIG, O. T. 1999. Observaciones sobre biodiversidad y desarrollo agrícola. En *Biodiversidad y Uso de la Tierra. Conceptos y Ejemplos de Latinoamérica*. Eudeba. Bs. As. 29-40 pp.
- TRESSSENS, S. G. y H. A. KELLER. 2006. *Eugenia ramboi (Myrtaceae)* en Argentina. *Darwiniana* Vol. 44 (1):294-297.
- ZULOAGA, F. y O. MORRONE (editores). 1996. Catálogo de las Plantas Vasculares de la República Argentina. I. Pteridophyta, Gymnospermae y Angiospermae (Monocotylodeneae). *Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gart.* 47:1-178.
- ZULOAGA, F. y O. MORRONE (editores). 1999. Catálogo de las Plantas Vasculares de la República Argentina II. Dicotyledoneae. Missouri Botanical Garden Press. 1269 pp.
- ZULOAGA, F. y O. MORRONE (editores). 2006. Catálogo de la Flora Vascular de la Provincia de Misiones. <http://www.darwin.edu.ar/Proyectos/FloraMisiones/MIS.asp>
- ZULOAGA, F.; O. MORRONE y D. RODRÍGUEZ. 1999. Análisis de la biodiversidad en plantas vasculares de la Argentina. *Kurtziana* Tomo 27 (1): 17-167.

PLANTACIONES DE *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden Y SU RELACION CON LA APTITUD DE LOS SUELOS EN COLÓN, PROVINCIA DE ENTRE RÍOS.

PLANTATIONS OF *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden AND THE RELATION WITH LAND USE CAPACITY IN COLON, ENTRE RIOS PROVINCE.

Miriam Presutti¹

Marcelo Arturi¹

Juan F. Goya¹

Fecha de recepción: 24/07/2008

Fecha de aceptación: 15/12/2007

1. Laboratorio 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

One factor that influences the historic processes of land use change is the land use capacity. In a process of expansion of a given land use activity, more suitable sites are more likely to be transformed. In this work, changes in the forested areas due to the expansion of *Eucalyptus grandis* plantation were analyzed from 1985 to 2008 in Colón, Entre Ríos Province, Argentina. The forested area within different classes of land use suitability was determined in 1985 and 2008 from Landsat TM and CBERS-2B satellite data. Proportions of planted area located in each land use suitability class were not the same for both dates. Most of the planted area was located on the more suitable soils in 1985. However, in the studied period a greater increase was observed for the classes "suitable" and "moderately suitable" for forest activity. Since the economic 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, eucalyptus

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 analizaron los cambios producidos entre 1985 y 2008 en la superficie forestal debidos a la expansión de las plantaciones de *Eucalyptus grandis* en el departamento Colón, provincia de Entre Ríos, Argentina. Se utilizaron datos satelitales Landsat TM y CBERS-2B para la determinación de la superficie forestada por clases de aptitud de los suelos en 1985 y 2008. Las proporciones de área plantada en cada clase de aptitud de suelo no fueron las mismas en ambas fechas. La mayor proporción de área plantada se encontraba sobre los suelos más aptos en 1985. Sin embargo, la mayor expansión en el periodo analizado se produjo en suelos categorizados como "aptos" y "poco aptos" para la actividad forestal. Probablemente, los suelos de mayor aptitud sean usados para actividades más rentables, ya que la rentabilidad de las plantaciones de eucaliptos permaneció constante.

Palabras clave: Landsat, CBERS-2B, suelos, índice de productividad, eucaliptos

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 adecuada a 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. Las imágenes CBERS-2B (*China-Brazil Earth Resources Satellite*) desarrollado entre INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) y CAST (Chinese Academy of Space Technology), presentan una resolución espacial de 20 m y fueron analizadas por varios autores para su aplicación en el monitoreo agrícola (BINGFANG *et al.* 2004), (CAMARGO *et al.* 2004), en el mapeo de zonas citrícolas (PAYACAN CASTILLO y FORMAGGIO, 2005) y forestales (PRESUTTI Y ARTURI, 2007)

En este trabajo se analizaron 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 cada clase de aptitud de suelo para los años 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 RGB: 4,5,3 (NIR, infrarrojo medio y rojo) mientras que para CBERS-2B fue de RGB: 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 más 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 que ocupan las plantaciones adultas en cada clase de aptitud de uso forestal y para ambas fechas analizadas. Se evaluó mediante una prueba de Chi-Cuadrado si las proporciones de áreas plantadas en cada clase 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 edáficos

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 principales un horizonte superficial arcilloso, drenaje, encharcamiento, inundaciones y heterogeneidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La proporción de superficie ocupada por la clase de aptitud correspondiente a suelos poco aptos en relación a la superficie total del departamento (270.705 ha) es del 45 %, mientras que el 25.1% es ocupada por suelos aptos y 17.5% por muy aptos, el restante 12.3% corresponde a áreas marginales o no aptas para la implantación de eucaliptos 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.

Al considerar la totalidad de las 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 fue de 19.087 ha. Estos datos arrojaron un 82% de aumento general de la superficie plantada en el lapso de los 23 años estudiados. Los suelos aptos y muy aptos representaron el 42 % del total (Tabla 1, Figura 1). El mayor porcentaje de incremento en el área plantada se observó en los suelos categorizados como “aptos”, en segundo término se ubicaron los suelos “poco aptos” mientras que en 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 áreas que fueron cosechadas y actualmente los rebrotes manejados incrementan la superficie forestal total.

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, puede tratarse de la misma plantación o bien del rebrote de cortas anteriores que han 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 aún 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.

La superficie total con plantaciones de eucaliptos fue de 23.405 ha, de las cuales 12.940 ha fueron efectivamente nuevas plantaciones realizadas a partir de 1985 (Tabla 3). 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 “poco aptos”.

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

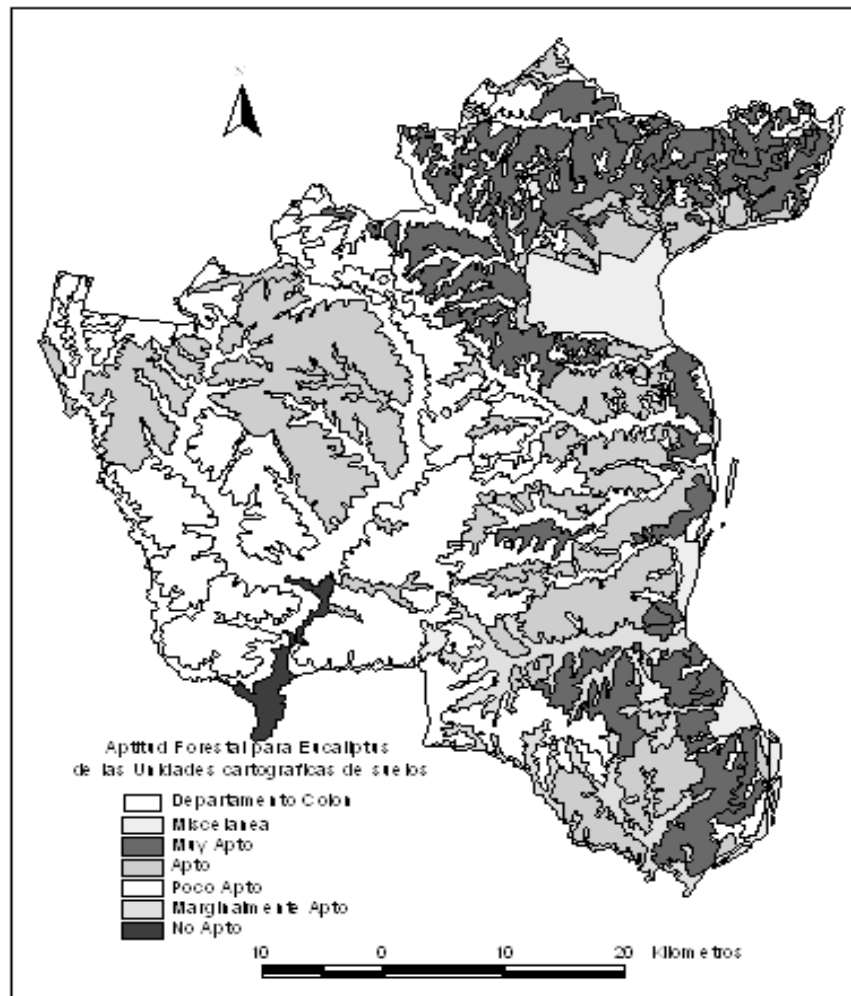


Figura 1: Unidades cartográficas de suelos y su aptitud forestal específica para eucalipto, en función de sus índices de productividad.

Figure 1: Cartographical soil units and its suitability for eucalyptus, according to its productivity indexes.

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
Áreas 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

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 en el 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.

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 aún 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, permanecerían suelos “muy aptos” sin ser ocupados por plantaciones forestales, esto se debe a que son dedicados a otras actividades probablemente más rentables.

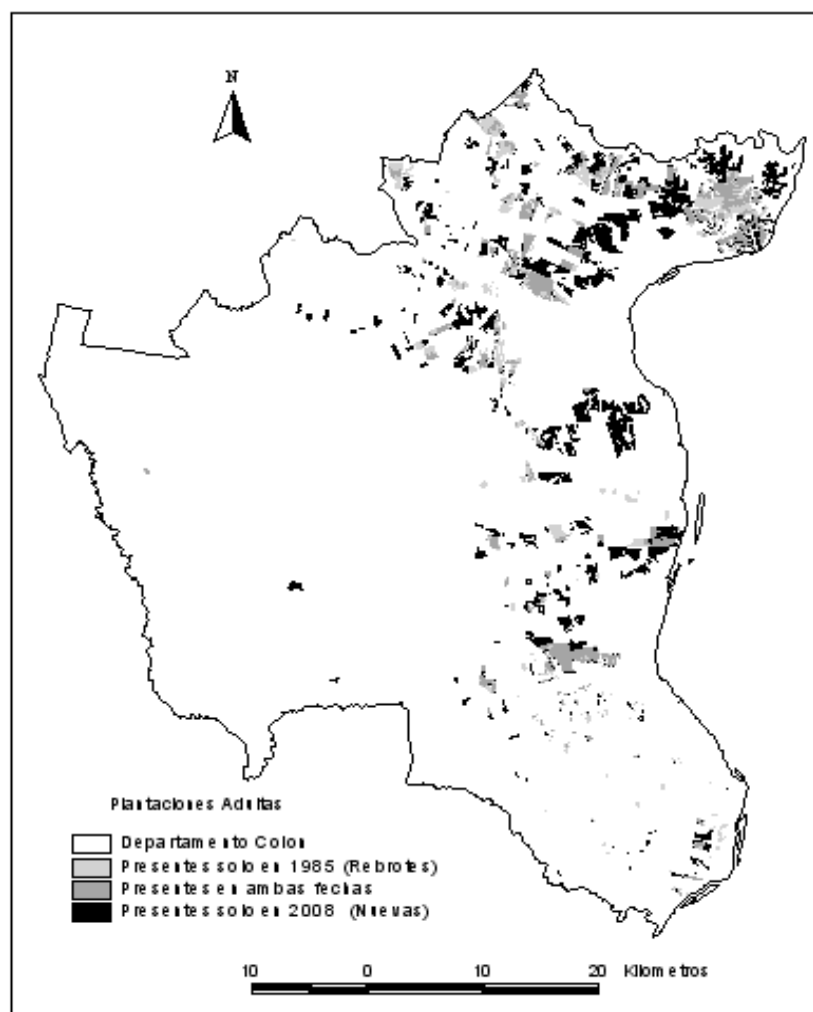


Figura 2: Localización general de las plantaciones adultas de eucaliptos en el departamento Colón para las dos fechas relevadas.

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

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

CONCLUSIÓN

Del análisis realizado surge que en el departamento Colón, provincia de Entre Ríos, la mayor expansión del área plantada con *Eucalyptus grandis* entre los años 1985 y 2008 no se observó en tierras clasificadas como “muy aptas”. Si bien se han realizado plantaciones en sitios donde los índices de productividad forestal para eucalipto son altos, el mayor incremento se observó en aquellos sitios de menor productividad, en suelos con texturas más finas, clasificados taxonómicamente como Vertisol, Entisol y Molisoles. 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/>).

BIBLIOGRAFÍA

- 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 pp.
- 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 pp.
- 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, pp 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 pp.
- PAYACAN CASTILLO, S. , Formaggio A. 2005. Evaluación de datos del satélite CBERS para mapeamiento de áreas citrícolas a nivel municipal. Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, INPE, pp 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 pp
- TURNER, M.G. 1989. Landscape Ecology: The Effect of Pattern on Process. Annual Review of Ecology and Systematics 20 : 171 – 197 pp.

CALIDAD DE MADERA Y POTENCIALIDAD DE CRECIMIENTO DE PALO SANTO (*Bulnesia sarmientoi* Lorentz ex Griseb.)

WOOD QUALITY AND POTENTIAL FOR GROWTH OF PALO SANTO (*Bulnesia sarmientoi* Lorentz ex Griseb.)

Ana María Giménez¹
Patricia Hernández²
Carlos Spagarino³
Juana Graciela Moglia⁴
Norfol Aristides Ríos⁵

Fecha de recepción: 01/07/2008

Fecha de aceptación: 05/12/2008

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 characterize the quality of roundwood of palo santo (*Bulnesia sarmientoi*), and analyse the potential growth of individual trees. We worked in Formosa, G. Bazán, Lote 27. To study the growth of 10 adult trees were alighted from the plots of forest inventory. Stacks of wood were studied for wood quality. *Bulnesia sarmientoi* presents a wood with anatomical features that characterize a xerophytic specie with an adaptive strategy that combines the presence of vascular elements, small numerous aggregates, accompanied by vascular tracheids. Growth rings are small with a mean 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 of cutting. The quality of the logs is good, and the most frequent defects are basal ribs and eccentricity.

Key words: *Bulnesia sarmientoi*, wood, growth

RESUMEN

El estudio tiene por objeto caracterizar la calidad de madera rolliza y analizar la potencialidad de crecimiento de palo santo (*Bulnesia sarmientoi*). Se trabajó en Formosa, Bazán, Lote 27. Para el estudio de crecimiento y leño se apearon 10 individuos en parcelas de inventario. Para calidad de la madera se estudió en 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 de 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. La calidad de la madera rolliza es buena y los defectos más frecuentes son las costillas basales y la excentricidad.

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, 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*, entre 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 su inigualable valor ecológico. Esta especie, 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 considera de un valor inapreciable en la flora dendrológica argentina. El nombre vulgar hace referencia al hecho que la madera una vez encendida, mantiene la llama largo tiempo y despiden 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 y 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 la calidad del leño de *Bulnesia sarmientoi*, y su potencialidad de crecimiento en árboles individuales.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en bosques naturales del Chaco semiárido formoseño, localidad Ampliación Lote 27, G. Bazán, Provincia de Formosa. La superficie del total del lote es 2917.32 ha., en ella se realizó una división con criterios prácticos, basados en las posibilidades de uso de los distintos tipos forestales y la accesibilidad. Estas divisiones son las siguientes: 1-Zona de reserva, para marisca y recolección; 2- Monte alto (dominado por quebracho colorado, quebracho blanco, y palo santo); 3- Monte bajo (dominado por vinalares puros y palosantales puros, ambos de zonas anegables).

Se aparearon 10 individuos adultos que provienen de las parcelas de inventario forestal para realizar el análisis epidométrico y el estudio del leño. 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 1.30m (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 el estudio del leño, se obtuvo la muestra de 2 cm de lado para realizar los preparados microscópicos. Se tiñeron las muestras con crisoidina-acridina roja y azul de astra y se montaron en bálsamo de Canadá. Para los macerados se empleó una solución de una parte de ácido acético glacial y dos partes de peróxido de hidrógeno (BERLYN, MISKSCHKE, 1976). Para la descripción anatómica se siguió la terminología del Comité de Nomenclatura de IAWA (BAAS *et al.* 1989).

Las imágenes se obtuvieron con video cámara Sony. Para determinar calidad de madera se usó la metodología de GIMÉNEZ *et al.* (2007). Se trabajó con madera estibada en playa de acopio de madera en rollo. Se seleccionaron al azar 100 rollos donde se consignó si el rollo presenta algún tipo de defecto indicados a continuación: acebolladuras, bolsas, grietas, heridas y marcas de fuego, nudos, corteza inclusa, grano espiralado o inclinado; excentricidad.

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, realizado 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 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 μ. El

carácter de mayor relevancia del leño es la estratificación completa de los radios, así como del parénquima axial y elementos de vasos. El número de estratos por mm 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 μ , con puntuaciones simples. Presenta cristales de oxalato de calcio, prismáticos, localizados en células del parénquima axial septado, con un cristal por cámara. Los rasgos anatómicos descriptores concuerdan en los aspectos generales con TORTORELLI (1956).

La demarcación del anillo de crecimiento a nivel microscópico es bastante complicada ya que intervienen diferentes factores tales como: el tamaño, la frecuencia, distribución y orientación de los 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 verduscos 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 la presencia de leño con grano entrelazado, en cada anillo varía de ángulo de los elementos, lo cual favorece la lectura.

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 (Gráfico 1). El ANOVA de la relación es altamente significativa entre individuos ($p < 0,95$) según Tabla 1.

El espesor de anillos presenta un máximo entre los 50-55 años de edad, el comportamiento en cada individuo permitió leer sus respectivas historias de crecimiento. La edad máxima estudiada es de 104 años, con tendencia a que el espesor de anillos se incremente. La evolución del DAP y edad ajusta a una ecuación polinómica de segundo grado, que estima un DAP de 42 cm a los 100 años de edad (Gráfico 2).

La albura está formada por un promedio de 8 anillos de crecimiento (7 -14) y ajusta a una ecuación logarítmica (Gráfico 3).

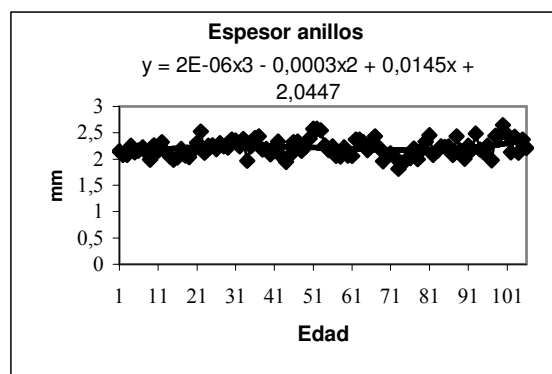


Gráfico 1. Evolución del espesor de los anillos y la edad.

Graphic 1. Rings thickness evolution and age

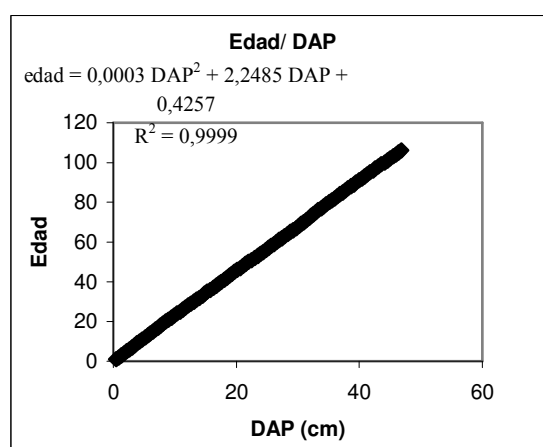


Gráfico 2. Relación edad y DAP.

Graphic 2. Relationship age and DBH

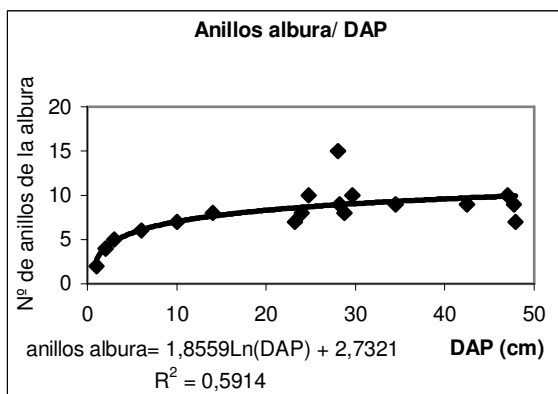


Gráfico 3. Espesor de la albura en número de anillos y el DAP.

Graphic 3. Sapwood thickness in rings number and DBH

Tabla 1- ANOVA

Table 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			

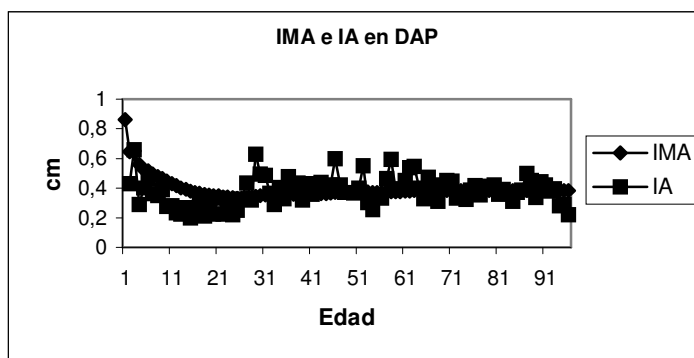


Gráfico 4. Evolución del IA e IMA en DAP
Graphic 4. AI and IMA evolution in DBH

El incremento anual diametral (IA) para la edad de 104 años es de 4,42 mm. y el incremento medio anual (IMA) de 4,18 mm (Gráfico 4). Para el árbol 10 el IA máximo se presenta a los 31 años.

La sección normal y la edad ajustan a la siguiente función polinómica de segundo grado. A los 100 años de edad le corresponde una sección normal de 1500 cm² (Gráfico 5).

El IMA e IA en Sección normal no se intercepta a la edad considerada (Gráfico 6).

La culminación en crecimiento en SN a los 104 años no se ha producido aún. Actualmente los diámetros mínimos de corta son de 35cm de DAP, según la normativa vigente. Disp. 355/89 (Provincia de Formosa), que corresponde a un árbol de 80 (+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 diamétrica 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.

De los individuos inventariados el 27% tienen sanidad buena; 41% media; 32% baja. Los defectos presentes en la madera en rollo fueron: costillas basales; excentricidad; pudrición; acañonado u oquedad; 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.

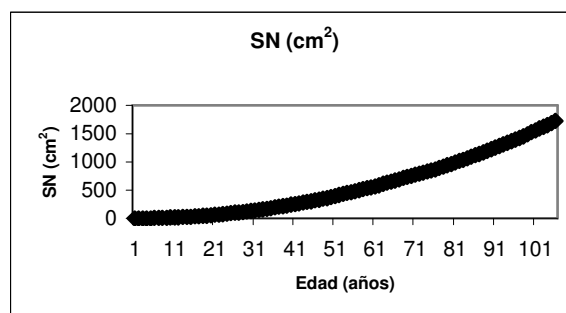


Gráfico 5. Evolución SN y edad
Graphic 5. NS and age evolution

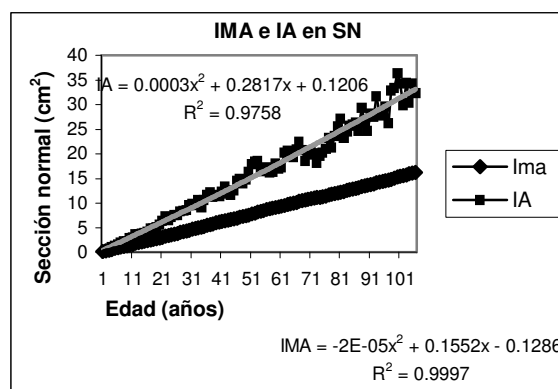


Gráfico 6- Evolución del IA e IMA en SN
Graphic 6- IA and IMA evolution in NS

Excentricidad: se observó en el 25 % de las muestras transversales. 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 a 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 incluida 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 son 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.

El 12% de los rollos presentan acebolladura (separación del leño entre dos anillos consecutivos).

La madera en rollo estudiada tiene el 61% de calidad buena en; 42% media y 7% baja, siendo los defectos más frecuentes las costillas basales y la excentricidad.

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.

La calidad de la madera rolliza es buena, y los defectos más notorios son las costillas basales y la excentricidad.

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 una rotación de 62 años para alcanzar el diámetro mínimo de corta. El IA e IMA en sección normal no se interceptan a la edad estudiada de 104 años.

BIBLIOGRAFÍA

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 pp.
 BAAS, P.; WHEELER, E.; GASSON, P. 1989. IAWA List of Microscopy features for Hardwood Identification. IAWA Committee. 322 pp.
 BERLYN, G.; MISKSCHE, J. 1976. BOTANICAL Microtechnique and Cytochemistry. Iowa State University, Ames, Iowa.
 CARLQUIST, S. 1988. Comparative wood anatomy. Systematic, Ecological and evolutionary aspect of Dicotyledons wood. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 460 pp.
 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. Secretaría de Ambiente y Desarrollo sustentable. 307 pp.
 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 pp.
 MOGLIA, J.G. 2001. Tesis Doctoral. Variabilidad de leño de *Aspidosperma quebracho blanco*. UNT. 100p.
 PFM. 2003- Base de Datos PFM. Dirección de Bosques, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.
 TORTORELLI, L. 1956 Maderas y bosques argentinos. ED. ACME. Bs. As. 560 pp.

LA COMERCIALIZACIÓN EN PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS MADERERAS DE MISIONES: UNA MATERIA PENDIENTE

THE COMMERCIALIZATION IN SMALL AND MEDIUM WOODEN COMPANIES FROM MISIONES: AN UNSETTLED SUBJECT

Nancy Anahí Brondani¹

Fecha de recepción: 02/08/2008

Fecha de aceptación: 21/11/2008

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

The report presents the advance of the doctoral thesis in development of the small and medium wooden companies from the Province of Misiones that use raw material coming from the implanted forests in order to identify the factors that influence in the scarce commercialization and the impact that produces in the competitiveness of the companies. As a result it is pointed out that the cause of the deficiency is found in the employer's point of view given to the commercialization, based in the offer of the product and not in the needs of the market, if his clients, in the implications of the technology and the new canals, which have led to disarticulated practices and parallel initiatives with the loss of the point of view, effectiveness and synergy.

Key words: Small and Medium wooden companies, commercialization, strategic diagnosis.

RESUMEN

Este trabajo presenta el avance de la tesis doctoral en desarrollo referente a las Pequeñas y Medianas Empresas 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: Pequeñas y Medianas Empresas madereras, comercialización, diagnóstico estratégico.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación, realizada durante los años 2006 y 2007; considera como universo a las Pequeñas y Medianas Empresas (PyME) 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 estableci-

mientos. La escasez de materia prima nativa determina el 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 (10% - diez), en contraposición con la de los bosques implantados, cuya participación es elevada (90% - noventa).

De acuerdo al marco planteado surge como hipótesis de la presente investigación que la falta de competitividad de las PyME madereras de la Provincia de Misiones para abastecer el consumo interno y los mercados externos se deben a las deficientes estrategias de comercialización utilizadas.

El objetivo principal del artículo 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 y 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) PyME 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 S.A. y S.R.L. 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, han sido considerados primordialmente a los mayores polos de localización de establecimientos industriales de la provincia: Posadas, Oberá, Iguazú, Montecarlo y Eldorado. También los ubicados en Leandro N. Alem, General San Martín, Capital, Cainguás y Guaraní.

Marco teórico

A continuación, se presenta un breve marco teórico, para lo cual se parte de la definición de Pequeñas y Medianas Empresas. Para CARDOZO (2005):

“Las Pequeñas y Medianas Empresas 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 Pequeñas y Medianas Empresas en expansión.”

En lo que respecta a estas empresas, existen una serie de criterios capaces de definirlos tales como: su dinámica histórica, actividad principal que desarrollan, valor de ventas anuales, ocupación de mano de obra, contribución al PBI (Producto Bruto Interno), independencia de grupos financieros, la existencia de una ley que las regula en nuestro país (Nº 24.467), etc.

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.

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 exiguu poder de negociación.
- Tienen escasas 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.

La supervivencia 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 empresaria de la empresa, todos los demás componentes son susceptibles de ser modificados integralmente.

BARTOLOMÉ (1999) sostiene al respecto que:

“Los pequeños y medianos empresarios de las economías regionales, con una articulación tradicionalmente débil y frágil a los mecanismos empresariales de nivel nacional, se enfrentan a desafíos inéditos, a los que solo podrán hacer frente mediante transformaciones radicales en sus prácticas productivas y de comercialización, los que a su vez, requiere transformaciones igualmente radicales en sus valores y prácticas tradicionales”.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

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 Pequeñas y Medianas Empresas madereras de Misiones, objetivo final del estudio, en esta ponencia se presenta una síntesis de los resultados obtenidos hasta el momento.

Gestión de las Pequeñas y Medianas Empresas madereras 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 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).

Para CLERI (2007):

“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”.

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 (2001) 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”.

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 almacenamiento que aseguren cómodamente la prestación de sus servicios o producción.

Como factores debilitantes de su gestión se encuentran 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 en 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 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.

Tal como lo exponen IRIGOYEN y PUEBLA (1998):

“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”.

Análisis de la comercialización de las Pequeñas y Medianas Empresas madereras 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 conforme lo expuesto por IRIGOYEN (2000) en:

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

A pesar de estas concepciones el empresario en lo que respecta a la función comercialización, tiene criterios particulares muy arraigados, algunos de ellos, (tal como lo expresan IRIGOYEN Y PUEBLA) 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 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 PyME 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.) tal como lo exterioriza CLERI (2007):

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, quienes 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.

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. Pero también es dable evidenciar que existen muchas oportunidades desaprovechadas, como la demanda de madera a nivel mundial, el desarrollo del Mercado Común del Sur (MERCOSUR), 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, tal lo expresado por (BARTOLOMÉ *et al.* 1999).

CONCLUSIÓN

De lo estudiado hasta el momento se desprende que existe al menos un camino que abre un abanico de posibilidades para las PyME 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, para lograr el cambio esperado, resulta necesario el compromiso del sector privado en actuar e invertir para cambiar el perfil de las PyME estudiadas.

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 para lograr estas mejoras, 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 (que actúan obstaculizando el desempeño de las mismas) se puede sostener que el cambio es posible y que se reflejará en la aplicación de medidas instrumentales concretas por parte de los sectores involucrados.

Las mismas deberán estimular y promover la implementación de nuevas prácticas de comercialización, como así también, la realización de acciones específicas que posibiliten la obtención de un espíritu empresarial estratégico, una visión relativamente clara de los objetivos de mercadeo de largo plazo y la obtención de destrezas derivadas de la dinámica incorporada por las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, valiéndose de 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 considerando las oportunidades para un crecimiento altamente rentable y sostenido a largo plazo.

AGRADECIMIENTOS

A los empresarios madereros que han aceptado ser encuestados.

BIBLIOGRAFÍA

- BARTOLOMÉ, L.; Espíndola, M.; Marchesini, V.; Kreutz, M. 1999. Misiones – Brasil. Oportunidades Comerciales hacia nichos de Mercado. Imagen, Posadas, Misiones, Argentina, pp. 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 Businnes Review, Buenos Aires, Argentina, pp. 34.
- IRIGOYEN, H.; Puebla, F. 1997. PyMES. Su Economía y Organización. Ediciones Macchi, Buenos Aires.
- IRIGOYEN, H. A.; Puebla, F. 1998. Comercialización en PyMEs. Ediciones Macchi. Buenos Aires, Argentina, pp. 70.
- IRIGOYEN, H. 2.000. ¿Las PYMES en el 2.000? Supervivencia, desarrollo y futuro. Errerpar S.A., Buenos Aires, Argentina, pp. 177.

LA MEDICIÓN DE LA EFICIENCIA TÉCNICA DE SISTEMAS SILVOPASTORILES EN MISIONES Y CORRIENTES, ARGENTINA.

MEASUREMENT OF THE TECHNICAL EFFICIENCY OF SILVOPASTURE SYSTEMS IN MISIONES AND CORRIENTES PROVINCES, ARGENTINA.

Gregory E. Frey¹

Fecha de recepción: 09/07/2008

Fecha de aceptación: 24/11/2008

1. Esudiante doctoral, Department of Forestry and Environmental Resources, Campus Box 8008, North Carolina State University, Raleigh, NC, 27695, U.S.A. gefrey@ncsu.edu

SUMMARY

Researchers and extension agents have encouraged the adoption of silvopasture on farms of all scales in northeast Argentina, under the assumption that it is more productive than other conventional land uses such as plantation forestry without livestock or open-air pasture. My goal is to assess whether silvopasture is truly a more productive use of land. Data envelopment analysis (DEA) is a non-parametric method that can be used to identify parcels that are the most efficient. DEA is appropriate for analyzing silvopasture systems because it is easily able to incorporate multiple inputs and outputs. I show that open-air pastures are less efficient than silvopasture on farms that utilize both systems. An analysis of scale efficiency shows that medium scale farms have higher efficiency, on average than large scale farms for silvopasture systems. The DEA methodology identifies the efficient parcels that can be used as models to improve inefficient farms.

Key words: Agroforestry, silvopasture, technical efficiency, efficient peers, data envelopment analysis

RESUMEN

Los investigadores y extensionistas han fomentado la adopción de sistemas silvopastoriles en fincas de todas las escalas en el noreste de Argentina, bajo la suposición que son más productivos que otras utilidades convencionales de la tierra, como plantaciones forestales sin ganado o potreros a cielo abierto. El objetivo del presente trabajo es evaluar si los sistemas silvopastoriles son más productivos en realidad. El Análisis por Envoltura de Datos (DEA) es un método no-paramétrico que se puede usar para identificar las parcelas que son más eficientes. El DEA es apropiado para analizar los sistemas silvopastoriles porque se puede incorporar fácilmente entradas y salidas múltiples. Se demuestra que potreros a cielo abierto son menos eficientes que los sistemas silvopastoriles en las fincas que utilizan ambos sistemas. Un análisis de la eficiencia de escala demuestra que las fincas de mediana escala tienen mayor eficiencia, de promedio, que las de gran escala. El método del DEA identifica las parcelas eficientes que pueden servir como modelos para mejorar las parcelas ineficientes.

Palabras clave: Sistemas agroforestales y silvopastoriles, eficiencia técnica, pares eficientes, análisis por envoltura de datos

INTRODUCCIÓN

Los sistemas silvopastoriles forman una clase de los sistemas agroforestales, que involucran forraje y ganado bajo cobertura arbórea. A través de programas de investigación, extensión y apoyo financiero, se ha logrado adopción de los sistemas silvopastoriles en las provincias de Misiones y Corrientes, Argentina. Una de las suposiciones que impulsó estos programas es que los sistemas silvopastoriles pueden ser más rentables o eficientes que otros sistemas convencionales de producción (ESQUIVEL *et al.* 2004; FASSOLA *et al.* 2004).

El presente trabajo tiene como objetivo medir la eficiencia de parcelas reales de sistemas silvopastoriles en comparación con parcelas de otros dos sistemas productivos convencionales, las plantaciones forestales y la ganadería a cielo abierto, para probar la hipótesis que los sistemas son más eficientes. Se compara también la eficiencia de dichos sistemas para diferentes clases de productores, de pequeña, mediana y gran escala. 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).

Es decir, el objetivo principal es distinguir cuáles sistemas son más productivos, y para quiénes.

Para lograr el objetivo mencionado, se presenta una técnica de medición de eficiencia no muy utilizada previamente con sistemas agroforestales,

que puede ser útil para los investigadores de sistemas agroforestales y extensionistas en Argentina. Se demuestra, a través de teoría y el estudio de caso, la manera de utilizar el Análisis por Envoltura de Datos (DEA, sigla en inglés), una metodología creada por CHARNES *et al.* (1978), para mejorar el entendimiento de la producción agroforestal para investigadores, extensionistas, y más importante aún, los mismos productores. El objetivo secundario del presente trabajo es demostrar la utilidad del DEA para los investigadores y extensionistas que trabajan con sistemas agroforestales.

Si los sistemas silvopastoriles producen más con menos recursos como muchos investigadores suponen, el DEA identificará esta eficiencia mayor. Además mostrará si algún grupo de productores utilizan los sistemas de manera más eficiente que los otros productores, e identificará los productores que tienen prácticas más eficientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

La región del estudio

Las provincias de Misiones y el Norte 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.

En esta región, existen estancias ganaderas y empresas forestales de mediana a gran escala y fincas familiares de pequeña a mediana escala. Existen ejemplares de cada una de las clases de fincas que practican sistemas silvopastoriles.

Encuesta de fincas con parcelas silvopastoriles

En junio y julio de 2006, se llevó a cabo una encuesta a administradores de parcelas silvopastoriles en Misiones y el Norte de Corrientes. Debido a la ubicación muy dispersa de las fincas con sistemas silvopastoriles y la falta de una lista exhaustiva de los adoptantes en toda la región, no fue posible elegir una muestra al azar. Entonces, se utilizó la experiencia y conocimiento de los extensionistas e investigadores para elegir una muestra de fincas de diversas escalas y manejo en las varias sub-regiones en toda la región de estudio. Se llevaron a cabo las entrevistas con los administradores de las parcelas silvopastoriles, sean cabezas de familia, dirigentes profesionales o consultores contratados. Cuando fue posible, se visitaron las parcelas para observar el manejo y rendimiento. En los casos que la misma finca también manejaba una plantación forestal convencional (sin componente ganadero) o potrero a cielo abierto (sin cobertura arbórea), también se le preguntó sobre el manejo y rendimiento de ellas.

En total se entrevistaron 47 administradores, que produjeron 44 respuestas utilizables sobre los sistemas silvopastoriles, 33 sobre potreros a cielo abierto y 14 sobre plantaciones forestales convencionales. El tamaño de las fincas varió desde 15 a 14.000 ha con una media de 1.253 ha y mediana de 233 ha. Los productores entrevistados fueron clasificados en tres grupos naturales, pequeña escala (15-50 ha), mediana escala (75-800 ha) y gran escala (>1100 ha). Había 16 productores de pequeña escala, 16 de mediana y 12 de gran escala.

Cálculo y clasificación de entradas y salidas del sistema

Los datos de las encuestas fueron recopilados para estimar las entradas y salidas de los sistemas. Se utilizó una tasa de descuento de 7% para descontar las entradas y salidas del sistema que ocurren en diferentes años durante el turno del sistema, la cual es una tasa utilizada en otra literatura sobre sistemas silvopastoriles en Misiones (ESQUIVEL *et al.* 2004). En la mayoría de los casos, este cálculo incluyó la previsión de rendimiento futuro de madera de los árboles, que se estimó con el SIMULADOR FORESTAL (CRECHI *et al.* 1997) para *P. taeda*, *P. elliotii* y *A. angustifolia* y ecuaciones para *P. caribaea* (FERRERE y FASSOLA 1999; FERRERE *et al.*).

Un sistema agroforestal puede tener docenas de entradas y salidas distintas. En teoría el DEA es adecuado para muchas entradas y salidas, pero en la práctica, con una muestra pequeña, la metodología pierde poder para identificar parcelas ineficientes cuando el número de variables se aumenta (KAO *et al.* 1993; SOWLATI 2005). El investigador se enfrenta con un dilema: si reduce el número de variables, aumenta el poder de DEA, pero pierde parte de la razón de utilizar DEA. Es recomendado juntar entradas y salidas cuando representa las decisiones económicas reales 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. Sería razonable juntar los insumos en una sola variable, que podemos llamar "capital" y mano de obra en otra variable.

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 de 2006 y capital para insumos en pesos descontados. Se separaron los cultivos de chacra de los otros insumos porque muchos de los productores de pequeña escala producen estos cultivos para consumo en su propia finca y no para venta, y los 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. Se separó un producto, la leche, de la producción de carne porque generalmente se la utiliza para consumo doméstico.

Análisis por envoltura de datos (DEA)

Si los sistemas productivos tuvieran 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.

Con múltiples entradas y salidas, se complica mucho la medición de eficiencia. 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 fincas. FARRELL (1957) utilizó observaciones empíricas de unidades de decisión (DMUs, sigla en inglés) para construir una frontera empírica de producción óptima. Esta frontera envuelve las DMUs que logran mayor producción de salidas con menor utilización de entradas. Las DMUs que caen debajo de la frontera son ineficientes. La frontera de Farrell representa eficiencia técnica relativa, entonces el nivel de ineficiencia puede medirse como el porcentaje de salidas que produce relativo a lo que podría producir si fuese eficiente, utilizando las mismas entradas. Estos conceptos forman la base para el DEA. Eficiencia técnica de Farrell y del DEA es diferente que la eficiencia asignativa, que representa la asignación de recursos según sus valores.

En muchos casos, las entradas y salidas no se venden ni se compran, y por lo tanto no tienen precio de mercado. Por ejemplo, un productor puede usar mano de obra familiar como entrada y recibir leña para consumo doméstico como salida. El DEA es un método no paramétrico para construir la frontera eficiente de Farrell que permite que cada DMU valore diferentemente las entradas y salidas. Aquí se presenta una formulación equivalente al modelo CHARNES *et al.* (1978), que es un modelo de programación lineal (LP):

$$\begin{aligned} \min_{z, \lambda} \quad & z_0 \\ \text{sujeto} \quad & \\ & - \sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j + y_{r0} E_0 \leq 0 \quad \forall r \\ & \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j \leq x_{i0} \quad \forall i \\ & \lambda_j \geq 0 \quad \forall j \end{aligned} \quad (1)$$

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 cada DMU. Se puede mostrar que z_0 es necesariamente mayor que 1 (CHARNES *et al.* 1978). j , r y i son índices de las DMUs, las salidas y las entradas. El modelo (1) 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 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 (o 100%) 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 (1) se repite con cada DMU tomando el lugar de DMU 0.

La eficiencia técnica total de (1) utiliza la suposición de rendimientos constantes a escala. BANKER *et al.* (1984) extendió el modelo para incluir rendimientos variables a escala. Se agrega una condición al modelo (1):

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \quad (2)$$

Agregar la condición (2) al modelo (1) permite suponer que una tecnología tenga rendimientos crecientes o decrecientes a escala. Calcular la eficiencia técnica con rendimientos variables a escala utilizando (2) ayuda a contestar la pregunta, "Dada la escala de DMU 0, ¿Cuánto es la 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 (2) con rendimientos variables a escala se llama aquí eficiencia técnica pura, que resulta solamente de la utilización de recursos.

Una vez calculadas las eficiencias técnica pura y total, se puede calcular la eficiencia de escala. La eficiencia de escala representa la parte de la eficiencia técnica 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 técnica total y la eficiencia técnica pura (BANKER *et al.* 1984):

$$E_0^E = \frac{E_0}{E_0^P} \quad (3)$$

Donde E^E es la eficiencia de escala y E^P es la eficiencia técnica pura. Separar la eficiencia técnica total en las dos partes de eficiencia de escala y

eficiencia técnica pura permite saber cuánta ineficiencia es debida a la escala de la DMU y cuánta es debida a la mala utilización de recursos.

Se creó un programa para el modelo (1) utilizando la función de programación lineal (LP) en MATLAB para evaluar la eficiencia técnica relativa total de los sistemas productivos suponiendo rendimientos constantes a escala. Fue necesario optimizar el programa lineal para cada una de las observaciones con un lazo. También se creó otro programa utilizando (2), que calcula la eficiencia técnica pura suponiendo rendimientos variables a escala.

Comparación estadística

Para comparar la eficiencia técnica pura de los tres sistemas se utilizó la prueba apareada de signos de Wilcoxon. En pares, se sustrajo la eficiencia técnica de los diferentes sistemas en cada una de las fincas, y se aplicó la prueba de Wilcoxon. Tomar en pares de la misma finca, ayuda en el control de variables demográficas y otras variables que tienen que ver con la finca, como por ejemplo la calidad de la tierra.

Para poder generalizar sobre la eficiencia de escala de diferentes sistemas y diferentes grupos de productores, se realizó una regresión Tobit. En general, no se debe utilizar en las comparaciones estadísticas las variables que están correlacionadas con alguna de las entradas o salidas, porque las estadísticas de regresión serán sesgadas hacia cero (JUST 2003).

Desafortunadamente, esta es la situación aquí. Se quiere estimar la diferencia en eficiencia de escala para fincas de pequeña, mediana y gran escala, pero algunas de las entradas y salidas pueden estar 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, la cual es hacia cero. Si el valor p del coeficiente de regresión calculada es menos de 0,05, sabemos que el coeficiente debe ser igual o mayor que el calculado, y entonces el valor p sigue siendo menor de 0,05.

Se compararon la eficiencia de escala para los sistemas silvopastoriles, forestales y potreros, para fincas de pequeña, mediana y gran escala utilizando regresión Tobit truncado en 1 porque la eficiencia no puede superar 1. Las variables independientes son ocho variables "dummy" para las combinaciones de la escala de finca y el sistema productivo.

Pares eficientes

En la formulación (1), 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 los pares eficientes. Estas pueden ser útiles para

extensionistas que quieren organizar intercambios de productores a productores.

Se prepararon 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 técnica total y también de la eficiencia técnica pura. En nuestro caso, tiene más sentido utilizar los pares de la eficiencia técnica pura, porque serán pares con escala más parecida a la DMU ineficiente.

Un extensionista puede tomar la lista de pares eficientes como una lista de productores de quienes los productores ineficientes pueden aprender. 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. No reemplaza la experiencia y conocimiento técnico del extensionista, pero puede complementarlo.

RESULTADOS

Entradas y salidas

Los resultados del cálculo de entradas y salidas de los sistemas silvopastoriles, forestales y de potreros a cielo abierto en cuatro fincas aparecen en la tabla 1. Hay mucha variedad en la cantidad de entradas usadas y salidas producidas. Se puede notar que en este ejemplo, la finca número 7, que es de pequeña escala, tiende a utilizar más mano de obra y menos capital que las otras fincas. Esta es una tendencia típica para las fincas de pequeña escala. El DEA toma en cuenta que las fincas valoren diferentemente los recursos que usan y productos que producen.

Eficiencia técnica total, eficiencia de escala y eficiencia técnica pura

De las 91 DMUs, 14 son eficientes técnicamente con relación a las demás DMUs en el sentido total. Separando la eficiencia técnica total en las partes de eficiencia técnica pura y eficiencia de escala, se ve que 28 DMUs tienen utilización de recursos eficiente y 14 operan con una escala eficiente. La eficiencia total de promedio para sistemas silvopastoriles es 68%, para sistemas de potreros a cielo abierto es 53% y para sistemas forestales es 60%.

La eficiencia técnica pura muestra que los sistemas silvopastoriles son más eficientes que los sistemas de potrero a cielo abierto, con 77% eficiencia comparado con 64% (gráfico 1). Los sistemas forestales tienen eficiencia de 70% de promedio. La comparación apareada de Wilcoxon muestra que la diferencia entre sistemas silvopastoriles y potreros es significativa, pero la diferencia entre forestales y silvopastoriles o forestales y potreros no son significativas. Para fincas que tienen sistemas silvopastoriles y potreros, los sistemas silvopastoriles, sí rinden más.

Tabla 1. Entradas y salidas de los varios sistemas en cuatro fincas representativas.
Table 1. Inputs and outputs of the various systems on four representative farms.

Finca	Escala G= gran M=mediana P=pequeña	Sistema S=silvopast P=potrero F=forestal	ENTRADAS				SALIDAS		
			Superficie (ha)	Mano de Obra Descontada (jornales/ha)	Capital Descontado (miles de Ar\$/ha)	Cultivos (miles de Ar\$/ha)	Ingreso Forestal Descontado (miles de Ar\$/ha)	Ingreso de Carne Descontado (miles de Ar\$/ha)	Leche (miles de Ar\$/ha)
1	M	S	6	84,8	7,8	1,8	8,9	1,6	0,77
1	M	P	7	93,6	3,4	2,3	0,0	3,3	0,60
4	G	S	22	123,3	3,9	0,0	5,4	0,8	0,00
4	G	F	30	91,0	6,2	0,0	8,0	0,0	0,00
7	P	S	1	408	3,0	0,7	11,5	1,9	6,0
7	P	P	2	400,2	0,9	0,9	0,0	1,2	3,91
7	P	F	2	146,3	5,3	0,0	16,6	0,0	0,00
17	G	S	7	47,3	14,4	0,0	15,1	8,3	0,00
17	G	P	175	78,3	3,5	0,0	0,0	4,8	0,00

Esto no significa que nunca se debe utilizar potreros a cielo abierto. Primero, aunque los sistemas silvopastoriles son más eficientes en promedio, hay casos específicos donde los potreros funcionan mejor. Además, hay otras consideraciones que un productor necesita tomar en cuenta aparte de solamente la eficiencia.

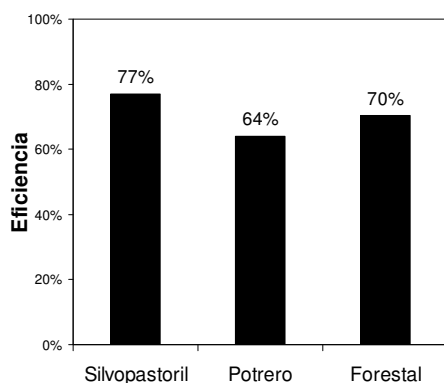


Gráfico 1. Eficiencia técnica pura
Figure 1. Pure technical efficiency

Cuando se compara la eficiencia de escala de los sistemas silvopastoriles entre grupos de fincas de diferentes escalas, se puede notar que fincas de mediana y pequeña escala parecen tener mayor eficiencia de escala que fincas de gran escala de promedio. Esto significa que los productores de mediana a pequeña escala tienen una escala más cercana a la escala óptima para los sistemas silvopastoriles. La misma tendencia se nota con sistemas de potrero a cielo abierto, pero no con sistemas forestales (gráfico 2). La regresión Tobit muestra que hay diferencia significativa de la eficiencia de escala para los sistemas silvopastoriles entre fincas de mediana y gran escala pero no hay diferencias entre grande y pequeña. Para sistemas de potreros, ambas mediana y pequeña escalas son significativamente mayores que la gran escala.

Esto no significa que los sistemas silvopastoriles o potreros no son rentables para grandes productores. La tendencia a mayor eficiencia de escala para fincas de gran escala para sistemas forestales que se nota en el gráfico 2 no tiene significancia estadística.

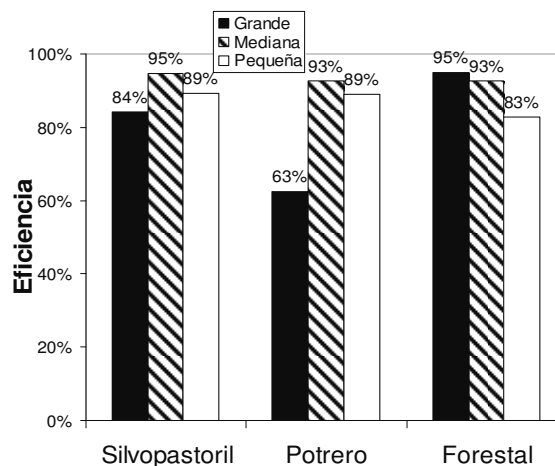


Gráfico 2. Eficiencia de escala.
Figure 2. Scale efficiency.

Fincas pares eficientes

En la tabla 2, aparece una lista de fincas pares eficientes para dos parcelas ineficientes. Este es un ejemplo de la salida del DEA que es una lista de parcelas pares eficientes que pueden servir como modelo para que las parcelas ineficientes las emule. El número de veces que cada par eficiente aparece en la lista está en la tabla 3. Se puede ver que los pares eficientes que pueden enseñar a muchas de 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. Un ejemplo de la lista de parcelas pares eficientes para dos parcelas ineficientes.
Table 2. An example of the list of efficient peer parcels for two 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
4	G	S	12	M	F
			20	G	P
			26	M	S
			28	G	F

Tabla 3. Las parcelas par eficiente que aparecen con más frecuencia.
Table 3. Efficient peer parcels that appear with the greatest frequency.

Finca	Escala G= gran M=mediana P=pequeña	Sistema S=silvopast P=potrero F=forestal	Número de veces que aparece
6	G	S	12
9	P	P	5
12	M	F	21
14	P	P	7
16	P	S	7
18	M	S	21
20	G	S	6
20	G	P	24
25	P	P	8
26	M	S	6
28	G	F	22
31	M	S	5

CONCLUSIÓN

Los sistemas silvopastoriles ofrecen oportunidades para muchas clases de productores en Misiones y el NE de Corrientes, Argentina. Los resultados de eficiencia técnica pura demuestran que los sistemas silvopastoriles en general son más eficientes que sistemas de potrero a cielo abierto. Esto no significa que los sistemas silvopastoriles son mejores que los potreros en todas las situaciones, pero que son mejores de promedio. No hubo diferencias significativas con los sistemas forestales.

En general, los resultados demuestran que los sistemas silvopastoriles y los 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. Los sistemas forestales tradicionales parecen favorecer a grandes productores.

Se ha mostrado que el DEA, creado por CHARNES *et al.* (1978) y BANKER *et al.* (1984), puede ser una herramienta útil para investigación y extensión. La lista de parcelas pares eficientes que produce la programación lineal puede ser útil para extensionistas. Con esa lista, pueden distinguirse cuáles productores con parcelas eficientes pueden servir como modelo para productores con parcelas ineficientes.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todos los investigadores y extensionistas del INTA quienes me ayudaron a entender los sistemas silvopastoriles en las provincias de Misiones y Corrientes. Hugo Fassola, Nahuel Pachas, Luis Colcombet, Alejandra Carvallo, Santiago Lacorte y Clorinda Peruca me apoyaron muchísimo en el trabajo. También ayudaron Miguel Correa, José Luis Houriet, Valentín Kurtz, Pablo Rohatsch, Roque Toloza, Horacio Babi 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.

BIBLIOGRAFÍA

- BANKER, R. D., A. Charnes y W. W. Cooper. 1984. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science* 30 (9):1078-1092 pp.
- CHARNES, A., W. W. Cooper y E. Rhodes. 1978. Measuring efficiency of decision-making units. *European Journal of Operational Research* 2 (6):429-444 pp.
- CRECHI, E.H., Fassola, H.E. y Freidl, R.A.. 1997. SIMULADOR FORESTAL: Sistema de

- simulación y crecimiento para especies forestales implantadas. INTA EEA Montecarlo; Montecarlo, Misiones, Argentina.
- ESQUIVEL, J., H. E. Fassola, S. M. Lacorte, L. Colcombet, E. Crechi, N. Pachas y A. Keller. 2004. Sistemas Silvopastoriles - Una sólida alternativa de sustentabilidad social, económica y ambiental. 11as Jornadas Tecnicas Forestales y Ambientales; FCF, UNaM e 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 pp.
- FASSOLA, H. E., S. M. Lacorte, J. Esquivel, L. Colcombet, F. Moscovich, E. Crechi, N. Pachas y A. Keller. 2004. Sistemas Silvopastoriles en Misiones y NE de Corrientes y su Entorno de Negocios. INTA EEA Montecarlo; Montecarlo, Misiones, Argentina.
- FERRERE, P. y 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 y 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 y O. Pérez. 2007. Adoption and economics of silvopasture systems by farm size in Northeastern Argentina. Pp 219-229 en A. Olivier y S. Campeau, eds. When Trees and Crops Get Together. Proceedings of the 10th North American Agroforestry Conference. Association for Temperate Agroforestry, Québec, 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 pp.
- KAO, C., P. L. Chang y S. N. Hwang. 1993. Data envelopment analysis in measuring the efficiency of forest management. Journal of Environmental Management 38(1):73-83 pp.
- SOWLATI, T. 2005. Efficiency studies in forestry using data envelopment analysis. Forest Products Journal 55(1):49-57 pp.

ESTUDIO DE PROPIEDADES FÍSICAS Y DUREZA JANKA DE LA MADERA DE *Picrasma crenata* (Vell.) Engl. (SIMAROUBACEAE)

STUDY OF THE PHYSICAL PROPERTIES AND JANKA HARDNESS OF THE WOOD OF *Picrasma crenata* (Vell.) Engl. (SIMAROUBACEAE)

Teresa Maria Suirezs¹
Héctor Alejandro Keller²
Laura Alejandra Vera³

Fecha de recepción: 01/10/2008
Fecha de aceptación: 28/11/2008

1. MSc. Ing. Forestal. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones, Bertoni 124, (3382), Eldorado, Misiones. E-mail: suirezs@facfor.unam.edu.ar
2. Doctor en Recursos Naturales. Docente investigador de la Facultad de Ciencias Forestales, UNaM; Investigador del Instituto de Botánica del Nordeste, UNNE-CONICET, C.C.: 209, 3400 Corrientes, Argentina. Correo electrónico: kellerhector@hotmail.com
3. Alumna 5to año Ingeniería en industria de la madera. Facultad de Ciencias Forestales, UNAM.

SUMMARY

The aim of this paper is the study of the physical properties and Janka hardness of the “bitter tree” (*Picrasma crenata*). The apparent specific weight, shrinkage and swelling have been studied by IRAM norms (Instituto Argentino de Racionalización de Materiales); the Janka hardness by ASTM norms (American Society for Testing and Materials). The wood of this species is soft and light

Key words: bitter tree, medicinal plants, Misiones, Argentina

RESUMEN

Este trabajo tuvo por objetivo estudiar las propiedades físicas y dureza Janka de la madera de “palo amargo” (*Picrasma crenata*). Los pesos específicos aparente, la contracción e hinchamiento se determinaron bajo las normas IRAM (Instituto Argentino de Racionalización de Materiales); la dureza Janka por Norma ASTM (American Society for Testing and Materials). La madera de esta especie es blanda y liviana.

Palabras clave: Palo amargo, plantas medicinales, Misiones, Argentina.

INTRODUCCIÓN

Picrasma crenata (Vell.) Engl. (Simaroubaceae) es un árbol de hasta 20 m de altura que crece en Paraguay, Argentina (Misiones) y parte de Brasil. Debido a la alteración y a la escasa representatividad en su área de distribución, esta especie ha sido caracterizada como rara, en peligro de extinción y presumiblemente extinta en ciertas localidades de Brasil (RESOLUÇÃO SMA, 2004). En Paraguay se encuentra en una lista de las 20 especies en peligro

crítico (SEAM, 2006). En Argentina no se han establecido aún medidas para proteger este recurso, además de su escasa representatividad natural, su situación de conservación se ve agravada por el aprovechamiento debido a las diversas propiedades medicinales que se le asigna. La corteza es utilizada para diversas aplicaciones curativas en comunidades indígenas y rurales de Misiones (KELLER, 2007; KELLER y ROMERO, 2006), este uso local implica muchas veces la muerte de los ejemplares, pero la actividad comercial que se ha generado en torno a esta especie es la que ejerce mayor presión sobre las poblaciones remanentes. En Argentina su madera es ampliamente utilizada en la composición de fitomedicamentos y bebidas aperitivas, bajo el falso nombre de *Quassia amara*, una especie tropical de la misma familia. La presencia de quasínoides en extractos de *Picrasma crenata* ha sido constatada por GUO *et al.* (2005). Varios acopiadores venden toneladas de chips y también extractos del leño en circuitos comerciales informales, con destino a mercados nacionales y de exportación. RIVERO *et al.* (2006), han determinado algunos valores de crecimiento a partir de la toma de datos en parcelas permanentes de bosque nativo. La Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de

Misiones, ha iniciado acciones para estudiar la factibilidad del cultivo de la especie¹. Considerando que la madera se procesa mediante chipeadoras y que se comercializa en peso, la información acerca de las propiedades de la madera constituye información necesaria para planificar y regular su aprovechamiento en estado natural o a partir de futuras plantaciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó como material de estudio, una troza de madera, con cinco repeticiones para cada ensayo de palo amargo proveniente de la Reserva de Uso Múltiple Guaraní, Reserva de Biosfera Yabotí, Departamento Guaraní, Misiones, Argentina. Al tratarse de una especie en peligro de extinción se aprovechó el tronco de un ejemplar caído luego de una tormenta, el cual fue utilizado para llevar a cabo este y otros estudios. La muestra tomada corresponde a un árbol adulto de 26,3 cm de D.A.P (diámetro a altura de pecho), 13,7 m de altura de fuste, y una altura total aproximada de 19 m. Se tomó una troza de 1,20 metros desde la base. La troza de madera fue estacionada bajo cubierta por cinco meses para la posterior elaboración de 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 ± 1°C. El contenido de humedad se determinó en todas las probetas ensayadas, con la ecuación que presenta la Norma IRAM N° 9532. La dureza Janka se determinó con la máquina universal de ensayos, aplicando la Norma ASTM N° 143/52.

Los resultados de los ensayos se expresan en tablas.

RESULTADOS

En la tabla 1 se presentan los valores medios de los pesos específicos aparentes estacionado, anhidro, básico y saturado, contenido de humedad, desvío estándar y coeficiente de variación de la madera de palo amargo. En las tablas 2, 3 y 4 se presentan los valores promedio de contracción total, hinchamiento total, coeficiente de contracción y punto de saturación de las fibras de la madera de palo amargo. En la tabla 5 se presentan los valores de dureza.

¹ Proyecto Técnicas para la propagación, domesticación y utilización de palo amargo, *Picrasma crenata* (Vell) Engl. para productores locales. FCF-UNAM. ISIF I 72.

Tabla 1: Peso específico aparente estacionado, anhidro, básico y saturado, contenido de humedad, desvío estándar y coeficiente de variación de la madera del palo amargo de la provincia de Misiones.

Table 1: Seasoned apparent specific weight, dehydrated, basic and saturated, humidity content, standard deviation and variation coefficient for “palo amargo” wood from Misiones Province.

	PEE	PEA	PEB	PES	CH %
Promedio	0,469	0,41	0,371	1,013	23,25
(gr/cm ³)					
DS	0,018	0,015	0,011	0,026	4,13
(gr/cm ³)					
CV (%)	3,7	3,7	3	2,6	18

PEE= Peso específico aparente al 23 % humedad, PEA= Peso específico aparente anhidro, PEB= Peso específico aparente básico, PES= Peso específico saturado, CH=Contenido de humedad, DS= Desvío estándar, CV= Coeficiente de variación

Tabla 2: Valores promedios de contracción total, hinchamiento total, coeficiente de contracción en la dirección tangencial y punto de saturación de las fibras de la madera de palo amargo.

Table 2: Average values for total shrinkage, total swelling, shrinking coefficient in tangential direction and fiber saturation point for “palo amargo” wood.

	CTTg	HTTg	CCTg	PSF
Promedio	5,56	5,89	0,18	30,5
(%)				
DS (%)	0,68	0,76	0,03	7,18
CV (%)	12	13	17	24

CTTg=Contracción total tangencial, HTTg=Hinchamiento total tangencial, CCTg=Coeficiente de contracción tangencial. PSF= punto de saturación de fibras.

Tabla 3: Valores promedios de contracción total, hinchamiento total y coeficiente de contracción en la dirección radial de la madera de palo amargo.

Table 3: Average values for total shrinkage, total swelling, and shrinking coefficient in radial direction for “palo amargo” wood.

	CTRd	HTRd	CCRd
Promedio	3,29	3,40	0,11
(%)			
DS (%)	0,51	0,55	0,01
CV (%)	16	16	11

CTRd = Contracción total radial, HTRd=Hinchamiento total radial, CCRd= Coeficiente de contracción radial.

Tabla 4: Valores promedios de contracción total, hinchamiento total y coeficiente de contracción en la dirección axial de la madera de palo amargo.

Table 4: Average values for total shrinkage, total swelling, and shrinking coefficient in axial direction for “palo amargo” wood.

	CTAx	HTAx	CCAx
Promedio (%)	0,83	0,84	0,02
DS (%)	0,20	0,21	0,01
CV (%)	24	25	47

CTAx=Contracción total axial, HTAx=Hinchamiento total axial, CCAx= Coeficiente de contracción axial.

Tabla 5: Valores promedios de dureza Janka de la madera de palo amargo.

Table 5: Average values of Janka hardness for “palo amargo” wood.

	Transversal	Tangencial	Radial
Promedio (kg/cm ³)	327,50	275,00	225,00
DS (kg/cm ³)	38,62	46,55	28,87
CV (%)	12	17	13

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos de la muestra de la cual ha sido posible disponer, la madera de palo amargo puede considerarse como liviana y estable en la clasificación de las especies argentinas. Su baja densidad implica una necesidad de un gran volumen de madera para satisfacer las demandas de un mercado informal que adquiere varias toneladas anuales de leño. En cuanto a su dureza se encuentra entre las maderas blandas, por lo cual no ofrecería mayores problemas durante el procesamiento del leño.

AGRADECIMIENTOS

A Héctor F. Romero y Federico Robledo por su colaboración en la obtención de las muestras de madera.

BIBLIOGRAFIA

- ASTM (Standard method of testing small clear specimens of timber).Standard D 143/52. Reapproved. USA.
- CORONEL, E. O.: 1994. Fundamentos de las propiedades físicas y mecánicas de las maderas. Primera parte: Fundamentos de las propiedades físicas de la madera. Instituto de tecnología de la madera, Facultad de Ciencias Forestales. Santiago del Estero. Pp.187.
- CORONEL, E. O. 1994. 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. Pp.334.
- GUO. Z.†, S. Vangapandu, R.W. Sindelar, L.A. Walker & R.D. Sindelar. 2005. Biologically active quassinoids and their chemistry: potential leads for drug Design. Current Medicinal Chemistry 12: 173-190 pp.
- IRAM (Instituto Argentino de Racionalización de Materiales) 9544. 1973. Método de la determinación de la densidad aparente.
- IRAM (Instituto Argentino de Racionalización de Materiales) 9532.1963. Método para la determinación de la humedad.
- KELLER H. A. 2007. Unidades de vegetación y recursos florísticos en una aldea Mbya Guaraní de Misiones. Kurtziana, Volumen especial de Etnobotánica 33 (1): 175-191 pp.
- KELLER H. A. y H.F. ROMERO. 2006. Plantas medicinales utilizadas por campesinos del área de influencia de la Reserva de Biósfera Yabotí (Misiones, Argentina). Bonplandia 15 (3-4) 125-141 pp.
- RIVERO. L., N. Bulfe, H.A. Keller & H. Romero. 2006. Caracterización poblacional de *Picrasma crenata* (Simaroubaceae) en un sector de la selva Misionera. I Jornadas Nacionales de Preservación de Bosque Nativo, 25-27 de Octubre, La Paz, Entre Ríos.
- RESOLUÇÃO SMA, 2004. Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção no Estado de São Paulo. Res SMA 48/2004, pp 12.
- SEAM-(Secretaría del Ambiente de Paraguay), 2006. Resolución 1609/06, Ley 96/92 de Vida Silvestre. Gaceta 433.
- <http://www.seam.gov.py/gacetillas.php?id=433>.

FICHA TÉCNICA
ÁRBOLES DE MISIONES
Albizia niopoides (Spruce ex Benth.) Burkart

Alicia V. Bohren¹
Martín H. Gartland¹
Héctor A. Keller¹
Emmanuel Civilá²

1. Docentes de Dendrología la Facultad de Ciencias Forestales. UNaM. Calle Bertoni N° 124. (CP 3380) Eldorado Misiones. Email: alicia@facfor.unam.edu.ar
2. Becario Facultad de Ciencias Forestales.

Nombres comunes: “anchico blanco”, “yvyra ju”, “angico-branco”.

Familia: *Mimosaceae*

Syn: *Acacia guacamayo* (Britton & Killip) Standl., *Albizia hassleri* (Chodat) Burkart, *Albizia richardiana* King & Prain, *Feuillea niopoides* (Spruce ex Benth.) Kuntze, *Pithecellobium caribaeum* Urb., *Pithecellobium hassleri* Chodat, *Pithecellobium niopoides* Spruce & Benth., *Senegalia guacamayo* Britton & Killip, *Senegalia liebmannii* Britton & Rose

GENERALIDADES

Especie originaria de Brasil, Paraguay y noreste de Argentina; en nuestro país se encuentra en la Provincia fitogeográfica Paranaense (Misiones), (CABRERA, 1994; ZULOAGA y MORRONE, 1999).

Árbol pionero o colonizador, caducifolio, heliófito e higrófito; prefiere los suelos húmedos bajos y abiertos. Debido a sus raíces profundas y numerosos nódulos que fijan nitrógeno, crece con vigor en los suelos degradados, (ORTEGA TORRES *et al.* 1989). De segunda a primera magnitud, alcanza alturas comprendidas entre los 25-30 metros y diámetros (d.a.p.) de 30-80 cm.

DESCRIPCIÓN DE LOS ESTADIOS DE VIDA

Plántula

Germinación epígea.

Hipocótilo recto; 37-60 mm de longitud; de sección circular; pubescente; presenta pelos blanquecinos y color verde-amarillento hacia el sector apical; el basal glabro y blanquecino. En la región del cuello se observa una ligera expansión membranosa a modo de anillo que la rodea completamente.

El **sistema radicular** consiste de un eje principal sobre el cual se desarrollan las raíces secundarias y terciarias.

Cotiledones opuestos, subsésiles. **Lámina** oblonga, de 10-13 mm de long., por 7-10 mm de lat., superficie lisa y glabra de consistencia carnosa, nerviación inmersa en el mesófilo escasamente apreciable, coloración verde-clara; ápice redondeado, base sagitada, borde entero.



Figura 1: Plántula de “anchico blanco” (*Albizia niopoides*).

Primer par de hojas: compuestas, paripinadas, de 3,76-4,3 cm de longitud total y 2,06-2,5 cm de lat.; alternas; pecioladas, pecíolo de 3-5 mm de longitud; estipuladas, presentan un par de estipulas filiformes. Pecíolo y raquis dorsalmente canaliculados, pubescentes, con pelos blanquecinos ligeramente rizados. Con 8-10 pares de folíolos opuestos insertos en la parte superior del raquis, este remata en un pequeño apéndice. Folíolos subsésiles, los pares basales y apicales de menor tamaño a los centrales; cultriformes; ápice agudo a obtuso que remata en un mucrón membranoso; base asimétrica; borde entero; superficie lisa y glabra; discoloros; retinervados, membranosos. (Fig. 1).

Segundo par de hojas: compuestas, paribipinadas, uniyugadas, con las mismas características a las descritas anteriormente.

Juvenil

Por lo general, los ejemplares de esta especie presentan **ramificación** media.

Tallo juvenil cilíndrico; pardo-grisáceo, lenticelado. **Lenticelas** elípticas, también circulares y oblongas, en distribución difusa, disposición y abertura vertical; color blanco-grisáceas. La **corteza** es rugosa por la presencia de espesamientos semianulares que rodean parcialmente el perímetro del tallo. También son constantes lenticelas caulinares, pequeñas, algo más oscuras que el fondo del tallo.

Los **rámulos** presentan entrenudos rectos, cilíndrico-estriados, de coloración verde, pubérulos; en tanto las ramillas muestran coloración pardo-grisáceas glabrescentes; nudos demarcados, entrenudos relativamente cortos de 0,3- 3 cm de longitud. **Lenticelas** puntiformes; de distribución difusa; de coloración castaño-grisáceas. **Cicatrices foliares** obdeltoides, en algunos ejemplares de forma variada: semicirculares, reniformes y trilobadas; de color castaño a gris o gris-verdoso; superficie cóncava ligeramente mensulada; tres rastros libero-leñosos medianamente visibles con lupa de mano. Cicatrices estipulares puntiformes. Yema apical terminal, perulada; yemas axilares solitarias, peruladas. **Médula** circular e irregular, de posición central, blanquecina, de composición homogénea y esponjosa.

Las **hojas** son compuestas, paribipinadas, alternas; de 6-20 cm de long. total por 4-7 cm de lat.; pecioladas, pecíolo de 20-50 mm de longitud, pubérulo, canaliculado, pulvinulado, con una glándula orbicular o elíptica en la cara adaxial; estipuladas, presenta un par de estípulas lineares de 2-5 mm de longitud. **Raquis** canaliculado, pubérulo, con 5-10 pares de pinas opuestas o subopuestas, rematando con un apéndice terminal; se observa 1-2 glándulas orbiculares cóncavas en el último y/o antepenúltimo par de pinas. **Pinas** con 10-40 pares de foliolúlos opuesto a subopuestos. pulvinuladas, de 20-70 mm de longitud, canaliculadas, puberulentas, con un par de estipelas filiformes, generalmente una mayor que la otra. **Foliolúlos** cultriformes de 2-5 mm de long. por 1 mm de lat., borde entero, ápice apiculado, base asimétrica, con una nervadura principal y en el semilimbo de mayor tamaño otras que nacen desde la base, membranosos.

Adulto

Árbol de **porte** medio, alcanza los 15 a 25 metros de altura y un tronco de 30 a 80 cm de d.a.p., con un fuste de 8 a 12 metros. Presenta **hábito** de copa alta, con abundante ramificación. (Fig. 2). La copa es obcónica con tendencia a semicircular, simple, con follaje caduco, paucifoliadas, de color verde claro

brillante. El **fuste** es recto y cilíndrico, sección circular, con la base reforzada, (GARTLAND, 1985).

La **corteza** es persistente, ritidoma pardo-grisáceo o ceniciento, de diseño rugoso con lenticelas pequeñas (1 mm). (Fig. 3). La estructura cortical es compleja del tipo flamiforme-aglomerada, textura arenosa, corteza interna de coloración blanco-amarillenta, (BOHREN et al. 2003).

Las **hojas** son compuestas, bipinadas, alternas, de 10-20 cm de longitud total por 4-7 cm de lat.; con 8-14 pares de pinas de 4-7 cm de longitud, pecioladas y estípulas lineares. Pecíolo con una glándula elíptica o circular cóncava, raquis con glándula orbicular y apéndice terminal. Cada pina con 20-40 pares de foliolúlos opuestos, cultriformes, pequeños de 2-5 mm de longitud y 1 mm de latitud. **Rámulos** estriados.

El **fruto** es una vaina chata castaña clara de 5-10 cm de largo por 1-2 cm de ancho, con 5 a 10 **semillas** ovaladas, castañas, de 5 mm de largo.



Figura 2: “Anchico blanco” (*Albizia niopoides*), de la Reserva de Uso Múltiple en Guaraní, Misiones.

Características de la madera

Albura y duramen no diferenciados, de color blanquecino, brillo suave, sin olor ni sabor. Textura mediana y heterogénea, grano recto. Diseño tangencial veteado suave y parabólico; el radial jaspeado suave.

Anillos de crecimiento demarcados por la presencia de parénquima marginal. Porosidad difusa con ligera tendencia a semicircular, poros en su mayoría simples y múltiples cortos de 2-3 poros, pequeños y medianos. Parénquima paratraqueal vasicéntrico y apotraqueal marginal. Radios angostos poco visibles. Estratificación no visible.



Figura 3: Corteza rugosa de “anchico blanco” (*Albizia niopoides*).

Usos

Se utiliza para la producción de chapas y láminas, revestimiento, cajones, juguetes, lápices y para la producción de leña y carbón. Ornamental. Melífera.

Fenología.

(EIBL *et al.*, 1997)

Plenitud de brotación (fecha media)	9 de octubre
Plenitud de floración (fecha media):	24 de noviembre
Plenitud de crecimiento de frutos (fecha media):	05 de febrero
Plenitud cambio de color follaje (fecha media):	23 de abril
Plenitud caída del follaje (fecha media)	02 de mayo
Plenitud de maduración y caída de frutos (fecha media):	12 de Junio

Propiedades físico-mecánicas

(BOHREN, 2005).

Propiedades físicas (15 % de humedad)

Densidad (Kg/dm^3): 0,600

Contracciones (%):

Radial (R): 4,38

Tangencial (T): 5,86

Relación (T/R): 1,34

Propiedades mecánicas: (Madera con 15% de humedad)

Flexión estática (Kg/cm^2)

Módulo de rotura: 656

Módulo de elasticidad: 106.698

Compresión axial (Kg/cm^2):

Módulo de rotura: 262

Módulo de elasticidad: 31.930

Dureza (Kg/cm^2)

Transversal: 375

Radial: 329

Tangencial: 344

Corte o cizallamiento axial (Kg/cm^2)

Radial: 38

Tangencial: 42

Tracción perpendicular a las fibras (Kg/cm^2)

Radial: 52

Tangencial: 28,4

Clivaje o rajadura (Kg/cm)

Radial: 56

Tangencial: 46

Otras propiedades de la madera

(TINTO, 1978)

Combustibilidad: Combustión fácil

Durabilidad natural: Poco durable

Estabilidad dimensional: Poco estable

Receptividad a la impregnación: Penetrable

Comportamiento en procesos varios:

Secado: Regular

Maquinado: Regular

Pintado: Regular

Clavado: Bueno

BIBLIOGRAFIA

BOHREN, A. V. 2005. Evaluación del Potencial para la Producción de Chapas Decorativas de trece especies arbóreas de la Selva Misionera. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Forestales y Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales. UNaM. 181 pp.

- BOHREN, A. V.; GRANCE, L. A.; MIRANDA, D.; KELLER, H. y H. M. GARTLAND. 2003. Clave de reconocimiento de especies forestales de Misiones, Argentina, por medio de la corteza. Revista Forestal YVYRARETA N° 12: 26-40 pp.
- CABRERA, A. 1994. Regiones Fitogeográficas Argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Fascículo 1. Ed. ACME S.A.C.I. Buenos Aires. 85 pp.
- EIBL, B.; SILVA, F.; BOBADILLA, A. y G. OTTENWELLER. 1997. Fenología de especies forestales nativas de la Selva Misionera. Rev. Yvyrareta N° 8, Año 8, pp:78-87. ISIF. Facultad de Ciencias Forestales de Eldorado. UNaM. Argentina.
- GARTLAND, H. M. 1985. Apuntes de Dendrología. Primera Parte. Facultad de Cs. Forestales. Eldorado. 120 pp.
- ORTEGA TORRES, E.; L. STUTZ DE ORTEZA y R. SPICHIGER. 1989. Noventa especies forestales del Paraguay. Flora del Paraguay. Conservatoire el Jardín Botaniques de la Ville de Geneve. Missouri Botanical Garden. Ginebra. 218 pp.
- TINTO, J. 1978. Aporte del Sector Forestal a la Construcción de Viviendas. Instituto Forestal Nacional. Folleto Técnico Forestal N° 44. Bs. As. 142 pp.
- ZULOAGA, F. y O. MORRONE (Editores). 1999. Catálogo de las Plantas Vasculares de la República Argentina II. Dicotyledoneae. Monogr. Syst. Bot. Gard. 74: 1-1269 pp.

FICHA TÉCNICA
Flores, frutos y Semillas
***Pentapanax warmingianus* (Marchal) Harms**

Dora Miranda¹
Dardo Paredes²

1. Prof. Titular Morfología Vegetal. Facultad de Ciencias Forestales. UNaM. Calle Bertoni N° 124. (CP 3380) Eldorado Misiones.

2. Becario Proyecto “Frutos y semillas de especies Forestales Nativas” FCF

Familia

Araliaceae.

Sinonimia

Coemansia warmingiana March.
Coudenbergia warmingiana March.

Nombres vernáculos

Argentina: sabuguero, s. bravo, caroba guasu, c. brava, c. blanca, quino quino, pino ra, alamo, sauco silvestre, carobao.

Paraguay: para paray guasu, pinotra.

Brasil: paraparai-guacu.

Carácter de relevancia

Las semillas deben liberarse del fruto indehisciente. La viabilidad de las semillas dura menos de 60 días. Para la producción de plantas, las semillas deben sembrarse en canteros sombreados conteniendo sustrato orgánico-arcilloso. Se riega dos veces por día. La emergencia dura 60-100 días, y la tasa de germinación es bastante baja. Faltan estudios de escarificación para acelerar la germinación. El desarrollo de las plantas en campo es considerado rápido, pudiendo alcanzar fácilmente 3-4 m a los 2 años (LORENZI, 1992)

Hábitat y sistema reproductivo

Es una especie higrófila y heliófila selectiva (LÓPEZ *et al.* 1987). Flores hermafroditas dispuestas en umbelas. (TORTORELLI, 1956).

Usos

Integrante del bosque superior del Bosque (ORTEGA TORRES 1989)

Especie secundaria de la selva misionera, su madera pertenece al grupo de las maderas claras. (LEONARDIS 1975).

La madera no es apta para aplicaciones a la intemperie teniendo poca duración en contacto con el

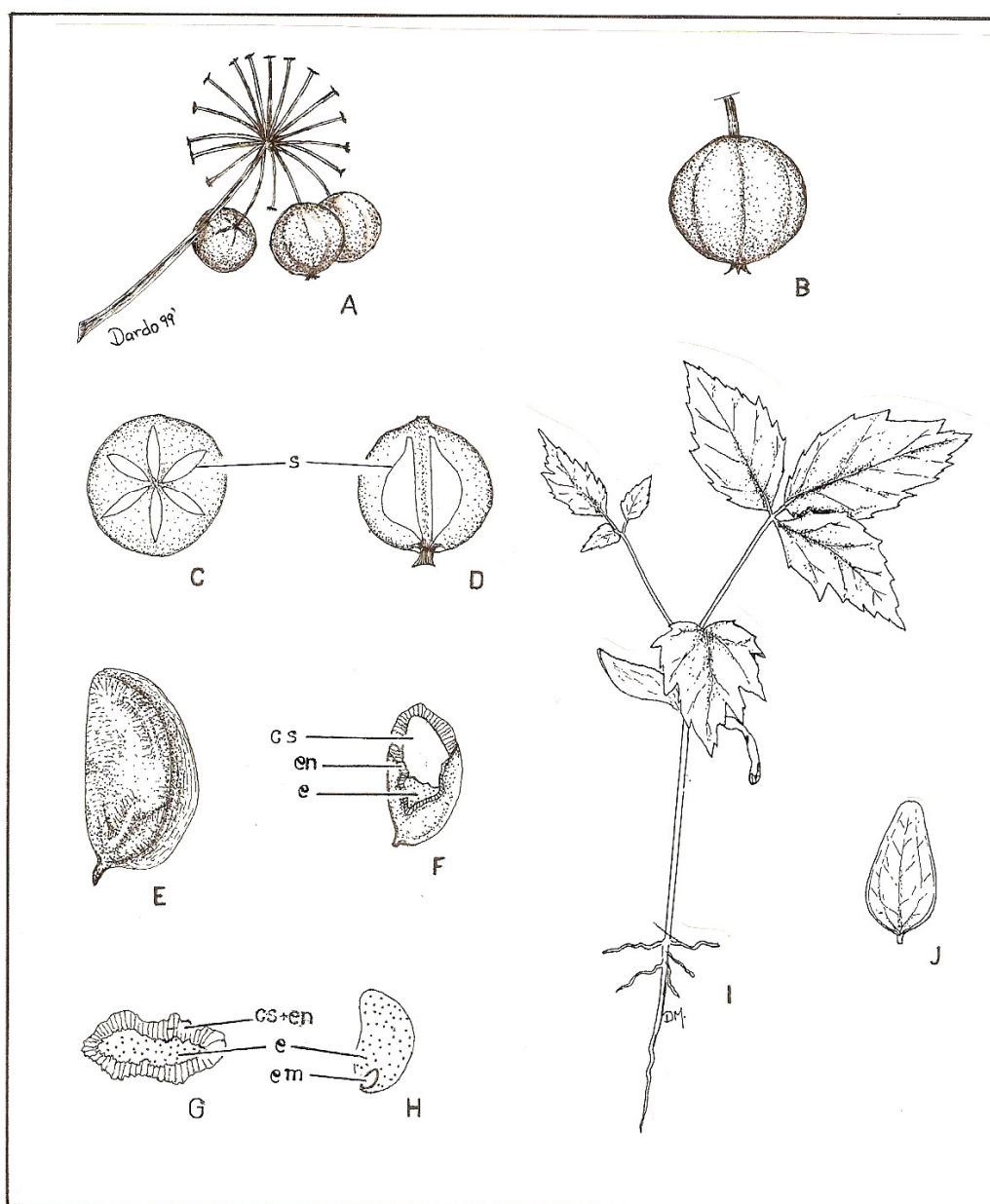
suelo y la humedad. Es una madera fácil de trabajar. Está indicada para la elaboración de láminas y chapas para maderas compensadas dado los caracteres estéticos que exhibe (TORTORELLI, 1956). Madera apta para la producción de pulpa y papel como así también machimbre de buena calidad (BRACK Y WEIK, 1993). Las flores poseen propiedades ablandativas (LÓPEZ *et al.* 1987).

Frutos

Drupas de 1 cm. de diámetro. Monotalámicos. Globosos (Fig. A y B). Rollizos (Fig. C). Exhibe cáliz persistente (Fig. B). Polispérmicos, en sección transversal se observa una definida simetría radial en la disposición de las semillas en una serie (Fig. C). Sincárpico, 2 a más carpelos. Deriva de un ovario ínfero. Pericarpo castaño claro, surcado longitudinalmente (Fig. B), opaco y carnoso.

Semillas

Semillas medianas de 5-6 x 2-3 x 1 mm. Semicirculares y puntiagudas próxima a la base (Fig. E). Comprimidas lateralmente y de bordes subagudos (Fig. G). Desnudas. Cubierta seminal adnada al endocarpo, conformando una estructura amarilla, alveolada, opaca y semileñosa, mientras que la cubierta seminal es una delgada película castaña (Fig. F). Funiculo, hilo y micrópilo indiscernibles. Endosperma, externo, carnoso y blanco (Fig. G y H). Embrión diminuto (Fig. H).



***Pentapanax warmingiana* (March.) Harms.** A. Frutos maduros en una porción de la rama fructífera (x 1). B. Vista general de un fruto (x 2). C. Sección transversal del fruto; (s) semillas (x 2). D. Sección longitudinal del fruto (x 2). E. Vista general de la semilla (x 6). F. Estructura de la semilla: (en) endocarpo, (c s) cubierta seminal y (e) endosperma (x 4). G. Sección transversal de la semilla; (cs+en) cubierta seminal adnada al endocarpo y (e) endosperma (x 4). H. Vista interna de la semilla; (e) endosperma y (em) embrión (x 3). I. Plántula (x 1). J. Detalle del cotiledón desarrollado (x 1 ½). (I y J extraídos del trabajo "Descripción y reconocimiento de las principales especies forestales de la selva misionera en el estado de plántula", Yvyrareta 2, 1991, pg. 70))

BIBLIOGRAFIA

- BARROSO, G. Morin, M. 2004. Frutos e Sementes. Universidad Federal de Vicosa. Brasil.
- BRACK, W. Weik, J 1993. El bosque nativo del Paraguay- Riqueza subestimada. Serie N° 15 Paraguay.
- LEONARDIS, R. 1975 Libro del Árbol. Esencias Forestales indígenas Tomo II. Celulosa Argentina.
- LÓPEZ, J. E. Little 1987. Árboles Comunes del Paraguay. Cuerpo de Paz.
- LORENZI, H. 1992. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum.
- ORTEGA TORRES, E. Spichiger, R. 1989. Noventa especies forestales del Paraguay. Flora del Paraguay. Conserv.et. Jard. Bot. Geneve & Missouri . Bot. Garden.

- ZULOAGA, F. Morrone, O. (edit) 1999. Catalogo de las Plantas Vasculares de La Republica Argentina II. Missouri Botanical Garden Press.
- TORTORELLI, L. 1956. Maderas y bosques Argentinos. Editorial Acme.

CONTENTS

USE OF PROTEOLYTIC ENZYMES FROM PLANT SOURCES AS PROTECTION AGAINST FUNGI FOR POST-HARVEST FRUITS AND GREENS. Teresa ARGÜELLES; Ricardo C. BARTH; Ricardo E. CALLABA	1
BASAL AREA GROWTH OF <i>Pinus taeda</i> L. IN RELATION WITH GREEN CROWN LENGTH Hugo Enrique FASSOLA; Paula FERRERE; Mónica GELID DE RUIBAL	6
EQUATION VOLUME DEVELOPMEN FOR GREVILLEA ROBUSTA A. CUNN. IN MISIONES, ARGENTINA Ernesto CRECHI; Fabio MOSCOVICH; Hugo FASSOLA; Alberto HENNIG; Hermann HAMPEL; Cecilia DOMEQ; Claudio MALETTI	14
INFLUENCE OF DIFFERENT BACSOL RATES ON ERVA-MATE (ILEX PARAGUARIENSIS ST. HILL) SEEDLINGS PRODUCTION. Maína ROMAN; Juliana GARLET; Suzana FERREIRA DA ROSA; Ervandil CORRÊA COSTA	22
ORGANIC CARBON STOCK IN CAMBOATÁ-BRANCO (<i>Matayba elaeagnoides</i> RADLK.) IN SECONDARY SUCESSION OF SEASONAL DECIDUOUS FOREST Flávia Gizele KÖNIG BRUN; Eleandro José BRUN; Solon Jonas LONGHI	26
REFORESTATION FOR CONTROL OF INVASIVE GRASS AND WATERSHED PROTECTION IN THE PANAMA CANAL Florencia MONTAGNINI; Arturo CEREZO; Hugo S. LAM BENT; Taek Joo KIM; Christopher FINNEY	33
CONSIDERATIONS ABOUT FORESTRY BIODIVERSITY AT AN ARBOREAL SPECIES LEVEL, IN THE PARANAENSE FOREST IN MISIONES, ARGENTINA. Héctor Martín GARTLAND; Alicia Violeta BOHREN	39
PLANTATIONS OF <i>Eucalyptus grandis</i> Hill ex Maiden AND THE RELATION WITH LAND USE CAPACITY IN COLON, ENTRE RIOS PROVINCE. Miriam PRESUTTI; Marcelo ARTURI; Juan F. GOYA	50
WOOD QUALITY AND POTENTIAL FOR GROWTH OF PALO SANTO (<i>Bulnesia sarmientoi</i> Lorentz ex Griseb.). Ana María GIMÉNEZ; Patricia HERNÁNDEZ; Carlos SPAGARINO; Juana Graciela MOGLIA; Norfol Aristides RÍOS	56
THE COMMERCIALIZATION IN SMALL AND MEDIUM WOODEN COMPANIES FROM MISIONES: AN UNSETTLED SUBJECT Nancy Anahí BRONDANI	61
MEASUREMENT OF THE TECHNICAL EFFICIENCY OF SILVOPASTURE SYSTEMS IN MISIONES AND CORRIENTES PROVINCES, ARGENTINA. Gregory E. FREY	67