

ÁREAS SILVESTRES PROTEGIDAS DEL PARAGUAY

PROTECTED WILD AREAS OF PARAGUAY

R. Acuña ¹

¹ Estudiante del 10mo semestre de la Carrera de Ingeniería Forestal. CIF/FCA/UNA. San Martín (544) Ñemby, Paraguay.

Tel.: [595] – (21) – 961980; E-mail: arthaxpy@yahoo.com

RESUMEN

Se realizaron recopilaciones de informaciones sobre la situación de las ASPs del Paraguay, con respecto a su legislación, fiscalización, manejo y administración. Para ello se utilizaron métodos de recolección de información tales como entrevistas, revisión bibliográfica y digital (Internet). Cuyo objetivo es difundir la importancia que reviste la conservación y la protección de la biodiversidad en cualquier región. Éste trabajo abarca temas que incluyen la historia, los resultados de diversas investigaciones hechas por Facultades de la UNA, Organizaciones no gubernamentales (ONG's), del Museo de Historia Natural y de Científicos independientes.

Palabras clave: ASPs, biodiversidad, manejo.

SUMMARY

Compilations of information were made on the situation of the ASPs of Paraguay, with respect to their legislation, control, management and administration. Methods of information harvesting were used to make this such as interviews, bibliographical and digital revision (Internet). Whose objective is to spread the importance that has the conservation and the protection with the biodiversity in any region. This work includes subjects that enclose history, the results of diverse investigations done by Faculties of the UNA, nongovernmental Organizations (ONG's), of the Museo de Historia Natural and independent Scientists.

Keywords: ASPs, biodiversity, management.

INTRODUCCIÓN

Existen 35 comunidades naturales como lagos, bosques húmedos, pastizales, medanos, etc. Hasta el momento se registraron más de 398 especies de peces, 162 especies de reptiles, 687 especies de aves y 171 especies de mamíferos y 253 especies de plantas aproximadamente. Los bosques son amenazados por la deforestación cuyo índice es uno de los mas altos en América Latina, esto ha traído como consecuencia la disminución de la diversidad biológica.

El país comprende dos regiones bien diferenciadas. La Región Oriental y la Región Occidental que se encuentran separadas por el Río Paraguay.

Los Parques Nacionales y otras Áreas Silvestres Protegidas (ASPs) son zonas de tierra o agua especialmente dedicadas a la protección y mantenimiento de la diversidad biológica y de los recursos naturales y culturales asociados, manejados por procesos legales. Las ASPs constituyen una de las mejores alternativas para asegurar la conservación de la naturaleza.

Manejar un ASPs requiere cumplir con ciertos objetivos como los fijados por la UICN (Unión Internacional de la Conservación de la Naturaleza) como :

- ? Investigación científica
- ? Protección de la naturaleza y áreas silvestres
- ? Provisión de los servicios ambientales
- ? Protección de los rasgos naturales y culturales específicos
- ? Turismo, recreación y educación
- ? Uso sostenible de los ecosistemas naturales
- ? Mantenimiento de los rasgos culturales y tradicionales

HISTORIA DE LA ASPs

Hoy en Paraguay existen 15 Parques Nacionales, 4 Monumentos Naturales, 2 Reservas de Recursos Manejados y 1 Refugio de Vida Silvestre todos bajo administración del estado.

Adicionalmente, se cuentan con 3 reservas biológicas y 4 refugios biológicos que pertenecen a los entes hidroeléctricos semipúblicos (Itaipu y Yacyreta) y además podemos mencionar a numerosas reservas privadas.

AÑOS

- 1945 Estado paraguayo promulga un decreto haciendo referencia a “Zonas de Reserva” sobre carreteras nacionales.
- 1948 se declara como Zona Nacional de Reserva Cerro Lambaré
- 1955 se acepta la donación de la familia Bertoni, que hoy constituye el Monumento Científico Moisés Bertoni
- 1962 creación de la Reserva para Parque, hoy conocida como Parque Guayaqui.
- 1963 aparece en la legislación paraguaya el termino “Parque Nacional”(ley 854/art.18,estatuto agrario)
- 1966 se establece el primer Parque Nacional paraguayo (Parque Nac. Tinfunque)
- 1970 creación de otros P.N, iniciándose el manejo .
- 1987 creación de la dirección de Parques Nacionales y vida Silvestre, anteriormente eran responsables los del Servicio Forestal Nacional.
- 1993 creación del SINASIP (Sistema Nacional de Áreas Silvestres protegidas)
- 2000 se crea la Secretaria del Ambiente y es esta la responsable del manejo y administración de las ASPs

LEGISLACIÓN

LEY 352/94 ,aprobada por la Honorable Cámara de Senadores y por la Honorable Cámara de Diputados el 29 de marzo del año 1994, sancionándose la ley, el 24 de mayo de 1994, y consta de 73 artículos.

Según esta ley se entiende por ASPs toda porción del territorio nacional comprendido dentro de limites bien definidos , de características naturales o seminaturales que se sometan a un manejo de sus recursos para lograr que garanticen la conservación, defensa y mejoramiento del ambiente y de los recursos naturales involucrados. Esta ley tiene por objeto la fijación de normas generales por las cual se regirán el manejo y la administración del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del país para lo cual contara con un Plan Estratégico. Las ASPs podrán estar bajo dominio nacional, departamental, municipal o privado.

SINASIP

(Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas) – PY.

El Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Paraguay (SINASIP) creado en el año 1993, propone la creación de 39 Áreas Protegidas en todo el país representando el 10% de la superficie del territorio nacional (aproximadamente 41000 km²), estableciéndose hasta la fecha 22 Áreas Silvestres Protegidas cubriendo 15.000 km². Las Áreas Silvestres que pretenden ser fortalecidas a través del Proyecto fueron seleccionadas en base a los siguientes criterios:

- 1- Necesidad de proteger sitios ricos en especies, incluyendo las endémicas, de rangos restringidos, y las especies amenazadas globalmente,
- 2- Necesidad de asegurar la adecuación biogeográfica y su representatividad,
- 3- La imperativa necesidad de proteger grandes bloques contiguos de habitats,
- 4- La probabilidad de amenazas a la biodiversidad
- 5- La calidad de las políticas existentes y propuestas para la intervención en los sitios.

La fiscalización, administración y manejo de las A.S.P depende de la Dirección General de Protección y Conservación de la biodiversidad (S.E.A.M-2000).

Dentro de su plan se especifican estrategias que direccionan las funciones de las Áreas Protegidas del país. El SINASIP incorpora de una manera vanguardista 3 subsistemas de administración.

SUB-SISTEMAS DE ADMINISTRACION

- ✍ 1) El sub-sistema de ASP bajo administración pública.
- ✍ 2) el sub-sistema de ASP bajo administración privada.
- ✍ 3) el sub-sistema de ASP bajo régimen especial de manejo

ZONAS DE AMORTIGUAMIENTO

Región adyacente a todo perímetro del ASPs. Esta será de tamaño variable y sus límites serán determinados por el Plan de Manejo en cuestión, en esta zona donde se

expresa la solidaridad, beneficio mutuo, responsabilidad compartida entre la administración y las comunidades, los individuos, organizaciones privadas y gubernamentales para el manejo y la consolidación del ASP involucrada y el desarrollo socioeconómico y sustentable.

CATEGORIAS DE MANEJO

El Plan Maestro del SINASIP provee de una descripción de las siguientes categorías.

- ? **PARQUES NACIONALES:** áreas relativamente extensas donde uno o varios ecosistemas no están físicamente alterados (o minimamente alterados) por explotación y ocupación humana, las especies vegetales y animales, los sitios geomorfológicos y hábitat presentan un especial interés turístico, educacional y recreativo y comprenden paisajes naturales de una belleza excepcional. Son propiedad del estado y serán controlados por la Autoridad de aplicación (actualmente SEAM).
- ? **MONUMENTOS NATURALES:** áreas que contienen normalmente uno o varios elementos naturales específicos de notable importancia nacional, tales como una formación geológica, un sitio natural único. Son lugares que ofrecen posibilidades considerables desde el punto de vista pedagógico y de interés público. Su superficie no es factor significativo, solo deberá tener la extensión necesaria para que quede protegida su integridad. Estos territorios son propiedad del Estado y controlados por la Autoridad de Aplicación.
- ? **RESERVA DE RECURSOS MANEJADOS:** áreas de tamaño variable, apropiadas para la producción sustentable de productos forestales, hídrico, pasturas, fauna y flora silvestre, de formas de esparcimiento al aire libre y actividades agropecuarias. Pueden ser propiedades del Estado, Municipal o privado .
- ? **REFUGIOS DE VIDA SILVESTRE:** áreas preferentemente natural destinadas a la conservación de especies y ecosistemas a través de manejo activo. Puede poseer intervención humana activa para el manejo de las especies y los hábitats incluidos en el área, puede

contener poblaciones de especies de vida silvestre susceptibles de ser sometidas a manejo, y la administración del área puede ser ejercida por la Autoridad de Aplicación o por terceros, bajo fiscalización de la misma.

- ? **RESERVAS/REFUGIOS BIOLÓGICOS DE LAS ENTES HIDROELECTRICAS** (bajo régimen especial de manejo): son destinados a funciones principales relacionadas con la protección de los Embalses y de los rastros ecológicos encontrados en ellas. La tenencia de la tierra y la administración de las áreas esta a cargo de las Entidades Binacionales de Itaipu y Yacyreta.
- ? **RESERVAS NATURALES PRIVADAS**: son áreas que se encuentran bajo dominio privado declarado como tal mediante Decreto del Poder Ejecutivo o Ley, bajo consentimiento del propietario y por previa fundamentación técnica que contengan características particulares de los recursos biológicos, físicos y culturales y/o los procesos ecológicos.

SITUACION GENERAL DE LAS AREAS PROTEGIDAS DEL PARAGUAY (Noviembre, 2002)				
Nombre del Área (Actuales)	Área total Legalmente Establecida	Área total Consolidada	Área Silvestre Protegida Privada	Área Legalmente Establecida pero no Consolidada
Subsistema Público	(has)	(has)	(has)	(has)
Parques Nacionales (15)	1.849.555	1.453.555	-	396.000
1. Defensores del Chaco	780.000	780.000		
2. Médanos del Chaco	350.000	350.000		
3. Tinfunqué	280.000	280.000		
4. Paso Bravo	103.018	103.018		
5. Chovoreca	100.953	100.953		
6. Lago Ypoa	100.000	100.000		
7. Teniente Agripino Enciso	40.000	40.000		
8. Río Negro	34.000	34.000		
9. Caaguazú	16.000	16.000		

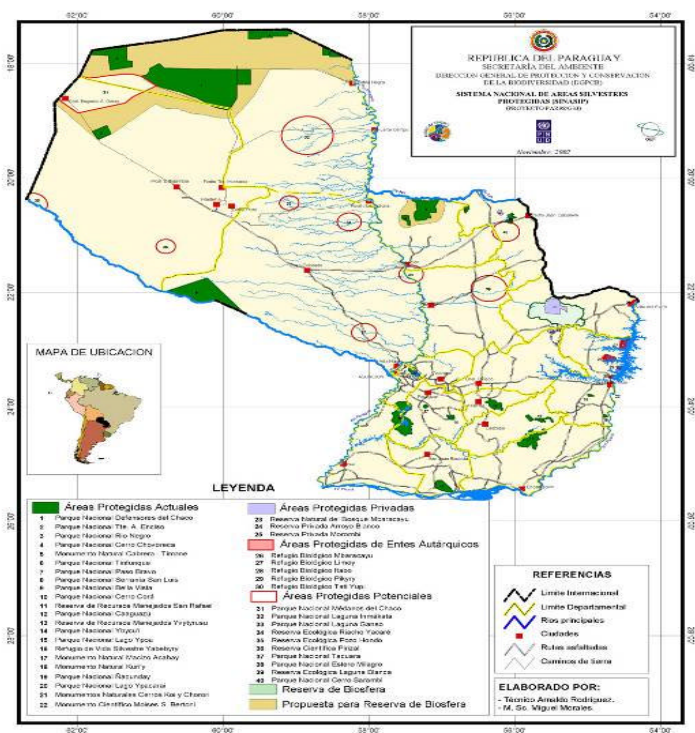
10. Lago Ypacarai	16.000	16.000		
11. Serranía San Luís	10.273	10.273		
12. Bella Vista	7.311	7.311		
13. Cerro Corá	5.000	5.000		
14. Ybycuí	5.000	5.000		
15. Ñacunday*	2.000	2.000		
Reservas de Recursos Manejados (2)	102.000	-	-	102.000
16. Serranía San Rafael	78.000			78.000
17. Yvytyrusu	24.000			24.000
Refugio de Vida Silvestre (1)	30.000	-	-	30.000
18. Yabebry	30.000			30.000
Monumentos Naturales (4)	116.517	112.050	-	4.467
19. Cerro Cabrera/Timane	112.000	112.000		
20. Kuri'y	2.000	50		1.950
21. Macizo Acahay	2.500			2.500
22. Cerros Coi y Chorori	17			17
Monumento Cultural (1)	199	199	-	-
23. Moises Santiago Bertoni	199	199		
Total Subsistema (23 Áreas)	2.098.271	1.565.804	-	532.467
Subsistema Privado				
1. Reserva Natural del Bosque Mbaracayú	64.000		64.000	
2. Reserva Privada Morombi	25.000		25.000	
3. Reserva Privada Arroyo Blanco	5.714		5.714	
4. Reserva Privada Isla Yacyretá	8.345		8.345	
Total Subsistema (4 Áreas)	103.059	-	103.059	-
Subsistema Bajo Régimen Especial de Manejo				
1. Reserva Biológica Tatí Yupí	2.536		2.536	
2. Reserva Biológica Mbaracayú	1.356		1.356	
3. Reserva Biológica Itabó	11.200		11.200	
4. Reserva Biológica Limoy	14.828		14.828	
5. Reserva Biológica Carapá	3.250		3.250	

6. Reserva Biológica Pikyry	1.161		1.161	
Total Subsistema (6 Áreas)	34.331	-	34.331	-
TOTAL ACTUAL				
Total (has)	2.235.661	1.565.804	137.390	532.467
Porcentaje	100,00	70,04	6,15	23,82
Km2	22.357	15.658	1.374	5.325
Porcentaje del país (406.752 Km2)	5,50	3,85	0,34	1,31
RESÚMEN				
Subsistema	Hectáreas	Km2	Porcentaje del Total de ASPs	Porcentaje del País
Público (Consolidado)	1.565.804	15.658	70,18	3,85
Público (No Consolidado)	532.467	5.325	23,86	1,31
Privado	103.059	1.031	4,62	0,25
Bajo Régimen Especial de Manejo	34.331	343	1,54	0,08
TOTAL	2.235.661	22.357	100,20	5,50

Fuente: Proyecto Paraguay Silvestre

SITUACION GENERAL DE LAS AREAS PROTEGIDAS DEL PARAGUAY

MAPA DE AREAS PROTEGIDAS DEL PARAGUAY



FOTOGRAFÍAS

REGIÓN OCCIDENTAL

PARQUE NACIONAL MEDANOS DEL CHACO

Vegetación característica del Parque



Formación sabana



Bosque seco



PARQUE NACIONAL DEFENSORES DEL CHACO

Entrada al Parque



Cerro León



Bosque hidrófilo



Bosque *Schinopsis balanseae*



RESERVA NATURAL CABRERA TIMANÉ

Bosque en galería



Cerro Cabrera



PARQUE NACIONAL RIO NEGRO

Planicie de Inundación



REGIÓN ORIENTAL

PARQUE NACIONAL CERRO CORÁ

Entrada al Parque





Zona Histórica

Vista desde el mirador cerro Muralla



Sendero Tape aviru



Especies endémicas

Sinningia amambayensis

Drosera sp.



PARQUE NACIONAL YBYCUI

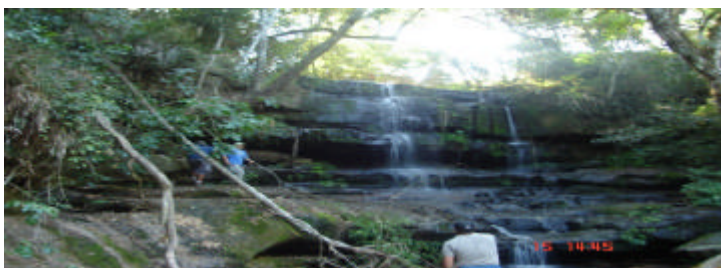
Entrada al parque



Salto Minas



Salto Guaraní

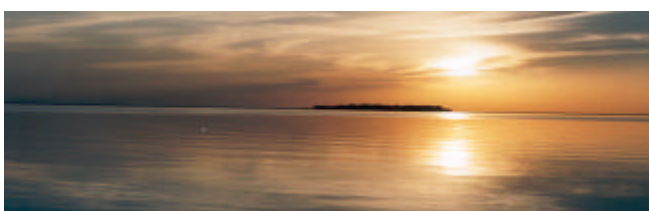


Zona histórica



PARQUE NACIONAL LAGO YPOA

Lago Ypoa



PARQUE NACIONAL YPAKARAI

Lago Ypakarai



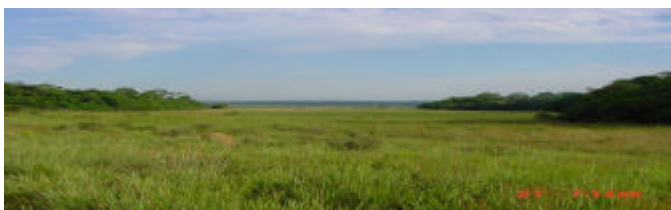
PARQUE NACIONAL SAN LUIS

Bosque alto serranía San Luís



RESERVA DE RECURSOS MANEJADOS SAN RAFAEL

Bosque en isla y sabana



Tajamar



Especien en peligro de extinción: *Cyathea atrovirens*



Ri  Tebicuary

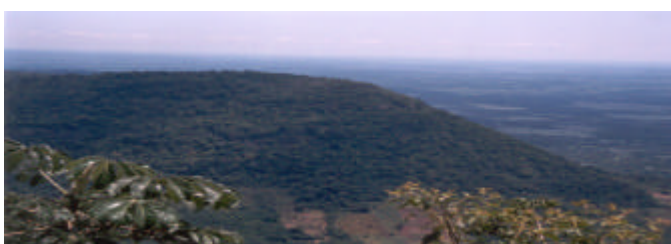


RESERVA DE RECURSOS MANEJADOS YVYTURUSU

Bosque Yvyturusu

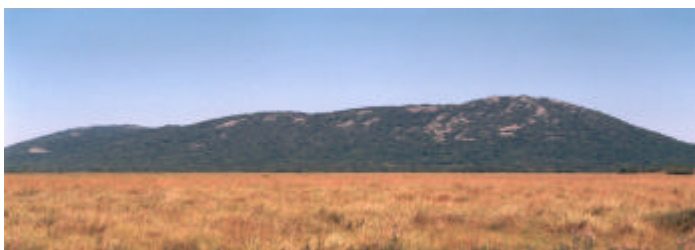


Paisaje característico

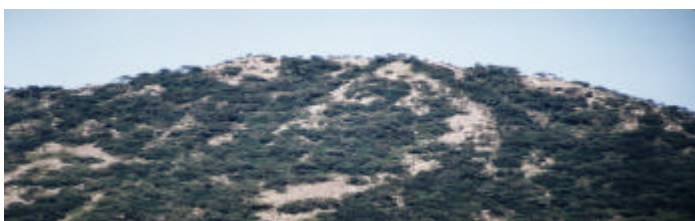


MONUMENTO NATURAL MACIZO ACAHAY

Cerro Acahay



Roquedales



RESERVA DE ITAIPU

REFUGIO BIOLÓGICO TATI YUPI

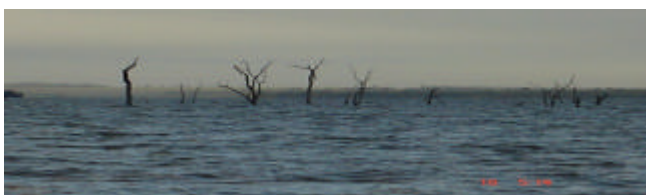
Muelle



Vista del muelle



Zona del embalse



BIBLIOGRAFÍA CITADA

CLARK, P. 2004. Guía de los Parques Nacionales y otras áreas Silvestres Protegidas del Paraguay. AGR Servicios Gráficos. Asunción; PY. 172 p.

PARAGUAY SILVESTRE. 2003. Situación SINASIP (en línea). Asunción;PY.

Consultado en 19 de abril de 2006. Disponible en

<http://www.paraguaysilvestre.org.py/inicio.htm>

SCHAPE. 2003. Fundación para el desarrollo sustentable del Chaco SudAmericano (en línea) Asunción; PY. Consultado en 19 de abril de 2006. Disponible en

<http://www.desdelchaco.org.py/index2.html>

FUNCIONES VOLUMÉTRICAS PARA *Pinus elliottii* Eng. IMPLANTADO EN LA REGIÓN NE CORRIENTES – S MISIONES, ARGENTINA[?]

TOTAL VOLUME EQUATIONS OF *Pins elliottii* Eng. IMPLANTED IN THE REGION NE CORRIENTES – S MISIONES, ARGENTINA

Sara Barth¹

Ernesto Crechi²

Hugo Fassola²

Aldo Keller²

¹. Ing. Ftal. Cátedra Dasometría. Fac. de Cs. Ftale. (UNaM). Bertoni 124. C. P. 3380. Eldorado, Misiones, Argentina.

e-mail: sbarth@arnet.com.ar

². Ings. Ftale. Técnicos Área Forestal. INTA EEA Montecarlo. Av. Libertador n° 2472. C. P. 3384. Montecarlo, Misiones, Argentina. Tel. y Fax: 54-03751-480057/480512.

e-mail: ecrechi@ceel.com.ar

SUMMARY

Prediction models of volume over bark for *Pinus elliottii* Eng were fitted based on stem analysis of trees from plantations located in Misiones and North Eastern Corrientes. As this agroecological region has different zones an analysis of the intercepts and slopes models for its established the need of individual functions for each one. Volume equation for NE Corrientes – S Misiones included diameter to 1,3 meters and total tree height as independent variables and total volume o. b. as dependent variable. This data base was constituted by 81 trees. The best Model was selected considering statistics like R^2 (determination coefficient), S_{yx} (standard error of the estimation), MAE (mean absolute error) and residual distribution. Modified Prodan model was selected and its mathematical expression, including a correction factor for logarithmic discrepancy, was:

$$\ln(vcc) = (-12,7392 + 4,49971 * \ln(dap) - 0,39361 * \ln^2(dap) + 0,18591 * \ln^2(h)) * 1,00346749$$

The validation against an independent data base showed an error of 0.022 ms³, its relative error was 1.74 %.

Key words : Volume equation, *Pinus elliottii*, Argentina.

[?] Trabajo Financiado por PAN 571: Funciones y Algoritmos dasométricos para manejo silvícola intensivo, de aplicación en plantaciones forestales orientadas a producción de madera de alto valor agregado.

RESUMEN

En base a datos obtenidos de árboles de plantaciones de *Pinus elliottii* Eng. localizadas en Misiones y Noreste de Corrientes se procedió al ajuste de modelos de predicción volumétrica para individuos con corteza. Un análisis de interceptos y pendientes de funciones generadas en las zonas que constituyen esa región agroecológica mostró diferencias significativas por lo que se consideraron las mismas en forma independiente, presentándose aquí los modelos correspondientes a NE Corrientes – S Misiones. Los modelos matemáticos testeados incluyeron como variables independientes al diámetro a 1,3 metros (dap) y la altura total del árbol (h), y como variable respuesta, el volumen total con corteza (vcc). La base de datos disponible para NE Corrientes – S Misiones estuvo constituida por 81 individuos. La selección del modelo se efectuó en base al análisis de los estadísticos R^2 (coeficiente de determinación), S_{yx} (error estándar de la estimación), EAM (error absoluto medio) y evaluación de la distribución de residuales. El mejor ajuste lo presentó el modelo Prodan modificado cuya expresión matemática, aplicando el factor de corrección por discrepancia logarítmica, resultó ser:

$$\ln(vcc) = (-12,7392 + 4,49971 * \ln(dap) - 0,39361 * \ln^2(dap) + 0,18591 * \ln^2(h)) * 1,00346749$$

La validación del modelo contra una muestra independiente evidenció un error de 0,022 m³, su error relativo fue de 1,74 %.

Palabras clave: Funciones volumétricas, *Pinus elliottii*, Argentina.

INTRODUCCIÓN

Uno de los procedimientos más empleados en la estimación de la producción forestal es el de recurrir al uso de ecuaciones de volumen de árboles individuales, CABACINHA, (2003); PARENT, (2003). Para obtener dichas funciones es necesario implementar una cubicación rigurosa de árboles previamente seleccionados, lo que por lo general exige el apeo de muestras de árboles para realizar mediciones a lo largo del fuste.

En la región existen antecedentes de tablas de volúmenes individuales de especies implantadas, entre ellos podemos citar a MARIOT y DE DIO (1982a, 1982b) quienes construyeron tablas de simple entrada para *Araucaria angustifolia* y *Pinus elliottii*, KOLLN y VIOLA (1987, 1988) construyeron tablas de volúmenes de simple y doble entrada para *Pinus elliottii*, *Pinus taeda* y *Araucaria angustifolia*. En el año 1997 fue presentado el Simulador Forestal de *Pinus elliottii* en un convenio entre INTA EEA Montecarlo, la Facultad de

Ciencias Forestales perteneciente a la Universidad Nacional de Misiones y empresas privadas del medio, en esa oportunidad se consideró modelos de volumen conjuntos para las provincias de Misiones y NE Corrientes (FRIEDL et al, 1997).

Dado que esta última base de datos fue ampliada, el objetivo del presente trabajo fue verificar si las bases de datos correspondientes a las zonas Misiones y NE Corrientes, podían unificarse en un solo modelo general, o bien debía ajustarse en *Pinus elliottii* un modelo de estimación de volumen individual con corteza para cada región en particular.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los datos de la base general (Misiones y NE Corrientes) provinieron de mediciones realizadas por diferentes empresas, entre ellas, Alto Paraná S. A., Celulosa Argentina S. A., Puerto Laharrague S. A., Las Marías S. A., los Ings. Mutarelli E., Mariott V., Friedl R., e instituciones como el ex IFONA e INTA EEA Montecarlo.

La base de datos general quedó conformada por 779 individuos, de los cuales, 698 correspondían a la zona Norte de Misiones – Alta Misiones y 81 a NE Corrientes – S Misiones (PAPADAKIS, 1974). 353 árboles de N de Misiones – Alta Misiones poseían a la vez datos con y sin corteza, no contando la base NE Corrientes – S Misiones con este último dato en sus análisis fustales.

Comparación de interceptos y pendientes por zona.

Se procedió a la comparación de interceptos (ordenadas al origen) y pendientes mediante un análisis de relaciones lineales que consideraban como variable dependiente al volumen observado con corteza y como variable independiente a $((dap^2)*h)$, ajustadas para las zonas Misiones Norte – Alta Misiones y NE de Corrientes – Sur de Misiones, pertenecientes a la región agroecológica de clima subtropical sin estación seca (PAPADAKIS, 1974).

Descripción de los datos de la base empleada

En tablas 1 a 9 se pueden observar los dap, alturas y edad máximos, mínimos y promedios, como así también el número de ejemplares de la misma y su distribución diamétrica.

El volumen total con corteza fue calculado mediante la fórmula de Smalian, mientras que el volumen del ápice fue calculado mediante la fórmula del cono. Dicho procesamiento fue efectuado con el Sistema de Procesamiento de Datos de Árboles Individuales, INTA EEA Montecarlo (KECK et al, 1997).

Tabla 1. Valores máximos, mínimos y promedios observados para las variables descriptoras de la base de datos general.

Table 1. Maximum, minimum and mean observed values of the descriptors variables of the general data base.

	dap (cm)	h (m)	edad (años)
Mínimo	6,0	3,7	5
Máximo	42,3	31,6	39
Promedio	23,9	16,8	15

Tabla 2: Valores máximos, mínimos y promedios observados para las variables descriptoras de la muestra independiente de validación de la base de datos general.

Table 2. Maximum, minimum and mean observed values of the descriptors variables of the independent sample of the general data base.

	dap (cm)	h (m)	edad (años)
Mínimo	6,0	4,9	5
Máximo	51,0	27,5	34
Promedio	17,8	13,7	11

Tabla 3: Frecuencia de individuos por clase diamétrica de la base general de datos empleada en el ajuste del modelo de *Pinus elliottii*.

Table 3. Frequencies by diameter class of the general data base of *Pinus elliottii*.

Clase diamétrica	N	n ajuste	n muestra independiente
0-9,9	55	49	6
10-19,9	173	87	91
20-29,9	87	76	10
30-39,9	80	71	5
40-49,9	31	29	2
50-59,9	8	7	1
Total	434	319	115

Donde:

N: Número total de individuos que integran la base de datos considerada

n ajuste: Número de ejemplares empleados en el ajuste de los modelos

n muestra independiente: Número de árboles separados como muestra independiente de validación

Tabla 4. Valores máximos, mínimos y promedios observados para las variables descriptoras de la base de datos empleada en el ajuste del modelo de *Pinus elliottii* de la zona NE Corrientes – S Misiones.

Table 4. Maximum, minimum and mean observed values of the descriptors variables of the data base used for fitting models of *Pinus elliottii* of the zone NE Corrientes – S Misiones.

	dap (cm)	h (m)	edad (años)
Mínimo	16,3	16,2	14
Máximo	42,3	27,8	19
Promedio	29,0	21,5	14

Tabla 5. Valores máximos, mínimos y promedios observados para las variables descriptoras de la muestra independiente de validación del modelo de volumen de *Pinus elliottii* de la zona NE Corrientes – S Misiones.

Table 5. Maximum, minimum and mean observed values of the descriptors variables of the independent sample used for validation of fitted models of *Pinus elliottii* of the zone NE Corrientes – S Misiones.

	dap (cm)	h (m)	edad (años)
Mínimo	20,3	17,8	14
Máximo	37,3	24,2	19
Promedio	28,9	21,6	17

Tabla 6. Frecuencia de individuos por clase diamétrica de la base de datos empleada en el ajuste del modelo de *Pinus elliottii* de la zona NE Corrientes – S Misiones.

Table 6. Frequencies by diameter class of the total data base of *Pinus elliottii* in the zone NE Corrientes – S Misiones.

Clase Diamétrica	N	n ajuste	n muestra independiente
10-19,9	4	4	5
20-29,9	40	35	4
30-39,9	35	31	
40-49,9	2	2	
Total	81	72	9

Tabla 7. Valores máximos, mínimos y promedios observados para las variables descriptoras de la base de datos empleada en el ajuste del modelo de *Pinus elliottii* de la zona N Misiones – Alta Misiones.

Table 7. Maximum, minimum and mean observed values of the descriptors variables of the data base used for fitting models of *Pinus elliottii* of the zone Northern Misiones – High Misiones.

	dap (cm)	h (m)	edad (años)
Mínimo	6,0	3,7	5
Máximo	55,5	31,6	39
Promedio	22,4	15,5	14

Tabla 8. Valores máximos, mínimos y promedios observados para las variables descriptoras de la muestra independiente de validación del modelo de volumen de *Pinus elliottii* de la zona N Misiones – Alta Misiones.

Table 8. Maximum, minimum and mean observed values of the descriptors variables of the independent sample used for validation of fitted models of *Pinus elliottii* of the zone Northern Misiones – High Misiones.

	dap (cm)	h (m)	edad (años)
Mínimo	6,0	4,9	5
Máximo	51,0	27,5	34
Promedio	28,5	16,3	20

Tabla 9. Frecuencia de individuos por clase diamétrica de la base de datos empleada en el ajuste del modelo de *Pinus elliottii* de la zona N Misiones – Alta Misiones.

Table 9. Frequencies by diameter class of the total data base of *Pinus elliottii* in the zone Northern Misiones – High Misiones.

Clase Diamétrica	N	n ajuste	n muestra independiente
0-9,9	55	49	6
10-19,9	169	83	86
20-29,9	47	41	6
30-39,9	45	40	5
40-49,9	29	27	2
50-59,9	8	7	1
Total	353	247	106

Ajuste de modelos para la zona NE Corrientes – S Misiones

Realizada la comparación de pendientes e interceptos, se procedió al ajuste de modelos para la estimación del volumen con corteza. Tras una revisión de los modelos más utilizados para ello, se decidió trabajar con los presentados en la tabla 10.

Tabla 10: Modelos utilizados en el ajuste de funciones volumétricas para *Pinus elliottii*.

Table 10. Models used for fitting volume functions for *Pinus elliottii*.

Modelo	Autor	Función
1	Prodan modificado	$\ln(v) ? b_0 ? b_1 ? \ln dap ? b_2. \ln dap^2 ? b_3 ? \ln h^2$
2	Schumacher – Hall	$\ln(v) ? b_0 ? b_1 ? \ln(dap) ? b_2 ? \ln(h)$
3	Spurr logaritmizado	$\ln(v) ? b_0 ? b_1 ? \ln(dap^2. h)$
4	Naslund	$v ? b_0 ? b_1 ? dap^2 ? b_2 ? dap^2. h ? b_3. dap. h^2 ? b_4. h^2$
5	Stoate	$v ? b_0 ? b_1 .dap^2 ? b_2 .(dap^2. h) ? b_3 .h$
6	Meyer	$v ? b_0 ? b_1 .dap ? b_2 .(dap^2) ? b_3 .dap .h$

Para sortear errores sistemáticos ocasionados por el empleo de transformaciones logarítmicas el volumen estimado fue afectado por el factor de corrección de discrepancia logarítmica. Meyer (1941).

$$F_c ? \exp(0,5 * S_{yx}^2)$$

La selección del modelo se efectuó en base al análisis de los estadísticos R^2 (coeficiente de determinación), S_{yx} (error estándar de la estimación), EAM (error absoluto medio) y evaluación de la distribución de residuales. El nivel alfa (α) de aceptación es del 95 %. Teniendo en cuenta que se utilizaron modelos con y sin transformación logarítmica, se utilizó el Índice de Furnival (IF) (SILVA et al, 1991) para realizar la comparación entre los mismos.

Con posterioridad se procedió a estimar la bondad del ajuste de los mejores modelos contrastando los mismos a través de una muestra independiente de validación seleccionada al azar (VANCLAY, 1994).

RESULTADOS

Comparación de interceptos y pendientes de modelos por región

Del análisis de la base de datos empleada surgió que para las regiones Norte de Misiones – Alta Misiones y Noreste de Corrientes – Sur de Misiones, si bien no existía diferencia significativa entre las pendientes de los modelos ajustados para cada una de ellas, estas sí se presentaban entre los interceptos de los mismos (Tabla 11). Por esta razón se consideró un modelo particular para cada zona.

Tabla 11. Estadísticos de la comparación de pendientes e interceptos de modelos de estimación del volumen de *Pinus elliottii* para las zonas de Misiones Norte – Alta Misiones y NE de Corrientes – S Misiones.

Table 11. Statistics of the comparison of slopes and intercepts of the models for volume estimation of *Pinus elliottii* for the zones Northern Misiones – High Misiones y NE de Corrientes – S Misiones.

	Suma de cuadrados	F	Valor P
(Dap ²)*H	207,642	23420,31	0,0000
Interceptos	0,186733	21,06	0,0000
Pendientes	0,00386955	0,44	0,5091
Modelo	207,832		

Ajuste de modelos para la región NE Corrientes – S Misiones

Tras evaluar el ajuste de diferentes modelos, se seleccionó Prodan modificado y Schumacher – Hall como los de mejor desempeño, siendo mínima sin embargo la diferencia a favor del primero.

Se presentan a continuación los modelos preseleccionados con sus coeficientes incluyendo el factor de corrección por discrepancia logarítmica (Meyer, 1941):

Modelo Prodan modificado

El mejor ajuste se presentó en el modelo Prodan modificado, cuya expresión matemática, aplicando el factor de corrección por discrepancia logarítmica, resultó ser:

$$\ln(vcc) = (-12,7392 + 4,49971 * \ln(dap) - 0,39361 * \ln^2(dap) + 0,18591 * \ln^2(h)) * 1,00346749$$

Schumacher – Hall

La expresión matemática del modelo Schumacher - Hall, incorporando el factor de corrección por discrepancia logarítmica, es:

$$\ln(vcc) = (-10,21360 + 1,89751 * \ln(dap) + 1,14441 * \ln(h)) * 1,00360708$$

Los estadísticos correspondientes a los modelos de mejor desempeño para estimación de volúmenes con corteza son presentados en tabla 12.

Tabla 12. Estadísticos de los diferentes modelos preseleccionados para la estimación de volúmenes de *Pinus elliottii* con corteza de la zona NE Corrientes – S Misiones.

Table 12. Statistics of the pre-selected models for volume estimation of *Pinus elliottii* o. b. for the zone NE Corrientes – S Misiones.

Modelo	R2 (%)	syx	F – ratio	P	EAM
Prodan modificado	97,9191	0,0832045	1066,59	0,0000	0,0658094
Schumacher - Hall	97,8036	0,0848598	1536,27	0,0000	0,0669024

Donde: R2: Coeficiente de determinación. Syx: Error estándar de la estimación. EAM: Error absoluto medio.

En la tabla 12 se puede observar que el estadístico F fue altamente significativo para ambas funciones, los coeficientes de determinación ajustados resultaron todos superiores a 0,99. El modelo Prodan modificado fue el que presentó el mayor valor de R^2 ; siendo además la que presentó el menor error estándar de la estimación.

A través de la observación gráfica de los residuos se pudo constatar que, si bien todas las funciones utilizadas tuvieron buen ajuste, únicamente Prodan modificado no presentaba tendenciosidad en la distribución de sus residuales.

En el gráfico 1 se presenta la distribución porcentual de los residuales de los modelos de Prodan modificado y Schumacher – Hall para estimar volumen con corteza.

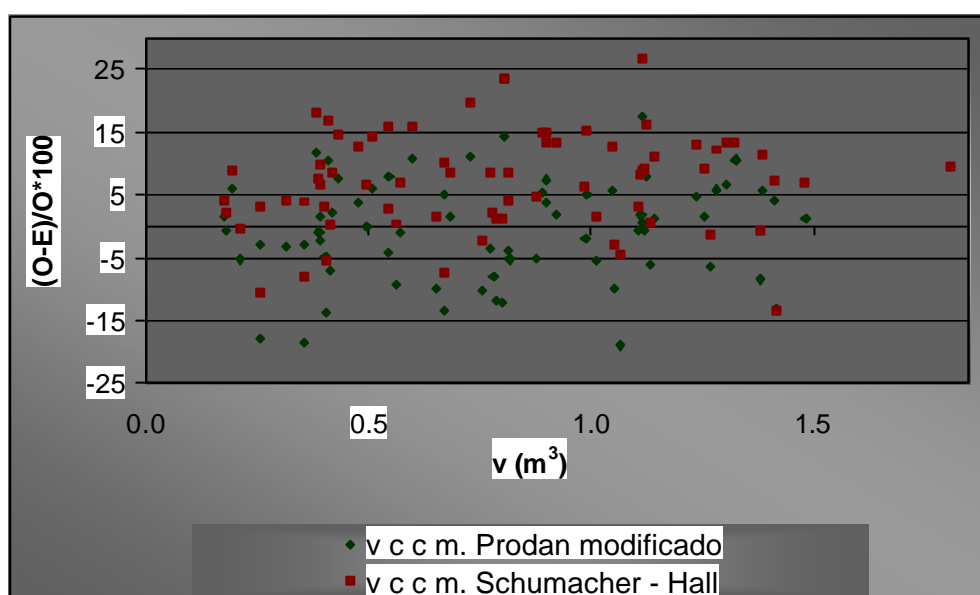


Gráfico 1. Diferencias porcentuales entre valores observados y estimados del volumen total con corteza de *Pinus elliottii* en la zona NE Corrientes – S Misiones.

Figure 1. Volume o. b. observed and estimated differences in percentage for *Pinus elliottii* in the zone NE Corrientes – S Misiones.

Validación del Modelo Prodan modificado para la estimación de volumen con corteza

En la tabla 13 se presenta el error que surge de la validación del modelo seleccionado al ser contrastado contra la muestra independiente.

Tabla 13. Errores promedios provenientes de la validación del modelo de Prodan modificado para la estimación de volumen con corteza de *Pinus elliottii* en la zona NE Corrientes – S Misiones

Table 13. Mean and relative errors as result of the validation of the model Prodan modified for volume o. b. estimation of *Pinus elliottii* in the zone NE Corrientes – S Misiones.

Modelo	Error (m ³)	Error relativo (%)
Prodan modificado	0,022	1,738
Donde:		
Error = (? Valor Observado – Esperado)/n		
Error relativo = (? ((Valor Observado – Esperado)/Valor observado * 100))/n		

El gráfico 2 presenta los volúmenes observados versus los estimados para el modelo Prodan modificado.

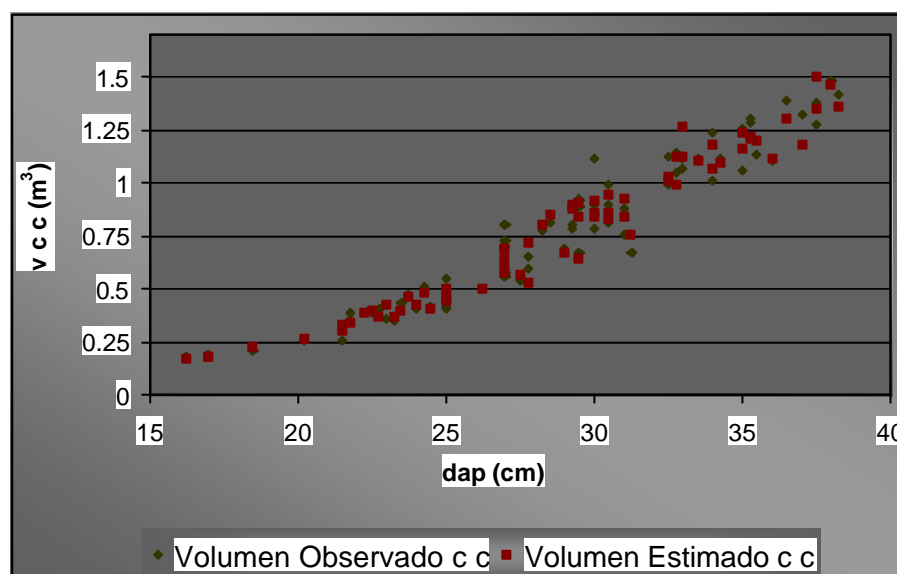


Gráfico 2. Volúmenes totales con corteza, observados y estimados. Modelo Prodan modificado de *Pinus elliottii* en la zona NE Corrientes – S Misiones.

Figure 2. Total volume o. b. observed and estimated of *Pinus elliottii* in NE Corrientes – S Misiones applying Prodan modified model.

Mediante un análisis gráfico de los puntos generados a través del empleo del modelo seleccionado frente a los datos reales se pudo observar que los mismos siguen un

agrupamiento similar a los datos observados pasando por el centro del diagrama de dispersión.

CONCLUSIONES

El modelo seleccionado resultó de ajustes que no presentan tendenciosidad respecto a los datos originales. Este modelo lleva implícita la medición de diámetros y alturas, por lo que se recomienda para el procesamiento de datos de inventarios de plantaciones comerciales, el ajuste previo de una relación hipsométrica.

Si bien fue posible definir varios modelos para estimar volumen con corteza de *Pinus elliottii* implantado en la zona Norte de Corrientes – Sur de Misiones, de acuerdo a los estadísticos utilizados, el modelo Prodan modificado presentó el mejor ajuste, mostrando además una mejor distribución de residuos. Validado dicho modelo a través de una muestra independiente arrojó un error promedio de – 1,74 %.

Dada la importancia de la especie en la zona es deseable a futuro ampliar la base de datos a considerar.

Para la utilización de los modelos presentados fuera de los rangos diamétricos considerados debería recurrirse a una evaluación previa.

BIBLIOGRAFÍA

- FRIEDL, R. A.; Crechi, E.; Fassola, H. 1997, Manual de Descripción Técnica del Simulador Forestal de *Pinus elliottii* 1.0. INTA EEA Montecarlo – Facultad de Ciencias Forestales. 15 p.
- FRIEDL, R. A.; Crechi, E.; Fassola, H. 1997, Manual de Descripción Técnica del Simulador Forestal de *Pinus taeda* 2.0. INTA EEA Montecarlo – Facultad de Ciencias Forestales. 16 p.
- KECK, A.; Fassola H, Crechi, E.;. 1997. INTA EEA Montecarlo. Sistema de procesamiento de datos de árboles individuales.
- 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, p.134-152.
- 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, p.181-194. 9

- MEYER, H. A. 1941. Correction for a systematic error occurring in the application of the logarithmic volume equation. Pennsylvania Forest School Research. Paper. 7. 3 p.
- MUTARELLI E. 1988. Evolución dasométrica de las plantaciones forestales de la provincia de Misiones. Folleto técnico forestal n° 62. Instituto Forestal Nacional. Dep. Inv. Forestales. Min. De Economía Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. Buenos Aire. 256 p.
- PAPADAKIS, J. 1974. Ecología, posibilidades Agropecuarias de las Provincias Argentinas. Fascículo 3. Enciclopedia Arg. de Agric. y Jardinería. Ed. ACME. 86p.
- SILVA, J.A.; Bailey, R.L. 1991. Considerações teóricas sobre o uso correto do Índice de Furnival na seleção de equações volumétricas. Rev. Àrv., Viçosa, 15 (3): 323-327.
- VANCLAY, j. (1994). Model evaluation and Re-calibration. En: Modelling Forest Growth and Yield. Applications to mixed Tropical Forest. CAB International. Pp. 204-221.

**Anexo 1: Tabla de volumen total con corteza para *Pinus elliottii* implantado en la región NE
Corrientes – S Misiones, expresado en metros cúbicos (m³) ***

**Appendix 1. Over bark total volume table of *Pinus elliottii* planted in the region NE
Corrientes – S Misiones (m³) ***

dap (cm)	Altura (m)							
	6	10	14	18	22	26	30	34
10	0,0210	0,0309	0,0421	0,0546	0,0682	0,0831	0,0992	0,1165
12,5	0,0374	0,0552	0,0753	0,0974	0,1218	0,1484	0,1771	0,2081
15	0,0584	0,0862	0,1174	0,1520	0,1900	0,2315	0,2763	0,3246
17,5	0,0834	0,1230	0,1676	0,2170	0,2712	0,3303	0,3943	0,4633
20	0,1118	0,1649	0,2246	0,2908	0,3635	0,4427	0,5286	0,6210
22,5	0,1430	0,2110	0,2875	0,3722	0,4652	0,5667	0,6765	0,7948
25	0,1767	0,2607	0,3552	0,4599	0,5748	0,7001	0,8358	0,9820
27,5	0,2124	0,3133	0,4268	0,5526	0,6908	0,8414	1,0044	1,1801
30	0,2496	0,3682	0,5016	0,6495	0,8119	0,9889	1,1805	1,3870
32,5	0,2881	0,4250	0,5789	0,7496	0,9370	1,1413	1,3625	1,6008
35	0,3275	0,4831	0,6581	0,8522	1,0652	1,2974	1,5488	1,8198
37,5	0,3676	0,5423	0,7387	0,9565	1,1956	1,4562	1,7384	2,0425
40	0,4081	0,6021	0,8202	1,0620	1,3274	1,6168	1,9302	2,2678
42,5	0,4489	0,6623	0,9022	1,1681	1,4602	1,7784	2,1231	2,4945
45	0,4898	0,7226	0,9844	1,2746	1,5932	1,9405	2,3166	2,7218
47,5	0,5307	0,7829	1,0665	1,3809	1,7261	2,1023	2,5098	2,9488
50	0,5714	0,8429	1,1483	1,4867	1,8584	2,2635	2,7023	3,1749

* Valores en letra ne grita corresponden a rangos de diámetros y alturas observados.

* Values in bold belong to the observed diametric and high range s.

**ESTIMACIÓN DE VOLÚMENES INDIVIDUALES CON CORTEZA EN *Pinus elliottii*
Eng. IMPLANTADO EN LA ZONA NORTE DE LA PROVINCIA DE MISIONES,
ARGENTINA[?]**

**INDIVIDUAL OVER BARK VOLUME ESTIMATION OF *Pinus elliottii* eng.
IMPLANTED IN NORTHERN MISIONES, ARGENTINA**

Sara Barth¹

Ernesto Crechi²

Hugo Fassola²

Aldo Keller²

¹. Ing. Ftal. Cátedra Dasometría. Fac. de Cs. Ftales. (UNaM). Bertoni 124. C. P. 3380. Eldorado, Misiones, Argentina.
e-mail: sbarth@arnet.com.ar

². Ings. Ftales. Técnicos Área Forestal. INTA EEA Montecarlo. Av. Libertador n° 2472. C. P. 3384. Montecarlo, Misiones, Argentina. Tel. y Fax: 54-03751-480057/480512.
e-mail: ecrechi@ceel.com.ar

SUMMARY

Volume over bark prediction models were fitted on the basis of trees data collection from *Pinus elliottii* Eng. plantations, located in Northern Misiones – High Misiones agroecological zone. The data base was constituted by 698 trees of which 195 were used as independent sample. The Models was evaluated considering statistics like R^2 (determination coefficient), S_{yx} (standard error of the estimation), MAE (mean absolute error) and residual distribution. The best model was Modified Prodan, its mathematical expression, including a correction factor for logarithmic discrepancy, was:

$$\ln(vcc) = (-12,7392 + 4,49971 * \ln(dap) - 0,39361 * \ln^2(dap) + 0,18591 * \ln^2(h)) * 1,00346749$$

The validation against an independent data base showed an error of 0,003 ms³, its relative error was – 0, 15 %.

[?] Trabajo Financiado por PAN 571: Funciones y Algoritmos dasométricos para manejo silvícola intensivo, de aplicación en plantaciones forestales orientadas a producción de madera de alto valor agregado.

Key words : Volume o. b., *Pinus elliottii*, North Misiones – high Misiones, Argentina.

RESUMEN

En base a datos obtenidos de plantaciones de *Pinus elliottii* Eng. distribuidas en la zona agroecológica Norte de Misiones – Alta Misiones se procedió al ajuste de modelos de predicción volumétrica para individuos con corteza. Se consideraron en total 698 individuos de los cuales 195 fueron separados como muestra independiente de validación. Los modelos fueron evaluados en base al análisis de los estadísticos R^2 (coeficiente de determinación), S_{yx} (error estándar de la estimación), EAM (error absoluto medio) y distribución de residuales. Elaborando un ranking de posiciones relativas entre los distintos modelos testeados, Prodan modificado resultó tener el mejor comportamiento, su expresión matemática, incorporando el factor de corrección por discrepancia logarítmica es la siguiente:

$$\ln(vcc) = (-8,3518 + 1,8016 \cdot \ln(dap) + 0,01525 \cdot \ln^2(dap) + 0,18211 \cdot \ln^2(h)) \cdot 1,004719512$$

Validado el modelo contra la muestra independiente, su error fue de $0,003 \text{ m}^3$, con un error relativo de $-0,15 \%$.

Palabras clave: Volumen con corteza, *Pinus elliottii*, Norte de Misiones – Alta Misiones, Argentina.

INTRODUCCIÓN

La dificultad en la determinación directa del volumen mediante la cubicación de secciones hace conveniente contar con expresiones matemáticas que permitan estimar el volumen de los árboles sobre la base de mediciones simples. Para la determinación del volumen de árboles individuales se utilizan mediciones de diámetros a distintas longitudes del fuste.

En la región existen antecedentes de tablas de volúmenes individuales de especies implantadas, entre ellos podemos citar a MARIOT y DE DIO (1982a, 1982b) quienes construyeron tablas de simple entrada para *Araucaria angustifolia* y *Pinus elliottii*, KOLLN y VIOLA (1987, 1988) construyeron tablas de volúmenes de simple y doble entrada para *Pinus elliottii*, *Pinus taeda* y *Araucaria angustifolia*. En el año 1997, en un convenio entre INTA EEA Montecarlo, la Facultad de Ciencias Forestales perteneciente a la Universidad Nacional de Misiones y empresas privadas del medio, fue presentado el Simulador Forestal de *Pinus*

elliottii, *Pinus taeda* y *Araucaria angustifolia*. En esa oportunidad para *P. elliottii* y *P. taeda* se consideraron modelos de volumen conjuntos para las provincias de Misiones y NE de Corrientes (FRIEDL et al, 1997). La base de datos empleada en este último proyecto fue ampliada en el proyecto PAN 571 (INTA, 2006), en el marco del cual se determinó que los datos de las distintas subregiones que componen la región agroecológica de clima subtropical sin estación seca (PAPADAKIS, 1974) no podían ser considerados en forma conjunta. (KELLER et al, 2006).

El objetivo de este trabajo es presentar un modelo para la estimación de volumen con corteza de individuos de *Pinus elliottii* implantados en las subregiones Misiones Norte y Alta Misiones (PAPADAKIS, 1974). Se considera la base total de datos disponible, sin tomar en cuenta la restricción de que tengan a la vez datos de diámetro con y sin corteza, mejorando de esta manera la precisión del modelo.

MATERIALES Y METODOS

Los datos de la base general provinieron de mediciones realizadas por diferentes empresas, entre ellas, Alto Paraná S. A., Celulosa Argentina S. A., Puerto Laharrague S. A, los Ings. Mutarelli E., Mariott V., Friedl R., e instituciones como el ex IFONA e INTA EEA Montecarlo.

Descripción de los datos de la base empleada en el ajuste

En tablas 1 a 3 se pueden observar los diámetros a altura de pecho (dap), alturas (h) y edad; máximos, mínimos y promedios, como así también el número de ejemplares de la misma y su distribución diamétrica.

El volumen total con corteza (vcc) fue calculado mediante la fórmula de Smalian, el volumen del ápice fue calculado mediante la fórmula del cono. Dicho procesamiento fue realizado con el Sistema de Procesamiento de Datos de Árboles Individuales, INTA EEA Montecarlo (KECK et al, 1997).

Tabla 1. Valores máximos, mínimos y promedios observados para las variables descriptoras de la base de datos empleada en el ajuste del modelo de *Pinus elliottii* de la zona N Misiones – Alta Misiones.

Table 1. Maximum, minimum and mean observed values of the descriptors variables of the data base used for fitting models of *Pinus elliottii* of the zone Northern Misiones – High Misiones.

	dap (cm)	h (m)	edad (años)
Mínimo	6,0	3,7	5
Máximo	55,5	31,6	39
Promedio	24,2	17,4	16

Tabla 2. Valores máximos, mínimos y promedios observados para las variables descriptoras de la muestra independiente de validación del modelo de volumen de *Pinus elliottii* de la zona N Misiones – Alta Misiones.

Table 2. Maximum, minimum and mean observed values of the descriptors variables of the independent sample used for validation of fitted models of *Pinus elliottii* of the zone Northern Misiones – High Misiones.

	dap (cm)	h (m)	edad (años)
Mínimo	6,0	4,9	5
Máximo	51,0	27,5	34
Promedio	17,2	13,1	11

Tabla 3. Frecuencia de individuos por clase diamétrica de la base de datos empleada en el ajuste del modelo de *Pinus elliottii* de la zona N Misiones – Alta Misiones.

Table 3. Frequencies by diameter class of the total data base of *Pinus elliottii* in the zone Northern Misiones – High Misiones.

Clase Diamétrica	N	n ajuste	n muestra independiente
0-9,9	61	55	6
10-19,9	308	152	156
20-29,9	134	120	14
30-39,9	147	132	15
40-49,9	40	37	3
50-59,9	8	7	1
Total	698	503	195

Donde:

N: Número total de individuos que integran la base de datos considerada

n ajuste: Número de ejemplares empleados en el ajuste de los modelos

n muestra independiente: Número de árboles separados como muestra independiente de validación

Ajuste de modelos

Tras una revisión de los modelos más utilizados para la estimación de volúmenes individuales, se resolvió trabajar con los presentados en la tabla 4.

Tabla 4: Modelos utilizados en el ajuste de funciones volumétricas para *Pinus elliottii*.

Table 4. Models used for fitting volume functions for *Pinus elliottii*.

Modelo	Autor	Función
1	Prodan modificado	$\ln(v) ? b_0 ? b_1 ? \ln dap ? b_2 . \ln dap^2 ? b_3 ? \ln h^2$
2	Schumacher – Hall	$\ln(v) ? b_0 ? b_1 ? \ln(dap) ? b_2 ? \ln(h)$
3	Spurr logaritmizado	$\ln(v) ? b_0 ? b_1 ? \ln(dap^2 . h)$
4	Naslund	$v ? b_0 ? b_1 ? dap^2 ? b_2 ? dap^2 . h ? b_3 . dap . h^2 ? b_4 . h^2$
5	Stoate	$v ? b_0 ? b_1 . dap^2 ? b_2 . (dap^2 . h) ? b_3 . h$
6	Meyer	$v ? b_0 ? b_1 . dap ? b_2 . (dap^2) ? b_3 . dap . h$

Para estimar los volúmenes a partir de los modelos logarítmicos, se aplicó el factor de corrección de discrepancia logarítmica propuesto por Meyer (1941).

$$F_c = \exp(0,5 * S_{yx}^2)$$

La selección del modelo se efectuó en base al análisis de los estadísticos R^2 (coeficiente de determinación), S_{yx} (error estándar de la estimación), EAM (error absoluto medio) y evaluación de la distribución de residuales. El nivel alfa (α) de aceptación es del 95 %.

Teniendo en cuenta que se utilizaron modelos con y sin transformación logarítmica, se utilizó el Índice de Furnival (IF) (SILVA et al, 1991) para realizar la comparación entre modelos.

Finalmente se procedió a estimar la bondad del ajuste de los mejores modelos contrastando con una muestra independiente de validación seleccionada al azar (VANCLAY, 1994).

RESULTADOS

Evaluated el ajuste de los diferentes modelos se optó por Prodan Modificado y Schumacher – Hall como los de mejor desempeño.

Se presentan a continuación los modelos definitivos con sus coeficientes.

Modelo Prodan modificado

La expresión matemática del modelo Prodan modificado, incorporando el factor de corrección por discrepancia logarítmica es la siguiente:

$$\ln(vcc) = (-8,3518 + 1,8016 * \ln(dap) + 0,01525 * \ln^2(dap) + 0,18211 * \ln^2(h)) * 1,004719512$$

Modelo Schumacher – Hall

La expresión matemática del modelo Schumacher - Hall, incorporando el factor de corrección por discrepancia logarítmica es la siguiente:

$$\ln(vcc) = (-9,66221 + 1,94571 * \ln(dap) + 0,88514 * \ln(h)) * 1,005241321$$

Los estadísticos correspondientes a los modelos seleccionados en primera instancia para estimación de volúmenes con corteza son presentados en tabla 5.

Tabla 5. Estadísticos de los diferentes modelos preseleccionados para la estimación de volúmenes de *Pinus elliottii* con corteza de la zona N Misiones – Alta Misiones.

Table 5. Statistics of the pre-selected models for volume estimation of *Pinus elliottii* o. b. for the zone Northern Misiones – High Misiones.

Modelo	R2 (%)	Syx	F – ratio	P	EAM
Prodan modificado	99,5266	0,0970403	34758,41	0,0768526	0,0000
Schumacher – Hall	99,4733	0,1022510	46934,22	0,0805750	0,0000

Donde: R2: Coeficiente de determinación. Syx: Error estándar de la estimación. EAM: Error absoluto medio.

En el gráfico 1 se presenta la distribución porcentual de los residuales de los modelos Prodan modificado y Schumacher –Hall para estimar volumen con corteza, siendo estos los que presentan menor tendenciosidad, aunque ésta se hace evidente a partir de volúmenes superiores a 2 m³.

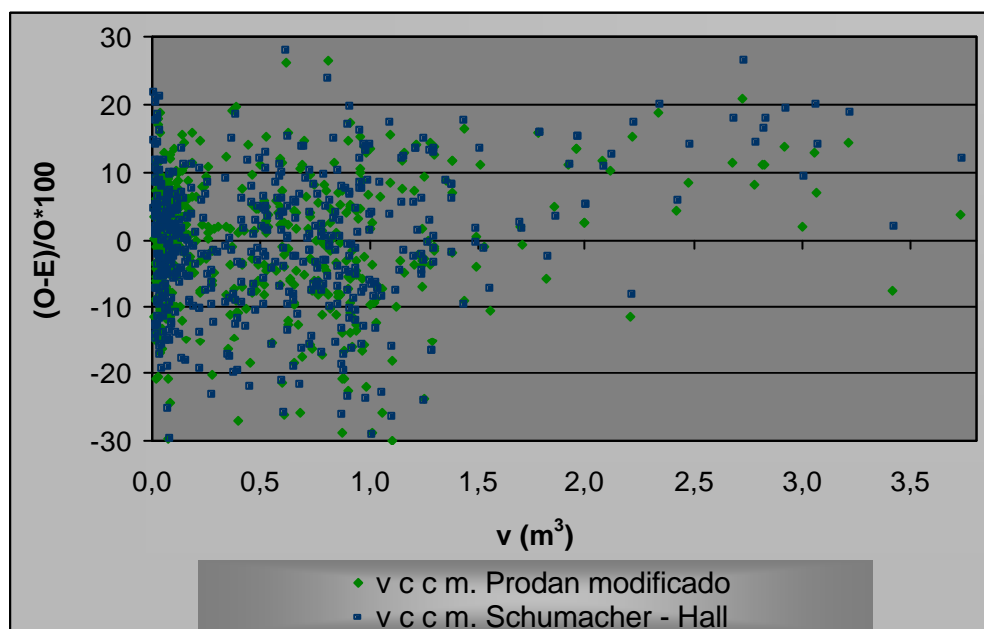


Gráfico 1. Diferencias porcentuales entre valores observados y estimados del volumen total con corteza de *Pinus elliottii* en la zona N Misiones – Alta Misiones.

Figure 1. Volume o. b. observed and estimated differences in percentage for *Pinus elliottii* in the zone Northern Misiones – High Misiones.

Como se observa en la tabla 5, el estadístico F fue altamente significativo para los modelos presentados, los coeficientes de determinación resultaron superiores a 0,99. El mayor coeficiente de determinación se presentó en el modelo Prodan modificado que a su vez arrojó el menor error estándar de la estimación.

Validación del modelo Prodan modificado

En la tabla 6 se presenta el error que surge de la validación del modelo seleccionado al ser contrastado contra la muestra independiente.

Tabla 6. Errores promedios provenientes de la validación del modelo de Prodan modificado para la estimación de volumen con corteza de *Pinus elliottii* en la zona N Misiones – Alta Misiones

Table 6. Mean and relative errors as result of the validation of the model Prodan modified for volume o. b. estimation of *Pinus elliottii* in the zone Northern Misiones – High Misiones.

Modelo	Error (m ³)	Error relativo (%)
Prodan modificado	0,003	-0,145
Donde:		
Error = (? Valor Observado – Esperado)/n		
Error relativo = (? ((Valor Observado – Esperado)/Valor observado * 100))/n		

El gráfico 2 muestra los valores observados versus los estimados con el modelo Prodan modificado para volúmenes con corteza.

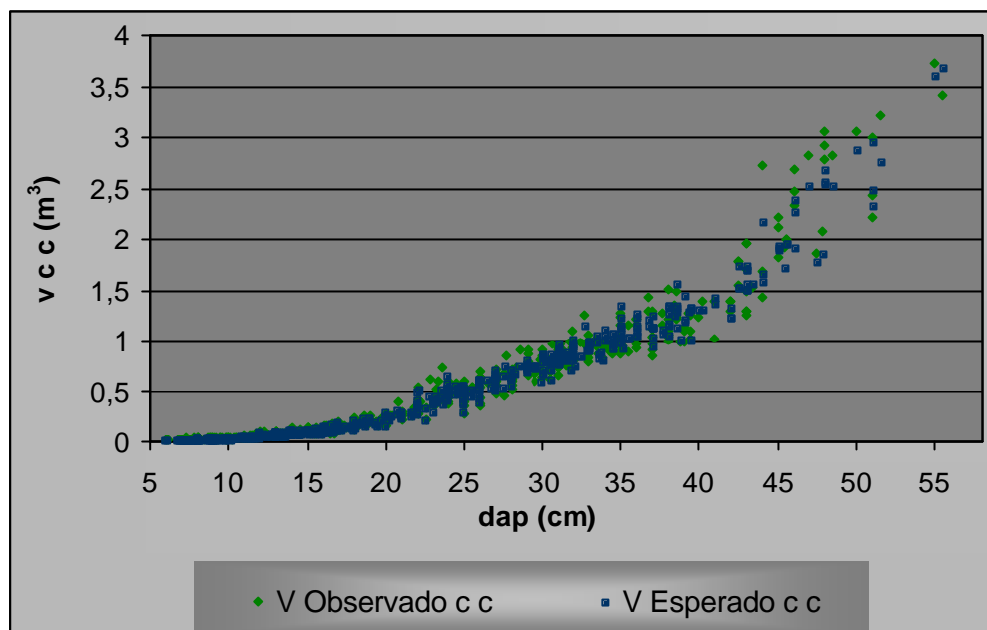


Gráfico 2. Volúmenes totales con corteza, observados y estimados. Modelo Prodan modificado de *Pinus elliottii* en la zona N Misiones – Alta Misiones

Figure 2. Total volume o. b. observed and estimated of *Pinus elliottii* in Northern Misiones – High Misiones applying Prodan modified model.

Mediante un análisis gráfico de los puntos generados a través del empleo de los modelos seleccionados frente a los datos reales, se pudo observar que los mismos siguen un agrupamiento similar a los datos observados pasando por el centro del diagrama de dispersión.

CONCLUSIONES

Si bien de acuerdo a los estadísticos utilizados fue posible definir varios modelos como aptos para predecir volumen individual con corteza de *Pinus elliottii* implantado en las Zonas Norte y Alta Misiones, Prodan modificado presentó el mejor ajuste, mostrando además una mejor distribución de residuos. Validado dicho modelo a través de una muestra independiente, arrojó un error relativo promedio de $-0,15\%$.

En los modelos ajustados, si bien la validación arrojó muy bajos errores para estimación de volumen con corteza, se pudo observar a través del gráfico de residuales una cierta tendenciosidad de los mismos a partir de árboles de volúmenes mayores a 2 m^3 ; para su utilización fuera de los rangos diamétricos considerados se sugiere una evaluación previa.

Como el modelo propuesto requiere de datos de dap y altura total, es aconsejable proceder al ajuste previo de una relación hipsométrica de empleo local.

BIBLIOGRAFÍA

- FRIEDL, R. A.; Crechi, E.; Fassola, H. 1997, Manual de Descripción Técnica del Simulador Forestal de *Pinus elliottii* 1.0. INTA EEA Montecarlo – Facultad de Ciencias Forestales. 15 p.
- FRIEDL, R. A.; Crechi, E.; Fassola, H. 1997, Manual de Descripción Técnica del Simulador Forestal de *Pinus taeda* 2.0. INTA EEA Montecarlo – Facultad de Ciencias Forestales. 16 p.
- INTA. 2006. Inédito. Informe Proyecto PAN 571. Funciones y Algoritmos dasométricos para manejo silvícola intensivo, de aplicación en plantaciones forestales orientadas a producción de madera de alto valor agregado.
- KECK, A.; Fassola H, Crechi, E.;. 1997. INTA EEA Montecarlo. Sistema de procesamiento de datos de árboles individuales.
- KELLER, A., Fassola H., Crechi E., Barth S. 2006. Funciones de volumen individual, con y sin corteza para *Pinus elliottii* Eng. implantado en la provincia de misiones, argentina. En: XII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. FCF Eldorado – INTA EEA Montecarlo. Eldorado. Misiones.
- 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, p.134-152.
- 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, p.181-194. 9
- MEYER, H. A. 1941. Correction for a systematic error occurring in the application of the logarithmic volume equation. Pennsylvania Forest School Research. Paper. 7. 3 p.
- MUTARELLI E. 1988. Evolución dasométrica de las plantaciones forestales de la provincia de Misiones. Folleto técnico forestal n° 62. Instituto Forestal Nacional. Dep. Inv. Forestales. Min. De Economía Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. Buenos Aire. 256 p.
- PAPADAKIS, J. 1974. Ecología, posibilidades Agropecuarias de las Provincias Argentinas. Fascículo 3. Enciclopedia Arg. de Agric. y Jardinería. Ed. ACME. 86p.

- SILVA, J.A.; Bailey, R.L. 1991. Considerações teóricas sobre o uso correto do Índice de Furnival na seleção de equações volumétricas. *Rev. Àrv.*, Viçosa, 15 (3): 323-327.
- VANCLAY, j. (1994). Model evaluation and Re-calibration. En: *Modelling Forest Growth and Yield. Applications to mixed Tropical Forest*. CAB International. Pp. 204-221.

Anexo 1: Tabla de volumen total con corteza para *Pinus elliottii* implantado en la zona Norte Misiones – Alta Misiones, expresado en metros cúbicos (m³) *

Appendix 1. Table of estimated volume o. b. for *Pinus elliottii* in zone Northern Misiones – High Misiones (m³) *

dap (cm)	Altura (m)							
	6	10	14	18	22	26	30	34
5	0,0080	0,0118	0,0159	0,0205	0,0255	0,0310	0,0368	0,0431
7.5	0,0171	0,0250	0,0338	0,0436	0,0542	0,0657	0,0782	0,0916
10	0,0292	0,0428	0,0579	0,0745	0,0927	0,1125	0,1338	0,1567
12.5	0,0444	0,0650	0,0879	0,1133	0,1409	0,1710	0,2034	0,2381
15	0,0626	0,0915	0,1239	0,1596	0,1986	0,2409	0,2866	0,3356
17.5	0,0837	0,1224	0,1657	0,2135	0,2656	0,3222	0,3833	0,4489
20	0,1077	0,1576	0,2134	0,2748	0,3419	0,4148	0,4934	0,5778
22.5	0,1346	0,1970	0,2667	0,3435	0,4274	0,5185	0,6168	0,7223
25	0,1644	0,2406	0,3257	0,4196	0,5221	0,6333	0,7533	0,8822
27.5	0,1971	0,2885	0,3905	0,5029	0,6258	0,7591	0,9030	1,0574
30	0,2326	0,3404	0,4608	0,5935	0,7385	0,8959	1,0657	1,2479
32.5	0,2709	0,3966	0,5368	0,6914	0,8603	1,0436	1,2414	1,4537
35	0,3121	0,4568	0,6184	0,7964	0,9910	1,2022	1,4300	1,6746
37.5	0,3561	0,5212	0,7055	0,9087	1,1307	1,3716	1,6315	1,9106
40	0,4029	0,5897	0,7982	1,0281	1,2793	1,5518	1,8459	2,1617
42.5	0,4525	0,6623	0,8965	1,1547	1,4368	1,7429	2,0732	2,4278
45	0,5049	0,7390	1,0003	1,2884	1,6031	1,9447	2,3132	2,7089
47.5	0,5601	0,8197	1,1096	1,4292	1,7783	2,1573	2,5661	3,0050
50	0,6181	0,9046	1,2245	1,5771	1,9624	2,3805	2,8317	3,3160
52.5	0,6788	0,9935	1,3448	1,7321	2,1553	2,6145	3,1100	3,6420
55	0,7423	1,0865	1,4707	1,8942	2,3570	2,8592	3,4011	3,9828

* Valores en letra negrita corresponden a rangos de diámetros y alturas observados.

* Values in bold belong to the observed diametric and high ranges.

**DINAMICA DE LA REGENERACION NATURAL EN UN BOSQUE
APROVECHADO EN MISIONES, ARGENTINA**

**REGENERATION DYNAMICS IN HARVESTED FOREST IN MISIONES,
ARGENTINA**

Silvina Berger¹

Nardia Bulfe²

Liliana Rivero²

Patricio Mac Donagh³

¹Becaria auxiliar. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM. Bertoni 124, Km 3, Eldorado, Misiones, Argentina.

²Becaria de iniciación. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM. Bertoni 124, Km 3, Eldorado, Misiones, Argentina.

³ Prof. Adj. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM. Bertoni 124, Km 3, Eldorado, Misiones, Argentina, mdonagh@facfor.unam.edu.ar

SUMMARY

It were compared results of regeneration in harvested areas with and without traffic of forest machinery in the Guaraní Reservation; in Misiones, Argentina. It were compared the variables height, increment in height and density of renew by means of an ANOVA. The dynamics of the regeneration was described in each situation, through the comparisson of the years 2002 and 2004. The increment values in height, mean height and density were bigger in areas with traffic. The balance between recruitment and mortality was negative in the traffic situation. These behaviors can be explained by the predominance of heliofitas species in this treatment. In the areas with traffic it can be observed the first stage of natural regeneration. The commercial species registered in both treatments were *Parapiptadenia rígida* and *Nectandra lanceolata*.

Key words : Natural regeneration, forest traffic, increase in height, dynamic.

RESUMEN

Se analizaron datos de regeneración arbórea de tratamientos situados en zonas con y sin tránsito de maquinaria forestal en la Reserva de Uso Múltiple Guaraní; en Misiones, Argentina. Se compararon las variables altura media, incremento en altura y abundancia de

renovales de los datos obtenidos en ambos tratamientos mediante un ANOVA. Se describió la dinámica de la regeneración en cada situación. En todos los casos se utilizaron datos de los años 2002 y 2004. Los valores de incremento en altura, altura media y densidad resultaron mayores en zonas con tránsito. El balance entre reclutamiento y mortalidad es negativo en el mismo. Estos comportamientos pueden ser explicados por la predominancia de especies heliófitas en este tratamiento.

Se observa, en zonas con tránsito de maquinaria forestal, los primeros estadios de una sucesión vegetal. Se describe el incremento en altura de las especies con interés comercial en la provincia con mayor abundancia en ambos tratamientos. Las especies comerciales registradas en ambos tratamientos son *Parapiptadenia rígida* y *Nectandra lanceolata*.

Palabras clave: Regeneración natural, Tránsito forestal, Incremento en altura, Dinámica.

INTRODUCCION

El aprovechamiento del bosque con fines comerciales puede causar un gran impacto sobre el rodal remanente, afectando la regeneración natural (MAC DONAGH et al., 1999; SIST et al., 2002).

Si se espera que las áreas aprovechadas ofrezcan una producción continua de madera, el manejo forestal debe contemplar que los procesos que contribuyen a la regeneración ocurran dentro de áreas aprovechadas y no solamente en zonas de conservación. El estudio de estos procesos debe generar información para lograr este objetivo. (EIBL et al. 1993; GUARIGUATA 1998).

El cambio más dramático en la disponibilidad de recursos que ocasiona la apertura de caminos forestales se relaciona con el aumento de luz directa, lo cual trae consecuencias para la dinámica de la vegetación, como puede ser aparición y desarrollo de especies heliófitas, las que presentan crecimientos verticales acelerados, el incremento en los niveles de producción de frutos y el rompimiento de la latencia de semillas en el suelo. (LAMPRECHT, 1990; GUARIGUATA, 1998).

Según registros de GUARIGUATA et al. (2001) algunos de los géneros más representativos de especies pioneras en bosques Neotropicales son *Cecropia*, *Solanum* y *Ochroma*. Los mismos son demandantes de luz y poseen una maduración precoz y corta vida.

En la Reserva de Uso Múltiple Guaraní; BULFE et al. (2003) encontraron en zonas transitadas una predominancia de *Trema*, *Solanum*, *Urera*, *Parapiptadenia*, además de una mayor riqueza de especies con respecto al bosque sin disturbio (41 y 34 especies

respectivamente), pero con una menor densidad (20.547 y 23.672 individuos por hectárea respectivamente).

En cuanto a los incrementos en altura, en parcelas ubicadas en un bosque primario degradado en Eldorado, Misiones VERA *et al.* (1998) obtuvieron las siguientes medianas para las especies: *Cedrela Fissilis* (Cedro): 20,7 cm., *Nectandra lanceolata* (Laurel amarillo): 18 cm y *Cabralea canjerana* (Cancharana): 15cm.

El objetivo de este trabajo es evaluar la dinámica de la regeneración natural en un bosque intervenido.

MATERIALES Y METODOS

El presente estudio fue desarrollado en la Reserva Forestal de Uso Múltiple Guaraní; en Misiones, Argentina. El mismo posee una superficie total de 5.343 hectáreas, se ubica en el departamento Guaraní, municipio El Soberbio, a los 26°57' de latitud sur y 54°15' de longitud oeste. El punto más alto es de 574 m.s.n.m. en el sector sur. Hacia el sudoeste las alturas son inferiores, donde no superan los 180 a 200 m.s.n.m.

El clima de la región corresponde según Köppen al tipo -Cfa-, constantemente húmedo y subtropical; con una precipitación media anual de 1800 mm. y una temperatura media anual de 21°C. El área se sitúa en la región fitogeográfica denominada “Provincia Paranaense”, distrito de las selvas.

En un área de 70 Has se aplicaron diferentes modalidades de aprovechamiento en 21 parcelas de 1 ha, en las cuales se relevaron todos los ejemplares arbóreos y palmas de más de 10 cm de dap.

La cosecha se realizó entre junio y julio de 1999. Los árboles fueron cortados empleando una motosierra Stihl 070. Las trozas eran “lingadas” con cable de acero, y arrastradas hasta planchada por un skidder de 10 tn de peso total, rodado 18,4 x 34.

Para la medición de la regeneración se cuenta con dos grupos de parcelas, instaladas con diferentes características.

El primero, fue instalado originalmente para la medición de la regeneración arbórea en cada una de las 21 parcelas del ensayo general. En estas se instalaron 5 subparcelas de 20 m² cada una donde se identificaron, marcaron y midieron todos los individuos de más de 30 cm de altura hasta 10 cm de DAP (diámetro a la altura de pecho: 1,30m) con el objetivo de seguir la evolución de estos. (RIVERO *et al.* 2002). Estas parcelas fueron relevadas anualmente hasta el año 2004.

A los fines de determinar los efectos directos del arrastre de madera durante la cosecha sobre la evolución de la regeneración arbórea, BULFE *et al.* (2003) instalaron el segundo grupo de parcelas. Para ello se seleccionaron cuatro de las 21 parcelas, en función a su composición florística y estructura similares que recibieron algún tipo de aprovechamiento. Para ello se instalaron subparcelas de 4 m² en sitios transitados y no transitados. En cada subparcela se identificaron y midieron todos los individuos de más de 30 cm. de altura y menor a 10 cm. de dap. Se midió la altura total de los individuos en metros (h) y el diámetro a la altura del cuello en mm (d.a.c). Se realizaron mediciones en los años 2002 y 2004.

Para el presente trabajo, se realizó un reagrupamiento de los datos, de manera tal que de el primer ensayo realizado originalmente del total de 105 parcelas de regeneración se utilizaron las que no sufrieron transito de maquinaria. Esto contabiliza un total 98 subparcelas abarcando una superficie de 1960 metros cuadrados y 2245 individuos relevados. El mismo conforma en el presente estudio el tratamiento ST (Sin transito).

Por otra parte, del segundo ensayo instalado, que estaba compuesto de 32 parcelas con tractoreras y 32 parcelas testigo se utilizaron, para el presente trabajo, solamente las 32 parcelas con tractoreras que contabilizan una superficie de 128 m² y un total de 314 individuos relevados. Esto conforma en el presente estudio el tratamiento CT (con tránsito)

Se compararon las variables altura media, incremento en altura y abundancia de renovales de los datos obtenidos en el tratamiento ST y CT. Como los dos tratamientos difieren entre si en el tamaño de la muestra se evaluaron primeramente las variables por parcela y luego se utilizó un ANOVA, el que permite comparar tamaños de muestra diferentes. Además se describió la mortalidad y reclutamiento de la regeneración en cada situación. En todos los casos se utilizaron datos de los años 2002 y 2004.

RESULTADOS Y DISCUSION

En lo referido a composición florística, las especies más abundantes en las zonas con tránsito de maquinaria fueron: *Parapiptadenia rígida* (Anchico colorado), *Urera baccifera* (Ortiga), *Trema micrantha* (Palo pólvora) y *Solanum verbasifolium* (Fumo bravo), tal como lo describieron BULFE *et al.* (2003).

En las zonas sin tránsito las especies con mayor abundancia fueron: *Philocarpus pinnatifolius* (Jaborandi), *Nectandra megapotamica* (Laurel negro), *Cupania vernalis* (Camboata colorado) y *Sorocea ilicifolia* (Ñandipá).

BULFE *et al.* (2003) relevaron en la zona con tránsito un total 263 individuos perteneciendo a 41 especies distribuidas en 21 familias.

En la zona sin tránsito se relevó en este estudio un total de 2245 renovales que pertenecen a 78 especies distribuidas en 31 familias, representando una densidad promedio de 11.658 individuos por hectárea. Esto es contrario a lo citado por BULFE *et al.* (2003), donde la riqueza en la zona testigo presentó valores inferiores y la densidad valores mayores a lo registrado en zona de vías de saca. Una causa posible es que las parcelas testigo analizadas por BULFE *et al.* se encontraban cercanas a las vías de saca y podrían haber tenido un grado de perturbación mayor a las utilizadas como libres de tránsito en el presente trabajo

Tabla 1: Comparación de las variables incremento en altura, densidad promedio y altura media en zonas con y sin tránsito.

Table 1: Comparison of the variables increment in height, density average and height average in areas with and without traffic.

	Incremento en altura (cm/año)	Promedio Densidad (Ind/ha)	Altura media (cm)	Area muestreada (m ²)	N (Nro individuos)
ST	16,42	11658	142,4	1960	2245
CT	26,90	24531	255,7	128	314
p	0,019	0,000	0,000		

En la **tabla 1** se presenta la comparación de las variables incremento en altura, densidad promedio y altura media reportándose diferencias estadísticamente significativas entre las zonas CT y ST. En todos los casos se observan valores mayores en la situación de área transitada.

En la **tabla 2** se enumeran las especies que registraron mayores incrementos en altura en los diferentes tratamientos y sus valores de abundancia. Se puede observar que en las zonas sin tránsito también se relevaron especies características de sitios perturbados, tal es el caso de *Solanum*, probablemente debido a alguna perturbación natural, ya que se encontraron en forma aislada en algunas parcelas y el número de individuos fue menor con respecto a la zona con tránsito.

Tabla 2: Especies con mayores incrementos en altura en cada tratamiento.**Table 2: Species with more increments in height in each treatment.**

Tratamiento	Nombre científico	Nombre común	Abundancia (ind/ha)	Incremento cm/año
ST	<i>Casearia sp.</i>	Burro caa	10	125
	<i>Solanum verbasifolium</i>	Fumo bravo	25	92
	<i>Jacaratia spinosa</i>	Jacaratia	10	60
	<i>Solanum sp.</i>	-	5	51,5
CT	<i>Trema micrantha</i>	Palo pólvora	2421	80.2
	<i>Solanum verbasifolium</i>	Fumo bravo	1875	75
	<i>Cupania vernalis</i>	Camboatá colorado	156	44.5
	<i>Dalbergia variabilis</i>	Isapuy	703	43.8

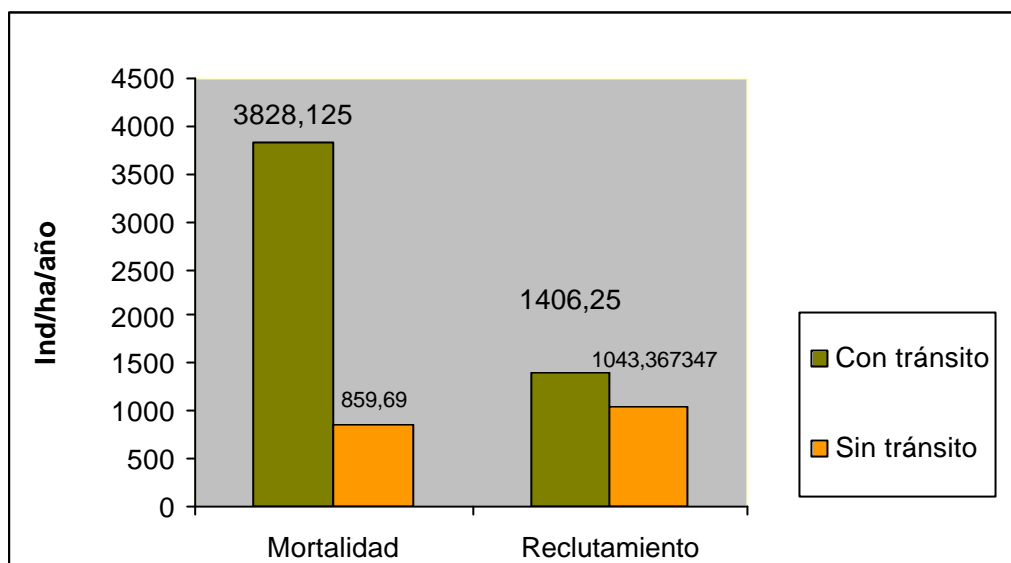
En la **tabla 2** se enumeran las especies que registraron mayores incrementos en altura en los diferentes tratamientos y sus valores de abundancia. Se puede observar que en las zonas sin tránsito también se relevaron especies características de sitios perturbados, tal es el caso de *Solanum*, probablemente debido a alguna perturbación natural, ya que se encontraron en forma aislada en algunas parcelas y el número de individuos fue menor con respecto a la zona con tránsito.

Analizando en conjunto las tablas 1 y 2 se puede afirmar que el mayor crecimiento se da en la zona transitada. Si bien los valores de incremento para las especies citadas en el cuadro 2 son mayores en ST que en CT estas son especies que registran valores de abundancias bajas.

El mayor crecimiento en CT se debe a la mayor abundancia de especies pioneras que se registra en este tratamiento y a la característica de las mismas de poseer crecimientos acelerados. A su vez la mayor densidad de renovales esta asociada a la mayor disponibilidad del recurso luz, y a la alta disponibilidad de semillas de especies heliófitas en el suelo (LAMPRECHT 1990).

Grafico 1: Mortalidad y Reclutamiento en zonas con y sin transito.

Graph 1: Mortality and Recruitment in areas with and without traffic.



En el **grafico 1** se resumen los valores de Mortalidad y Reclutamiento encontrados para cada tratamiento. Se puede observar que las parcelas sin transito presentan un balance positivo, mientras que en las zonas con transito el balance es negativo, ya que existe una mayor mortalidad de renovales en contraste con el menor número de reclutamiento. Cabe destacar también que las áreas transitadas demuestran una dinámica más expresiva que sitios sin tránsito (mayor cantidad de individuos involucrados), siendo esto una característica de las especies que componen la comunidad establecida en el área transitada, donde hay una alta regeneración de individuos y una competencia inter e intraespecífica por los recursos.

Uno de los efectos directos del tránsito de la maquinaria forestal es la apertura del dosel aumentado la disponibilidad de luz. Esto permite que especies heliófitas se regeneren en estas áreas. Según LAMPRECHT (1990) y GUARIGUATA (2001) éstas tienen una ventaja competitiva debido a la alta disponibilidad de sus semillas viables y a su crecimiento vertical acelerado. Esto se ve reflejado por la presencia de especies heliófitas como ser *Solanum sp.*, *Trema micrantha*, y *Dalbergia variabilis* que presentan valores superiores de abundancia y los mayores incrementos en altura en el tratamiento con transito. Éstas poseen la característica de vida relativamente corta, principalmente los géneros *Solanum*, *Urera* y *Trema*, lo que hace

que sean reemplazadas por otras especies mas longevas, dándose de esta manera el proceso de sucesión vegetal.

Si bien no se presenta un análisis detallado para el total de las especies, se observó que muchas de las especies relevadas en ambos tratamientos pertenecen a especies utilizadas con fines maderables en la provincia (MINISTERIO ECOLOGIA 2005), los mismos no presentan los mayores valores de abundancia, pero están presentes en el bosque. A continuación en las tablas 3 y 4 se describen las especies que se encontraban con cuatro o más individuos en la muestra, presentándose la mediana de los incrementos de altura en centímetros por año.

Tabla 3: Número de individuos relevados, abundancia, mediana de incrementos en altura y desvío de especies comerciales con mayor abundancia en zonas sin tránsito.

Table 3: Number of individuals, abundance, median of height increment and deviation of commercial species with more abundance in areas without traffic.

Especie	Ind relevados	Ind/ha	Incremento altura (cm/año)	Desvío (cm)
Laurel negro (<i>Nectandra lanceolata</i>)	101	5,15	5,5	8,5
Guatambú (<i>Balfourodendron riedelianum</i>)	27	1,38	10	13,5
Incienso (<i>Myrocarpus frondosus</i>)	15	0,77	6,25	19,6
Marmelero (<i>Ruprechtia laxiflora</i>)	10	0,51	4	7,9
Guayubira (<i>Patagonula americana</i>)	6	0,31	33,75	22,8
Anchico colorado (<i>Parapiptadenia rigida</i>)	5	0,26	13	6,9
Laurel guaica (<i>Ocotea puberula</i>)	4	0,20	7	14,9

Tabla 4: Número de individuos relevados, abundancia y mediana de incrementos en altura y desvío de especies maderables con mayor abundancia en zonas con tránsito.

Table 4: Number of individuals, abundance, median of height increment and deviation of commercial species with more abundance in areas with traffic.

Especie	Ind relevados	Ind/ha	Incremento altura (cm/año)	Desvío (cm)
Anchico colorado (<i>Parapiptadenia rigida</i>)	51	39,84	8	4,23
Cedro (<i>Cedrela fissilis</i>)	4	3,13	12,75	2,85
Laurel negro (<i>Nectandra lanceolata</i>)	6	4,69	4,25	4,71

En las zonas sin tránsito se observa una riqueza de especies de interés comercial mayor que en la zona con tránsito. Las especies de interés comercial que se registran en ambos tratamientos con más 4 individuos en la muestra son *Parapiptadenia rígida* que obtuvo medianas de incremento anual mayores en el CT que en ST, y *Nectandra lanceolata* que presenta mayores valores de incremento en ST en comparación con ST.

Se observa que *Cedrela fissilis* ha sido relevada solamente en el tratamiento con tránsito y su mediana de crecimiento (12,75cm/año) resulta menor a lo citado por VERA *et al.* (20,7 cm/año).

Sería interesante hacer un seguimiento de las especies de interés comercial para constatar que su regeneración pase a estadíos superiores.

CONCLUSIONES

Los valores de incremento en altura, altura media y densidad resultaron mayores en zonas con tránsito forestal debido al rápido crecimiento que presentan las especies heliófitas que aquí se regeneraron en mayor abundancia. Es posible que el balance negativo entre reclutamiento y mortalidad en las situaciones con tránsito se deba a las características de estas

especies de poseer rápido crecimiento, mucha abundancia y por lo tanto mucha competencia inter e intraespecífica por los recursos.

Por lo descrito anteriormente se observa que áreas con tránsito de maquinaria forestal se encuentran en la primera etapa de una regeneración natural. Hay presencia de regeneración de especies de interés comercial en zonas con y sin tránsito. En las zonas sin tránsito se observa una riqueza de especies de interés comercial mayor que en la zona con tránsito. Las medianas de incremento en altura difieren entre cada una de las especies. Las especies de interés comercial que se registran en ambos tratamientos con más 4 individuos en la muestra son *Parapiptadenia rígida* que obtuvo medianas de incremento anual mayores en el CT que en ST, y *Nectandra lanceolata* que presenta mayores valores de incremento en ST en comparación con ST.

Sería interesante hacer un seguimiento de las mismas para constatar que su regeneración pase a estadíos superiores.

BIBLIOGRAFIA

BULFEN, Rivero L, Eibl B, Mac Donagh P, Toma. T. 2003. Efectos del arrastre de madera en cosecha selectiva sobre la regeneración natural de un bosque neotropical en Misiones, Argentina. X Jornadas Técnicas y Ambientales. Eldorado Misiones.

CABRERA A, Willink A. 1980. Biogeografía de América Latina. Monografía N° 13. OEA. Washington, DC. Pp. 117.

EIBL B, Szczipanski L, Rios R, Vera N. 1993. Regeneración de especies forestales nativas de la selva misionera. VI Jornadas Técnicas Eldorado Misiones. Pp 100-122.

GUARIGUATA M. 1998. Consideraciones ecológicas sobre la regeneración natural aplicada al manejo forestal. Colección Manejo Diversificado de Bosques Naturales. Publicación N° 14. CATIE. Costa Rica.

GUARIGUATA M, Ostertag, R. 2001. Neotropical secondary forest sucesion: changes in structural and functional characteristics. Forest Ecology and Management. 148 185-206.

LAMPRECHT 1990. Silvicultura en los Trópicos. GTZ. Pp 59-84.

MAC DONAGH, P, Gauto O, López Cristóbal L, Vera N, Figuered S, Fernánadez R, Garibaldi J, Alvez M, Keller H, Marek M, Cavallin J, Kobayashi S. 2001. Evaluation of Forest Harvesting Impacts On Forest Ecosystems. In Kobayashi S, Turnbull Jw, Toma T, Mori T, Majid Nmna (Eds) Rehabilitation Of Degraded Tropical Forest Ecosystems. Workshop Proceedings, 2-4 November 1999, Bogor, Indonesia. Pp. 96-79

Ministerio de Ecología y Recursos Naturales Renovables. Los bosques en Misiones 2005. 20 Especies mayormente utilizadas por la Industria. Posadas. Misiones. Pagina Web.

PINARD M, Putz F. 1996. Retaining forest biomass by reducing logging damage. *Biotropica* 28 (3). Pp 278-295

RIVERO L, Garibaldi J, Eibl B, Mac Donagh P, 2002. Preferencias ambientales para la regeneración natural de especies arbóreas. IX Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Eldorado. Misiones.

SIST, P, Shei D, Kartawinata K, Priyadi H. 2002. Reduced-Impact Logging In Indonesian Borneo: Some Results Confirming The Need For New Silvicultural Prescriptions. *Forest Ecology And Management* 179. Pp 415-457.

VERA N. López Cristóbal, Keller H. Thews C.1998. Dinámica de crecimiento de la regeneración de especies nativas del bosque misionero y su respuesta a tratamientos silviculturales en el dosel intermedio y sotobosque. VI Jornadas Técnicas. Eldorado, Misiones. Pp 12-17.

**DURABILIDAD Y DENSIDAD DE LA MADERA DE *Araucaria angustifolia*
IMPREGNADA CON POLIETILENGLICOL PM 600**

**DURABILITY AND WOOD DENSITY OF *Araucaria angustifolia* IMPREGNED
WITH POLIETHILINGLYCOL**

BOBADILLA Elisa Alicia¹

SUIREZS Teresa María²

STEHR Alicia³

WANDERER Ricardo⁴

AMARILLA Marciana⁵

REDKA Luis⁶

¹ FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES-UNaM- Bertoni 124, Eldorado, Misiones, Argentina. elisa@facfor.unam.edu.ar

² FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES-UNaM- Bertoni 124, Eldorado, Misiones, Argentina. suirezs@facfor.uman.edu.ar

³⁻⁴⁻⁵⁻⁶ FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES-UNaM- Bertoni 124, Eldorado, Misiones, Argentina.

SUMMARY

The durability and density of the *Araucaria angustifolia* (parana pine) wood were evaluated when impregnated under pressure with polyethyleneglycol of molecular weight of 600 in water suspension of 50%. Commercial woods were selected at random from local industries and were impregnated with polyethyleneglycol of molecular weight of 600, in water suspension at 50% by the Burnett method with a vacuum of $-0,5 \text{ kg/cm}^2$ and 7 kg/cm^2 of pressure during 120 minutes, with an average retention of 322 kg/m^3 . The probes for the experiments were taken according to the IRAM (Institute Argentine of Material Rationalization) protocols N° 9518 y; 95344 respectively. The durability in front of the action of pathogen agents, of the impregnated wood was not significantly larger than the wood of the same species but without impregnation. The density of the impregnated wood with polyethyleneglycol has been significantly larger than the control without impregnation.

Key words: Durability, Densities, Impregnation, Polyethyleneglycol

RESUMEN

El objetivo del trabajo consistió en evaluar la durabilidad y las densidades de la madera de *Araucaria angustifolia* (pino paraná) impregnada a presión con polietilenglicol de peso molecular 600, en solución acuosa al 50 %. Se seleccionaron al azar maderas comerciales de las industrias locales y se impregnaron por el método de Burnett aplicándose vacío de $-0,5 \text{ kg/cm}^2$ y presión de 7 kg/cm^2 , durante 120 minutos, obteniéndose en estas condiciones retención promedio de 322 kg/m^3 . Las probetas para los ensayos de durabilidad y densidades se realizaron bajo las normas IRAM (Instituto Argentino de Racionalización de Materiales) protocolos N° 9518 y N° 9544, respectivamente. La durabilidad frente a la acción de agentes patógenos, en la madera impregnada no tuvo un aumento significativo respecto a la madera de la misma especie sin impregnar. Las densidades en la madera impregnada con polietilenglicol han aumentado significativamente respecto a la madera sin impregnar.

Palabras clave: Durabilidad, densidades, impregnación, polietilenglicol.

INTRODUCCIÓN

El Pino paraná, (*Araucaria angustifolia*), objeto de estudio en este trabajo tiene su área de distribución natural abarca desde Río Grande del Sur hasta Minas Gerais, en Brasil, y en Argentina en el nordeste de Misiones. Es un árbol de follaje perenne que alcanza los 40 metros de altura y 1,50 metros de diámetro. La madera es blanda y liviana de color blanco-amarillenta, y el duramen oscurece con el paso del tiempo. La densidad es de $0,500 \text{ gr/cm}^3$ DIMITRI, (1977).

Esta madera tiene múltiples aplicaciones en carpintería, construcciones civiles, madera compensada, pasta para papel, etc, actualmente la araucaria se cultiva en casi toda la Argentina templado-calida, desde las fronteras nortehñas hasta el sur de la provincia de Buenos Aires como planta ornamental. En Misiones se realizan plantaciones con fines comerciales. BILONE, (1990), la superficie actual cultivada es de 10.000 has. GONZALEZ, et. al. (1994), estudiaron las densidades de la madera de pino paraná (*Araucaria angustifolia*) reforestado en Misiones, obteniendo los siguientes resultados, densidad aparente. $0,51 \text{ gr/cm}^3$, densidad anhidra. $0,48 \text{ gr/cm}^3$ y densidad básica. $0,43 \text{ gr/cm}^3$.

Polietilenglicol

El polietilenglicol es uno de los agentes más efectivos utilizados para el engrosado de la pared celular. El tratamiento con éste producto da mejores resultados si se utiliza en soluciones acuosas de 30 a 50 % de concentración en peso del polímero.

El polietilenglicol (PEG) se obtiene por polimerización de óxido de etileno, y el peso molecular (PM) del monómero es de 106, e incrementando el grado de polimerización, al variar "n", varía el PM, con $n = 1; 3; 5; 8$, y se obtiene PEG de $PM = 106; 149; 414$, respectivamente. Su fórmula general es $H(OCH_2CH_2)_nOH$. Son líquidos viscosos, inodoros, incoloros, solubles en agua forman soluciones transparentes, tienen baja toxicidad y poseen baja presión de vapor, REYNOLDS (1992).

El Polietilenglicol PM 600, utilizado en este trabajo tiene un peso molecular del rango entre 570-630. La densidad a $25^\circ C$ es de $1,138 \text{ g/cm}^3$. La viscosidad (centistok) 10,5 el punto de fusión de -7° a $-4^\circ C$ es poco higroscópico, REYNOLDS (1992)

Durabilidad de la madera

El empleo de una madera en un uso determinado, depende principalmente de sus propiedades físicas, mecánicas y de su carácter estético, definidas sobre la madera sana. Es necesario sin embargo no dejar de considerar que estas propiedades son modificadas, en mayor o menor escala, con el transcurso del tiempo.

Entre las causas que provocan alteraciones de la madera, se hallan los hongos xilófagos responsables, principalmente aquellas destinadas a la construcción de viviendas. Tal es la importancia, que ha dado origen a la industria de la preservación de madera. Ante la acción de agentes micóticos las maderas presentan diferente resistencia. Esto se debe a su estructura y a las proporciones de sustancias químicas contenidas en los tejidos leñosos, variables según la especie, la edad del árbol y las condiciones de desarrollo CARBALLEIRA LÓPEZ et al, (1986). Se entiende por durabilidad natural al conjunto de propiedades de la madera, características de cada especie, que le confieren una determinada durabilidad en servicio, cuando son utilizadas sin ningún tratamiento preservativo.

Los hongos que atacan a las maderas producen, básicamente pudriciones que desintegran la lignina por oxidación y la celulosa por hidrólisis, causando pérdida del color natural, peso y propiedades de resistencia mecánicas de la madera. MARTÍNEZ. (1952).

MATERIALES Y METODOS

La madera de pino paraná, fue seleccionada al azar de las industrias locales tanto para ensayos de durabilidad como para los de densidad.

La madera para la elaboración de las probetas fue impregnada con polietilenglicol PM 600 por el método Burnett, gráfico 1.

Para los ensayos de durabilidad y el cultivo de los hongos se de la madera, se siguió las técnicas sugeridas por la Norma IRAM 9518/1962, métodos de laboratorio, que consiste en tomar probetas de 3 x 1 x 0,5 cm. Se utilizaron 5 probetas de maderas impregnadas por cada hongo en estudio, y 5 probetas de madera sin impregnar, por especie de hongo utilizado como testigo.

Las cepas de hongos utilizadas fueron: *Pycnoporus sanguineus* BAFC: 2341, *Gloeophyllum* sp. BAFC: 2735, *Laetiporus sulphureus* BAFC: 205, *Ganoderma applanatum*, BAFC: 1168, *Pleurotus* sp, proporcionadas por el Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad de Buenos Aires.

El cultivo de los hongos se realizó en medio de Noble que consistió en 25 gr de agar y 15 gr de extracto de malta, por cada 1000 gr de agua destilada, esta solución se colocó en tubos de Pirex de 200 mm de largo y 20 mm de diámetro, obturados con tapón de algodón, este material se esterilizó en autoclave a 0,5 atm de presión durante 5 minutos y luego colocados en posición inclinada, aproximadamente 10° con el propósito de que se forme el pico de flauta, el cual una vez solidificado y en condiciones asépticas se colocaron sobre esa superficie trozos de micelios de cada hongo mencionado, y en esas condiciones fueron colocados en estufa durante 14 días a $27^{\circ} \text{C} \pm 1^{\circ} \text{C}$, con observaciones diarias hasta que el desarrollo del micelio cubra totalmente el pico de flauta.

Una vez desarrollado totalmente el micelio del hongo en los tubos, se depositaron en el mismo cada una de las probetas previamente identificadas, número de repeticiones, tratamientos y tipo de hongo, y nuevamente fueron ubicadas en estufa de cultivo durante tres meses, a una temperatura de $28^{\circ} \text{C} \pm 1^{\circ} \text{C}$, con controles semanales, finalizado este periodo, las probetas se retiraron de los tubos, se los limpio de restos de micelio dejándolas en ambiente de laboratorio durante 48 hs, para su acondicionamiento, luego se tomaron los pesos de las probetas.

Para la determinación de los pesos se utilizaron una balanza Mettler, con precisión de 001 miligramos.

La durabilidad de las maderas se determinó a partir de la diferencia de peso, antes y después de finalizado el tratamiento.

El diseño utilizado fue completamente al azar y el análisis de varianza de experimento de factorial 1 x 2 x 5, donde el primero corresponde al número de especies de maderas, el segundo al tratamiento impregnado y no impregnado, y el tercer factor especies de hongos.

Para la clasificación de la durabilidad de la madera de la especie estudiada se utilizó el criterio de FINDLAY (1951).

La determinación de las densidades se realizó utilizando 20 probetas de maderas impregnadas y 20 probetas de madera sin impregnar como testigo. El análisis de los datos obtenidos, se realizó a través de un análisis de variancia y comparación de medias.

Para los ensayos se utilizaron los siguientes elementos, volumenómetro de Breuil, balanza Mettler con precisión de 0,01 miligramos, estufas de secado con termostato para regular temperaturas de $103^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, siguiendo la norma IRAM N° 9544 que establece el uso de probetas cúbicas de madera de 2 cm de aristas y para el calculo de las mismas se utilizaron las siguientes ecuaciones:

$$DE = Pe/Ve \quad DA = Po/Vo \quad DB = Po/Vs$$

Siendo:

DE = Densidad estacionado al 12% de humedad, en gr/cm^3

Pe = Peso de la muestra estacionada, en gr.

Ve = Volumen de la muestra estacionada, en cm^3

Po = Peso de la muestra seca, en gr.

DA = Densidad específica aparente anhidro (seco), en gr/cm^3

Vo = Volumen de la muestra seca, en cm^3

DB = Densidad específica aparente básico en gr/cm^3

Vs = Volumen de la muestra saturada, en cm^3 .

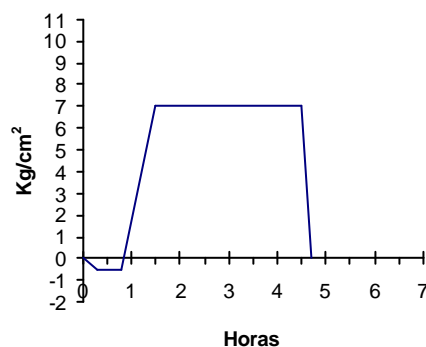


Grafico N 1: Proceso de impregnación Burnett

Diagram N 1: Process of impregnation Burnett

RESULTADOS

El valor promedio de retención con polietilenglicol, obtenido en la madera impregnada de pino paraná, se presenta en la tabla 1.

Tabla 1: Retención de polietilenglicol en maderas de araucaria
Table 1: Polyethyleneglycol retention in araucaria wood

Especie	Retención (kg/m ³)	DS (kg/m ³)	CV (%)
Pino paraná	322	19,93	6

DS= Desvío estándar. CV= Coeficiente de variación

En la tabla 2 se presentan los valores promedios, desvío estándar y coeficiente de variación de las densidades la madera de pino paraná sin impregnar e impregnada.

Tabla 2. Densidades de la madera de pino paraná sin impregnar e impregnada con PEG PM 600.

Table 2. Apparent specific gravity of, pino parana of piled up dried timbers, without impregnation and impregnated with PEG PM 600.

Tratamientos	Propiedades físicas								
	DE (gr/cm ³)	DS (gr/cm ³)	CV (%)	DA (gr/cm ³)	DS (gr/cm ³)	CV (%)	DB (gr/cm ³)	DS (gr/cm ³)	CV (%)
Pino paraná sin impregnar	0,53a	0,060	12	0,49a	0,06	12	0,44a	0,05	11
Pino paraná impregnado	0,79b	0,103	13	0,72b	0,09	13	0,68b	0,07	11

DE= Densidad estacionado al 12 % humedad, DA= Densidad anhidro, DB= Densidad básica, DS= Desvío estándar, CV= Coeficiente de variación- Tukey (p = 0,05).

En la figura 1 se presenta la comparación de medias de madera sin impregnar e impregnada, donde se pueden observar diferencias significativa entre madera tratada y no tratada.

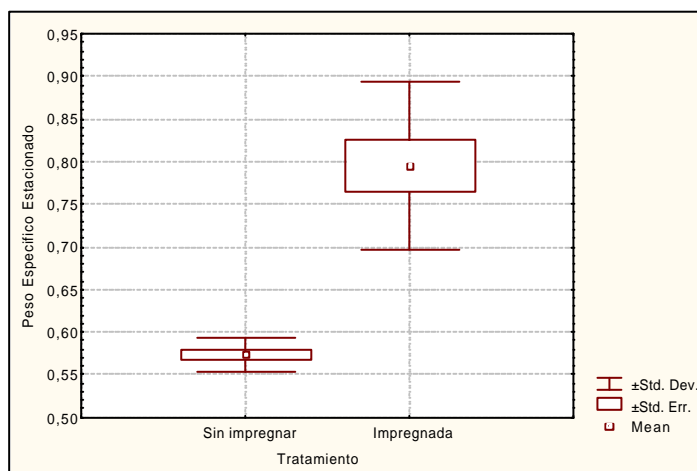


Figura 1. Comparación de medias de densidades específicas aparente de madera de pino paraná sin impregnar e impregnada con PEG 600

Figures 1. Apparent comparison of stockings of specific densities of wood of pine paraná without impregnating and impregnated with PEG 600

Se presenta en la tabla 3 los porcentajes de pérdida de peso de la madera de pino paraná sin impregnar e impregnada con PEG 600, por especie de hongo.

Tabla 3. Porcentaje de pérdida de peso en madera de *Araucaria angustifolia*, sin impregnar e impregnada con PEG PM 600, por especie de hongo.

Table 3. Percentage of loss of weight in wood of *Araucaria angustifolia*, without impregnating and impregnated with PEG PM 600, for mushroom species.

Tratamientos	Especies de hongos				
	<i>Pycnoporus sanguineus</i>	<i>Ganoderma applanatum</i>	<i>Pleurotus sajón cajú</i>	<i>Gloeophyllum sp</i>	<i>Laetiporus sulphureus</i>
Testigo	21,1 %	7,1 %	3,72 %	43,2 %	54,9 %
Madera impregnada	19,3 %	22,9 %	20,1 %	20,5 %	10,3 %

En la figura 2 se observa la comparación de medias de pérdida de peso en madera de pino paraná y las fotos 1 y 2 muestra el estado de las probetas de madera de araucaria sin impregnar e impregnadas después de la acción de hongos xilófagos.

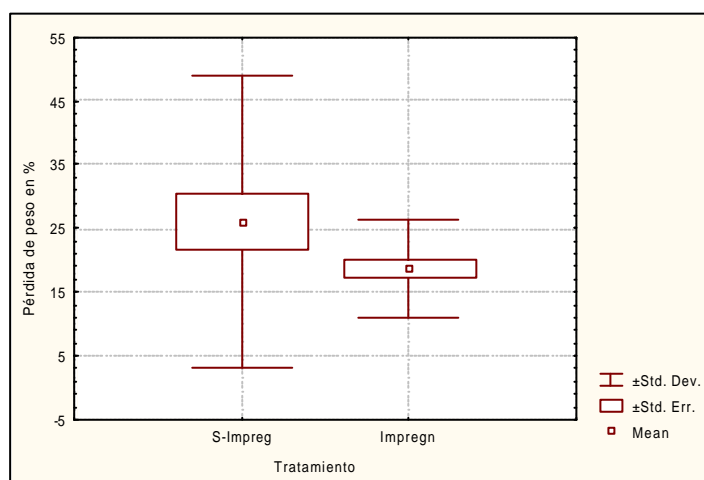


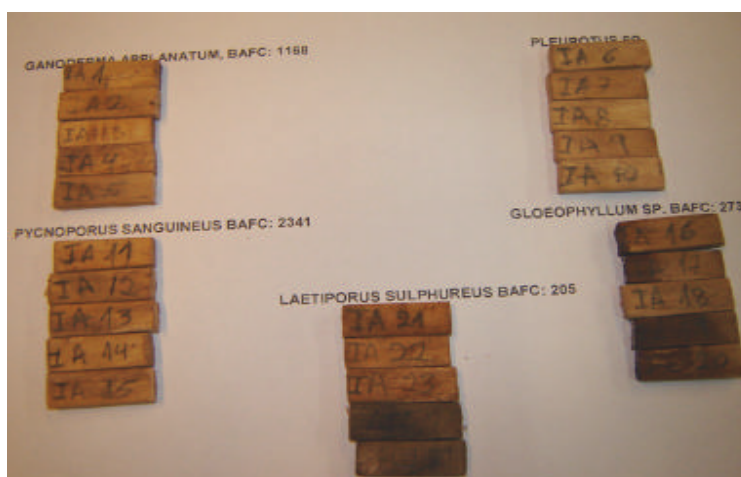
Figura 2 Comparación de medias de pérdida de peso en madera de pino paraná sin impregnar e impregnada con PEG 600

Figures 2 Comparison of stockings of loss of weight in wood of pine paraná without impregnating and impregnated with PEG 600

Foto 1. Probetas de madera de araucaria sin impregnar finalizada la acción de hongos xilófagos.
Picture 1. Wooden test tubes of araucaria without impregnating concluded the action of mushrooms xilófagos.



Foto 2. Probetas de madera de araucaria impregnada con PEG después de la acción de hongos xilófagos.
Picture 2. Wooden test tubes of impregnated araucaria with PEG after the action of mushrooms xilófagos.



CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en este trabajo, en cuanto a la densidad y durabilidad de la madera impregnada con polietilenglicol de *Araucaria angustifolia*, se concluye:

- ? En la madera impregnada, la densidad aumenta significativamente en un promedio de 31 % por encima de la madera sin impregnar.
- ? La durabilidad de la madera de pino paraná impregnada, frente a la acción de hongos xilófagos *Laetiporus sulphureus* y *Gloeophyllum sp* presentó un aumento significativo, respecto de la madera testigo.

- ? En el caso de los hongos *Pleurotus sajón cajú* y *Ganoderma applanatum*, la madera impregnada resulto ser mas vulnerable al ataque de hongos que la madera sin tratamiento.
- ? Para el caso del hongo *Pycnoporus sanguineus*, la susceptibilidad al ataque resulto ser prácticamente la misma independiente del tratamiento.
- ? No se discuten los resultados obtenidos dado que no existen a la fecha datos de otros autores que permitan la misma.

BIBLIOGRAFÍA

- BILONI, JOSÉ SANTOS. 1990. “Árboles autóctonos Argentinos de la selva, bosques y montes de la Argentina”. Editora Argentina. Buenos Aires. Argentina. pp.
- CARBALLEIRA LÓPEZ, SIDNEY, GONZALO & MILANO. 1986. Manual de Preservación de Maderas Vol. II, Capitulo 10. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de San Paulo.
- DIMITRI JORGE. 1977. Libro del Árbol, Tomo I, Esencias forestales indígenas de la Argentina de aplicación ornamental. Celulosa Argentina S.A.
- FINDLAY, W.P.K. 1951. “The value of laboratory test on wood preservatives”, Convencion de. British wood Preserving Asociation.
- GONZALEZ, R.; SUIREZS, T. M. 1994. "Propiedades Físicas y Mecánicas de la madera de pino paraná (*Araucaria angustifolia*) reforestado en la provincia de Misiones". Yvyrareta Nº 5. Pg. 4-8.
- GONZALES, R., PEREYRA O., SUIREZS T., ESKIBISKI E. 2003. Estudio de las propiedades tecnológicas de maderas de cinco especies forestales de interés industrial de Misiones. Yvyrareta Nº 11. Pg.
- IRAM. (Instituto Argentino de Racionalización de Materiales). Nº 9518: Método de laboratorio toxicidad, permanencia, eficacia de preservadores de madera. Buenos Aires. 1962.
- IRAM. (Instituto Argentino de Racionalización de Materiales). Nº 9544 “Método de determinación de la densidad aparente”. Buenos Aires. 1973
- MARTINEZ, J. B. 1952. Conservación de madera en sus aspectos teóricos, industrial y económico. Volumen I. Ministerio de Agricultura. Instituto forestal de investigaciones y experiencias. Madrid. pp. 550.

REYNOLDS J.E.F. 1992. Martindale. The Extra Pharmacopoeia, 30 ed, the pharmaceutical press, pp. 1384-1385.

**QUANTIFICAÇÃO DA BIOMASSA NO PRIMEIRO DESBASTE DE UM
POVOAMENTO DE *Pinus taeda* L. NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL**

Darlan Michel Bonacina¹

Márcio Viera²

Mauro Valdir Schumacher³

Rudi Witschoreck⁴

Francine Neves Calil⁵

¹ Acadêmico do Curso de Graduação em Engenharia Florestal, CCR-UFSM, Santa Maria, RS, Brasil (darlanbonacina@yahoo.com.br).

² Acadêmico do Curso de Graduação em Engenharia Florestal, CCR-UFSM, Santa Maria, RS, Brasil (vieraflorestal@yahoo.com.br).

³ Dr. nat techn, Prof. do Departamento de Ciências Florestais, CCR-UFSM, Santa Maria, RS, Brasil (schumacher@ccr.com.br).

⁴ Eng. Ftal. Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal – CCR – UFSM, Santa Maria, RS, Brasil (rwitschoreck@yahoo.com.br)

⁵ Eng. Ftal. M.Sc. Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal – CCR – UFSM, Santa Maria, RS, Brasil (francine.calil@terra.com.br)

SUMMARY- With the objective to quantify the first thinning biomass in a 9 years *Pinus taeda* stand, a forest inventory from the individuals that will be fallen in the first thinning was done. The individuals were distributed in four diametric classes, 3 trees per class were cut, each individual was separated in the following components: needles (leaves); live branches (green), dead branches (dry); commercial bark; commercial wood; bark top and wood top. The results allowed to verify that in the first thinning, the biomass corresponds to 35,7 ton ha⁻¹, following this distribution: commercial wood > live branches > commercial bark > needles > wood top > dead branches > bark top. The commercial wood corresponds to 60,5% from the thinned biomass.

Key-words: *Pinus taeda*, biomass, first thinning.

RESUMO - Com objetivo de quantificar a biomassa no primeiro desbaste de um povoamento de *Pinus taeda* com nove anos de idade, foi feito um inventário dos indivíduos que posteriormente

serão retirados do povoamento através do primeiro desbaste. Conseqüente os indivíduos distribuídos em quatro classes diamétricas, após as árvores foram abatidas e separadas nos seguintes componentes: acículas (folhas); galhos vivos (verdes); galhos mortos (secos); casca comercial; madeira comercial; casca de ponteira e madeira de ponteira. Os resultados permitiram verificar que no primeiro desbaste a biomassa corresponde a 35,7 ton ha⁻¹. O componente madeira comercial corresponde a 60,5% da biomassa desbastada.

Palavras chave: *Pinus taeda*, biomassa, primeiro desbaste.

INTRODUÇÃO

As atividades de reflorestamento no Brasil com espécies do gênero *Pinus* foram intensificadas a partir da segunda metade da década de sessenta, após a promulgação da lei dos incentivos fiscais. Extensas áreas foram ocupadas predominantemente com *Pinus taeda* e *Pinus elliotti* var. *elliotti*, constituindo hoje bases de importantes atividades industriais como produção de celulose e papel, embalagens, aglomerados, mobiliário, compensados, chapas dentre outras. Estima-se em aproximadamente 1.800.000 ha a área ocupada por espécies de pinus no Brasil. Na região sul estima-se em 1.060.000 ha a área plantada, com a seguinte distribuição: 605.000 ha no Paraná, 318.000 ha em Santa Catarina e 136.000 ha no Rio Grande do Sul (FERREIRA et al., 2004).

Para BARICHELLO (2003), a implantação desses maciços florestais puros é devido a grande quantidade de matéria-prima demandada para o uso em escala industrial. Sendo que, as práticas silviculturais aplicadas nesses maciços, podem causar redução no estoque de nutrientes, comprometendo a produtividade contínua do ecossistema no decorrer das rotações de cultivo.

Além da exploração da madeira, existe o interesse em utilizar os resíduos da exploração florestal como uma alternativa de fonte de energia, para substituir principalmente o óleo combustível nas caldeiras das indústrias. Nos povoamentos de pinus, os resíduos podem ser removidos da floresta nas operações de desbaste e corte final. Mas quando a exploração se limita a madeira comercial, os resíduos deixados a campo tem papel de adubo orgânico e promovem a ciclagem de nutrientes (Valeri et al., 1989).

Segundo GOLLEY et al. (1978), a biomassa representa matéria orgânica armazenada no ecossistema. Com a informação sobre a biomassa orgânica e a sua concentração de elementos, pode-se calcular o reservatório de elementos minerais na floresta.

Devido isso, o presente trabalho teve por objetivo quantificar a biomassa no primeiro desbaste de um povoamento de *Pinus taeda*, no município de Cambará do Sul, RS.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área experimental

O presente estudo foi realizado em um povoamento de pinus, localizado em área pertencente à empresa Cambará S/A, na localidade do Fundo de Cambará, no município de Cambará do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil, situado entre as coordenadas geográficas de 28°57'38,7" de latitude Sul e 50°08'30,7" de longitude Oeste, numa altitude média de 985 m. A cidade de Cambará do Sul localiza-se no nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, na região fisiográfica dos Campos de Cima da Serra.

Segundo a classificação climática de KÖPPEN, o tipo de clima predominante é o Cfb (temperado úmido), a precipitação média na região é de 1.700 mm, bem distribuída durante o ano. A temperatura média anual é de aproximadamente 15°C, sendo que a média das temperaturas máximas é de 22°C e a média das temperaturas mínimas é de 8,5°C (MORENO, 1961).

Conforme MOTTA et al. (1971), os ventos dominantes na região são alísios, ou seja, sopra do mar para a terra, devido à região situar-se próximo ao litoral norte do estado do Rio Grande do Sul.

Quanto ao solo, o material de origem é rocha basáltica, resultante do derrame basáltico do Triássico Superior, predominando solos rasos com horizonte A de coloração escura, com baixa saturação de bases e teor elevado de alumínio trocável. O solo da região pertence à Unidade de Mapeamento Bom Jesus e é classificado como Cambissolo Húmico alumínico típico (BRASIL, 1973; STRECK et al. 2002).

2.2. Metodologia

Para o presente estudo, escolheu-se uma área em que o povoamento apresentava condições de sítio homogêneas, onde se efetuou o inventário e a coleta de dados relativos à biomassa.

No plantio de *Pinus taeda*, com nove anos de idade e um espaçamento de 3 x 2 metros, foram demarcadas três parcelas de formato retangular com 18 x 30 metros (540 m²). Nelas foram realizadas as medições de diâmetro à altura do peito (DAP), com o auxílio de uma fita diamétrica; e altura total das árvores, com o auxílio de um hipsômetro. Somente foram medidos os indivíduos que posteriormente serão retirados do povoamento através do primeiro desbaste e separados em quatro classes diamétricas: (9,5 + 13,5 cm; 13,5 + 17,5 cm; 17,5 + 21,5 cm e 21,5 + 25,5 cm).

Para a determinação da biomassa total do desbaste, foi efetuada a amostragem de 3 árvores em cada classe diamétrica, procurando ter a melhor representação da variação do diâmetro dentro da classe. Tendo em vista que há quatro classes diamétricas, totalizou-se 12 árvores amostradas no povoamento.

Uma vez identificadas às árvores, elas foram abatidas e separadas nos seguintes componentes: acículas (folhas); galhos vivos (verdes); galhos mortos (secos); casca comercial; madeira comercial; casca de ponteiro e madeira de ponteiro. Considerou-se ponteiro toda à parte do fuste onde o diâmetro era inferior a oito centímetros.

Foi determinada a massa úmida de cada um dos componentes, para esta determinação usou-se balança de 100g de precisão. Para cada componente foram coletadas sub-amostras, sendo determinada sua massa úmida com balança digital de 1g de precisão. Posteriormente estas amostras foram condicionadas em sacos plásticos identificadas e levadas para o Laboratório de Ecologia Florestal do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria, onde cada componente foi embalado em sacos de papel-pardo e colocados em estufa com circulação e renovação de ar forçada a uma temperatura de 70 °C, até atingir peso constante. Para determinar a massa seca das sub-amostras usou-se balança digital de 0,01g de precisão.

A partir da massa úmida de cada sub-amostra e sua respectiva massa seca, determinou-se o teor de umidade. Conseqüentemente, pôde-se estimar a biomassa contida nos indivíduos que sofreram o desbaste.

Para acículas, galhos vivos e galhos mortos foi coletada uma amostra por árvore e componente. No caso da madeira e casca do fuste, foram três amostras por árvore e componente, nas seguintes posições: a 1,30 m (DAP), na metade do comprimento do fuste e na ponta, onde o diâmetro era igual a 8 cm. No caso do ponteiro foi coletada uma amostra de madeira e uma de casca, por árvore, na metade do seu comprimento total.

Em cada árvore amostrada foi determinado o volume real, com e sem casca, através da cubagem rigorosa, segundo o método desenvolvido por SMALIAN e descrito por FINGER (1992).

A quantificação da biomassa foi realizada com base na biomassa seca média de cada componente por classe de diâmetro e número de árvores por hectare na respectiva classe.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Características dendrométricas do povoamento

Tabela 1- Características dendrométricas do povoamento em estudo.

Table 1- Dendrometric characteristics from the studied stand.

Medidas dendrométricas	Classes diamétricas (cm)			
	9,5 + 13,5	13,5 + 17,5	17,5+ 21,5	21,5 + 25,5
Densidade (árvore ha ⁻¹)	62	148	265	117
Altura média (m)	10,6	11,4	12,0	12,7
Área basal (m ² ha ⁻¹)	0,8	2,8	7,7	5,1

A Tabela 1 apresenta algumas características do povoamento estudado. A classe diamétrica 17,5+ 21,5 cm, possui o maior número de indivíduos que serão retirados através do desbaste. Segundo FINGER (1992) as maiores frequências em número de árvores por hectare situam-se em torno do diâmetro médio do povoamento, decrescendo para os menores e maiores valores de diâmetros.

A altura média do povoamento aumenta com o aumento da classe diamétrica. A área basal do povoamento irá reduzir em 16,4 m² ha⁻¹ após sofrer o primeiro desbaste.

3.2. Volume de madeira

Na Tabela 2, pode-se observar, as diferentes classes diamétricas com os seus respectivos volumes com casca e sem casca (comercial, ponteiro e total). A classe diamétrica 1 (9,5 + 13,5

cm), por apresentar os indivíduos com menor diâmetro e menor número de árvores por hectare, contribui com uma pequena porcentagem de volume em relação as demais classes. Já a classe 3 (17,5+ 21,5 cm), apresenta o maior volume relativo, o que se deve ao maior número de indivíduos por hectare nesta classe.

Tabela 2- Volume de madeira em diferentes classes diamétricas no primeiro desbaste, expresso em $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$.

Table 2- Wood volume in different diametric classes in first thinning ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$)

Madeira		Volume ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$)				
		9,5 + 13,5	13,5 + 17,5	17,5+ 21,5	21,5 + 25,5	Total
Comercial	c/ casca	2,0 (2,2)*	12,3 (13,2)	39,8 (42,8)	38,8 (41,8)	93,0
	s/ casca	1,4 (2,1)	8,8 (12,9)	29,2 (42,5)	29,3 (42,6)	68,7
Ponteiro	c/ casca	0,6 (13,9)	1,2 (26,0)	1,6 (33,7)	1,2 (26,4)	4,6
	s/ casca	0,4 (12,8)	1,0 (27,7)	1,1 (33,0)	0,9 (26,5)	3,4
Total	c/ casca	2,6 (2,7)	13,5 (13,8)	41,4 (42,4)	40,0 (41,0)	97,5
	s/ casca	1,8 (2,6)	9,8 (13,6)	30,3 (42,0)	30,2 (41,8)	72,1

* Valores entre parênteses referem-se à contribuição percentual, em relação à classe considerada, na respectiva subdivisão da madeira.

O volume de madeira comercial com casca exportada no primeiro desbaste foi de $93,0 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$, e o de ponteiro foi igual a $4,6 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$. A madeira de ponteiro correspondeu aproximadamente 5% do total da madeira cortada no primeiro desbaste, demonstrando sua importante contribuição no volume total.

As indústrias de celulose e papel utilizam madeira sem casca, devido a isso, do volume total com casca que é retirado do povoamento, durante o primeiro desbaste, cerca de 26% não é aproveitado no processo.

À medida que aumentou o diâmetro, o volume de madeira aumento, porém a porcentagem do volume de casca diminuiu, observou-se 30,7%, 27,4%, 26,8% e 24,5% de casca, para as classes 1, 2, 3 e 4 respectivamente. Segundo FINGER (1992), o volume de casca aumenta com o diâmetro e com a idade do povoamento, independente da altura da árvore, porém, a porcentagem

de casca diminui à medida que aumenta o diâmetro da árvore. Isso ocorre porque o aumento de espessura da casca, ou aumento do diâmetro não é proporcional ao aumento do volume da árvore.

Biomassa do primeiro desbaste

A quantidade total de biomassa que um povoamento florestal produz é a soma de vários fatores tais como: condição de sítio, posição geográfica, potencial genético, condições do clima, práticas silviculturais aplicada e principalmente a idade do povoamento.

Na tabela 3, são apresentados os valores de biomassa nas diferentes classes diamétricas.

A biomassa no primeiro desbaste (com densidade média de 593 árvores desbastadas por hectare), para um povoamento de *P. taeda*, com nove anos de idade, foi de 35.706 kg ha⁻¹. Sendo que, o componente madeira comercial corresponde a 60% da biomassa desbastada.

SCHUMACHER et al. (2002), estudaram quatro povoamentos de *Pinua taeda* com diferentes idades (5, 10, 15 e 20 anos) e com diferentes densidades de árvores por hectare (1.600; 950; 600 e 300, respectivamente para as idades citadas anteriormente), encontrando a seguinte biomassa acima do solo: 33; 91,5; 250,8 e 264 Mg ha⁻¹, respectivamente.

A distribuição dos componentes em ordem decrescente foi a seguinte: madeira comercial > galhos vivos > casca comercial > acículas > madeira da ponteira > galhos mortos > casca da ponteira.

Para a madeira comercial (61,6 %) e as acículas (10,6%), os maiores valores em relação aos demais componentes foi encontrado na terceira classe diamétrica. Já para a madeira de ponteira, casca comercial, casca de ponteira e galhos mortos, apresentaram suas maiores porcentagens em relação aos demais componentes na primeira classe diamétrica e o componente galho vivo na quarta classe diamétrica.

A madeira de ponteira, casca de ponteira e galhos mortos decresceu em porcentagem com o aumento da classe diamétrica (aumento do diâmetro).

Durante o primeiro desbaste, considerando que seja retirado do povoamento somente à madeira comercial, juntamente com a casca comercial, isso corresponderá à cerca de 71,7% da biomassa acima do solo. Sendo assim, 28,3% do total da biomassa do primeiro desbaste será resíduo que poderá ou não, devido às necessidades energéticas da empresa, ficar no povoamento.

Tabela 3– Biomassa em kg ha⁻¹ nos diferentes componentes das árvores do povoamento.**Table 3**- Biomass in different components of the stand trees (kg ha⁻¹).

Componentes	Biomassa (kg ha ⁻¹)				
	9,5 + 13,5	13,5 + 17,5	17,5+ 21,5	21,5 + 25,5	Total
Madeira comercial	525,3 (50,4*)	3500,3 (57,6)	10747,5 (61,6)	6841,8 (61,4)	21614,9 (60,5)
Madeira do ponteiro	137,8 (13,2)	322,1 (5,3)	344,8 (2,0)	140,6 (1,3)	945,3 (2,6)
Casca comercial	129,3 (12,4)	690,3 (11,4)	2034,6 (11,6)	1152,8 (10,4)	4006,9 (11,2)
Casca ponteira	29,5 (2,8)	71,5 (1,2)	75,2 (0,4)	37,2 (0,3)	213,4 (0,6)
Acículas	80,2 (7,7)	551,1 (9,1)	1848,7 (10,6)	1132,1 (10,2)	3612,1 (10,1)
Galho vivo	97,4 (9,4)	801,1 (13,2)	2037,5 (11,7)	1692,5 (15,2)	4628,5 (13,0)
Galho morto	42,1 (4,0)	138,7 (2,3)	366,2 (2,1)	138,0 (1,2)	685,0 (1,9)
Total	1041,6 (100)	6075,1 (100)	17454,5 (100)	11135,0 (100)	35706,1 (100)

* Valores entre parênteses referem-se à contribuição percentual, em relação aos componentes da madeira, em cada classe respectivamente.

VALERI et al. (1989) estudando a exportação de biomassa em um povoamento de *P. Taeda* desbastados em diferentes idades, no estado do Paraná-Brasil, encontraram a seguinte distribuição de biomassa aos 7 anos foi de: 57% de madeira, 23% de galhos, 13% de acículas e 7% de casca; aos 10 anos foi de: 70% de madeira, 16% de galhos, 7% de acículas e 7% de casca; e aos 14 anos a distribuição foi de: 74% de madeira, 15% de galhos, 6% de casca e 5% de acículas.

CONCLUSÕES

A biomassa das árvores selecionadas para o primeiro desbaste foi de 35,7 Mg ha⁻¹, os resíduos (madeira de ponteira, casca de ponteira, galhos vivos, galhos mortos e acículas) representam 28,3%. A remoção desses resíduos poderá ocasionar uma deficiência nutricional para as demais plantas remanescentes no povoamento e possivelmente para as futuras rotações, também torna o solo mais suscetível a problemas erosivos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARICHELO, L. R. **Quantificação da biomassa e dos nutrientes em floresta de *Acacia mearnsii* De Wild. na região sul do Brasil.** 2003. 58p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Divisão de Pesquisa Pedológica DNPEA. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul.** Recife, 1973. 431p. (Boletim Técnico, 30).
- FERREIRA, C. A. et al. Pesquisas sobre nutrição de pínus no Sul do Brasil. **Revista da madeira**, nº 83 – ano 14 – Agosto de 2004.
- FINGER, C. A. G. **Fundamentos de biometria florestal.** Santa Maria: UFSM/CEPEF/FATEC, 1992. 269 p.
- GOLLEY, F. B. et al. **Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida;** tradução de Erípedes Malavolta. São Paulo: EPU: Ed. Da Universidade de São Paulo, 1978.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 73 p.
- MOTTA, F. S.; BEISDORF, M. J. C.; GARCEZ, R.B. **Zoneamento agrícola do Rio Grande do Sul e Santa Catarina: normas agro-climáticas.** Pelotas: Ministério da Agricultura, 1971. 80 p.
- STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre :** Emater-RS/UFRGS, 2002, 107p.
- SCHUMACHER, M. V.; WITSCHORECK, R.; CALDEIRA, M. V. W.; WATZLAWICK, L. F. Estoque de carbono em florestas de *Pinus taeda* L. e *Acacia mearnsii* De Wild. plantadas no estado do Rio Grande do Sul-Brasil. **As Florestas e o Carbono.** Curitiba: UFPR, p. 141-152. 2002.
- VALERI, S. V.; SOARES, R. V.; MONTEIRO R. F. R. Exportação de biomassa de *Pinus taeda* L. desbastados em diferentes idades. *Revista Floresta*, vol. XIX, nº 1 e 2 . 1989

**BIOMASSA DE RAÍZES EM DUAS FASES SUCESSIONAIS DE FLORESTA
ESTACIONAL DECIDUAL, SANTA TEREZA, RS, BRASIL**

**ROOT BIOMASS IN TWO SUCCESSIONAL PHASES IN AN SEASONAL
DECIDUOUS FOREST, IN SANTA TEREZA, RS, BRAZIL**

Eleandro José Brun¹, Mauro Valdir Schumacher², Robson Schaff Corrêa³, Sandro Vaccaro⁴,
Flávia Gizele König Brun⁵

1. Eng. Ftal. M.Sc. Doutorando PPGEF-CCR-UFSM. Laboratório de Ecologia Florestal-UFSM. Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: eleandrojbrun@yahoo.com.br. Bolsista CAPES.
2. Eng. Ftal. Dr. Prof. Dpto. Ciências Florestais – CCR – UFSM. Laboratório de Ecologia Florestal. Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: schumacher@pesquisador.cnpq.br.
3. Eng. Ftal. Mestrando PPGCS-UFPR. Curitiba, PR, Brasil. E-mail: schaffcorrea@yahoo.com.br. Bolsita CNPq.
4. Eng. Ftal. Dr. Professor Dpto. Administração – Faculdade Cenecista. Bento Gonçalves, RS. E-mail: yacarsan@terra.com.br.
5. Eng. Ftal. Mestranda PPGEF-CCR-UFSM. E-mail: flaviagizele@yahoo.com.br.

SUMMARY: The accumulated roots biomass in two successional phases (capoeirao-33 years old and secondary forest-53) of Seasonal Deciduous Forest in Santa Tereza's, RS, Brazil, was studied due to the variations in the accumulation of coarse and fine roots. In 03 plots (3 m x 2 m x 0,6 m) in each area, a excavation was done, to collect the coarse roots and through the monolith technique, the samples of fine roots were collected (0,25 m x 0,25 m x 0,10 m, until 0,6 m depth). The biomass of coarse roots was of 24,95 and 38,83 Mg ha⁻¹ in the “capoeirao” and secondary forest, respectively. The fine roots biomass reached 7,93 Mg ha⁻¹ in “capoeirao” and 2,84 Mg ha⁻¹ in secondary forest. The density of fine roots (DRF) was higher in capoeirao until 50cm depth, with predominant values up to 20cm. In the secondary forest, DRF presented similar values among the soil layers.

Key words: vegetal succession, root biomass, Seasonal Deciduous Forest.

RESUMO: A biomassa de raízes acumulada em duas fases sucessionais (capoeirão-33 anos e floresta secundária-53) de Floresta Estacional Decidual em Santa Tereza, RS, Brasil, foi estudada quanto às variações ocorridas no acúmulo de raízes grossas e finas com o avanço da sucessão vegetal. Em 03 parcelas de 3m x 2m x 0,6m cada área, realizou-se a escavação das raízes grossas e pela técnica do monólito (0,25m x 0,25m x 0,10m, até 0,6m), coletaram-se as amostras com raízes finas. A biomassa de raízes grossas foi de 24,95 e 38,83 Mg ha⁻¹ no capoeirão e floresta secundária, respectivamente. A biomassa de raízes finas alcançou 7,93 e 2,84 Mg ha⁻¹, no capoeirão e floresta secundária, respectivamente. A densidade de raízes finas

(DRF) foi superior no capoeirão até 50cm de profundidade, principalmente até 20cm. Na floresta secundária, a DRF apresentou valores semelhantes entre as camadas de solo.

Palavras chaves: sucessão vegetal, biomassa de raízes, Floresta Estacional Decidual.

INTRODUÇÃO

Dentre as grandes funções do sistema radicular está a de promover a ancoragem da árvore, em estreita interação com o solo, absorver água e nutrientes essenciais ao crescimento vegetal, auxiliar na retenção do solo contra a ação da erosão, aumentar a capacidade de infiltração de água no solo, fornecer exsudados para os microorganismos e participar ativamente do processo pedogenético. O solo, por sua vez, condiciona o desenvolvimento e a arquitetura das raízes em função de suas características intrínsecas.

O padrão de crescimento do sistema radicular é um processo complexo, influenciado por características genéticas das plantas e por fatores do ambiente, principalmente das condições edáficas. Aspectos como o grau de ramificação, crescimento e padrão morfológico dos sistemas radiculares de absorção e sustentação apresentam variações inter e intra-específicas, as quais podem ocorrer num mesmo ambiente, indicando forte influência da genética da planta (Gonçalves *et al.*, 1992).

Apesar de cada espécie arbórea ter uma forma radicular herdada, dependendo das suas características genéticas e do substrato no qual as raízes irão se desenvolver, alterações na produção de biomassa e arquitetura radicular poderão surgir no decorrer do tempo, em função da idade ou fase de desenvolvimento, das condições edafoclimáticas locais e das práticas de cultivo usadas (Atkinson, 1983).

Ocorre grande variação na biomassa total de raízes em espécies arbóreas de diferentes idades e locais e na sua relação com a parte aérea. A relação raiz/parte aérea não é constante durante o desenvolvimento da árvore, podendo variar com sua idade, fase fenológica, mudanças no ambiente, ou ser alterada apenas temporariamente quando uma das partes é afetada, por exemplo, com as podas ou com o ataque severo de pragas em uma das partes (Castle, 1978).

Atualmente, já se tem conhecimento para as espécies arbóreas mais utilizadas, do melhor espaçamento ou densidade de plantas, em função da finalidade da produção de biomassa. Contudo, há ainda a necessidade de estudos que enfoquem não só outras espécies, mas também que avaliem a contribuição da biomassa radicular para a manutenção da sustentabilidade de sistemas agroflorestais e/ou para a recuperação de ecossistemas

degradados. A grande maioria das avaliações realizadas na biomassa do sistema radicular de espécies arbóreas descrevem apenas o total deste material, sendo poucos os trabalhos que mensuram a biomassa de raízes de diferentes classes de diâmetro.

Em condições de campo, a metodologia mais usual para a mensuração individual da biomassa radicular de espécies arbóreas é a escavação com posterior retirada do sistema radicular para sua pesagem e determinação do teor de umidade e nutrientes. Dependendo da resistência do tecido radicular, da quantidade de raízes finas presentes, do tipo de solo (textura e estrutura) e da distribuição do sistema radicular, especialmente em profundidade, podem ocorrer perdas significativas de raízes, devido aos danos causados durante a operação de escavação e extração do sistema radicular. Desta forma, quanto mais cuidadosas forem a escavação e a retirada, mais preciso será o valor da biomassa auferida (Sanquetta, 2002).

Na avaliação da biomassa de raízes em um determinado ecossistema, no qual convivem várias espécies vegetais, como em florestas nativas, e/ou grande densidade populacional de uma ou de algumas espécies arbóreas, a escavação individual do sistema radicular se torna mais complicada, uma vez que ocorre uma mistura de raízes de uma planta com as de outra. Nestas situações, opta-se pela retirada de amostras de solo e raízes com volume e/ou área conhecida, para posterior separação e pesagem das raízes (Golley *et al.*, 1978).

Com base nestes aspectos, este estudo teve por objetivos estudar a biomassa de raízes em duas fases sucessionais de uma área de Floresta Estacional Decidual, no município de Santa Tereza, RS.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização das áreas

O presente estudo foi realizado em área do município de Santa Tereza, região Nordeste do estado do Rio Grande do Sul. Para tanto, foram utilizadas duas fases sucessionais de porte arbóreo de uma Floresta Estacional Decidual, as quais foram denominadas de “capoeirão” e “floresta secundária”. As características gerais e localização destas áreas estão na **Tabela 1**.

A região onde se situam as áreas de estudo encontra-se sob clima Cfa, segundo a classificação de Köppen (Moreno, 1961), caracterizado por clima subtropical úmido, chuvas bem distribuídas ao longo do ano, de aproximadamente 1800 mm. A temperatura média do mês mais frio fica entre -3° e 18°C e a média do mês mais quente superior a 22°C, com uma média anual girando em torno de 18°C.

Os solos são derivados de Rochas Efusivas Básicas da Formação Serra Geral, apresentando basalto como substrato. Os solos das referidas áreas foram classificados, com base em Streck *et al.* (2002), como, no capoeirão: Neossolo Litólico, eutrófico, A moderado, textura média, relevo ondulado; e na floresta secundária como Cambissolo Húmico aluminico típico, eutrófico, A chernozêmico, textura média, relevo forte ondulado.

Tabela 1: Parâmetros gerais das áreas estudadas. Santa Tereza, RS. 2003.

Table 1: General parameters from the studied areas. Santa Tereza, RS. 2003.

Subsere	Idade* (anos)	Coordenadas	Altitude (m)	Exposição	Inclinação
Capoeirão	33	29°09'28''S 51°42'05''W	215	Norte	5°
Floresta secundária	53	29°09'29''S 51°41'49''W	180	Oeste	16°

* obtida através de entrevista com os moradores mais antigos da região.

Quanto à composição florística das duas fases sucessionais, Vaccaro (1997) expõe que, no capoeirão, foram encontradas 42 espécies, distribuídas em 37 gêneros e 21 famílias botânicas. Dentre as espécies mais características desta *subsere* destacam-se *Luehea divaricata* Mart., *Bauhinia forficata* Benth., *Cupania vernalis* Camb., *Lonchocarpus campestris* Mart. Ex Benth., *Allophylus edulis* (St. Hil.) Radlk., *Casearia silvestris* Sw., *Machaerium paraguariense* Vogel, *Diospyrus inconstans* (Jacq.) Griseb. e *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan.

Na floresta secundária, o referido autor encontrou 48 espécies, pertencentes a 39 gêneros e 23 famílias. As espécies mais características da floresta secundária foram *Cupania vernalis* Camb., *Nectandra megapotamica* (Spreng.) Mez, *Ocotea puberula* Nees, *Allophylus edulis* (St. Hil.) Radlk, *Trichilia elegans* A. Juss., *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan, *Machaerium paraguariense* Vogel, *Matayba elaeagnoides* Radlk. e *Luehea divaricata* Mart.

Metodologia de estudo

Em cada uma das fases sucessionais, foram instaladas, aleatoriamente, três (03) unidades amostrais de formato quadrado, medindo 10 m x 10 m de área. Nestas parcelas foram amostradas todas as árvores, as quais compuseram a biomassa acima do solo, a qual alcançou 102,3 e 157,6 Mg ha⁻¹, respectivamente para o capoeirão e a floresta secundária. Maiores detalhes sobre os aspectos relacionados à biomassa acima do solo podem ser obtidos em Brun (2004).

A biomassa abaixo do solo, objeto deste presente trabalho, foi quantificado de forma separada, para raízes grossas (diâmetro > 2 mm) e finas (diâmetro < 2 mm).

Para a estimativa da biomassa de raízes grossas foram demarcadas, no centro de cada parcela de coleta de biomassa acima do solo, uma parcela retangular, medindo 3 m x 2 m, na qual foram escavadas as raízes até uma profundidade de 0,60 m.

Este material, após ser escavado, foi peneirado em peneira com malha de 0,5 cm, recolhendo-se as raízes que ficassem na peneira e tomando-se o cuidado com as que eventualmente escapassem da mesma.

Junto com as raízes grossas separadas do solo por ocasião do peneiramento também eram recolhidos, involuntariamente, raízes finas e restos de solo, aderido às raízes. Para corrigir este problema, uma vez que não havia a possibilidade de efetuar uma lavagem destas raízes ou uma separação mais criteriosa na floresta, as raízes eram pesadas assim mesmo, retirando-se três sub-amostras de pouco mais de um quilo cada uma do material formado pelas raízes grossas, finas e de solo, em cada parcela. Estas três sub-amostras foram trazidas ao laboratório, onde foram lavadas e separadas cuidadosamente as raízes grossas das finas, sendo estas últimas eliminadas desta amostragem, pois seriam quantificadas de forma diferente.

No Laboratório de Ecologia Florestal do Departamento de Ciências Florestais da UFSM, as três sub-amostras, agora somente com raízes grossas, foram usadas para a determinação do teor de massa seca, através da secagem em estufa de circulação e renovação de ar a 75°C por 72 horas, com posterior pesagem em balança de precisão.

As raízes finas foram coletadas por meio da técnica de monolito, nas dimensões de 25 cm x 25 cm x 60 cm, localizado junto à parede superior, no sentido da declividade do terreno, da trincheira aberta para a quantificação das raízes grossas, com o número de um monolito a cada trincheira de quantificação de raízes grossas. Primeiramente, eliminavam-se as irregularidades da parede do mesmo, deixando-a aprumada. A partir de então, com o uso de moldura e demais ferramentas, eram retiradas as sub-amostras, com amostragem estratificada a cada 10 cm de profundidade, totalizando 6 sub-amostras por monolito.

Após a coleta, cada sub-amostra de 25 cm x 25 cm x 10 cm foi acondicionada em embalagem plástica, devidamente identificada, e levada ao Laboratório de Ecologia Florestal da UFSM, onde foram lavadas com jato d'água sobre peneiras sobrepostas de 2 mm e 1 mm, de forma a coletar todas as raízes finas da amostra. Após isso, as mesmas foram postas a secar em estufa a uma temperatura de 75°C por aproximadamente 72 horas. Após isso, as mesmas foram pesadas em balança de precisão (0,01 g) para obtenção da massa seca.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As biomassas de raízes grossas ($d > 2$ mm) e finas ($d \leq 2$ mm) são apresentadas na **Tabela 2**. A biomassa de raízes grossas não apresentou diferenças estatísticas entre o capoeirão e a floresta secundária, apesar dos valores absolutos da média serem relativamente distantes, variando de $24,95 \text{ Mg ha}^{-1}$ no capoeirão para $38,83 \text{ Mg ha}^{-1}$ na floresta secundária. Na *subsere* mais jovem, ocorreu uma menor variabilidade entre os dados provenientes das três parcelas de estudo, ao contrário da floresta mais velha, na qual os valores de biomassa de raízes grossas variaram de $17,60 \text{ Mg ha}^{-1}$, valor este menor que no capoeirão, chegando até a $56,8 \text{ Mg ha}^{-1}$, o dobro do maior valor no capoeirão. Esta ampla variação reflete, principalmente, as maiores dimensões das raízes das árvores abatidas na floresta mais velha pois, em ambas as áreas, também os tocos, do nível do solo para baixo, foram considerados como raízes.

Tabela 2: Biomassa de raízes finas e grossas (kg ha^{-1}) nas duas fases sucessionais da Floresta Estacional Decidual. Santa Tereza, RS.

Table 2: Fine and thick roots biomass in two successional phases from Seasonal Deciduous Forest in Santa Tereza, RS, Brazil.

Fase sucessional	Parcela (kg ha^{-1})			Média (kg ha^{-1})	CV%
	1	2	3		
Raízes grossas (RG) (diâmetro > 2 mm)					
Capoeirão	26766,7	20150,0	27933,3	24950,0 *	16,8
Floresta secundária	42100,0	17600,0	56800,0	38833,3	51,0
Raízes finas (RF) (diâmetro ≤ 2 mm)					
Capoeirão	7027,2	10859,2	5907,2	7931,2 *	32,7
Floresta secundária	1948,8	2726,4	3844,8	2840,0	33,6
Biomassa total de raízes (RG + RF)					
Capoeirão	33793,9	31009,2	33840,5	32881,2	4,9
Floresta secundária	44048,8	20326,4	60644,8	41673,3	48,6

* diferença significativa pelo teste t a 5% de probabilidade de erro.

Este mesmo aspecto também foi relatado por Caldeira (2003), na quantificação de biomassa de raízes em área de Floresta Ombrófila Mista Montana no Paraná. O autor relatou variações entre $12,52$ e $113,37 \text{ Mg ha}^{-1}$ na biomassa de raízes totais até 50 cm de profundidade, ficando a média em 40 Mg ha^{-1} e o coeficiente de variação em 63%, alegando que tal aspecto é diretamente influenciado pelo pequeno tamanho da parcela e pela amostragem eventual de raízes de árvores maiores, o que eleva muito a média de biomassa de raízes.

A biomassa de raízes finas foi superior na *subsere* capoeirão, sendo que a floresta secundária apresentou apenas 35,8% da massa de raízes finas do capoeirão. A fase sucessional mais jovem possui uma grande biomassa de raízes finas principalmente nas duas camadas superiores de solo. Maiores detalhes sobre este aspecto se obtém na discussão da Figura 1.

Em relação à biomassa total, as raízes representaram 24,3% e 20,9%, respectivamente para o capoeirão e floresta secundária. Esta maior proporção de raízes, até a profundidade avaliada, na *subsere* mais jovem, denota a necessidade de maior exploração da carga de nutrientes do solo, o qual é raso nesta área e, suportando uma floresta de idade mais jovem, também é proporcionalmente mais explorado pelas raízes.

No capoeirão, a biomassa de raízes finas apresentou-se altamente correlacionada, através do coeficiente de correlação de Pearson, com a área basal (m^2) e com o número de árvores da parcela (**Tabela 3**) ($r = 0,91$ e $0,84$, respectivamente, em probabilidade de 5% de erro). As raízes grossas apresentaram o mesmo nível de correlação com a área basal, porém o coeficiente mostrou-se inverso em relação ao número de árvores da parcela ($r = -0,88$). Isso influenciou o teste de correlação destas variáveis dendrométricas com a biomassa total de raízes, que apresentou valores negativos, de $r = -0,97$ e $-0,93$, em relação à área basal e ao número de árvores da parcela.

Tabela 3: Parâmetros dendrométricos principais das duas fases sucessionais da Floresta Estacional Decidual. Santa Tereza, RS.

Table 3: Dendrometric parameters in two successional phases from Seasonal Deciduous Forest in Santa Tereza,s, RS, Brazil.

Subsere	Parcela	N (ind. ha ⁻¹)	DAP \bar{x} (cm)	G _{cc} (m ² ha ⁻¹)	Ht \bar{x} (m)
Capoeirão	1	3200	8,6	21,5	10,3
	2	7600	6,7	34,7	8,5
	3	4700	7,1	23,6	8,4
	Média	5167	7,5	26,6	9,1
Floresta secundária	1	4100	7,2	22,9	9,6
	2	5400	6,7	31,5	8,8
	3	3000	10,2	35,1	10,6
	Média	4167	8,0	28,5	9,7

Tal fato significa uma proporcionalidade de aumento da biomassa de raízes finas com o crescimento da área basal. Porém, nesta *subsere*, a área basal é mais influenciada pelo maior número de árvores do que pela dimensão das mesmas, o que a torna pequena devido à maior concorrência, sendo relativamente menor a biomassa de raízes grossas nesta *subsere*.

Na floresta secundária, a biomassa de raízes finas apresenta-se diretamente correlacionada com a área basal da parcela ($r = 0,92$). Apresenta também uma média correlação inversa com o número de árvores da unidade amostral ($r = - 0,53$). Em relação à biomassa de raízes grossas, a correlação é fortemente negativa com o número de árvores da parcela ($r = - 0,99$). Isso se repete quanto à biomassa total de raízes, a qual é negativamente correlacionada com o número de árvores ($r = -0,99$).

A maior biomassa de raízes grossas nesta *subserie* é proveniente, obviamente, dos maiores indivíduos, fazendo com que, nas parcelas onde a biomassa de raízes de árvores grandes foi amostrada, ocorra um predomínio de raízes grossas, em detrimento de árvores menores que apresentariam maior proporção de raízes finas. Isso explica a correlação negativa em relação ao número de árvores.

A biomassa de raízes em florestas tropicais, conforme Brown & Lugo (1982), varia significativamente entre os diferentes ecossistemas. Ela pode alcançar percentuais entre 10 e 50% em relação à biomassa total, com uma média de 17%. Estes valores dependem principalmente do tipo de solo, sua umidade e fertilidade e também diferem de acordo com a dinâmica da floresta.

A distribuição da biomassa de raízes finas no perfil, em função de um volume específico de solo, também chamado de densidade de raízes finas, demonstra uma clara superioridade deste parâmetro, principalmente até 20 cm de profundidade, cabendo aí as duas primeiras camadas avaliadas (**Figura 1**). Entre a terceira e a quarta camada, parece haver uma certa estabilização na densidade de raízes finas no capoeirão. Isso também ocorre na floresta secundária, nas três últimas camadas.

Apesar de em ambas as fases sucessionais ter sido atestada a maior concentração de raízes finas nas camadas superiores de solo, há indícios de que a floresta secundária tenha uma distribuição mais equilibrada das raízes em relação à profundidade. Prova disso é que no capoeirão, 45,5% das raízes finas encontram-se na primeira camada, contra 29,9% da floresta secundária. Na segunda camada, ocorre um equilíbrio na distribuição (22,3% no capoeirão e 22,2% na floresta secundária). Na terceira, quinta e sexta camadas de solo, a densidade de raízes finas é proporcionalmente superior na floresta secundária (19% contra 12,8%; 8,9% contra 5,9%; e 10,4% contra 1,0%), havendo somente diferença a favor do capoeirão na quarta camada de solo (9,7% contra 12,5%).

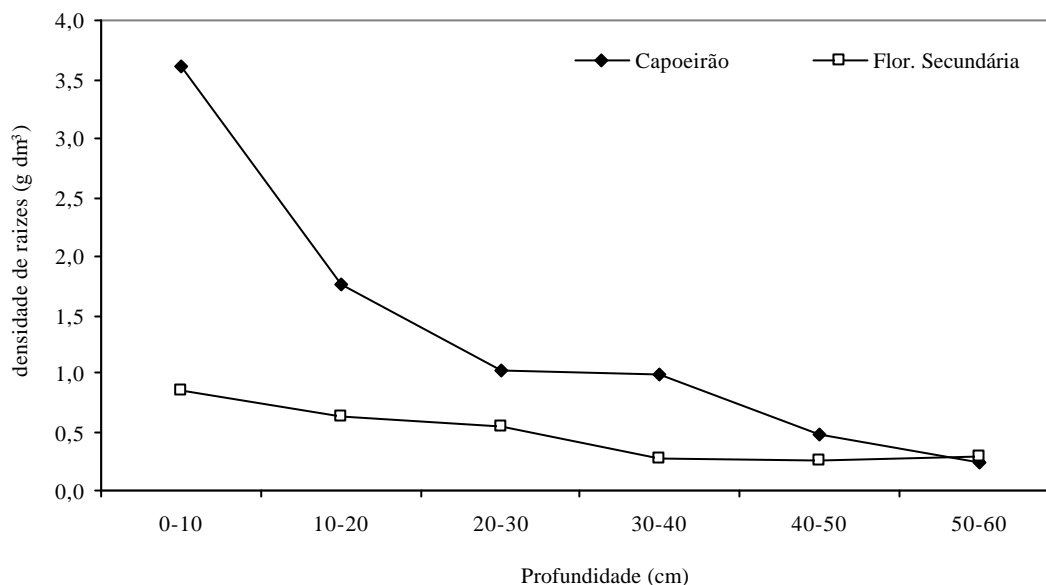


Gráfico 1: Densidade de raízes finas (g cm^{-3}) em função da profundidade do solo nas duas fases sucessionais. Santa Tereza, RS, Brasil.

Graphic 1: Fine roots density in due to soil depth in two sucessional phases. Santa Tereza, RS, Brazil.

O fator preponderante para que isso ocorra refere-se principalmente a maior profundidade do solo na floresta mais velha, contudo, também pode estar relacionado à composição de espécies das áreas e ao estágio de desenvolvimento da floresta, uma vez que o capoeirão apresenta predomínio de pioneiras, que priorizam a alocação de carboidratos nas folhas e raízes finas, visando a absorção de nutrientes para seu rápido crescimento, os quais encontram-se a maioria nas camadas superficiais, o que é facilitado por fatores como o acúmulo de matéria orgânica nesta camada. Na floresta mais velha, é facilitada a distribuição mais equilibrada de raízes em maior profundidade, pelo solo ser mais profundo e pela floresta comportar espécies mais longevas, as quais têm crescimento mais lento e capacidade de infiltrar suas raízes em camadas mais profundas.

CONCLUSÕES

- A biomassa de raízes grossas ($d > 2 \text{ mm}$) tem acúmulo superior na floresta secundária, com $38,83 \text{ Mg ha}^{-1}$ e $24,95 \text{ Mg ha}^{-1}$ do capoeirão;
- As raízes finas ($d \leq 2 \text{ mm}$) apresentam biomassa total amplamente superior no capoeirão, com $7,93 \text{ Mg ha}^{-1}$ e com $2,84 \text{ Mg ha}^{-1}$ na floresta secundária;
- A densidade de raízes finas é amplamente superior na primeira camada de solo, principalmente no capoeirão. Este valor é superior na floresta secundária somente na última

camada, ocorrendo uma maior distribuição das raízes finas em profundidade nesta *subsera*, em função da maior profundidade do solo. No capoeirão, 45,5% e 67,8% das raízes finas estão entre 0-10 e 0-20 cm, respectivamente, contra 29,9% e 52,1% na floresta secundária.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ATKINSON, D. 1983. The growth, activity and distribution of the fruit tree root system. *Plant and Soil*, 71: 23-35.
- BROWN, S.; Lugo, A. E. 1982. The storage and production of organic matter in tropical forest and their role in global carbon cycle. *Biotropica*, 14, pp 161-187.
- BRUN, E.J. 2004. Biomassa e nutrientes na Floresta Estacional Decidual de Santa Tereza, RS. Santa Maria, 152 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria.
- CALDEIRA, M.V.W. 2003. Determinação de biomassa e nutrientes em uma Floresta Ombrófila Mista Montana, em General Carneiro, Paraná. Curitiba, 176 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- CASTLE, W.S. 1978. Citrus root systems: their structure, function, growth and relationship to tree performance. *Proceedings of the International Society of Citriculture*, 3, pp 62-69.
- GOLLEY, F.B.; McGinnis, J.T.; Clements, R.G.; Child, G.L.; Duever, M.J. 1978. Ciclagem de minerais em um ecossistema de Floresta Tropical Úmida. USP. São Paulo. 256 p.
- GONÇALVES, J.L.M.; Freixêdas V.M.; Kageyama, P.Y. *et al.* 1992. Produção de biomassa e sistema radicular de espécies de diferentes estágios sucessionais. In: Congresso Nacional Sobre Essências Nativas, 2., São Paulo. *Revista do Instituto Florestal*, v.4, pp 363-367.
- MORENO, J.A. 1961. Clima do Rio Grande do Sul. Secretaria Agricultura. Porto Alegre. 73p.
- SANQUETTA, C.R. 2002. Métodos de determinação de biomassa florestal. In: SANQUETTA, C.R.; Watzlawick, L.F.; Balbinot, R.; Ziliotto, M.A.B.; Gomes, F.S. *As Florestas e o Carbono*. UFPR-Imprensa Universitária. Curitiba. pp 119-140.
- STRECK, E.V.; Kämpf, N.; Dalmolin, R.S.D.; Klamt, E.; Nascimento, P.C.; Schneider, P. 2002. Solos do Rio Grande do Sul. Emater/RS. Porto Alegre, RS. 107 p.
- VACCARO, S. 1997. Caracterização fitossociológica de três fases sucessionais de uma Floresta Estacional Decidual, no município de Santa Tereza - RS. Santa Maria, 92 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria.

IMPACTOS SOCIO-ECONÓMICOS DE LA BIOTECNOLOGÍA VEGETAL A PARTIR DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PROYECTO DE “BIOFÁBRICA”, EN EL DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD DE BOSQUES IMPLANTADOS EN LA REGIÓN DEL NEA ARGENTINO.

José Antonio Cabral¹

¹Ingeniero Forestal, Gerente. Biofábrica del Parque Tecnológico Misiones
Ruta Nac. N° 12, km. 7 ½, Villa Lanús, CP 3300. Campus Universitario.
Incubadora de Empresas de Base Tecnológica. ingftalcabral@yahoo.com

SUMMARY

The present work, looks for to determine evaluation of the impacts partner-economics, who to have instalation of a project of biotechnology vegetal on commercial scale, on one of the main activities of argentine region of NEA. Identification, ubication, interaction of the actors, in the structure of the chain of value the forest activity especificly; taking the segment from production e implanted forests. to manage one as well methodology of evaluation to project the possibility of transferring the process of micropropagation other agronegocios with similar interactions and of economic projection area.

Key Words: biotecnology, biofabrica, propagation masive of plants

RESUMEN

El presente trabajo busca determinar la evaluación de los impactos socio-económicos que podrían tener la instalación de un proyecto de Biotecnología Vegetal a escala comercial, sobre una de las actividades principales de la región del NEA Argentino. La identificación, ubicación e interacción de los actores, en la estructura de la cadena de valor de la actividad forestal específicamente; tomando el segmento de la producción de bosques implantados. A su vez lograr una metodología de evaluación para proyectar la posibilidad de transferir el proceso de Micropropagación a otros Agronegocios con interacciones similares y de proyección económica Regional.

Palabras clave: Biotecnología, Biofábrica, propagación masiva de plantas,

ANTECEDENTES.

La implementación de Proyectos de Propagación de Plantas in vitro a partir de una Biofábrica, que lleve a escala comercial el proceso de Micropropagación Vegetativa no tiene antecedentes en el país. La bibliografía consultada abarca, desde el punto de vista del origen de la inversión, donde existen laboratorios privados dedicados a este tema, pero el proceso tiene distinciones importantes referidas a la innovación tecnológica. En el ámbito público y a través de algunas Estaciones Experimentales del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), o Universidades, existen laboratorios donde se investiga y se transfiere dicho conocimiento, pero la escala no es su característica.

Esta sería la primer experiencia, dirigida a llevar a escala comercial el mencionado proceso; también el hecho de que el origen de la inversión provenga de un Parque Tecnológico; es novedad en el País. Si bien en América Latina y Brasil, las experiencias de las Biofábricas instaladas (Brasil, Colombia, México, Cuba) están ligadas a Parques Tecnológicos o esquemas similares de asociación, donde participan el Gobierno del Estado, las Universidades y las Empresas (10).

En el caso del Parque Tecnológico Misiones, confluyen a él, la Universidad, cuyo Rector tiene la Presidencia; el Gobierno de la Provincia de Misiones, cuyo Ministro de Ecología R.N.R. y T. tiene la Vicepresidencia; el INTA quien lleva adelante la Tesorería del Parque y las Empresas (representadas a través de sus Cámaras Empresarias) y los principales Municipios de la Prov., que completan la estructura de Gobierno de la Organización ⁽¹¹⁾.

El análisis de mercado, realizado sobre los viveros de la Provincia de Misiones, productores de plantines forestales; ha detectado una demanda insatisfecha en plantines provenientes de cultivo de tejidos de árboles elite (ej. *Eucalyptus grandis*), es decir con características de ejemplares superiores, inicialmente probados a campo vía macropropagación, que justificarían la instalación del Proyecto. La experiencia incorporada al sector por las empresas forestales, que están en el desarrollo de clones con objetivos industriales así como los avances dados por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) en cuanto a poseer un Plan de Mejoramiento Genético Forestal con clones^(6,7,12) ya registrados en algunas de sus Estaciones Experimentales y la definición de una Estrategia Nacional en Biotecnología Vegetal (5), son algunos

antecedentes sobre las que se fundamentan la maduración en este proceso de aporte tecnológico al sector.

FUNDAMENTACIÓN

El Sector Forestal de maderas implantadas de la Prov. de Misiones, estructurado en eslabones de una cadena de valor que se compone de (**Anexo 1**) casi 10 mil productores (**3**); 36 viveros registrados con una producción anual que supera los 55 millones de plantines y cuyo 50% tiene como destino final pequeños y medianos forestadores (**3**); más de 330 mil hectáreas de bosques implantados en distintas clases de edad (**2**); 250 Aserraderos de transformación mecánica y remanufactura de maderas provenientes de este tipo de bosques, de los cuales el 90% son Pequeñas y Medianas Industrias (**1**). Tres Plantas Celulósicas y una de Tableros de Mediana Densidad, así como una Exportación de 320 millones de u\$s, del cual el 90% corresponden a *productos vegetales* o derivados de él y del cual el 67% son de origen forestal (**4**).

También el aporte de Servicios que hace el empleo de una Mano de Obra Directa de 10 mil personas, una Universidad Nacional con Unidades Académicas de formación específica tanto en el área de Silvicultura como en el de Industrias, tanto Químicas como Mecánicas; así como el tratamiento de su organización empresarial. Institución que junto al Instituto de Tecnología Agropecuaria (INTA) aportan a partir de Investigaciones y extensión al desarrollo de la Actividad.

Estos aspectos son indicativos del nivel de desarrollo alcanzado y la interacción entre Organizaciones que lleva a hablarse de la conformación de un *cluster* forestal.

Este segmento tan dinámico que hace solo 15 años representaba el 30% de las exportaciones provinciales superando los u\$s 100 millones (**4**). Viene aportando al aumento de la productividad global del negocio para poder competir.

Es así que si tomamos el Mejoramiento Genético Forestal como base para la aplicación de Biotecnología; tanto el sector público a partir del ex IFONA primero y luego las Estaciones Experimentales del INTA dedicadas a Mejoramiento Forestal (**6 y 7**), como las Empresas privadas a partir de Consorcios de Investigación (**8**); han avanzado de manera conjunta o aislada por un camino que aportará a mejorar la productividad del negocio; ya sea buscando mejores especies y orígenes para ir

avanzando hacia un mayor crecimiento en volumen, forma y características tecnológicas así como resistencia a plagas y a bajas temperaturas. Además de toda la experiencia de Investigaciones dirigidas a establecimiento de plantaciones, control de malezas y hormigas, densidades, oportunidad e intensidades de raleos y podas, etc (9).

Es decir, el Sector está en pleno proceso de desarrollo, tanto en el Mejoramiento Forestal, como en prácticas de establecimiento de plantaciones forestales, como para lograr buenos Bosques Industrialmente Aprovechables; que hacen que la instalación de una Biofábrica para la propagación masiva de plantas a partir de material vegetal de origen selecto; signifique el agregado de un eslabón a esa cadena de valor mencionada, que acelere algunos de dichos procesos y fortalezca otros (5).

OBJETIVOS.

Identificar los Impactos socio-económicos, generados por la instalación de una Biofábrica cuyo destino de producción principal serán plantines forestales.

Caracterizar la metodología del análisis en la identificación de los impactos positivos para recomendarlos hacia otros Agronegocios de nivel Regional o de Estructura Socio-económica parecida.

DESARROLLO.

Es necesario identificar si los impactos mencionados tienen que ver con todo el ciclo del producto, plantín - árbol - madera. En una primera distinción, lo que estamos evaluando son los impactos de una forma de propagación distinta al de la semilla. En este sentido, este producto surge con ventajas que representan diferencias en las Tasas de Retornos del negocio Forestal.

El rejuvenecimiento del material propagado, implica que la planta producida si bien tiene la misma carga genética que la planta madre, a partir del proceso tecnológico es rejuvenecida mejorando las tasas de crecimiento.

La asepsia del plantín, se refiere que el mismo va libre de plagas, ya que la multiplicación vegetativa en el proceso de Micropropagación es en condiciones de extrema desinfección, exógena y endógena. Aportando también al mejor desarrollo de la planta.

Sin lugar a dudas el aporte más significativo del producto, es la uniformidad. Esto implica como ventajas: posibilidad de mecanización y menores

pérdidas por variabilidad de formas de la planta. Esto incide directamente en las operaciones forestales como, raleos, podas, cosecha y principalmente en las operaciones industriales de aserradero, secado y remanufactura.

Como una desventaja, a tener en cuenta principalmente en el proceso de Mejora Genética (selección de los ejemplares “élite”) es que dicha uniformidad puede ser impactada de una misma vez al encontrarse con un agente patógeno que amenace toda la plantación del mismo material genético. Esto puede ser sorteado logrando establecimiento de plantaciones con clones alternativos (superficies determinadas de varios clones, 5 – 10 – 20 has./clon).

En este sentido, se han enumerado en reuniones concretadas los temas que tienen que ver con una producción confiable, segura y continua. A su vez que no signifique un aumento significativo de los costos.

Para comenzar, la base genética a reproducir o propagar y su calidad certificada, debía ser un paso previo para el compromiso comercial al proyecto. En este sentido y con la oferta tentativa de especies a multiplicar, la producción podía contar con respaldo certificado en *Eucalyptus*, donde el INTA tiene un número determinado de clones los que tienen un trabajo superior a los diez años y ya cuenta con pruebas tecnológicas que confiabilizan su propagación.

En el caso del Pino si bien se está trabajando en *Pinus taeda* en la estación Experimental de Montecarlo y formas de Micropropagación en el laboratorio de la Fac. de Cs. Forestales de Eldorado. No hay clones registrados aún como para estar en la misma situación que con *Eucalyptus grandis*.

Igualmente en Pino una investigación de más de quince años, han hecho que se recomienden las especies como el *P. elliotti* o el *P. Caribaea*, según la zona o sitio forestal. Esto lleva a confirmar que el INTA Regional Misiones, puede asegurar un cronograma de entregas de material genético de calidad superior.

Para ambas especies será necesario tener en cuenta la ampliación de la Base Genética a través de la vinculación con empresas o propietarios de material distinto al existente actualmente en la Región para asegurar la diversidad.

Esto indica que se inician dos desafíos claramente identificados como impactos de este proyecto.

Uno es el aceleramiento de los tiempos en la identificación de ejemplares superiores que puedan ser registrados como clones para su propagación.

En este sentido la Provincia de Misiones como parte del Parque Tecnológico ha entregado la gestión del material genético de la ex Pecom al INTA Reg. Misiones, cuya Estación Experimental de Montecarlo deberá incorporar dicho material a su Plan de Mejoramiento Forestal, siendo este otro impacto del proceso del Proyecto, ya que dicho material debía ser gestionado para evitar su pérdida, acordándose hoy su inclusión al Plan de Mejoramiento Forestal del INTA, ampliando su base genética.

Aceleramiento decimos por que la EEA Montecarlo deberá devolver un Plan de trabajo que describa qué va a hacer con dicho material y un cronograma de entrega de plantas madres certificadas para su trabajo en Biofábrica. Haciendo que esto signifique que la investigación del INTA deberá ingresar no solo en su planificación anual como Institución, sino en la Planificación de recepción de material genético de la Biofábrica y además de entrega a los Viveros asociados al Proyecto.

Desde el punto de vista de los Viveros de Misiones, han demandado el compromiso de la incorporación del INTA Misiones con este rol antes mencionado; ellos estarán comenzando un plan de inversiones destinadas a mejorar sus instalaciones de recepción del producto de la Biofábrica, que estará materializado en vitroplantas envasadas en recipientes de vidrio.

A su vez se ha comenzado la concreción de los viveros como clientes de la Biofábrica a partir del financiamiento de la producción de la campaña 2006.

El principal resultado esperado y que podría expresarse como la misión del proyecto, es: Socializar la mejor GENÉTICA disponible a nivel de agro-negocios, a partir de propagación masiva de plantas vía cultivo in vitro, ofreciendo plantas de alta productividad, por crecimiento, asepsia, y uniformidad a bajo costo.

Para el Proyecto Biofábrica, su visión es ser los principales proveedores de vitroplantas para los agronegocios de nivel Regional.

Estos podrán ser cuantificados, en cuanto se vaya dando forma a un cuadro cronológico de la demanda de productos de la Biofábrica, por parte de los Viveros asociados al Proyecto.

MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS.

La identificación inicial de los actores socioeconómicos, está dada por su ubicación en la cadena de valor mencionada y que va desde el origen de la materia prima, llámese semilla y su calidad de origen, su establecimiento y cuidado como

bosque productivo, su destino industrial y su comercialización al mercado; pudiendo ser este interno o externo (**Anexo 1**).

La determinación de los Viveros asociados como eslabón fundamental del Proyecto, fue necesario a partir de analizar el cumplimiento de los resultados esperados. Esto significó determinar por su nivel de producción y mano de obra empleada, la escala industrial a la que pertenecen. Su pertenencia a una organización gremial que lo nuclea o identificar formas asociativas de negociar o comercializar sus productos; es decir debieron ser evaluados algunos indicadores de la distribución de la mejora genética. A su vez se pudieron establecer los pasos que requerirá la producción a escala comercial hasta su puesta a régimen y las actas de compromiso establecidas y cumplidas durante dicho proceso.

En una primera etapa que tiene que ver con la identificación de los actores vinculados al negocio, usando las técnicas de presentaciones, charlas, entrevistas y de encuestas; donde ha resultado un primer análisis de la demanda, también se han identificado los temas a priorizar para la concreción firme del Proyecto.

En el caso de los eslabones identificados claramente como anteriores y posteriores a los productos de Biofábrica, así como su competencia; realizar un análisis más detallado de tipo FODA (fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) para la identificación de alianzas estratégicas para encarar las etapas subsiguientes del negocio.

Estos indicadores fueron relevados en tres tipos de Informes.

Los de tipo Identificación particular a partir de “Entrevista Personal”, tipo *encuesta*, que evidenciará el perfil del entrevistado según su ubicación en el eslabón de la cadena de valor.

Los datos a relevar, tenían posibilidad de correlación o doble control con información disponible en las Estadísticas de nivel local, Provincial o Nacional.

A nivel de Actividad particularizada como aporte de un producto o “eslabón” de la cadena, se configuró un segundo “Informe” tipo, acta de resultados de expectativas, demandas y pasos a establecer luego de cada Reunión.

Los de sensibilización en el tema “Biotecnología Vegetal”, donde se previó la realización de talleres explicativos de por lo menos dos temas. “Estrategia Nacional de Biotecnología” y “Aspectos relacionados a la Biotecnología Vegetal”. Conformando informes de comprensión del alcance de los temas planteados.

Los Recursos Humanos involucrados en el proceso de investigación, debían tener conocimiento de procesos de negociación y sus distintos aspectos relacionados con la mejora de la productividad, también del área específica de Biotecnología Vegetal, en este sentido la UNaM ha concluido en conjunto con la Universidad de las Villas de Cuba, una capacitación específica para los futuros cuadros técnicos de la Biofábrica . Conocimiento de los aspectos económicos, tanto de la cadena de valor en los distintos procesos, como específicamente el de los productos sustitutos,

EFEECTO ECONÓMICO UNITARIO ESPERADO.

El cumplimiento de los Objetivos planteados, implica que la Biotecnología Vegetal a partir de la Biofábrica para las distintas especies a producir, aumente la productividad de los Agronegocios de la Provincia de Misiones y de la Región, aportando a la mejora en la rentabilidad de los predios. Disminuyendo la presión sobre nuevas tierras agrícolas y la pérdida de suelo por erosión hídrica debido al cambio de uso; así como la merma en la carga de agroquímicos por mejora del material genético provisto.

El proyecto de Biofábrica una vez funcionando, debería producir sinergia tanto con los centros de investigación para la mejora genética de especies vegetales de interés comercial o de conservación y la de los dedicados a investigación de procesos.

REFERENCIAS.

Censo de Industrias 2003. Ministerio de Ecología R.N.R. y T. Prov. de Misiones
 Inventario Forestal Provincial. Ministerio de Ecología R.N.R. y T. Prov. de Misiones
 Registro Pcial. de Viveros y Material Genético. Ministerio de Ecología R.N.R. y T.
 Registro de Exportaciones. Subsecretaria de Comercio Exterior, Comercio e Integración
 Estrategia Nacional de Biotecnología Vegetal. Secretaría de Agricultura de la Nación
 Programa de Mejoramiento Genético Forestal. INTA Regional Misiones.
 Mejoramiento Genético en Eucalyptus grandis. EEA INTA Concordia Entre Ríos
 Uso Industrial de clones de Eucalyptus grandis. Forestadora Tapebicuá S.A.
 Entregas Técnicas. INTA
www.faperj.br/boletim_interna.
www.3fkanguroid.com

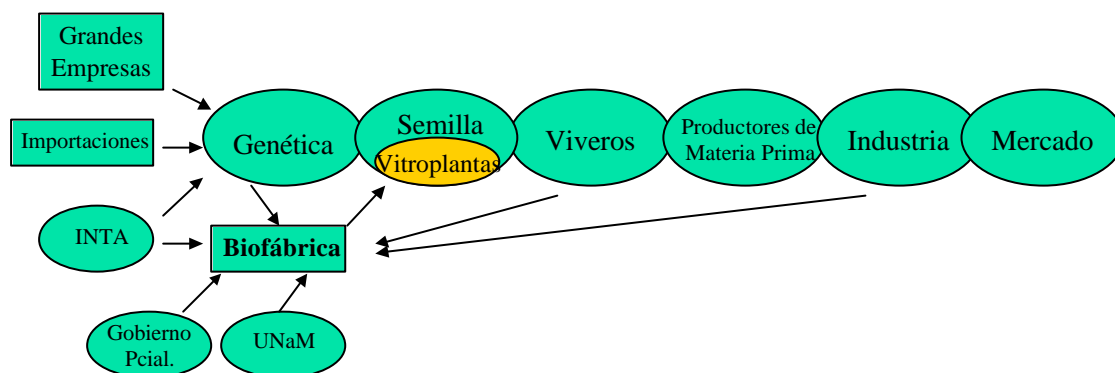
www.ptmi.org.ar

www.inta.gov.ar/delta/investiga/genetica.htm

ANEXOS



Cadena de Valor de la Actividad Forestal



ENCUESTA

Registro de Viveros

Empresa.....

Representante Técnico/legal

Producción % por especie

Origen de la semilla

Cantidad

Raíz libre Tubetes

.....

.....

Clientes o destino de los plantines

	% productores	% empresas
Grandes
Medianas
Pequeños

Registro de Actas de Reuniones

En la Ciudad de, a losdel mes de

Los presentes

..... representando a

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Acuerdan

.....
.....
.....
.....
.....

NATMIS - 1

PROGRAMA PARA PROCESAMIENTO DE DATOS DE INVENTARIOS DE MONTES NATIVOS

Mariano Cáceres¹

Rubén Costas²

Renzo Velázquez²

¹ Laharrague Chodorge S.A. Ruta 12. Montecarlo (3384), Misiones. mcaceres86@hotmail.com

² Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. Bertoni 124, Eldorado (3380), Misiones, Argentina.

Descripción

Ante la necesidad de contar con herramientas informáticas que permitieran procesar con eficiencia los datos de inventarios de montes nativos de la Selva Misionera, se desarrolló el programa NATMIS-1.

En 1988, el Ing. Forestal Ivo Götz generó una tabla de volumen de simple entrada que permite predecir el volumen de trozas “saneadas” aptas para el uso industrial de 17 especies y de una clase general con las otras especies. En el NATMIS-1 se utilizan los resultados provistos por esas tablas para calcular el volumen de cada árbol, según la especie y diámetro a la altura de pecho (*dap*).

Este programa es una versión mejorada de una original generada en la Facultad de Ciencias Forestales de la UNaM en 2001, utilizado desde entonces en los inventarios de monte nativo realizados en los cursos de Dasometría de esa institución.

El NATMIS-1 se desarrolló utilizando herramientas y funciones de programas de planillas de cálculo y base de datos. El usuario tiene disponible una planilla donde carga los datos de la especie arbórea, identificada por su código respectivo, y su *dap*. Cada vez que actualiza los datos cargados, el NATMIS-1 actualiza una planilla de resultados que contiene el número de árboles y el volumen por especie y grupo de especies, clasificadas según categoría comercial o uso industrial.

Si bien este programa es útil para procesar inventarios con fines de ordenación y/o de aprovechamiento forestal, los autores quieren manifestar su preocupación por la explotación excesiva de los bosques nativos misioneros, con las consecuencias lamentables de disminución de superficie, fragmentación y degradación de estas formaciones, únicas por su riqueza de biodiversidad. Por lo tanto, lamentarían que se use el programa en toda acción de depredación forestal.

La presentación en las 12^{as} Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales FCF-INTA, tiene el objeto de hacer conocer este programa y ofrecerlo a quienes estén interesados, en formato digital, con su respectivo manual de operaciones.

BIOMASSA E N P K EM *Acacia mearnsii* De Wild. EM UM SISTEMA SILVOPASTORIL***Acacia mearnsii* De Wild. BIOMASS AND N P K IN A SILVOPASTORAL SYSTEM**

Francine Neves Calil¹
Mauro Valdir Schumacher²
Rudi Witschoreck³
Vicente Guilherme Lopes⁴

¹UFMS, Centro de Ciências Rurais, Departamento de Ciências Florestais. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. francine.calil@terra.com.br

²UFMS, Centro de Ciências Rurais, Departamento de Ciências Florestais. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. schuma@ccr.ufsm.br

³UFMS, Centro de Ciências Rurais, Departamento de Ciências Florestais. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. rwitschoreck@yahoo.com.br

⁴UFMS, Centro de Ciências Rurais, Departamento de Ciências Florestais. Graduação em Engenharia Florestal, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. viguilopes@yahoo.com.br

SUMMARY: This study had as objective to quantify the below and above ground biomass from 6 years *Acacia mearnsii* trees in a silvopastoral system, as well as, to quantify the amounts of N, P and K in its different compartments. After the forest inventory, 21 trees were felled, separated in leaves, live and dead branches, wood, bark and roots; weighed and sampled. Based on these samples, a tissue analysis was done to quantify the content of N, P and K. The average biomass was of 140,73 Mg ha⁻¹, being 5,95% in the leaves, 6,35% in the dead branches, 21,19% in the live branches, 9,96% in the bark, 79,14% in the wood and 17,96% in the roots. The total amount of N was 571,00 kg ha⁻¹, P was 44,11 kg ha⁻¹, K was 186,94 kg ha⁻¹.

Key-words: Biomass, *Acacia mearnsii*, NPK, Silvopastoral System.

RESUMO: Este trabalho teve por objetivo quantificar a biomassa acima e abaixo do solo das árvores de *Acacia mearnsii* aos 6 anos de idade em um sistema silvopastoril, bem como quantificar os teores de N, P e K em seus diferentes compartimentos. Após a realização do inventário florestal, 21 árvores foram selecionadas e abatidas; separadas em: folhas, galhos vivos e mortos, madeira, casca e raízes; pesadas e amostradas. Com base nessas amostras, realizou-se, em laboratório, a análise dos teores de Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K). A biomassa média das árvores foi 140,73 Mg ha⁻¹, sendo 5,95% nas folhas, 6,35% nos galhos mortos, 21,19% nos galhos vivos, 9,96% na casca, 79,14% na madeira e 17,96% nas raízes. O conteúdo total de N foi 571,00 kg ha⁻¹, de P foi 44,11 kg ha⁻¹, de K foi 186,94 kg ha⁻¹.

Palavras-chave: Biomassa, *Acacia mearnsii*, NPK, Sistema Silvopastoril.

INTRODUÇÃO:

A acácia-negra é uma espécie florestal que foi introduzida no Brasil, no Estado do Rio Grande do Sul, na década de 30. Atualmente, com uma área plantada de aproximadamente 100.000 ha, envolve cerca de 10 mil pequenos produtores rurais (Higa & Dedeck, 1999), compondo um dos maciços florestais do Estado, onde desempenha importante papel socioeconômico.

De acordo com Franco (1994), as árvores fixadoras de nitrogênio, entre elas, o gênero *Acacia* podem contribuir para alta produção de proteínas, uso eficiente da água e nutrientes e proteção contra a erosão de solo. Elas podem adicionar grandes quantidades de nitrogênio ao sistema, isto é, acima de 500 kg de N ha⁻¹ ano⁻¹ e, ao mesmo tempo, retornar ao horizonte superficial K, Ca e Mg das camadas mais profundas do solo. Povoamentos florestais consorciados, de acordo com Debell & Harrington (1993), podem ser mais produtivos que plantios puros, pois isso se deve ao fato de que as plantas de diferentes espécies demandam ou afetam os recursos e condições do sítio de maneira distinta e em tempos desiguais.

No que se refere aos fatores que afetam a produção de biomassa arbórea, Spurr & Barnes *apud* Campos (1991) comentam que a acumulação de biomassa é diferente em cada local onde é medida, refletindo uma variação cuja causa são diversos fatores ambientais e fatores inerentes à própria planta. Existe uma relação entre a biomassa e a produtividade primária, conhecida como relação de acumulação de biomassa. Essa relação é normalmente baixa em povoamentos jovens de rápido crescimento e é maior onde a maior parte da energia é utilizada para manter o alto estoque de biomassa existente.

Conforme Kramer & Kozłowski (1974), a acumulação de biomassa é afetada por todos aqueles fatores que afetam a fotossíntese e a respiração.

A nutrição de plantas envolve a absorção de todos os materiais brutos do ambiente que são necessários para os processos bioquímicos essenciais, a distribuição desses materiais dentro da planta e sua utilização no metabolismo e no crescimento. Mais de sessenta elementos químicos têm sido identificados nas plantas, incluindo ouro, prata, chumbo, mercúrio, arsênio e urânio. Obviamente, nem todos os elementos presentes nas plantas são essenciais. Sua presença é, de certo modo, um reflexo da composição do solo no qual as plantas estão crescendo. A maioria dos

elementos químicos encontrados nas plantas são absorvidos como íons inorgânicos com base na solução do solo. (Raven *et al.* 2001)

De acordo com Bellote & Silva (2000), as folhas caracterizam-se como o mais importante compartimento metabólico das árvores. A distribuição e o conteúdo total de nutrientes na copa das árvores são afetados sobretudo por alterações na quantidade de biomassa e por diferenças que ocorrem com a idade, tanto da árvore como das folhas, em seus diferentes estágios fisiológicos. Sob esse aspecto, nas árvores jovens, a biomassa das folhas e galhos contribui com uma parcela maior no total de biomassa da árvore. À medida que as árvores se tornam adultas, o tronco passa a representar a maior biomassa da árvore.

Os galhos, sobretudo os jovens, também são importantes compartimentos de armazenamento de nutrientes. Considera-se aqui os aspectos relacionados à redistribuição dos nutrientes na copa, em que aqueles armazenados nos galhos velhos suprem o crescimento inicial das folhas e galhos novos. Parte dos nutrientes presentes nas folhas retornam aos galhos, nos períodos que antecedem a abscisão (Driessche, 1974).

O compartimento composto pelas folhas é o que melhor reflete o estado nutricional das árvores, com relação significativa entre a disponibilidade de nutrientes no solo e seus teores nas folhas, relação esta que afeta diretamente a produtividade. Pode-se também considerar a copa em razão de estoque estratégico que, normalmente, inclui o acúmulo estacional temporário e o armazenamento de nutrientes mais móveis em locais onde possam ser utilizados no caso de interrupção do fornecimento.

Uma parte importante dos nutrientes, que são fixados anualmente nas partes aéreas das árvores, retornam ao solo na forma de serapilheira, e lavagem das folhas. A porcentagem de retorno varia de acordo com as espécie, terreno e idade do campo. A retenção do fósforo é geralmente mais alta, e as quantidades devolvidas à cobertura florestal são menores que as do nitrogênio. A porcentagem média de nutrientes, que retornam desta maneira em todos os ecossistemas, são: 68% de nitrogênio, 55% de fósforo e 59% de potássio.

Segundo Thomas (1978) *apud* Castro (1996), os sistemas silvopastoris, uma variante dos sistemas agroflorestais, são associações de pastagens com cultivos arbóreos como essências florestais, frutíferas, leguminosas arbóreas ou plantas industriais, como o babaçu, dendezeiro e seringueiras. De acordo com Garcia (1997), a árvore é integrada ao sistema com o objetivo de

aumentar a produtividade e qualidade da forragem e ainda promover a sustentabilidade do sistema.

Outra definição mais aprimorada é dada por Couto *et al.* (1998): em que os sistemas silvopastoris são modalidades dos sistemas agroflorestais que se referem às técnicas de produção nas quais se integram os animais, as pastagens e as árvores numa mesma área. Tais sistemas representam uma forma de uso da terra onde as atividades silviculturais e pecuárias são combinadas para gerar produção de forma complementar pela interação dos seus componentes.

Este trabalho tem por objetivo quantificar a biomassa acima e abaixo do solo das árvores de acácia-negra em um sistema silvopastoril, bem como, quantificar o Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K).

MATERIAL E MÉTODOS:

O presente trabalho foi realizado em um povoamento de acácia-negra com seis anos de idade, localizado em uma área experimental da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária – FEPAGRO no município de Tupanciretã, RS.

O clima predominante no qual se localiza o povoamento é do tipo Cfa, segundo a classificação climática de Köppen, subtropical úmido com temperatura média das máximas oscilando em torno de 23,4°C e a média das mínimas ao redor de 12,0°C. A temperatura média anual é de 17,1°C, com uma precipitação média anual de, aproximadamente, 1.767 mm (Moreno, 1961).

Segundo Streck *et al.* (1999), o solo do local onde foi realizado o estudo é classificado como ARGISOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico Típico.

Inventário florestal: Foram medidos todos os diâmetros à altura do peito (DAP) e as alturas totais (h) de, aproximadamente, 40% das árvores. As alturas das árvores não-medidas foram obtidas pelo uso do modelo: $d^2/(h-1,3)=b_0*d+b_2*d^2$, onde d é o DAP (diâmetro a altura do peito), b_0 e b_2 são os coeficientes do modelo e h é a altura total.

Com base nos dados coletados no inventário florestal foi feita uma distribuição dos indivíduos em sete classes de diâmetro com três cm de intervalo cada (3,5 – 6,5 cm, 6,6 – 9,6 cm, 9,7 – 12,7 cm, 12,8 – 15,8 cm, 15,9 – 18,9 cm, 19,0 – 22,0 cm e ? 22,0 cm) .

O número de classes diamétricas foi obtido mediante cálculos matemáticos: $K = 1 + 3,3 * \log n$; onde: n= número de elementos da amostra e o intervalo de classes : $h= H/K$ onde $H=$ amplitude total $DAP_{Max} - DAP_{min}$.

Em cada uma das classes, foram abatidas três árvores, totalizando 21 árvores.

Depois do abate das árvores, elas foram submetidas a uma cubagem rigorosa, segundo o método desenvolvido por Smalian e descrito por Finger (1992). Os pontos em que foram tomados os diâmetros com e sem casca foram os seguintes: 0,10 m, 0,30 m, 1,30 m, 2,30 m e assim sucessivamente, a intervalos de um metro, até altura total.

Na seqüência, o tronco foi seccionado em toretes com 1 m de comprimento, até o ponto em que o diâmetro era de 7 cm (diâmetro comercial). A partir daí, até um diâmetro de 3 cm, foi considerado como ponteira das árvores, e de 3 cm até o ápice, foi considerado como galho.

Para a determinação do peso seco de madeira e casca, foram tomadas duas amostras ao longo do fuste: uma na metade da distância entre a base da árvore e o ponto em que este apresentasse 7 cm de diâmetro; e o segundo, no ponto médio, entre o último ponto e o ápice da árvore.

Após o seccionamento, os toretes foram pesados com e sem casca, para a determinação do peso da madeira e casca.

A copa das árvores, por sua vez, foi dividida em três compartimentos: folhas, galhos vivos e galhos mortos. Esses componentes também foram pesados e devidamente amostrados.

O último compartimento a ser pesado e amostrado foi a raiz. O sistema radicular das 21 árvores de acácia-negra foi extraído na sua totalidade e amostrado representativamente.

RESULTADOS:

Na **tabela 1**, pode-se verificar os coeficientes da equação bem como os coeficientes de determinação ajustados e erro-padrão da estimativa, para os diferentes componentes das árvores de acácia-negra.

A variação dos dados pode ser explicada com o uso desse modelo de regressão, como pode ser comprovado pelos altos valores dos coeficientes de determinação ajustados, e por apresentarem baixos valores de erro-padrão da estimativa.

Tabela 1 – Coeficientes da equação ajustada para cada componente das árvores de acácia-negra e seus respectivos coeficientes de determinação ajustados e Índice de Furnival.

Table 1 – Coefficients from the adjusted equation for each component of black wattle trees and its respective coefficient of determination and Furnival Index.

Componente	b ₀	b ₁	R ² aj.	IF%
Folhas	-2,187791	2,461315	0,927	20,04
Galhos mortos	-2,176574	2,475102	0,819	29,25
Galhos vivos	-1,403205	2,275725	0,964	13,35
Casca	-1,518185	2,105691	0,960	13,97
Madeira	-1,224742	2,588624	0,989	7,92
Raízes	-1,715968	2,467488	0,969	12,61
Total	-0,774956	2,433163	0,995	5,22

Na Tabela 2, pode-se verificar a biomassa média de cada componente das árvores, em um povoamento de acácia-negra com seis anos de idade.

Tabela 2 – Biomassa média e percentual de cada componente no povoamento estudado.

Table 2 – Average and percentage biomass of each component from the studied stand.

Componente	Biomassa (Mg ha ⁻¹)	%
Folhas	5,95	4,33
Galhos mortos	6,35	4,51
Galhos vivos	21,19	15,07
Casca	9,96	7,08
Madeira	79,14	56,30
Raízes	17,96	12,71
Total	140,73	100

A biomassa acima do solo representa 87,90 % da biomassa total das árvores do povoamento, sendo que o fuste (madeira + casca) e a copa (folhas + galhos vivos + galhos mortos) representam 63,38 e 23,91 % respectivamente.

A seqüência encontrada é de biomassa de madeira > galhos vivos > raízes > casca > galhos mortos > folhas. Esses dados apresentam a mesma tendência dos apresentados por Barichello (2003) em um povoamento de acácia-negra aos 8 anos.

Barichello (2003), trabalhando com árvores de acácia-negra com oito anos de idade, encontrou uma percentagem de 62,34% para a madeira, 12,45% para as raízes, 9,37% para os galhos vivos, 8,28% para a casca, 4,59% para os galhos mortos e 2,97% para as folhas.

Saidelles (2005), em estudo com árvores de acácia-negra aos 4 anos de idade, encontrou a seguinte distribuição: 62,2% na madeira, 10,4% na casca, 5,4% no galhos vivos, 3,6% nas folhas, 7,4% nos galhos vivos e 11% na raiz.

Na **tabela 3** é possível verificar os valores dos teores de Nitrogênio, Fósforo e Potássio encontrados na biomassa acima e abaixo do solo nos diferentes compartimentos das árvores de acácia-negra no sistema silvopastoril estudado.

Tabela 3 – Teores de Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K) nos diferentes componentes das árvores de acácia-negra.

Table 3 – Nitrogen (N), Phosphorus (P) and Potassium (K) contents in different components of black wattle trees.

Componente	Nutriente (g kg ⁻¹)		
	N	P	K
Folhas	30,33	1,58	7,52
Galhos mortos	4,17	0,34	0,69
Galhos vivos	5,90	0,87	2,17
Casca	10,94	0,39	2,96
Madeira	1,80	0,29	0,56
Raízes	2,15	0,14	0,94

Os maiores teores de nutrientes foram encontradas nas folhas, enquanto que as menores concentrações foram encontrados na madeira, com exceção do fósforo que se apresentou em menor concentração nas raízes.

O alto teor de nitrogênio nas folhas é explicado pela capacidade que a acácia-negra possui de fixar N₂ atmosférico pela simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*.

Os valores encontrados neste trabalho estão de acordo com os encontrados por Barichello (2003) para árvores de acácia-negra aos oito anos de idade.

Saidelles (2005) em estudo com *Acacia mearnsii* com quatro anos, encontrou a seguinte distribuição dos teores de Nitrogênio: folhas > casca > galho vivo > galho morto > raiz > madeira; Fósforo (P): folhas > galho vivo > casca > galho morto > raiz > madeira; Potássio (K): folhas > galho vivo > casca > galho morto > raiz > madeira.

Na Tabela 4 estão os valores do conteúdo de Nitrogênio, Fósforo e Potássio encontrados na biomassa acima e abaixo do solo nos diferentes compartimentos das árvores de acácia-negra no sistema silvopastoril estudado.

Tabela 4 – Conteúdo de Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K) e seu percentuais nos componentes da biomassa das árvores de acácia-negra estudadas.

Tabela 4 – Nitrogen (N), Phosphorus (P) and Potassium (K) amounts and its percentage in biomass components in black wattle trees.

Componente	Nutriente (kg ha ⁻¹)					
	N	%	P	%	K	%
Folhas	189,59	33,20	9,96	22,49	45,91	24,55
Galhos mortos	26,54	4,65	2,25	5,11	4,38	2,34
Galhos vivos	124,35	21,77	16,32	36,99	45,98	24,61
Casca	102,23	17,90	3,34	7,58	29,48	15,77
Madeira	95,18	16,67	10,43	23,64	44,31	23,70
Raízes	33,11	5,81	1,85	4,19	16,88	9,03
Total	571,00	100	44,11	100	186,94	100

De acordo com a Tabela acima, é possível verificar que a maior quantidade de nitrogênio (N) está no compartimento folhas, seguido de galhos vivos, casca, madeira, raízes e galhos mortos.

O conteúdo de fósforo (P) está distribuído no compartimento galhos vivos, seguido de madeira, folhas, casca, galhos mortos e raízes.

O conteúdo de potássio (K) está distribuído no compartimento galhos vivos, folhas, madeira, casca, raízes e galhos mortos.

Saidelles (2005) contabilizou, para árvores de acácia-negra com 4 anos de idade, um total de 348, 94 kg ha⁻¹ de N, 15,61 kg ha⁻¹ de P e 200,06 kg ha⁻¹ de K.

CONCLUSÕES:

- A biomassa estimada da *Acacia mearnsii* foi de 140,73 Mg ha⁻¹, sendo 4,3 % nas folhas, 4,5 % nos galhos mortos, 15,7 % nos galhos vivos, 7,1 % na casca, 56,3 % na madeira e 12,7 % nas raízes;

- A copa formada pelas folhas e galhos vivos e mortos representa apenas 23,9% da biomassa total das árvores, no entanto acumula 53,6% do total de nutrientes quantificados;

- Por ocasião da colheita da floresta, considerando-se o estoque de nutrientes dos diferentes compartimentos avaliados e tendo por objetivo o maior número possível de rotações de seis anos, dever-se-ia remover do sítio somente o componente madeira do tronco sem a casca. Os demais resíduos devem ficar uniformemente distribuídos sobre o solo sem sofrerem queima ou outro processo de degradação antrópica.

BIBLIOGRAFIA:

BARICHELLO, L. Quantificação da biomassa e dos nutrientes em floresta de *Acacia mearnsii* De Wild. na região sul do Brasil. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

BELLOTE, A. F. J. & SILVA, H. D. Técnicas de amostragem e avaliações nutricionais em plantios de *Eucalyptus* spp. In: Nutrição e Fertilização Florestal. Piracicaba : IPEF, 2000. 427 p.

CAMPOS, M.A.A., Balanço de biomassa e nutrientes em povoamentos de *Ilex paraguariensis*. Avaliação na safra e na safrinha. Curitiba: UFPR, 1991. 106p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, 1991.

- CALDEIRA, M.V.W. Quantificação da biomassa e do conteúdo de nutrientes em diferentes procedências de Acacia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1998.
- COUTO, L., DANIEL, O., GARCIA, R., BOWERS, W., DUBÉ, F. Sistemas agroflorestais com Eucaliptos no Brasil: uma visão geral. Viçosa: SIF, 1998. 50p. (Documento SIF n. 17).
- DEBELL, D.S.; HARRINGTON, C.A. Deploying genotypes in short-rotation plantations: mixtures and pure culture of clones and species. *The Forestry Chronicle*: Ottawa, v.69, nº 6, p.705-713, 1993.
- FINGER, C.A.G. Fundamentos de Biometria Florestal. Santa Maria: UFSM/CEPEF/FATEC, 1992. 269p.
- FRANCO, A.A.; Fixação de nitrogênio em árvores e fertilidade do solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.19, s/n, p. 253 - 261, 1994.
- GARCIA R. Sistemas Silvopastoris: tecnologia emergente de sustentabilidade. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO DE ANIMAIS EM PASTEJO. 1997, Curitiba. Anais ... [Editado por] José Alberto Gomide. Viçosa, MG, 1997. 471p.
- KRAMER, P.J.; KOZLOWSKI, T. *Physiology of wood plants* New York: Academic Press, 1979. 811p.
- MORENO, J.A. *Clima do Rio Grande do Sul*. Secretaria da Agricultura. Divisão de Terras e Colonização. Porto Alegre, 1961. 42p.
- RAVEN, P.H.; EVERT, R.F. & EICHHORN, S.E. *Biologia vegetal*. 6ª ed. Ed. Guanabara Koogan: Rio de Janeiro. 2001. 906 p.
- SAIDELLES, F.L.F. Determinação da biomassa e altura de amostragem para a quantificação de nutrientes em *Acacia mearnsii* De Wild. 2005. 97f. Tese. (Doutorado em Engenharia Florestal)- Universidade Federal de Santa Maria - Santa Maria, RS.
- STRECK, E.V. *et al.* Atualização da classificação taxonômica das unidades de mapeamento do levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: EMATER, 1999.
- VAN DEN DRIESSCHE, R. Prediction of mineral nutrient status of trees by foliar analysis. *The botanical review*.v.40, n3, 1974.

**DETERMINACIÓN DE TENSIONES DE CRECIMIENTO EN ROLLOS DE
Eucalyptus grandis UTILIZANDO IMAGENES DIGITALES**

**DETERMINATION OF GROWTH STRESS IN THE LOGS OF
Eucalyptus grandis USING DIGITALS IMAGE**

Federico Javier Caniza¹ y Juan Adolfo López (h)¹

¹ INTA, EEA Bella Vista. Colonia 3 de Abril (3432) Bella Vista, Corrientes, Argentina.
Tel. 03777 451 923 fcaniza@correo.inta.gov.ar, jlopez@correo.inta.gov.ar

SUMMARY

The objective of the present work was to evaluate the digital efficiency and image analysis to determine growth stress in logs of *E. grandis*. Thirty faces of logs (15 logs) were used for this work. The images were captured 72 hours after the felling with normal quality and a constant focal distance. Measurements of constitutive parameters of splitting indexes on field, were done on the printed images and with the SIARCS software. The evaluated IR from the measurement to field, measurement on printed images and measurement by the software SIARCS, did not show significant differences to 95% of probability. Also, the correlation between the 3 methods turned out highly significant ($P < 0,0001$). That is why it is suggested that the analysis of digital images for the obtaining of the constitutive parameters of IR constitute a reliable methodology.

Key words : Grows stress, *Eucalyptus grandis*, digital images

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue evaluar la eficiencia de la digitalización y del análisis de imágenes para determinar tensiones de crecimiento en rollos de *E. grandis*. Para este trabajo se utilizaron 30 caras de rollos (15 rollos), las imágenes fueron capturadas a las 72 horas después del apeo con calidad normal, y a una distancia focal constante. Se realizaron mediciones de los parámetros constitutivos de los índices de rajado (IR) a campo, sobre las imágenes impresas y con el software SIARCS. Los IR evaluados a partir de la medición a campo, medición sobre imágenes impresas y medición con el software SIARCS, no presentaron diferencias significativas al 95% de probabilidad. Así mismo, la correlación entre los tres métodos resultaron altamente significativas ($P < 0,0001$). Lo cual sugiere, que el análisis de imágenes digitales para la obtención de los parámetros constitutivos del IR constituye una metodología confiable.

Palabras clave : Tensiones de crecimiento, *Eucalyptus grandis*, imágenes digitales.

INTRODUCCIÓN

Las tensiones de crecimiento se encuentran en todas las especies forestales, siendo en algunas

latifoliadas considerada como el defecto estructural mas importante. Según MALAN (1995) y WAUGH (1998) el alto nivel de las tensiones de crecimiento de los eucaliptos es considerado uno de los mayores problemas para uso sólido.

Según JACOBS (1945) y DINWOODIE (1966) los árboles regulan su posición espacial en respuesta a las condiciones del medio. Las tensiones ayudan a estabilizar el tronco de los árboles, disminuyendo los daños por compresión mecánica causada por la inclinación. De acuerdo con FERRAND (1983) estas tensiones están en equilibrio cuando el árbol esta en pie, pero, inmediatamente después del apeo empiezan a ocurrir las deformaciones y rajaduras en las caras de los rollos, debido a la modificación del estado de equilibrio que vigorizaba durante el crecimiento.

Se utilizan actualmente métodos no destructivos y destructivos para la determinación de las tensiones de crecimiento. El método no destructivo determina las tensiones del árbol en pie, mediante el empleo de un dispositivo mecánico (extensómetro del CIRAD-Forêt) el cual mide las deformaciones residuales longitudinales. El método destructivo, sin embargo, requiere del apeo del árbol y consiste en la medición de las rajaduras ocurridas en los extremos de los rollos. Esta medición indirecta es una de las más confiables. Según SCHACHT e GARCIA (1997) y SANTOS (2002) las rajaduras en las caras de los rollos se encuentran fuertemente correlacionadas con las rajaduras ocurridas en tablas y manifiestan moderados a altos valores de heredabilidad.

En el terreno, dos auxiliares calificados y un profesional tardan aproximadamente 8 a 9 minutos para medir los largos y anchos de todas las rajaduras visibles en los dos extremos de cada rollo a evaluar. Esto implica que, considerando un mínimo de tres rollos por árbol, en una jornada de trabajo sólo pueden evaluarse alrededor de 20 a 25 ejemplares. Este número puede elevarse varias veces, digitalizando imágenes de las caras de los rollos (en el campo) y midiendo las rajaduras en gabinete sobre las imágenes capturadas.

La digitalización puede ser hecha a través de sistemas de digitalización comerciales, cuyos costos cada vez son menos onerosos. Las mismas deben ser hechas en base a criterios adecuados para conseguir imágenes con calidad suficiente para el análisis a través de software específicos como el SIARCS[®] (Sistema Integrado para Análisis de Raíces y Cobertura de Suelo) del EMBRAPA (JORGE y CRESTANA, 1996).

Según SCHAITZA *et al.* (2003) las evaluaciones con notas son caras, exigen un trabajo de campo extensivo y el traslado de equipos. Un operador acostumbrado con el uso del

SIARCS® y del scanner puede realizar fácilmente 30 mediciones en un cuarto de hora, lo que implica en reducción de costo de mano de obra y aumento de eficiencia.

Por ello, el objetivo de este trabajo fue evaluar la eficiencia de la digitalización y del análisis de imágenes para determinar las tensiones de crecimiento en rollos de *E. grandis*.

MATERIALES Y METODOS

El material estudiado fue tomado de un ensayo clonal de 9 años de edad con un espaciamiento inicial de 3 x 3m, ubicado en la EEA del INTA Bella Vista, Corrientes (Latitud: 28° 26' S, Longitud: 58° 55' O, Altitud: 70 msnm). Los árboles fueron apeados y trozados en rollos de 2,4 m. Siguiendo la metodología propuesta por SCHACHT y GARCIA (1997) los rollos fueron cubiertos con bolsas plásticas en sus dos extremidades, a efectos de retardar el proceso de secado, retracción y colapso de manera que las rajaduras observadas fueron, principalmente, a causa de las tensiones de crecimiento.

Medición de rajaduras e índices utilizados

Para este trabajo se evaluaron 30 caras de rollos (15 rollos). Se marcaron en cada cara del rollo (**Figura 1**): médula, inicio y fin de cada rajadura y ancho máximo de las mismas. Al mismo momento, se obtuvieron imágenes de las caras, utilizándose una cámara digital (3.1 Megapixels). Las imágenes fueron capturadas con calidad normal a las 72 horas después del apeo y a una distancia focal constante de 0,50 m.



Figura 1. Marcación, medición de largos y anchos de rajadura en las caras de los rollos.

Figure 1. Bearing, measurement of lengths and broad of splitting in the faces of the logs.

Las mediciones de las rajaduras en las caras de los rollos hechas a campo (MC) se realizaron utilizando para las longitudes una cinta métrica de 0,1 cm de precisión, en tanto para los anchos, se utilizó un calibre digital de 0,01 mm de precisión (**Figura 1**).

Después de la obtención las imágenes fueron llevadas a una computadora. Cada imagen fue “realzada” con el ajuste de los componentes de brillo y contraste: Se determinó la mejor resolución para la realización de la impresión considerando las recomendaciones prácticas de JORGE y CRESTANA (1996). La impresora utilizada fue una HP Deskjet 692c. La calidad de la impresión fue en “modo presentación” (calidad superior). Las mediciones sobre la impresión (MI) del diámetro de la cara, largos y anchos de rajadura se realizaron con calibre digital de 0,01 mm de precisión.

Para el uso del SIARCS cada imagen fue igualmente “realzada” y cambiada de formato, de JPEG a BMP (mapa de bits para Windows) para el empleo del software. Con el SIARCS (MS) se procedió a la medición de las longitudes. Cuando las distancias entre las extremidades resultaron iguales al largo (rajaduras rectas) las mismas pudieron procesarse rápidamente. En rajaduras curvas o irregulares se procedió a realizar las mediciones “por partes” obteniendo la longitud total por sumatoria. Los anchos de las mismas se midieron en forma directa sobre las marcas realizadas en el campo.

Las intensidades de las tensiones de crecimiento con los datos obtenidos a campo, sobre las imágenes impresas y con el SIARCS, fueron cuantificadas mediante el Índice de Rajado (IR) propuesto por LIMA (2000). Este consiste en una relación entre el área ocupada por la rajadura y el área total de la sección transversal que contiene a esas rajaduras.

$$IR = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \cdot L_i}{\frac{D^2}{4}} \cdot 100$$

Donde, A_i : abertura máxima (cm) de la rajadura i ($i=1, \dots, n$); L_i : largo (cm) de la rajadura i ($i=1, \dots, n$); D : diámetro medio de la sección transversal (cm) que contiene las rajaduras y N : número de rajaduras encontradas en la extremidad de la troza.

La información se analizó utilizando los valores de IR transformados por \sqrt{x} . El análisis de varianza, pruebas de medias y correlación se procesaron con los procedimientos GLM y CORR (SAS, 2002).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados presentados en la **Tabla 1** muestran, que los IR evaluados a partir de los tres métodos de medición (MC, MI y MS) no presentaron diferencias significativas al 95% de probabilidad.

Tabla 1. Resultado del ANDEVA y del Test de Duncan considerando las tres metodologías de medición, los IR transformados por \sqrt{x} , los IR originales y su amplitud.

Table 1. Result of the ANDEVA and Duncan's Test considering the three methodologies of measurement, the IR transformed by \sqrt{x} , the original IR and extent.

Métodos de Medición	\bar{X}_{Trans}	$\bar{X}_{Original}$	Amplitud IR	
			Máximo	Mínimo
MI	0,9983 a	1,0449	2,1768	0,4773
MC	0,9907 a	1,0143	1,7746	0,4247
MS	0,9469 a	0,9292	1,7590	0,4248
$P>F$	>0,5561	0,5055		
CVexp(%)	20,09	39,63		

Letras iguales indican diferencias no significativas a $P: 0,05$

En la **Tabla 2** se puede observar que la correlación entre los IR de los tres métodos de medición resultaron altamente significativos ($P<0,0001$). Lo cual sugiere, que el análisis de imágenes digitales para la obtención de los parámetros constitutivos del IR resultó una metodología confiable ya que, no tuvo diferencias significativas con las mediciones directas realizadas a campo (MC) (**Tabla 2** y **Figura 2**).

Tabla 2. Correlación entre los IR (transformados) utilizando los tres métodos de medición de rajaduras en las caras de los rollos.

Table 2. Correlation between IR (transformed) using three methods of measurement of splitting in faces of logs.

	IR (MC) ? IR (MI)	IR (MI) ? IR (MS)	IR (MC) ? IR (MS)
r	0,949	0,962	0,974
P	<0,0001	<0,0001	<0,0001

Las proporcionalidades de las dimensiones del diámetro de la cara, largos y anchos de rajaduras, se mantuvieron con la impresión de la imagen tal como puede observarse en la **Figura 2** donde los coeficientes de determinación entre los índices de campo (MC) y elaborados con las otras dos metodologías (MI y MS) fueron de 0,908 y 0,946.

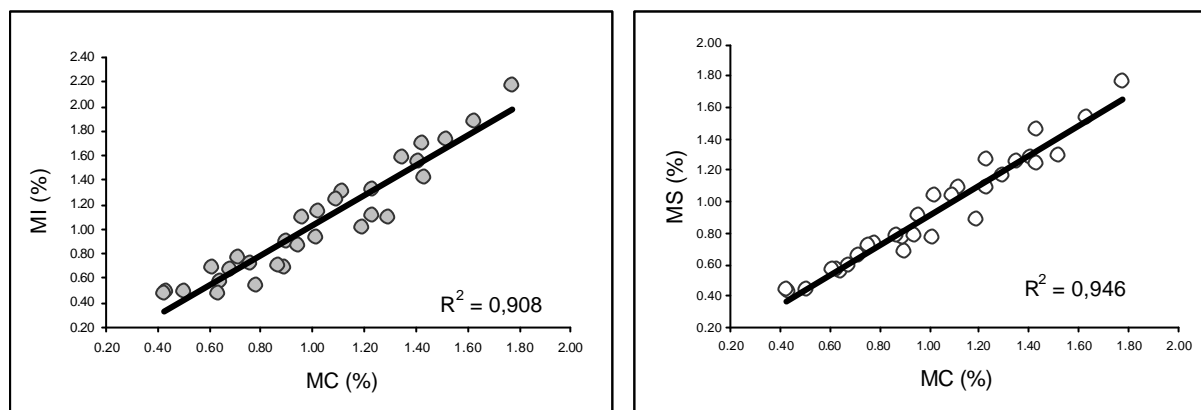


Figura 2. Relación entre los IR de las mediciones a campo (MC) versus las mediciones en imágenes impresas (MI) y con software (MS).

Figure 2. Relation between IR of the field measurements (MC) versus the measurements in printed images (MI) and with software (MS).

Cada método utilizado está sujeto a condiciones y presentan ventajas como desventajas. Como se aprecia en la **Tabla 3** el personal que es necesario para el trabajo de terreno para los tres métodos de medición es el mismo. Así, cualquiera sea el método a utilizar para medir las rajaduras se requieren dos operarios y un profesional para el levantamiento de los rollos, marcación, medición y anotación de las rajaduras en la metodología MC. En las metodologías MI y MS sus funciones se limitan al levantamiento del rollo y la captación de la imagen digital.

La principal diferencia entre las metodologías MI y MS respecto a la MC, es el tiempo ocupado en el campo ya que, el tiempo de captación de las imágenes resulta mínimo respecto al necesario para las mediciones de longitudes y anchos de rajaduras en el campo (**Tabla 3**). Con la digitalización y el análisis de imágenes los resultados obtenidos en el campo, al ser incorporados a una base de imágenes, pueden ser revisados y remedidos varias veces si fuera necesario, independientemente del estado meteorológico reinante (lluvia, frío, calor) que en muchas oportunidades se constituye en el factor limitante de las mediciones a campo.

La diferencia entre las metodologías MI y MS radica en el costo, ya que las mediciones con softwares se realizan directamente en la pantalla de la PC no necesitándose de la impresión de las imágenes en papel. Así mismo, en un futuro cercano, el desarrollo de estos softwares seguramente permitirán una mayor cantidad de prestaciones (p.ej: carga automática en planillas tipo Excel donde se puedan directamente calcular diferentes índices). Sumado a ello, una vez capturadas las imágenes éstas pueden servir para determinar otras características de interés como por ejemplo: proporción de médula, relación albura-duramen (MAESTRI, *et al.* 2005), porcentaje de corteza, excentricidad de médula ó elipticidad de los rollos.

Tabla 3. Comparación de los tres métodos de evaluación, teniendo en cuenta el tiempo aproximado para la medición de dos caras de un rollo en campo, medición de dos imágenes en gabinete, cantidad de personal necesario para el trabajo de campo, instrumentos y condiciones.

Table 3. Comparison of the three methods of measurement, bearing in mind the time demanded for the measurement of two faces of a logs in field, measurement of two images in office, quantity of personnel required, instruments and conditions.

Métodos	Tiempo en campo (minutos)	Tiempo gabinete (minutos)	Personal (n°)	Instrumentos	Condiciones
MC	8 - 9	7-8	3	Calibre digital, cinta métrica, taburete	Condiciones meteorológicas favorables
MI	0,30	7 - 8	3	Cámara digital, PC, impresora, calibre digital	Captación satisfactoria de imagen, realce de imagen para impresión
MS	0,30	8	3	Cámara digital, PC, Software SIARCS	Captación satisfactoria de imagen, cambio de formato, realce de imagen

CONCLUSIONES

Los IR evaluados a partir de los tres métodos de medición de rajaduras (MC, MI y MS) no presentaron diferencias significativas al 95% de probabilidad. Así mismo, la correlación entre los tres métodos resultó altamente significativa ($P < 0,0001$). Lo cual sugiere, que el análisis de imágenes digitales para la obtención de los parámetros constitutivos del IR constituye una metodología confiable.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen especialmente a los Ingenieros L. A. C. JORGE y S. CRESTANA por facilitar y autorizar el uso del Software SIARCS® 3.0 “Beta”.

BIBLIOGRAFIA

- DINWOODIE, J. M., 1966. Growth stresses in Timber: a Review of literature. *Forestry*, London, v.39, n.2: 162 – 270
- EMBRAPA. 1996. Centro Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento de Instrumentação Agropecuária (São Carlos, SP), Lúcio André de Castro Jorge e Silvio Crestana. Sistema integrado para análise de raízes e cobertura do solo - SIARCS. Patente de Privilégio de Invenção BR INPI n.004276 n.5.519.111
- FERRAND, J. Ch. 1983. Growth stresses and silviculture of eucalyptus, *Australian Forest Research*, Melbourne, v.13, n.1: 75 – 81
- JACOBS, M. R. 1945. The Growth Stresses of Woddy Stems. *Bulletin 28*. Canberra, Commonwealth Forestry Bureau, Australia. 36 p.
- JORGE, L.A.C y S. CRESTANA. 1996. SIARCS 3.0: novo aplicativo para análise de imagens digitais aplicado a ciência do solo. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., ago. 1996. Águas de Lindóia, SP. Solo suelo 96. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 5p. CD-ROM.
- LIMA, I. L. 2000. Variação de Propriedades Indicativas da Tensão de Crescimento em Função da Posição na Arvore e da Intensidade de Desbaste. (Tese Mestrado) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidad de São Paulo. Piracicaba, Pp: 90.
- MAESTRI R.; NUTTO, L.; CARDOSO SANTORIO, R. 2005. Ganhos Tecnológicos na Produção de Madeira Reflorestada Sob Manejo. En: III Seminario de Productos Sólidos de Madeira de Eucalipto – SIF – Sociedade de Investigações Florestais.
- MALAN, F. S. 1995. Eucalyptus improvement for lumber production. En: Seminário Internacional de Utilização da Madeira para Serraria. IPEF – IPT – IUFRO – LCF/ELQ/USP. São Paulo, Brasil : 1 – 19
- SANTOS, P.E.T. 2002. Avaliação de características tecnológicas de madeira para serraria em progênies de polinização aberta de Eucalipto e aplicações para o melhoramento genético. (Tese Doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidad de São Paulo. Piracicaba. 153 p.

SAS Institute Inc. 2002. SAS/STAT User's Guide. Release 8.00 Edition. Sitio: INTA 14759001.

SCHACHT, L. y GARCIA, J. N. 1997. Variação entre e intra clones nas rachaduras de topo em *Eucalyptus urophylla* S. MT. Blake. En: IUFRO Conference on Silviculture and Improvement of Eucalypts. Salvador, Brazil. V3: 401 – 404.

SCHAITZA GOMES. E.; MATTOS P. P.; DUARTE PEREIRA J. C. 2003. Metodologías Simples e Baratas para Análise de Imagens Planas. Comunicado Técnico 90, EMBRAPA. SIN 1517-5030. Colombo, PR.

WAUGH, G. 1998. Sawing of young, fast-grow *Eucalypts*. In: 10º Seminario internacional sobre produtos sólidos de madeira de alta tecnologia, 1^{er} encontro sobre tecnologias apropriadas de desdobro, secagem e utilização da madeira de eucalipto, 1, Belo Horizonte, 1998. Anais. Viçosa: SIF: 69-81.

EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA DE HOMÓPTEROS EN VIVEROS DE *Prosopis alba* (Griseb.) EN SANTIAGO DEL ESTERO

EVALUATION OF HOMOPTERA'S INCIDENCE IN TREE NURSERY OF *Prosopis alba* (Griseb.) IN SANTIAGO DEL ESTERO.

María del V. Carabajal de Belluomini ¹

Dante Cayetano Fiorentino ²

¹ Cátedra de Entomología forestal. Facultad de Ciencias Forestales (UNSE) Av. Belgrano (s) 1912 – 4200 Santiago del Estero mcbelluomini@yahoo.com.ar

² Cátedra de Entomología forestal. Facultad de Ciencias Forestales (UNSE) Av. Belgrano (s) 1912 – 4200 Santiago del Estero

SUMMARY

The Homoptera's insects, are phytophagous and causing damages of different categories to the forest production. These insects are frequent in tree nursery, and the *Prosopis* plants production doesn't escape to its action.

Studies about the impacts caused by the homopterous in tree nursery of autochthonous forest plants are scarce so that the aim of this paper was to carry out studies to evaluate the incidence of the homopterous fauna associated to tree nursery of *Prosopis alba* with the purpose to characterize the damages and to establish priorities at the moment to implement strategies in pest management of tree nurseries in Santiago del Estero. The studies were carried out from November 2003 to April of 2005 in tree nurseries located in two different place, one in the property of the UNSE (Dpto. Capital) and another in San Carlos, Dpto. Banda. The insects were captured by Moericke traps and entomological net. The evaluation and characterization of damages was carried out. Psyllidae was the most frequent family and Membracidae the most constant in both places. Two population picks took place, one in the spring and another at the end of the summer .The calculated damage was 54%, 50% and 46% in the studied tree nursery. There wasn't plants loosed caused by homopterous pest action but we registered lost of foliage mass, damages in the branch's tissue and decrease in the growth.

Key words: Homoptera, Damage, *Prosopis*, tree nursery

RESUMEN

Los insectos del orden Homoptera, se caracterizan por ser fitófagos ocasionando daños de distintas categorías a la producción vegetal. Los homópteros son fauna frecuente en viveros, y la producción de plántulas de *Prosopis* no escapa a su acción.

Estudios sobre los impactos ocasionados por la fauna de homópteros en viveros de especies arbóreas autóctonas son escasos por lo que se planteo como objetivo realizar estudios para evaluar la incidencia de la fauna de homópteros presente en los viveros de *Prosopis alba* con el fin de caracterizar los daños y establecer prioridades en el momento de implementar estrategias de manejo de plagas de viveros de especies autóctonas en Santiago del Estero. Los estudios se llevaron a cabo durante noviembre de 2003 a abril de 2005 en viveros de *Prosopis alba* ubicados, uno en el predio de la UNSE (Dpto. Capital) y otro en la localidad de San Carlos, Dpto. Banda. Para la captura de insectos se usaron trampas tipo Moericke y red entomológica construida especialmente. Se realizó la evaluación y diferenciación los daños producidos por homópteros. La familia más frecuente en ambos sitios fue Psyllidae y la más constante Membracidae. Se produjeron dos picos poblacionales en la primavera y al final del verano. El nivel de daño observado ascendió a 54 %, 50 % y 46 % en los almácigos estudiados. No se registraron pérdidas de plántulas por la acción de homópteros pero si perdida de masa foliar y daños en los tejidos de las ramitas y tallos y disminución en el crecimiento.

Palabras clave: Homoptera, daños, *Prosopis*, viveros

INTRODUCCIÓN

Los insectos del orden Homoptera, de amplia distribución mundial, se caracterizan por ser fitófagos ocasionando daños de distintas categorías a la producción vegetal. Son insectos succionadores de savia y también en su mayoría transmisores de enfermedades. Como consecuencia de ello los daños visibles se manifiestan como necrosis de tejido de diferentes partes de la planta o como enrulamientos, torsión de hojas mosaicos, etc. con la consecuente pérdida del rendimiento.

Los insectos succionadores de savia son fauna frecuente en viveros, y la producción de plántulas de *Prosopis* no escapa a su acción.

Estudios sobre los impactos ocasionados por la fauna de homópteros en viveros de especies autóctonas del Chaco semiárido son escasos pero necesarios para implementar estrategias de manejo de plagas en viveros de especies arbóreas autóctonas.

Por lo expuesto se planteó como objetivo del presente trabajo, realizar estudios para evaluar la incidencia de la fauna de homópteros presente en los viveros de *Prosopis alba* con el fin de caracterizar los daños y establecer prioridades tendientes a implementar estrategias en la gestión de manejo de plagas de viveros de *Prosopis alba* en Santiago del Estero.

MATERIALES Y METODOS

Los estudios se llevaron a cabo durante noviembre de 2003 a abril de 2005 en viveros de *Prosopis alba* ubicados en dos sitios diferentes: uno en el predio de la UNSE (Dpto. Capital) y otro en la localidad de San Carlos, Dpto. Banda dependiente del Gobierno de la Provincia de Santiago del Estero.

A partir de la emergencia de las plántulas se realizaron inspecciones periódicas. Para la captura de insectos se usaron trampas Moericke (PASTRANA, 1985) y red entomológica, registrándose el material capturado.

Mediante observación directa se realizó la diferenciación y valoración macroscópica de los daños causados por homópteros. Se calculó el porcentaje de daño, usando la formula siguiente:

$$\% \text{ de daño} = \frac{\text{N}^\circ \text{ plantas con signos de daños}}{\text{N}^\circ \text{ total de plantas}} \times 100$$

Se separaron partes de plantas con signos de daño de homópteros, y en laboratorio fueron examinadas con lupa binocular estereoscópica.

Se aplicaron índices ecológicos de frecuencia y constancia para caracterizar los almácigos. La frecuencia se determinó como porcentaje según SILVEIRA NETO (1976)

$$F \% = \frac{\text{n}^\circ \text{ de individuos de una especie}}{\text{N}^\circ \text{ total de individuos}} \times 100$$

La constancia, se determinó según la fórmula de SILVEIRA NETO (1976)

$$C \% = \frac{P}{N} \times 100$$

“N” número total de muestreos

Según los resultados del índice de constancia obtenidos, se estableció categorías siguiendo las dadas por BODENHEIMER (1955), a saber:

Especies constantes (**x**), presentes en más del 50% de los muestreos.

Especies accesorias (**y**), presentes entre el 25 al 50 % de los muestreos.

Especies accidentales (**z**) presentes en menos del 25 % de los muestreos.

RESULTADOS

Durante el primer mes de vida, las plántulas de los almácigos mostraron muy buen estado sanitario.

Los daños de homópteros aparecieron cuando las plantas tenían entre 45 y 50 días.

Se observó necrosis en los folíolos con posterior caída de los mismos, ese mismo síntoma fue observado también en los raquis y pecíolos de las hojas.

En plántulas de tres meses de edad se observaron malformaciones en los folíolos de las hojas, al examinarlas se encontró en el interior ninfas de distintos estadios de insectos de la familia Psyllidae (Fig. N° 1 a).



Fig. N° 1: **a-** Daños ocasionados en hojas de plántulas de *Prosopis alba* por insectos de la familia Psyllidae. **b-** Insectos de la Familia Membrasidae sobre tallo de plántula de *Prosopis alba*

Fig. N° 1: a - Damages on *Prosopis alba* leaves caused by Psyllidae. b - Membrasidae insects on shaft of *Prosopis alba* plant.

El daño calculado para las plantas del almácigo AI (UNSE) que mostraban los signos mencionados evolucionó desde un 20%, el 2 de enero hasta un máximo de 54 % el 15 de enero. Idéntica evolución se observó en AII y AIII (San Carlos), que ascendió de 25% a 46% y de 22% a 50 % respectivamente entre a principios del mes de marzo hasta mediados del mismo mes. Luego la población de homópteros desciende notoriamente hasta desaparecer en mayo. No se registraron pérdidas de plántulas por este tipo de problema. Otro signo observado en las plantitas de los almácigos estudiados fue la presencia de manchas necróticas subcirculares, en tallos y ramitas, producidas por insectos de la familia Membracidae. Estos

insectos estuvieron presentes durante todo el año, mimetizados simulando espinas (Fig. N° 1 b)

Tabla N° 1: Índices de frecuencia y constancia de la fauna de homópteros en viveros de *P. alba*

Table N° 1: Frequency and Constancy Indexes of homopteros in tree nurseries of *P. alba*

Familia	N°	F %	C %	Categoría
Jassidae	221	22,60	71,42	x
Membrasidae	107	10,94	96,42	x
Psyllidae	370	37,83	71,42	x
Aphididae	49	5,01	32,14	y

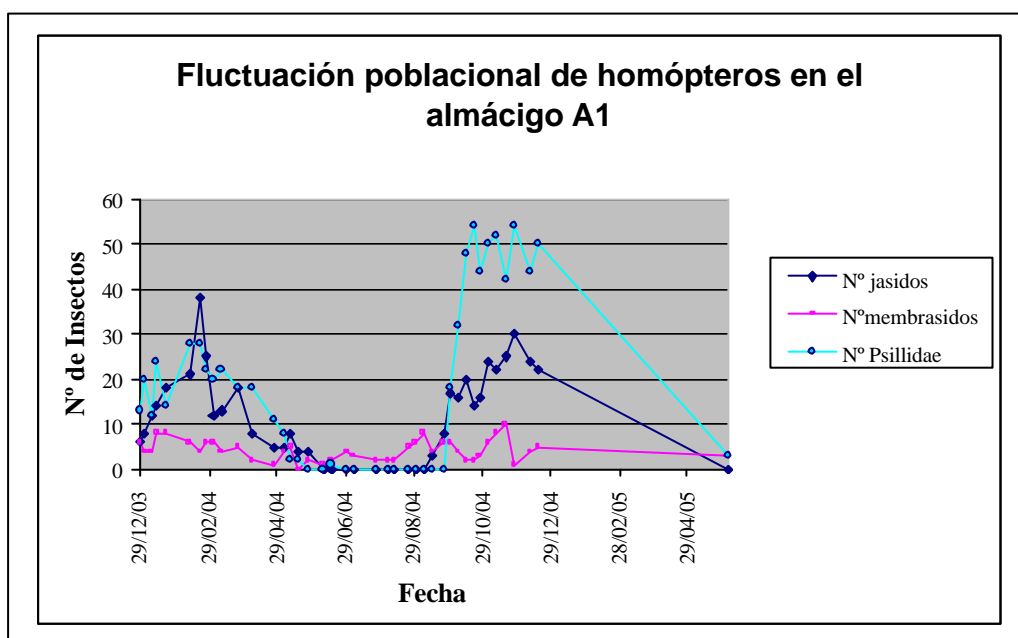


Gráfico N° 2: Fluctuación poblacional de homópteros asociados a *Prosopis alba* en el vivero ubicado en Dpto. Capital (Santiago del Estero) almácigo AI. Dic. 2003-Abril 2005.

Graphic N° 2: Populations dynamic of homopterous associated to *Prosopis alba* in tree nursery. Dpto. Capital (Santiago del Estero) AI seed bed. Dec. 2003-April 2005

La familia más frecuente en ambos almácigo fue Psyllidae y la más constante Membracidae. Del análisis de estos resultados, se podría expresar, que el índice de frecuencia es un indicador útil para inferir grados de daño y para establecer niveles de importancia del impacto de una determinada población de fitófagos, en el sistema almácigo, mientras que el índice de constancia al estar relacionado a la presencia de un insecto en cada una de las capturas y ser independiente de su cantidad, no siempre estará relacionado a la intensidad de daño.

La fluctuación poblacional del complejo Homoptera capturada en ambos viveros (Graf. N° 2, 3 y 4), fue coincidente con la evolución de las manifestaciones del daño observado *in situ*.

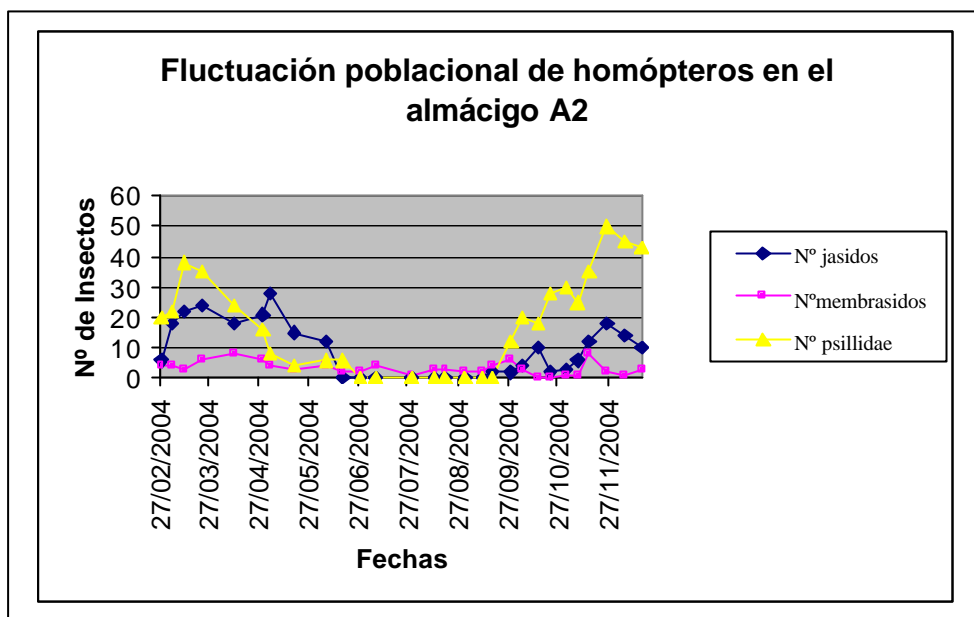


Gráfico N° 3: Fluctuación poblacional de homópteros asociados a *Prosopis alba* en el vivero ubicado en Dpto. Banda (Santiago del Estero) almácigo AII. Feb. 2004-Abril 2005.

Graphic N°3: Populations dynamic of homopterous associated to *Prosopis alba* in tree nursery. Dpto. Capital (Santiago del Estero) AII seed bed. Dec. 2003-April 2005

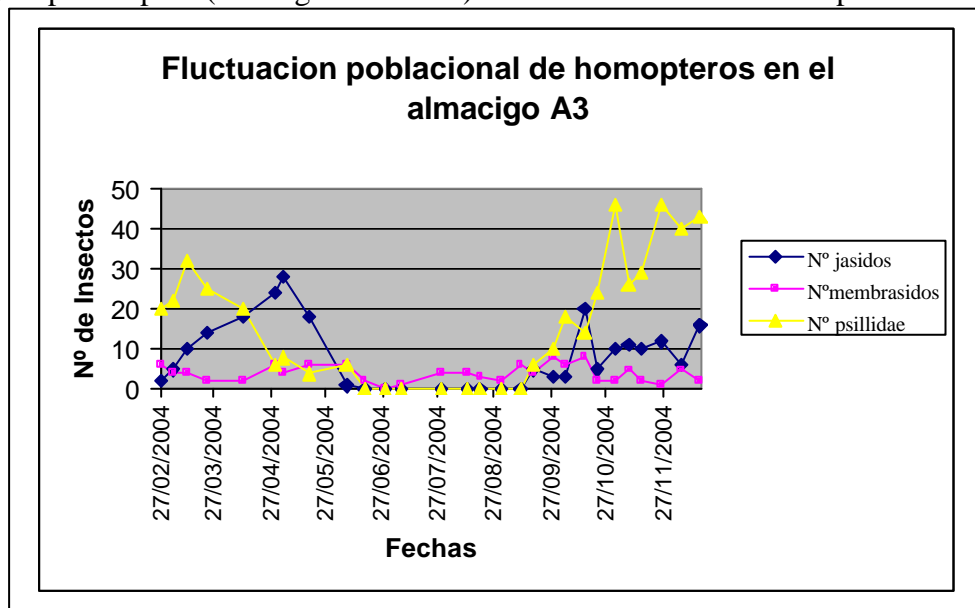


Gráfico N° 4: Fluctuación poblacional de homópteros asociados a *Prosopis alba*. Vivero ubicado en Dpto. Banda (Santiago del Estero) almácigo AIII. Feb. 2004-Abril 2005.

Graphic N° 4: Populations dynamic of homopterous associated to *Prosopis alba* in tree nursery. Dpto. Capital (Santiago del Estero) AIII seed bed. Dec. 2003-April 2005

CONCLUSIONES

- ✍ La familia más frecuente en ambos almacigo fue Psyllidae y la más constante Membracidae
- ✍ Se producen dos picos poblacionales en la primavera y al final del verano.
- ✍ El nivel de daño calculado fue de 54 %, 50 % y 46 % en los almácigos estudiados.
- ✍ No se registraron pérdidas de plántulas por la acción de homópteros pero si perdida de masa foliar y daños en los tejidos de las ramitas y tallos.

BIBLIOGRAFÍA

BODENHEIMER F. S. (1955). *Precis d écologie animale*. PAYOT. Paris. 315 pp.

PASTRANA J. 1985. *Caza preparación y conservación de insectos*. Ed. El Ateneo. Buenos Aires. Argentina.

SILVEIRA NETO ET AL (1976) *Manual de entomología dos insectos*.420pp. Editora Agronómica Ceres. Sao Paulo. Brasil

CULTIVO DE *Prosopis chilensis* (MOL.) STUNTZ EN REGIONES SEMIÁRIDAS DE ARGENTINA. PRÁCTICAS PARA SU CRIANZA E IMPLANTACIÓN

***Prosopis chilensis* (MOL.) STUNTZ CULTIVATED IN THE SEMIARID REGIONS OF ARGENTINA. SEEDLING PRODUCTION AND PLANTATION TECHNIQUES**

Luis A. CARO¹ y Luis F. HERNANDEZ^{1, 2}

1-Departamento de Agronomía - Universidad Nacional del Sur -8000 Bahía Blanca, Argentina (Email: lcaro@uns.edu.ar)

2-CICBA - 1900 La Plata, Argentina (Email: lhernan@criba.edu.ar).

SUMMARY

Prosopis chilensis aptitude as multipurpose tree species and its adaptability to semiarid environmental conditions enables the possibility to be grown integrating wind barriers, timber production or for intercropping.

Nevertheless, its cultivation in marginal areas requires special seedling obtention and plantation techniques.

The objective of this work was to study the relationship between the pot size during seedling pretransplant production and the seedling growth performance as well as seedling postransplant survival using different plantation practices.

It was seen that seedlings growth in pots 20 cm length and 10 cm diameter presented better postransplant performance both in growth and development than those growth in pots 40 cm length and 10 cm diameter. Also plants grown with organic mulch placed below its root system presented better developmental performance than control plants and other postransplant treatments after 12 months of transplantation.

Key words: *Prosopis chilensis*, nursery, plantation techniques, pot size.

RESUMEN

La aptitud de *Prosopis chilensis* como árbol multipropósito y su adaptabilidad a condiciones semiáridas, permite realizar su cultivo ya sea en cortinas rompevientos, macizos o con cultivos intercalares.

Pero su implantación en regiones climáticas marginales requiere que se apliquen técnicas especiales para su crianza en vivero y posteriormente en la plantación a campo.

El objetivo del presente trabajo fue analizar la relación entre tamaño del envase y calidad del plantín, y la sobrevivencia y crecimiento a campo aplicando distintas prácticas de implantación.

Los resultados indican que los plantines criados en envases de 20 cm de largo y 10 cm de diámetro no muestran diferencias cuantitativas con respecto a aquellos criados en envases de 40 cm de largo y 10 cm de diámetro, y además presentan un mejor establecimiento a campo. Plantas a las cuales se les colocó un mulch orgánico por debajo de la zona radical en el hoyo de plantación, mostraron mejor desarrollo que los testigos y que otros tratamientos de implantación ensayados después de 12 meses de cultivo.

Palabras clave: *Prosopis chilensis*, vivero, técnicas plantación, tamaño macetas.

INTRODUCCIÓN

El creciente deterioro de los recursos naturales en los montes de algarrobos evidencia la necesidad de reforestar eficientemente, tanto con fines comerciales como para la recuperación de suelos (Verga, 2000). En zonas áridas y semiáridas el obstáculo más importante para lograr el arraigo, es la escasez de agua en el suelo, por lo tanto, modificaciones que mejoren la percolación del agua o su retención dentro del perfil edáfico, contribuirían en gran medida al establecimiento de la masa forestal (Zaroug, 1985).

Para estas zonas, Dalmaso *et al.* (1994) recomiendan que los plantines presenten una baja relación biomasa tallo:raíz. Por otra parte, Cozzo (1995) sostiene que en especies con raíces axonomorfas o de hábitos freátófitos es más importante la longitud del envase que su diámetro.

El objetivo de este trabajo fue determinar un tamaño de envase adecuado para la crianza en vivero de plantines de *P. chilensis* ("algarrobo de Chile") y evaluar diferentes tecnologías de implantación a campo, con el fin de establecer su respuesta potencial durante el período de implantación en ambientes semiáridos, bajo condiciones de secano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Semillas de *P. chilensis* cosechadas en el año, fueron sembradas en tubos de polietileno negro de 10 cm de diámetro de boca y de tres longitudes diferentes (20, 30 y 40 cm), abiertos en sus dos extremos. Se sembraron 80 envases de cada longitud bajo un diseño completamente

aleatorizado, colocándose una semilla por envase dado el alto porcentaje de viabilidad (99,0%) y el elevado poder germinativo (99,0%) de las semillas. Las semillas previo a la siembra fueron escarificadas con H_2SO_4 concentrado durante 15 minutos.

Los envases fueron llenados con suelo zonal de textura franco arenosa y se les aplicó un riego previo a la siembra con una solución de Zineb⁷ PM preparada al 0,2% (p/v), para prevenir el ataque de hongos causantes del mal de los almácigos.

Las macetas sembradas permanecieron en invernáculo durante los tres primeros meses. A fines de primavera fueron llevadas a umbráculo, sombreado por una malla plástica que interceptaba el 80% de la luz solar. Los plantines permanecieron allí durante otros tres meses, para ser rusticados a plena insolación durante un mes previo al de su plantación (mes de marzo).

Para controlar el ataque de babosas y caracoles se esparció, en forma periódica, cebo tóxico a base de meta-acetaldehído alrededor de las macetas.

A los 6 meses desde la siembra, se escogieron 20 plantas al azar de cada longitud de envase y se procedió a evaluar los siguientes parámetros: área foliar, altura de plantas, número de raíces laterales y biomasa aérea y radical. El área foliar fue medido con un integrador de Area Foliar Licor Mod. 3000 A (LI-COR, Lincoln, Nebraska, USA). Para la determinación del peso seco se secaron las muestras en estufa a 60 °C durante 24 hs.

Las restantes plantas de cada longitud de envase fueron destinadas a un ensayo de implantación a campo. Para ello se delimitó una parcela de aproximadamente 1.500 m² en el campo experimental del Departamento de Agronomía de la Universidad Nacional del Sur (Bahía Blanca, Argentina, 62°16' LO; 38°44' LS).

La zona del ensayo posee una evapotranspiración potencial anual media de 801 mm y una precipitación promedio anual de 532 mm, lo cual arroja un déficit hídrico de 269 mm anuales (Datos cedidos por la cátedra de Agrometeorología Agrícola, Dpto. de Agronomía - UNS). El suelo de la parcela se clasifica taxonómicamente como *Haplustol petrocalcico* y presenta alta susceptibilidad a la erosión eólica e hídrica, y baja capacidad de retención de humedad (Sánchez y Krüger, 1980).

Un mes previo a la plantación se desmalezó mecánicamente la parcela y se labró con motocultivador. Para prevenir la depredación por liebres (*Lepus europaeus*) se instaló un alambrado eléctrico de 3 hilos y de 0,50 m de altura, en todo el perímetro de la parcela.

La apertura de hoyos se realizó con una hoyadora mecánica, a una profundidad de 70 cm y 30 cm de diámetro.

La plantación se realizó con 60 plantines de cada longitud de envase (20, 30 y 40 cm), de 7 meses de edad, en el mes de marzo, en un diseño reticulado de 2m x 2m, completamente aleatorizado.

Los tratamientos aplicados en la implantación consistieron en: **M**) plantación con mulch orgánico por debajo de la zona radical del plantín (Figura 1A); **P**) cubierta de polietileno sobre la hoyo de riego (Figura 1B); **MP**): combinación de mulch orgánico y cubierta de polietileno, y **T**) plantación tradicional sin ningún tratamiento (testigos).

Al cabo de un año de establecida la plantación se evaluó la supervivencia de los plantines, la altura de las plantas y la biomasa aérea y radical.

Las comparaciones de medias se realizaron con la prueba estadística de Bonferroni (Steel y Torrie, 1985).

RESULTADOS

Al momento de llevar las plantas para su plantación definitiva a campo, éstas no presentaban diferencias debidas al tratamiento de crianza en envases de diferentes longitudes, tanto en área foliar, altura total y peso seco de tallos y raíces (Figuras 2, 3, 4 y 5). Aunque, si hubo diferencias significativas en la longitud media de raíces primarias, entre las plantas creciendo en envases de 20, 30 y 40 cm de longitud (Figura 6). Es obvio que la disminución de la longitud del envase produjo un menor crecimiento de las raíces principales, provocado por el contacto directo con el aire al llegar éstas al fondo del envase y encontrarse éste suspendido sobre una malla de alambre. Este control de la dominancia apical de las raíces primarias estimuló el desarrollo de raíces finas laterales (Figura 7), las que le permitieron a las plantas que crecían en envases de menor longitud, hacer una mejor explotación del substrato, lo cual a su vez provocó una nutrición más eficiente de estas plantas para no ver afectada su biomasa aérea. Resultados similares fueron observados por Haase y Rose (1993) en plantas de *Pseudotsuga menziessi*, Cetina Alcalá *et al.* (1999) en *Pinus greggii* y Favre y Traore (1987) en *Prosopis juliflora*.

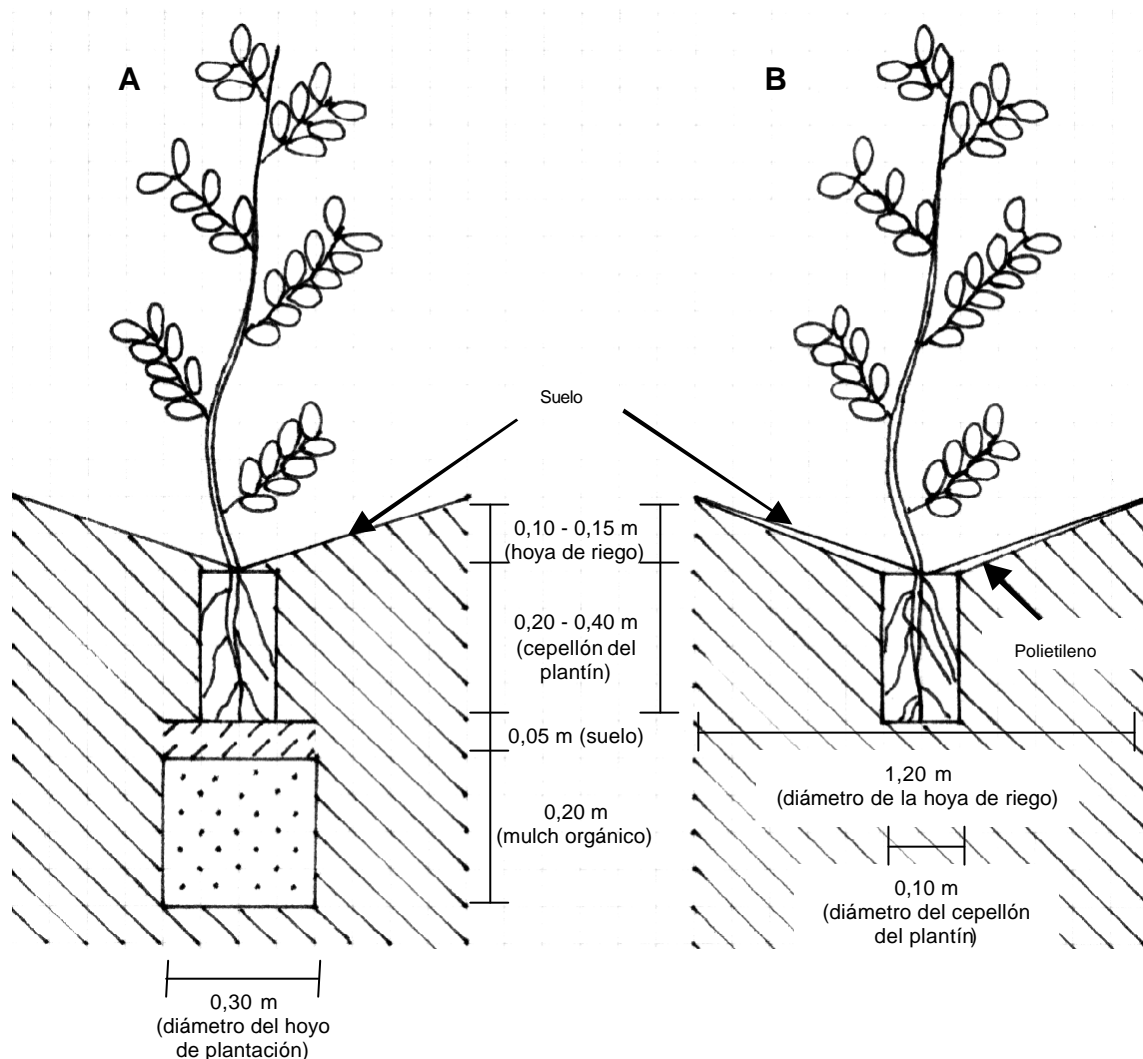


Figura 1: Esquema de los tratamientos aplicados en la plantación: **A)** mulch orgánico por debajo de la zona radical del plantín, y **B)** cubierta de polietileno sobre la hoya de riego.

Además, estos últimos autores afirman que aunque el balance entre el crecimiento de la raíz principal y el crecimiento de las raíces laterales sigue un patrón general para cada especie, predominando el desarrollo de la raíz principal en especies adaptadas a condiciones de semiaridez (como es el caso de los *Prosopis*), estas típicas morfogénesis radicales pueden ser afectadas por factores tales como la temperatura, tipo de sustrato y/o por la forma del contenedor.

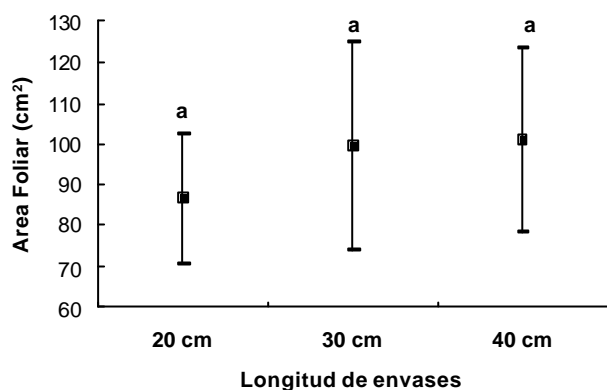


Figura 2: Valores medios de área foliar (cm^2), obtenidos en plantines de *P. chilensis*, de 7 meses de edad, criados en tres longitudes de envases (20, 30 y 40 cm). Letras iguales no presentan diferencias estadísticas ($p > 0,5$; $n = 20$). Las líneas verticales indican $\pm 1\text{DS}$.

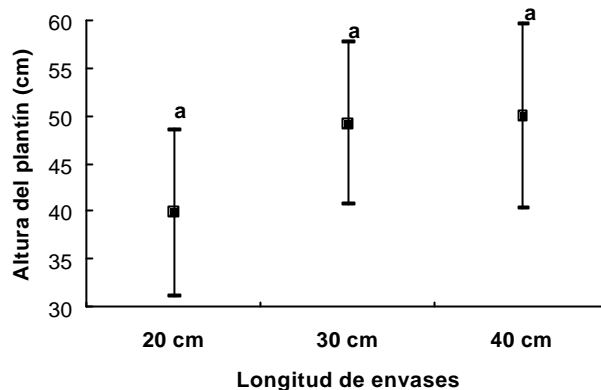


Figura 3: Alturas totales medias (cm) obtenidas en plantines de *P. chilensis*, de 7 meses de edad, criados en tres longitudes de envases (20, 30 y 40 cm). Letras iguales no presentan diferencias estadísticas ($p > 0,1$; $n = 20$). Las líneas verticales indican $\pm 1\text{DS}$.

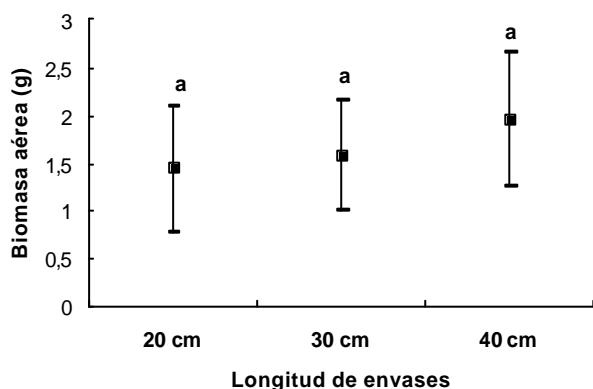


Figura 4: Pesos secos (g) promedios obtenidos de la parte aérea de plantines de *P. chilensis*, de 7 meses de edad, criados en tres longitudes de envases (20, 30 y 40 cm). Letras iguales no presentan diferencias estadísticas ($p > 0,5$; $n = 20$). Las líneas verticales indican $\pm 1\text{DS}$.

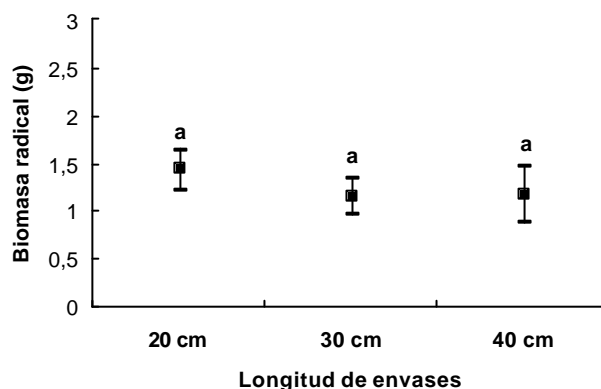


Figura 5: Pesos secos (g) promedios obtenidos de raíces de plantines *P. chilensis*, de 7 meses de edad, criados en tres longitudes de envases (20, 30 y 40 cm). Letras iguales no presentan diferencias estadísticas ($p > 0,5$; $n = 20$). Las líneas verticales indican $\pm 1\text{DS}$.

El desarrollo de raíces laterales promovido por la supresión de la dominancia apical se considera una mejora en la calidad de las plantas, ya que representa una mayor probabilidad de supervivencia y desarrollo después del trasplante a campo (Young, 1990; Sutton, 1990), pues se favorece la formación de raíces finas portadoras de los pelos absorbentes.

De estos resultados se observa que, a pesar de utilizar un envase de la mitad de longitud (20 cm *versus* 40 cm) no se afecta la calidad del plantín para ser trasladado a campo, con el consiguiente beneficio de transportar menos peso.

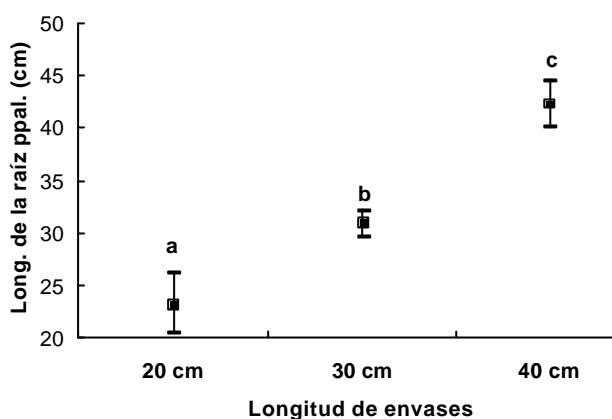


Figura 6: Longitudes medias (cm) de la raíz principal obtenidas de plantines de *P. chilensis*, de 7 meses de edad, criados en tres longitudes de envases (20, 30 y 40 cm). Letras diferentes muestran diferencias estadísticas ($p << 0,01$; $n = 20$). Las líneas verticales indican $\pm 1DS$.

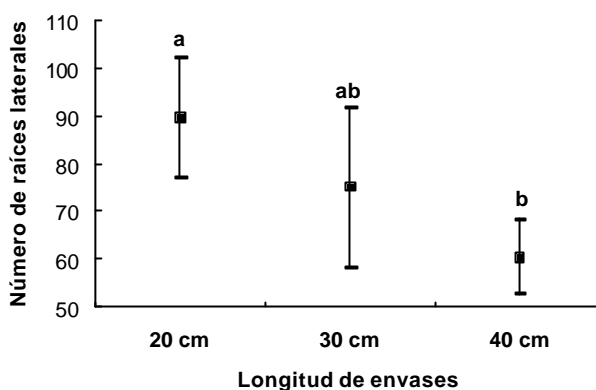


Figura 7: Número medio de raíces secundarias obtenidas de plantines de *P. chilensis*, de 7 meses de edad, criados en tres longitudes de envases (20, 30 y 40 cm). Letras diferentes muestran diferencias estadísticas ($p = 0,11$; $n = 20$). Las líneas verticales indican $\pm 1DS$.

Por otra parte, se encontró gran cantidad de nódulos sobre las raíces finas de las plantas, no así en las raíces primarias, aunque las semillas no fueron inoculadas previo a la siembra. Los nódulos pertenecían al género *Rhizobium*. Estos no fueron cuantificados porque no se consideró la evaluación de nodulación *a priori*.

Al año de la plantación a campo se evaluó la supervivencia de las plantas, observándose una mayor supervivencia en plantines crecidos en envases de 20 de longitud y en los testigos (Tabla 1). Ello indica que un plantín precoz (de 5 - 7 meses de edad), con buena cabellera radical, criado con tecnologías de bajos costos y plantado en una época propicia, supera los períodos críticos de la implantación sin mayores inconvenientes. Por otra parte, tecnologías de plantación con mayores usos de insumos, tales como mulching retenedor de humedad, envases de mayor tamaño, acolchado, y de mayor demanda de jornales para la plantación, no resulten prácticas tan convenientes al momento de analizar la relación costo/beneficio.

Si bien los tratamientos aplicados a la implantación mostraron valores inferiores a los testigos en supervivencia, al analizar el crecimiento en altura se evidenciaron diferencias entre tratamientos (Figura 8), mostrando una superioridad las plantas a las que se les aplicó el mulch orgánico por debajo de la zona radical.

Las plantas crecidas en envases de 20 cm, las que presentaban la menor altura total al momento de la plantación, mostraron en el campo un mayor ritmo de crecimiento llegando a

superar en altura a las plantas provenientes de envases de 30 y 40 cm de longitud (Figura 9), al cabo de un año.

	% de Mortandad de plantas			
	20 cm	30 cm	40 cm	Promedio
T	5,00	0,00	0,00	1,67
M	0,00	5,00	5,00	3,33
P	5,00	5,00	10,00	6,67
MP	0,00	5,00	5,00	3,33
Promedio	2,50	3,75	5,00	3,75

Tabla 1: Porcentajes de pérdidas en implantación durante el primer año. **T:** testigo; **M:** mulch orgánico por debajo de la zona radical; **P:** cubierta de polietileno sobre la hoya de riego; **MP:** mulch orgánico + cubierta de polietileno.

Este hecho se explica por la mayor proliferación de raíces finas que poseían los plantines criados en los envases de menor tamaño, lo cual favoreció una mejor exploración del suelo, haciendo más eficiente la captación de humedad y de nutrientes.

Los tratamientos con cobertura de polietileno resultaron ser los que presentaron mayores retrasos de crecimiento en altura (Figura 8), probablemente relacionado con una inadecuada aerobiosis para la nodulación simbiótica y a temperaturas supraóptimas para el desarrollo radical.

Las plantas mostraron diferencias en la biomasa aérea y la biomasa radical debido a los diferentes tratamientos de implantación (Figuras 10 y 11), aunque al momento de la plantación no se observaban tales diferencias (Figuras 4 y 5).

CONCLUSIONES

La longitud de envase afecta en forma significativa la relación longitud tallo:raíz; pero dicha relación no se modifica al considerar la biomasa aérea:radical. Esto indica que las plantas logran compensar el cese de crecimiento de la raíz primaria. La reducción del crecimiento de la raíz principal es compensada por la estimulación en el desarrollo de raíces laterales.

Una marcada plasticidad de compensación entre la raíz primaria y las laterales, resulta en una gran ventaja para la adaptación de especies a condiciones de sequía y en la manipulación de las plantas en el vivero y en el trasplante. Hecho que ha quedado claramente marcado en las implantaciones a campo realizadas, donde los plantines provenientes de los envases más pequeños (20 cm de longitud) tuvieron una excelente respuesta al trasplante. Por lo tanto, un

buen valor de coeficiente de longitud vástago/raíz no es un parámetro fiel para predecir y asegurar el éxito de implantación, pues plantas creciendo en envases de 20 cm de longitud muestran mejor comportamiento que aquellas plantas criadas en envases de mayor longitud y con menores valores de cociente longitud vástago/raíz.

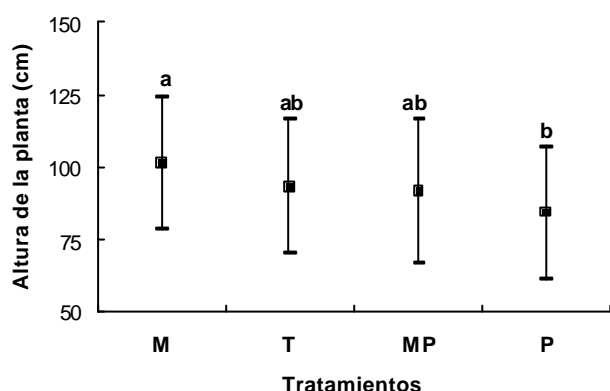


Figura 8: Alturas medias totales (cm) de plantas de *P. chilensis*, criadas a campo durante un año y sometidas a diferentes tratamientos de implantación. **T:** testigo; **M:** mulch orgánico por debajo de la zona radical; **P:** cubierta de polietileno sobre la hoya de riego; **MP:** mulch orgánico + cubierta de polietileno. Letras diferentes muestran diferencias estadísticas ($p < 0,01$; $n = 15$). Las líneas verticales indican ± 1 DS.

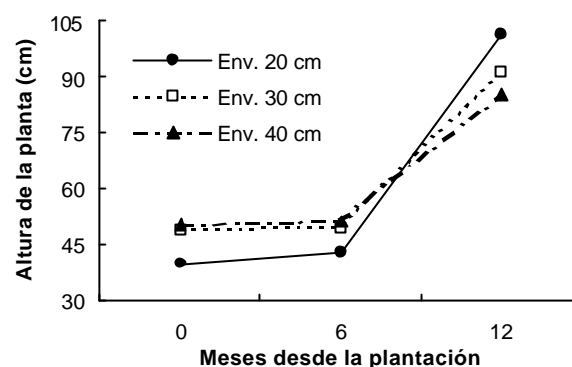


Figura 9: Alturas medias totales (cm) de plantas de *P. chilensis*, creciendo a campo y provenientes de diferentes longitudes de envase (20, 30 y 40 cm).

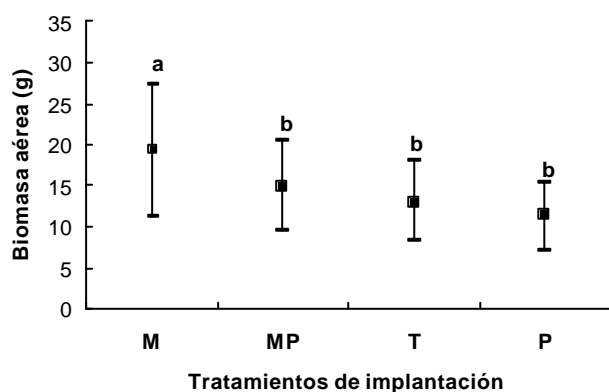


Figura 10: Pesos secos promedios (g) obtenidos de la parte aérea de plantas de *P. chilensis*, criadas a campo durante un año y sometidas a diferentes tratamientos de implantación. **T:** testigo; **M:** mulch orgánico por debajo de la zona radical; **P:** cubierta de polietileno sobre la hoya de riego; **MP:** mulch orgánico + cubierta de polietileno. Letras diferentes muestran diferencias estadísticas ($p < 0,01$; $n = 15$). Las líneas verticales indican ± 1 DS.

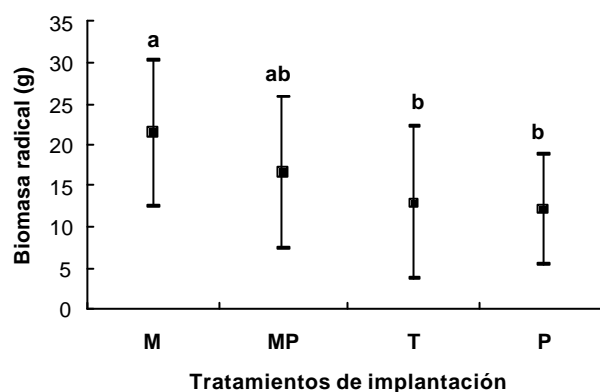


Figura 11: Pesos secos promedios (g) obtenidos de raíces de plantas de *P. chilensis*, criadas a campo durante un año y sometidas a diferentes tratamientos de implantación. **T:** testigo; **M:** mulch orgánico por debajo de la zona radical; **P:** cubierta de polietileno sobre la hoya de riego; **MP:** mulch orgánico + cubierta de polietileno. Letras diferentes muestran diferencias estadísticas ($p < 0,01$; $n = 15$). Las líneas verticales indican ± 1 DS.

De los datos mostrados surge la recomendación de emplear plantines criados en envases de 20 cm de longitud, adecuadamente rusticados, para ser implantados con mucho orgánico por debajo de la zona radical del plantín. Para esta especie se sugiere plantarla en época otoñal en la región semiárida pampeana, durante los períodos de mayor recarga hídrica en el suelo.

BIBLIOGRAFIA

- CETINA ALCALÁ, V.M.; González Hernández, V.A. y Vargas Hernández, J.J. 1999. El manejo en vivero de *Pinus greggii* Engelm. y la calidad de planta. *Agrociencia*, 33:423-430.
- COZZO, D. 1995. Silvicultura de plantaciones maderables. Orientación Gráfica Ed., B. Aires. Tomo I y II, 905 p.
- DALMASSO, A.; Masuelli, R. y Salgado, O. 1994. Relación vástago-raíz durante el crecimiento en vivero de tres especies nativas del monte. *Multequina*, 3:35-43.
- FAVRE, J.M. y Traore, M. 1987. Compared root morphogenesis in seedlings of *Acacia albida* Del. and two others leguminous trees (*Prosopis juliflora* D.C. and *Robinia pseudoacacia* L. *Phytomorphology*, 37:131-137.
- HAASE, L.D. y Rose, R. 1993. Soil moisture stress induces transplant shock in stored and unstored Douglas fir seedlings of varying root volumes. *For. Sci.*, 39:275-294.
- SANCHEZ, L.F. y Krüger, H.R. 1980. Los suelos del campo Palihue de la Universidad Nacional del Sur. Departamento de Agronomía - UNS, 9 p.
- STEEL, R.G.D. y Torrie, J.H. 1985. Bioestadística; principios y procedimientos. Mc Graw Hill, B. Aires, 622 p.
- SUTTON, R.F. 1990. Root growth capacity in coniferous forest trees. *Hort. Science*, 25:259-265.
- VERGA, A. 2000. Algarrobos como especies para forestación: una estrategia de mejoramiento. *SAGPyA Forestal*, 16:12-19.
- YOUNG, E. 1990. Woody plant root physiology, growth and development: Introduction to the colloquium. *Hort. Science*, 25:258-259.
- ZAROUG, M. 1985. Importance of fodder trees and shrubs for the productivity of rangelands and agriculture systems in the near East. The current state of knowledge on *Prosopis tamarugo*. *FAO*, p. 165-179.

FUNCIONES DE VOLÚMENES DEL HÍBRIDO *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis*.

VOLUME FUNCTIONS OF HIBRID *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis*.

Rubén A. Costas^{1,2}
Ramón A. Friedl¹
José González¹
Ignacio Fosco¹
Hermann A. Kubsch³
Silvia M. Korth^{1,4}

¹Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. Bertoni 124, Eldorado (3380), Misiones, Argentina.

²E-mail: rcostas@facfor.unam.edu.ar

³Servicios Forestales Walterio Horst Kubsch. Ruta 12 km 1593, Wanda, Misiones, Argentina.

⁴Becaria de la Fundación YPF.

SUMMARY

With data obtained from 88 trees of hibrid *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis* harvested in north of Misiones, Argentina, were adjusted functions of total volume, partial volume and height at diameter limit. For total volume was select the equation of Schumacher-Hall. In evaluation of functions for partial volume, using the ratio volume method, models proposed by Amateis y Burkhart in 1987 results most efficient and compatible with the select equation for total volume. For prediction of height at diameter limit, was choose the model that presents more consistent. All select functions, with high adjusted quality and compatibles beetwen them, are suggested for procesing data trees in stands of this hibrid in north of Misiones, Argentina.

Key words: volume ratio functions, *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, Misiones, Argentina.

RESUMEN

Con datos de 88 árboles del híbrido *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis* cosechados de plantaciones del norte de Misiones, Argentina, se ajustaron funciones de volumen total, de volúmenes parciales y de predicción de la altura en la cual se produce un diámetro límite. Para el volumen total se seleccionó el modelo de Schumacher-Hall. En la evaluación de funciones de volúmenes parciales, empleando la metodología de la

razón de volumen, los modelos propuestos por Amateis y Burkhart en 1987 resultaron los más eficientes y compatibles con la función seleccionada para el volumen total. Para la estimación de la altura donde se produce un diámetro límite se eligió el modelo que se mostró más consistente. Todas las funciones seleccionadas, con altas calidades de ajuste y compatibles entre sí, son recomendables para procesar datos de árboles de plantaciones de este híbrido en el norte de Misiones, Argentina.

Palabras clave: funciones de razón de volúmenes, *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, Misiones, Argentina.

INTRODUCCION

La estimación del volumen de los árboles en pie es materia de tratamiento habitual en la dasometría y operativamente es una tarea importante en el procesamiento de datos de los inventarios y ensayos forestales.

A tal fin las funciones de volúmenes y las tablas de volumen derivadas de las mismas, constituyen una de las soluciones técnicas más empleadas en la actualidad. Son ajustadas de manera de minimizar las diferencias entre los volúmenes observados y predichos, con datos obtenidos de una muestra de árboles de la población, a la cual se aplicará posteriormente la misma.

Numerosos trabajos hacen alusión a las tablas de volúmenes en la Argentina. FUCARACCIO y STAFFIERI (1999) y RAMIRO y MATÍAS (2001) hicieron una recopilación de trabajos referidos a funciones y tablas de volúmenes publicados en Argentina. Particularmente para el híbrido *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, KUBSCH et al. (2005), publicaron funciones de volumen total.

Las tablas de razón de volúmenes constituyen una de las soluciones propuestas para resolver la cuestión de la estimación consistente de volúmenes parciales hasta diferentes diámetros límites o alturas de fuste a través de dos ecuaciones: una para predecir el volumen total del árbol y otra para estimar la proporción de volumen hasta un índice de utilización especificado (PRODAN et al., 1997).

Desde el trabajo de BURKHART (1977) hasta la fecha se han generado variantes de ese tipo de modelos, algunos de los cuales fueron utilizados en la región. PECE de RÍOS (1994) empleó dicho método a datos de árboles de *Eucaliptos pellica* en Minas Gerais, Brasil; a fines de estimar el volumen de celulosa posible de obtener. En Misiones, Argentina, CRECHI et al. (1998) y CRECHI et al. (1999), al desarrollar el Simulador Forestal de *Pinus elliottii* y *Pinus*

taeda, ajustaron el sistema de ecuaciones generado por AMATEIS y BURKHART (1987). MOSCOVICH et al. (2004) generaron funciones de volúmenes totales y parciales para *Grevillea robusta* con ese mismo sistema y mostraron como pueden ser empleadas además como funciones de forma implícitas.

La superficie plantada con el híbrido *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis* está en plena expansión en el norte de Misiones, debido a su alto crecimiento y cualidades silvícolas. Si bien no hay estadísticas publicadas al respecto, de consultas informales con viveristas y plantadores, puede afirmarse que este material genético ocupa el segundo lugar en superficie forestada desde el año 2003, luego del *Pinus taeda*.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la utilización de la metodología de las funciones de razón de volúmenes y desarrollar ecuaciones predictoras de volúmenes total y parcial para árboles del híbrido *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis* en el norte de la Provincia de Misiones, Argentina.

MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización de la muestra.

La muestra consistió de 88 árboles ubicados en plantaciones de pino híbrido F2 ubicadas en la provincia de Misiones, divididos en dos submuestras. La submuestra 1 estuvo conformada por 54 árboles de plantaciones de la empresa LIPSIA S.A. distribuidas en el sur del Departamento Iguazú y en el norte del departamento Eldorado, con edades entre 5 y 14 años. La submuestra 2 estuvo conformada por 34 árboles de una plantación de 9 años de edad ubicada en el sur del Departamento Eldorado. Los datos de este subconjunto fueron obtenidos en el marco del proyecto FONTAR ANR 433/03, llevado adelante por la FCF y Selva SRL.

Previo al apeo de cada uno se registró el diámetro a la altura de pecho con corteza (d). Apeados los árboles, se midieron la altura total (h) y los diámetros con corteza (d_i) correspondientes a cada altura desde la base del árbol (h_i). En la submuestra 1 se midieron los d_i a las siguientes h_i : altura de tocón (entre 10-20 cm), a 0,3 m, 0,7 m, 1,3 m, 2 m y luego cada 2 m hasta el ápice del árbol. En la submuestra 2 los d_i fueron medidos a 0,1 m, 1,3 m y luego en la punta fina de trozas con tamaño comercial obtenidas con largos entre 1,88 y 3,78 m. La altura promedio de los tocones de los 88 árboles apeados fue 13 cm. En la Tabla 1 se presentan algunos estadísticos descriptivos de los árboles que integraron la muestra y en la Tabla 2 se muestran la cantidad de árboles de cada clase diamétrica y de alturas totales.

Tabla 1: Caracterización de los datos de los árboles utilizados para el ajuste de las funciones.
Table 1: data characteristics of trees utilized for adjust functions.

Estadístico	V_t (dm ³)	d (cm)	h (m)
Mínimo	40,42	10,00	7,40
Máximo	1729,14	43,40	25,30
Promedio	371,50	21,88	15,92

Donde:

V_t : volumen total del fuste con corteza y sin tocón (dm³).

d : diámetro a la altura del pecho con corteza (cm).

h : altura total de cada árbol (m).

Tabla 2: Distribución de la muestra en clases de d y h .

Table 2: Sample distribution in class of d and h .

Clases de d (cm)	Clases de h (m)					Totales
	7,4 -- 11,0	11,0 -- 14,6	14,6 -- 18,2	18,2 -- 21,8	21,8 -- 25,4	
10,0 --- 16,7	10	10	1	0	0	21
16,7 --- 23,4	2	16	15	6	0	39
23,4 --- 30,1	0	1	5	10	1	17
30,1 --- 36,8	0	0	0	3	7	10
36,8 --- 43,5	0	0	0	0	1	1
Totales	12	27	21	19	9	88

Ajuste de funciones de volumen total

El volumen total con corteza y sin tocón de cada fuste (V_t), fue obtenido a través de la sumatoria de los volúmenes parciales de las trozas, los cuales se calcularon empleando la fórmula del volumen de un cono truncado, utilizando los d_i medidos en cada sección del fuste como punta gruesa y punta fina y la distancia entre cada uno como longitud de la troza. La excepción fue el volumen del ápice, que fue calculado utilizando la fórmula del volumen del cono.

En la Tabla 3 se muestran las funciones ajustadas a través de regresión lineal múltiple y regresión no lineal. Para comparar la calidad de ajuste de las funciones lineales obtenidas se utilizaron el coeficiente de determinación ajustado (R^2_{aj}) y el error estándar de estimación (S_{y_x}). Además de la obtención de estimaciones de los coeficientes de regresión de cada modelo, en cada caso se utilizó la prueba t ($p < 0,05$) para determinar la significancia estadística de la contribución de cada término en la predicción del volumen. Para comparar la capacidad predictora de los modelos obtenidos se realizaron validaciones de cada uno a través del estadístico PRESS, descrito por MYERS (1991) y mencionado por HUANG et al. (2003)

como equivalente a la validación con una parte de la muestra usada en los ajustes y otra parte utilizada para validar a las funciones obtenidas.

Tabla 3: Modelos predictivas de volumen total.

Table 3: Predictive models of total volume.

Nº	Modelo
1	$Vt = b_0 + b_1 d + b_2 d^2 + b_3 d^2 h$
2	$Vt = b_0 + b_1 d h + b_2 d^2 h$
3	$Vt = b_0 + b_1 d^2 + b_2 d h + b_3 d^2 h + b_4 h$
4	$Vt = b_0 + b_1 d + b_2 d^2$
5	$Vt = b_1 d^{b_2} h^{b_3}$
6	$Vt = b_1 (d^2 h)^{b_2}$
7	$Vt = b_0 + b_1 d^2 h$
8	$Vt = b_0 + b_1 d^2 + b_2 d^2 h + b_3 h$
9	$Vt = b_0 + b_1 d^2 + b_2 d^2 h + b_3 d h^2 + b_4 h^2$
10	$Vt = b_0 + b_1 d + b_2 d^2 h + b_3 d h^2 + b_4 h + b_5 h^2$

Ajuste de funciones de volumen parcial

Utilizando la muestra de 88 árboles, se calcularon los volúmenes parciales (V_p) de cada fuste acumulados desde el tocón hasta cada h_i , restringiendo los datos de cada fuste hasta un d_i mayor a 5 cm y h_i mayor o igual que 2,3 m. Se ajustaron las funciones de volumen de razón mostradas en la Tabla 4, con estructuras idénticas o modificaciones de las encontradas en la bibliografía revisada, y la número 12 fue generada por los autores. Las dos primeras predicen directamente V_p , volumen de cada árbol hasta un diámetro mínimo de utilización d_i , y las restantes predicen r , proporción de volumen hasta d_i . Las siguientes ecuaciones indican las relaciones entre V_t , r y V_p .

$$V_t = f(d, h) \quad ; \quad r = V_p / V_t = f(d_i, d) \quad ; \quad V_p = V_t r$$

Puede observarse que el V_p hasta un d_i elegido libremente dentro de las restricciones de los ajustes realizados ($5 \text{ cm} < d_i < d$), puede ser obtenido del producto del V_t estimado por alguna de las funciones de la Tabla 3 y la razón r predicha por modelos como los presentados en la Tabla 4. Las funciones Nº 3 a 6 tienen solo diámetros como variables independientes, mientras que desde la función 7 en adelante se incluye la altura al diámetro límite. Las ecuaciones obtenidas fueron comparadas entre sí respecto de su calidad de ajuste, de su compatibilidad con las funciones de volumen total y de la evolución de los resultados parciales que produjeron al realizarse pruebas de funcionamiento de cada una.

Tabla 4: Modelos predictivos de volumen parcial o de la razón de volumen.
Table 4: Predictive models of partial or ratio volumes.

Nº	Autores o referencias	Modelo
1	Amateis y Burkhart	$Vp = Vt (1 + b_1 d_i^{b_2} / d^{b_3})$
2	Amateis y Burkhart	$Vp = Vt (1 - b_1 Y^{b_2} / h^{b_3})$
3	Burkhart	$r = 1 + b_1 d_i^{b_2} / d^{b_3}$
4	Van Deusen (1)	$r = \exp(b_1 X^{b_2})$
5	Cao et al. (1)	$r = 1 + b_1 X + b_2 X^2 + b_3 X^3 + b_4 X^4 + b_5 X^5 + b_6 X^6$
6	Cao et al. (1 modif.)	$r = b_0 + b_4 X^4 + b_5 X^5 + b_6 X^6$
7	Cao et al. (2)	$r = 1 + b_1 (Y/d)$
8	Cao et al. (2 modif.)	$r = 1 + b_1 (Y/d)^{b_2}$
9	Van Deusen (2)	$r = 1 + b_1 (Y/h)^{b_2}$
10	Mattney y Sullivan (modif.)	$r = b_0 + b_1 X + b_2 X^2 h$
11	Zepeda et al.	$r = b_1 (h_i/h) + b_2 (h_i/h)^2$
12	Sin referencias	$r = b_0 + b_1 X + b_2 X^2 h_i$

Donde:

$$r = Vp / Vt$$

$$X = d_i / d$$

$$Y = h - h_i$$

h_i = altura (m) donde se produce el diámetro límite d_i

Para utilizar los modelos que tienen alturas como variables independientes, se necesita contar con funciones que permitan predecir a que altura h_i se produce el diámetro límite d_i . Para ello se ajustaron, entre otros modelos, los mostrados en la Tabla 5. Las ecuaciones obtenidas fueron comparadas entre sí respecto de su calidad de ajuste, realizándose además pruebas del funcionamiento de cada una para verificar la evolución de sus resultados parciales, desde la base hasta el ápice de cada árbol.

Tabla 5: Modelos predictivos de la altura en que se producen los diámetros límites.
Table 5: Predictive models of height at diameter limit.

Nº	Autores o referencias	Modelo
1	Zepeda et al. (modif.)	$h_i = 1,3 + h (b_1 X^2 + b_2 X^4 + b_3 X^6 + b_4 X^8 + b_5 X^{10})$
2	Sin referencias	$h_i = 1,3 + h (b_1 X + b_2 X^2 + b_3 X^3 + b_4 X^4 + b_5 X^5)$
3	Utilizado por Crechi et al. (1999)	$h_i = h + b_1 d^{b_2} h^{b_3} d_i^{b_4}$

RESULTADOS Y DISCUSION

Funciones de volumen total

Al ajustar las funciones que tuvieron a d y h como variables independientes, se obtuvieron coeficientes de determinación ajustados superiores al 99 %. La ecuación N° 4, que

sólo requiere de d como variable regresora y que podría ser utilizada para estimar volúmenes en caso de no contar con datos de altura, fue la única que no alcanzó R^2 superior a 99 %. Dado que las calidades de ajustes de las restantes funciones fueron muy semejantes, podría optarse entre las identificadas con los números 1, 3 y 5. Las dos primeras se destacaron entre las funciones lineales por tener los errores estándar de estimación y PRESS más bajos. Todas sus variables independientes aportaron contribuciones estadísticamente significativas. Los gráficos de residuos de las tres funciones no mostraron tendencias en el rango de variación de los valores predichos y de las variables independientes. Podrían ser utilizadas con igual eficiencia según la conveniencia o familiaridad de trabajo de cada usuario. En este trabajo se utilizó el modelo 5 para realizar las pruebas de compatibilidad entre funciones predictoras de V_t y V_p .

Tabla 6: Funciones predictivas de volumen total con corteza.

Table 6: Predictive functions of total volume with bark.

Nº	Modelo	R^2 aj%	PRESS
1	$V_t = -122,3832 + 15,5176 d - 0,5863 d^2 + 0,0484 d^2 h$	99,24%	1890,39
2	$V_t = -32,1228 + 0,3046 dh + 0,0304 d^2 h$	99,19%	1933,00
3	$V_t = 62,7672 - 0,2769 d^2 + 1,0001 dh + 0,0296 d^2 h - 12,6550 h$	99,26%	1898,87
4	$V_t = 141,4213 - 24,3547 d + 1,4588 d^2$	96,46%	4172,81
5 ^(*)	$V_t = 0,0478 d^{1,7203} h^{1,2434}$	99,28%	---
6 ^(*)	$V_t = 0,0556 (d^2 h)^{0,9629}$	99,14%	---
7	$V_t = 12,1796 + 0,0377 d^2 h$	99,06%	2004,53
8	$V_t = -44,6178 - 0,0351 d^2 + 0,0368 d^2 h + 5,2804 h$	99,17%	1965,58
9	$V_t = 2,4775 + 0,1407 d^2 + 0,0136 d^2 h + 0,0357 dh^2 - 0,2836 h^2$	99,26%	1923,13
10	$V_t = -127,8773 + 2,2142 d + 0,0081 d^2 h + 0,0646 dh^2 + 22,4163 h - 1,5530 h^2$	99,28%	1919,37

Donde:

V_t : volumen total con corteza (dm^3)

d : diámetro del fuste a 1,3 m de altura (cm)

h : altura total del árbol (m)

(*) Los valores que figuran en la columna de R^2 aj% son porcentajes de variación de V_t explicadas por cada ecuación obtenida por regresión no lineal.

Los análisis realizados a través de los estadísticos usados y el análisis gráfico de los residuos y la validación realizada, permiten considerar al modelo 5 como el más promisorio.

Funciones de volumen parcial

En la Tabla 7 se muestran las ecuaciones obtenidas y el coeficiente de determinación de cada una. Se destacaron las identificadas con los números 1, 2, 9 y 11. Las dos primeras forman el sistema de ecuaciones desarrollado por AMATEIS y BURKHART, son

compatibles entre sí y pueden ser usadas para predecir a qué h_i se produce un d_i y viceversa como lo mostraron sus autores. Su aplicación presenta la ventaja respecto del resto que dan como resultado directamente Vp . Para la utilización de las funciones 2, 9 y 11 se requiere de la estimación previa de h_i , a través de alguna de las funciones presentadas en la Tabla 8. Los gráficos de residuales de las cuatro funciones seleccionadas no mostraron tendencias en el rango de variación de los valores predichos ni de sus variables independientes. Finalmente, las evaluaciones realizadas indicaron que los modelos 1 y 2 propuestos por AMATEIS y BURKHART resultaron ser los más apropiados para realizar estas estimaciones.

Tabla 7: Funciones predictivas de volumen parcial con corteza o de la razón de volumen hasta un diámetro límite d_i .

Table 7: Predictive functions of partial volume with bark or volume ratio at diameter limit d_i .

Nº	Modelo	R ² %
1	$Vp = Vt (1 - 0,1804 d_i^{3,8511} / d^{3,3907})$	97,58
2	$Vp = Vt (1 - 0,7974 Y^{2,1931} / h^{2,1117})$	99,37
3	$r = 1 - 0,3298 d_i^{3,7335} / d^{3,4532}$	93,94
4	$r = exp(1,2680 X^{4,6900})$	92,86
5	$r = 1 - 1,7691 X + 19,9834 X^2 - 83,9957 X^3 + 164,1597 X^4 - 152,9977 X^5 + 54,0466 X^6$	93,32
6	$r = 0,9804 + 2,0937 X^4 - 7,3336 X^5 + 4,5833 X^6$	92,97
7	$r = 1 - 0,7639 (Y/d)$	73,40
8	$r = 1 - 1,0359 (Y/d)^{1,4319}$	78,94
9	$r = 1 - 1,7781 (Y/h)^{2,8969}$	98,27
10	$r = 1,2431 - 0,5161 X - 0,0177 X^2 h$	84,29
11	$r = 2,1578 (h_i/h) - 1,1695 (h_i/h)^2$	98,43
12	$r = 1,2882 - 1,0477 X + 0,0445 X^2 h_i$	86,87

Las evaluaciones de las funciones predictoras de h_i indicaron que la ecuación 3 de la Tabla 8, resultó ser la mas consistente. Su estructura es similar a la utilizada por CRECHI et al. (1999) en el programa de simulación de producción y crecimiento de *Pinus taeda*.

Tabla 8: Funciones predictivas de la altura en que se produce un diámetro límite d_i

Table 8: Predictive functions of of height at diameter limit d_i .

Nº	Modelo	R ² %
1	$h_i = 1,3 + h (14,9294 X^2 - 88,7252 X^4 + 211,4077 X^6 - 224,6694 X^8 + 87,7771 X^{10})$	79,66
2	$h_i = 1,3 + h (10,8754 X - 49,4403 X^2 + 98,617 X^3 - 92,9043 X^4 + 32,9965 X^5)$	95,85
3	$h_i = h - 0,7387 d^{-1,4997} h^{0,9228} d_i^{1,6280}$	96,21

CONCLUSIONES

Se han logrado funciones con muy buenas cualidades estadísticas y compatibles entre si, que resultarán útiles para procesar datos de árboles de plantaciones de este híbrido en el norte de Misiones, Argentina.

Si bien en los tres grupos de variables respuesta analizadas se consiguieron varias funciones con excelente desempeño y pocas diferencias entre ellas, para cada caso se recomienda el uso de las siguientes ecuaciones:

Para estimar el volumen total:

$$Vt = 0,0478 d^{1,7203} h^{1,2434}$$

Para estimar el volumen parcial del fuste hasta un diámetro mínimo:

$$Vp = Vt (1 - 0,1804 d_i^{3,8511} / d^{3,3907})$$

Para estimar el volumen parcial del fuste hasta una altura donde se produce un diámetro mínimo:

$$Vp = Vt (1 - 0,7974 Y^{2,1931} / h^{2,1117})$$

Para estimar a que altura del fuste se produce un diámetro límite:

$$h_i = h - 0,7387 d^{-1,4997} h^{0,9228} d_i^{1,6280}$$

AGRADECIMIENTOS

A la empresa LIPSIA S.A. y a los responsables del proyecto FONTAR ANR 433/03 por permitir el uso de los datos obtenidos en sus propiedades y en su investigación respectivamente, sin los cuales éste trabajo no hubiera sido posible.

BIBLIOGRAFIA

- AMATEIS, R.L.; Burkhart, H.E. 1987. Cubic-foot volumen of loblolly pine trees in Cutover, Site-Prepared Plantations. Southern Journal of Applied Forestry. 11 : pp. 190 – 192.
- BURKHART, H.E. 1977. Cubic-foot volumen of loblolly pine to any merchantable top limit. Southern Journal of Applied Forestry. 1 (2): pp. 7 – 9.
- CRECHI, E.H.; Fassola, H.E.; Ferrere, P. 1999. Sistema de simulación de producción y crecimiento para especies forestales implantadas. *Pinus taeda*. Simulador Forestal. Programa Cooperativo Simulador de Crecimiento. INTA.
- CRECHI, E.H.; Fassola, H.E.; Friedl, R.A. 1998. Sistema de simulación de producción y crecimiento para especies forestales implantadas. *Pinus elliottii*. Simulador Forestal. Programa Cooperativo Simulador de Crecimiento. FCF-INTA.

- FUCARACCIO, F.; Staffieri, G.M. 1999. Desarrollo y uso de ecuaciones de volumen y tablas de volumen en la República Argentina. Informe Final. UNLP. 27 p.
- HUANG, S.; Yang, Y.; Wang, Y. 2003. A critical look at procedures for validating growth and yield models. In Amaro A, D Reed, A Soares eds. Modelling Forest Systems. Cambridge: CABI Publishing. p. 271-293.
- KUBSCH, H.; Moscovich, F.; Crechi, E.; Vera, N. 2005. Tabla de volumen de *Pinus elliottii* var. *elliottii* X *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (pino híbrido) para el nordeste de la provincia de Misiones. 3° Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano.
- MOSCOVICH F.; Crechi, E.; Fassola, H.; Hennig, A.; Hampel, H.; Domecq, C.; Maletti, C. 2004. Funciones de volúmenes y forma para *Grevillea robusta* A. en Misiones, Argentina. Actas de las 11° Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. FCF, UNaM – EEA Montecarlo, INTA.
- MYERS, RH. 1990. Classical and Modern Regression with Applications. Boston, USA. PWS-KENT Publishing Company. 488 p.
- PECE DE RÍOS, M. 1994. Tabla de volumen comercial para *Eucaliptos pellica* utilizando el método de la razón volumétrica. Revista Quebracho N° 2. pp. 54 – 63.
- PRODAN, M.; Peters, R.; Cox, F.; Real, P. 1997. Mensura Forestal. IICA-BMZ/GTZ. San José, Costa Rica. 561 p.
- RAMIRO, V.; Matías, F. 2001. Desarrollo y uso de ecuaciones de volumen y tablas de volumen en la República Argentina – Parte II. Informe Final. UNLP. 35 p.

**COMPARACIÓN PARA LA MESOPOTAMIA Y AJUSTE PARA MISIONES - NE DE
CORRIENTES ARGENTINA, DE ECUACIONES DE VOLUMEN TOTAL PARA**

Eucalyptus grandis Hill ex Maiden¹

**COMPARISON FOR THE MESOPOTAMIA AND ADJUSTED FOR MISIONES - NE
CORRIENTES IN ARGENTINA, OF TOTAL VOLUME EQUATIONS FOR**

Eucalyptus grandis Hill ex- Maiden

Ernesto Crechi¹

Hugo Fassola¹

Sara Barth²

Aldo Keller¹

Jorge Costa³

¹ Ings. Ftale. Área Forestal. INTA EEA Montecarlo. Av. Libertador n° 2472. C. P. 3384. Montecarlo, Misiones, Argentina. TE y FAX: 54-03751-480057/480512. e-mail: ecrechi@ceel.com.ar

² Ing. Ftal. Cátedra Dasometría. Fac. de Cs. Ftale. (UNaM). Bertoni 124 C. P. 3380. Eldorado. Misiones. e-mail: sbarth@arnet.com.ar

³ Técnico. Área Forestal. INTA EEA Montecarlo. Campo Anexo Manuel Belgrano. San Antonio, Misiones, Argentina. TE y FAX: 54-03741-493100. e-mail: estformb@correo.inta.gov.ar

SUMMARY

Volume over and under bark prediction models were fitted on the basis of trees data collection from *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden plantations, located in the Mesopotamia Region in Argentina. Analysis of the intercepts and slopes models established the need of individual functions for Misiones-NE Corrientes and NE Entre Ríos. This data base was constituted by 148 trees of the area Misiones and NE Corrientes, of which 21 were used as independent sample. The best Models was selected considering statistics like R^2 (determination coefficient), S_{yx} (standard error of the estimation), MAE (mean absolute error) and residual distribution. Modified Prodan models were selected in the estimation of volume

¹ Trabajo Financiado por PAN 571. Funciones y Algoritmos dasométricos para manejo silvícola intensivo, de aplicación en plantaciones forestales orientadas a producción de madera de alto valor agregado.

12^{as} Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales – FCF, UNaM – EEA Montecarlo, INTA
8, 9 y 10 de Junio de 2006 – Eldorado, Misiones. Argentina

over bark (o.b) and under bark (u.b) and its mathematical expression, including a correction factor for logarithmic discrepancy, were:

$$\ln(vcc) = (-10,3487 + 3,14561 \cdot \ln(dap) - 0,18246 \cdot \ln^2(dap) + 0,145388 \cdot \ln^2(h)) \cdot 1,00344189$$

$$\ln(vsc) = (-11,3768 + 3,58945 \cdot \ln(dap) - 0,23091 \cdot \ln^2(dap) + 0,143489 \cdot \ln^2(h)) \cdot 1,00399415$$

The validation against an independent data base showed an error of 0,007 m³ y 0,0002 m³, its relative error was 1,116 y 1,235 % respectively.

Key words : Volume equation, *Eucalyptus grandis*, Misiones – NE Corrientes

RESUMEN

Con el objetivo de estimar volumen de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden cultivado en la Región de la Mesopotamia Argentina se procedió al ajuste de funciones de volumen con y sin corteza de árboles individuales. Se generaron ecuaciones para las zonas en estudio realizándose una comparación de pendientes, manifestándose diferencias significativas entre las diferentes zonas de origen de los datos. En consecuencia, se procedió a modelar en forma separada los datos de Misiones – NE Corrientes respecto de los de Entre Ríos. La base de datos utilizada en el modelo presentado está compuesta por 148 individuos del área Misiones y NE de Corrientes, de los cuales 21 fueron separados como muestra independiente. La selección del modelo se efectuó en base al análisis de los estadísticos R² (coeficiente de determinación), S_{yx} (error estándar de la estimación), EAM (error absoluto medio) y evaluación de la distribución de residuales. El modelo de Prodan modificado fue seleccionado. Las expresiones matemáticas del modelo con y sin corteza, incorporando el factor de corrección por discrepancia logarítmica, fueron:

$$\ln(vcc) = (-10,3487 + 3,14561 \cdot \ln(dap) - 0,18246 \cdot \ln^2(dap) + 0,145388 \cdot \ln^2(h)) \cdot 1,00344189$$

$$\ln(vsc) = (-11,3768 + 3,58945 \cdot \ln(dap) - 0,23091 \cdot \ln^2(dap) + 0,143489 \cdot \ln^2(h)) \cdot 1,00399415$$

En su validación el modelo arrojó un error de 0,007 m³ y 0,0002 m³ para volumen con y sin corteza, el error relativo fue de 1,116 y 1,235 % respectivamente.

Palabras clave : Ecuaciones de volumen, *Eucalyptus grandis*, Misiones – NE Corrientes.

INTRODUCCIÓN

La importancia del sector forestal para el desarrollo económico de la región justifica la búsqueda de un conocimiento adecuado del stock forestal para así realizar planificaciones a corto, mediano y largo plazo según un manejo sustentable.

Uno de los procedimientos más empleados en la estimación de la producción forestal es el de recurrir al uso de ecuaciones de volumen de árboles individuales (CABACINHA, 2003; PARENT, 2003). Para obtener dichas ecuaciones es necesario implementar una cubicación rigurosa de árboles previamente seleccionados. En general esta opción exige el apeo de muestras de árboles para realizar mediciones a lo largo del fuste.

Como antecedentes locales para *Eucalyptus grandis*, se realizó en el año 1984, para la zona de Concordia, el ajuste de la ecuación de Schumacher-Hall (GLADE, 1984). Con posterioridad GLADE y FRIEDL (1988) ajustaron 11 modelos para la construcción de tablas de volumen de doble entrada para *Eucalyptus grandis* implantados en el noreste de la Provincia de Entre Ríos, siendo seleccionados los modelos de Prodan, Naslund y Schumacher-Hall. Recientemente la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación de la Nación (Proyecto Forestal de Desarrollo, SAGPyA 2000), con motivo de realizarse en el año 1998 el Inventario Forestal Nacional, desarrolló ecuaciones para cubicar *Eucalyptus* sp con datos de la zona norte de la Provincia de Corrientes, utilizando el modelo de Schumacher-Hall. Debido a que los modelos no deben ser utilizados fuera del área de origen de los datos empleados en su ajuste, en ocasiones su uso se ve restringido (PRODAN et al; 1997).

KELLER et al (2005) presentaron una ecuación de volumen para *Eucalyptus grandis* de uso general para la Mesopotamia ya que empleando modelos ajustados para las distintas zonas que la componen no encontraron diferencias significativas entre las mismas.

A los fines de contrastar la hipótesis de KELLER et al (2005) y eventualmente mejorar la precisión de las ecuaciones para las distintas regiones donde se cultiva *Eucalyptus grandis*, se incorporaron nuevos individuos a la base de datos por ellos empleada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Se trabajó con datos provenientes de plantaciones de *Eucalyptus grandis* localizadas en las provincias de Entre Ríos, Corrientes y Misiones. La información procede de mediciones realizadas por MUTARELLI (1977) para la zona de Concordia, Entre Ríos, del Inventario Forestal Nacional (Proyecto Forestal de Desarrollo, SAGPyA 2000), de datos

aportados por los establecimientos Las Marías, Tapebicuá y de INTA EEA Montecarlo e INTA EEA Concordia. La base de datos quedó conformada por 265 individuos, de los cuales, 148 correspondían a la zona de Misiones y NE de Corrientes y 117 a la Provincia de Entre Ríos.

El volumen de madera en m^3 con corteza (vcc) y sin corteza (vsc) de la totalidad de los individuos fue estimado por medio del método de Smalian, no considerándose el volumen del tocón, este procesamiento fue realizado con el software Sistema de Procesamiento de Datos de Árboles Individuales, KECK et al (1997). Del total de los 265 ejemplares, se separó una muestra independiente de validación compuesta de 21 individuos para Misiones – NE Corrientes y 17 para Entre Ríos. En las Tablas 1 a 9 se pueden observar diámetros a la altura del pecho (dap), alturas totales (h) y edades máximos, mínimos y promedios, como así también el número de ejemplares por categoría diamétrica, de la muestra total y de cada región como así también de la muestra independiente.

Tabla 1: Valores observados para las variables descriptoras de la base de datos total para *Eucalyptus grandis* en la Mesopotamia Argentina

Table 1: Observed values for the descriptors variables of the total data base for *Eucalyptus grandis* in the Argentine Mesopotamia

Variable	dap (cm)	h (m)	edad (años)
Mín.	5,7	8,7	2
Máx.	75	48,3	50
Prom.	30,3	31,4	14

Tabla 2: Valores observados para las variables descriptoras de la muestra independiente de validación de la base de datos total.

Table 2: Observed values for the independent sample validation descriptor variable of the total base data

Variable	dap (cm)	h (m)	edad (años)
Mín.	2,6	5	2
Máx.	60,4	46,6	50
Prom.	30,1	29,9	15

Tabla 3: Distribución diamétrica de la base general de datos

Table 3: Diametrical distribution of the general base data

Clase diamétrica	N	n ajuste	n muestra independiente
0-9,9	18	13	5
10-19,9	53	46	7
20-29,9	61	54	7
30-39,9	67	58	9
40-49,9	38	33	5
50-59,9	20	17	3
60-69,9	6	5	1
70-79,9	2	1	1
Total	265	227	38

Donde:

N: Número total de individuos que integran la base de datos considerada

n ajuste: Número de ejemplares empleados en el ajuste de los modelos

n muestra independiente: Número de árboles separados como muestra independiente de validación

Tabla 4: Valores observados para las variables descriptoras de la base de datos empleada en el ajuste de los modelos de la región Misiones – NE Corrientes

Table 4: Observed values for the descriptors variables of the data base used in the adjustment of the models zone Misiones - NE Corrientes

Variable	dap (cm)	h (m)	edad (años)
Mín.	12,2	11,4	2
Máx.	75	48,0	50
Prom.	36,76	36,9	16

Tabla 5: Valores observados para las variables descriptoras de la muestra independiente de validación para la región Misiones – NE Corrientes

Table 5: Observed values for the independent sample validation descriptor variable zone Misiones - NE Corrientes

Variable	dap (cm)	h (m)	edad (años)
Mín.	2,7	5	2
Máx.	74,5	46,6	50
Prom.	34,9	33,6	16

Tabla 6: Distribución diamétrica de la base de datos empleada para Misiones – NE Corrientes

Table 6: Diametric distribution for Misiones - NE Corrientes data base

Clase diamétrica	N	n ajuste	n muestra independiente
0-9,9	2		2
10-19,9	12	10	2
20-29,9	22	20	2
30-39,9	59	51	8
40-49,9	35	31	4
50-50,9	14	12	2
60-69,9	2	2	
70-79,9	2	1	1
Total	148	127	21

Tabla 7: Valores observados para las variables descriptoras de la base de datos empleada en el ajuste de los modelos del NE de Entre Ríos

Table 7: Observed values for the descriptors variables of the data base used in the adjustment of the models zone NE Entre Ríos

Variable	dap (cm)	h (m)	edad (años)
Mín.	5,7	8,7	5
Máx.	64	48,3	25
Prom.	22,3	24,7	12

Tabla 8: Valores observados para las variables descriptoras de la muestra independiente de validación para el NE de Entre Ríos

Table 8: Observed values for the independent sample validation descriptor variable zone NE Entre Ríos

Variable	dap (cm)	h (m)	edad (años)
Mín.	6,3	9,9	5
Máx.	60,4	45,7	25
Prom.	27,6	28,3	14

Tabla 9: Distribución diamétrica de la base de datos para el NE de Entre Ríos

Table 9: Diametric distribution for NE Entre Ríos data base

Clase diamétrica	N	n ajuste	n muestra independiente
0-9,9	16	13	3
10-19,9	41	36	5
20-29,9	39	34	5
30-39,9	8	7	1
40-49,9	3	2	1
50-59,9	6	5	1
60-69,9	4	3	1
Total	117	100	17

Comparación de interceptos y pendientes por zona.

Se procedió a la comparación de interceptos (ordenadas al origen) y pendientes mediante un análisis de relaciones lineales que consideraban como variable dependiente al volumen observado y como variable independiente a $((dap^2)*h)$, ajustadas para las zonas de Entre Ríos, definida agroecológicamente como de clima Pampeano Subtropical sin Estación Seca y Misiones - NE Corrientes, clasificadas como de clima Subtropical sin Estación seca (PAPADAKIS, 1974).

Ajuste de modelos para Zona de Misiones y NE Corrientes

Realizada la comparación de pendientes e interceptos, se procedió al ajuste de modelos para la estimación del volumen con y sin corteza. Tras una revisión de los modelos más utilizados para ello, se decidió trabajar con los presentados en la tabla 10.

Tabla 10: Modelos ajustados

Table 10: Adjusted Models

Modelo	Autor	Función
1	Prodan modificado	$\ln(v) \cdot b_0 \cdot b_1 \cdot \ln(dap) \cdot b_2 \cdot \ln(dap^2) \cdot b_3 \cdot \ln(h^2)$
2	Schumacher – Hall	$\ln(v) \cdot b_0 \cdot b_1 \cdot \ln(dap) \cdot b_2 \cdot \ln(h)$
3	Spurr logaritmizado	$\ln(v) \cdot b_0 \cdot b_1 \cdot \ln(dap^2 \cdot h)$
4	Naslund	$v \cdot b_0 \cdot b_1 \cdot (dap^2) \cdot b_2 \cdot (dap^2 \cdot h) \cdot b_3 \cdot (dap \cdot h^2) \cdot b_4 \cdot (h^2)$
5	Stoate	$v \cdot b_0 \cdot b_1 \cdot (dap^2) \cdot b_2 \cdot (dap^2 \cdot h) \cdot b_3 \cdot (h)$
6	Meyer	$v \cdot b_0 \cdot b_1 \cdot (dap) \cdot b_2 \cdot (dap^2) \cdot b_3 \cdot (dap \cdot h)$

Para sortear errores sistemáticos ocasionados por el empleo de transformaciones logarítmicas el volumen estimado fue afectado por el factor de corrección de discrepancia logarítmica (MEYER, 1941), y presentado por CRECHI et al., (2004).

La selección del modelo se efectuó en base al análisis de los estadísticos R^2 (coeficiente de determinación), S_{yx} (error estándar de la estimación), EAM (error absoluto medio) y evaluación de la distribución de residuales. El nivel alfa (α) de aceptación fue del 95 %. Teniendo en cuenta que se utilizaron modelos con y sin transformación logarítmica, se utilizó el Índice de Furnival (IF) (SILVA et al., 1991) para realizar la comparación entre los distintos modelos (CRECHI et al., 2004).

Los modelos de mejor desempeño fueron validados con una muestra independiente. Los indicadores empleados para validar los modelos ajustados contrastándolos con la muestra independiente fueron Error promedio = $(\sum \text{Valor Observado} - \text{Estimado})/n$ y Error relativo promedio = $(\sum ((\text{Valor Observado} - \text{Estimado})/\text{Valor observado} \cdot 100))/n$. Para el análisis gráfico se aplicó Error % = $((\text{Observado} - \text{Estimado})/\text{Observado}) \cdot 100$, a los efectos de observar la distribución porcentual de los residuales.

RESULTADOS

Comparación de pendientes de modelos regionales

De la base de datos empleada surgió que los modelos de Misiones y NE de Corrientes no podían emplearse conjuntamente con los del NE de Entre Ríos, a diferencia de lo establecido por KELLER et al (2005), dada la existencia de diferencias significativas entre las pendientes de los modelos ajustados para cada una (Tabla 11), razón por la cual se ajustó un modelo particular para la región de los suelos lateríticos, con y sin corteza.

Tabla 11. ANOVA de las funciones generadas para las zonas Misiones – NE Corrientes y NE Entre Ríos

Table 11: ANOVA of the functions generated for the zones Misiones – NE Corrientes y NE Entre Ríos

Variable	Suma de cuadrados	F	Valor P
(Dap ²)*H	468,157	8460,92	0,0000
Interceptos	0,834422	15,08	0,0001
Pendientes	0,16166	2,92	0,0885
Modelo	469,153		

Ajuste de funciones para la zona Misiones – NE Corrientes.

Efectuadas las regresiones múltiples correspondientes, fueron elegidos los modelos Prodan Modificado y Schumacher – Hall como los de mejor desempeño.

Los modelos definitivos con sus coeficientes se presentan a continuación.

Modelo Prodan modificado

Las expresiones matemáticas del modelo Prodan modificado para la estimación de volúmenes con y sin corteza, incorporando el factor de corrección por discrepancia logarítmica, fueron:

$$\ln(vcc) = (-10,3487 + 3,14561 * \ln(dap) - 0,18246 * \ln^2(dap) + 0,145388 * \ln^2(h)) * 1,00344189$$

$$\ln(vsc) = (-11,3768 + 3,58945 * \ln(dap) - 0,23091 * \ln^2(dap) + 0,143489 * \ln^2(h)) * 1,00399415$$

Los estadísticos correspondientes al modelo Prodan modificado para estimación de volúmenes con y sin corteza son presentados en la tabla 12.

Tabla 12. Estadísticos de la estimación del volumen total con y sin corteza. Modelo de Prodan modificado.

Table 12: Statistical for total volume estimation with and without bark. Prodan modified model.

Variable	R2 (%)	Syx	F – ratio	P	EAM
vcc	99,2158	0,0828973	5271,44	0,00000	0,066967
vsc	99,1668	0,0710428	4959,15	0,00000	0,071043

Donde: R2: Coeficiente de determinación. Syx: Error estándar de la estimación. EAM: Error absoluto medio.

Los Gráficos 1 y 2 presentan los datos observados versus los estimados a través del modelo Prodan modificado para volúmenes con y sin corteza.

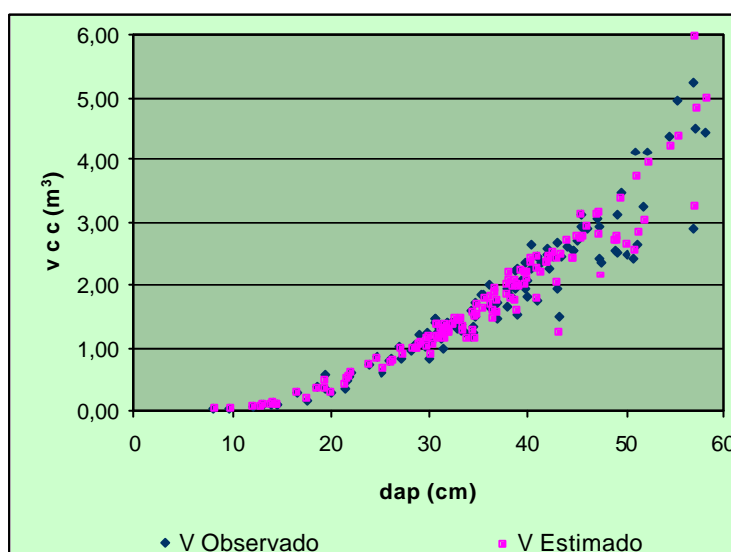


Gráfico 1. Volúmenes totales con corteza observados y estimados. Modelo Prodan modificado

Graphics 1: Observed and estimate with bark total volumes. Prodan modified model.

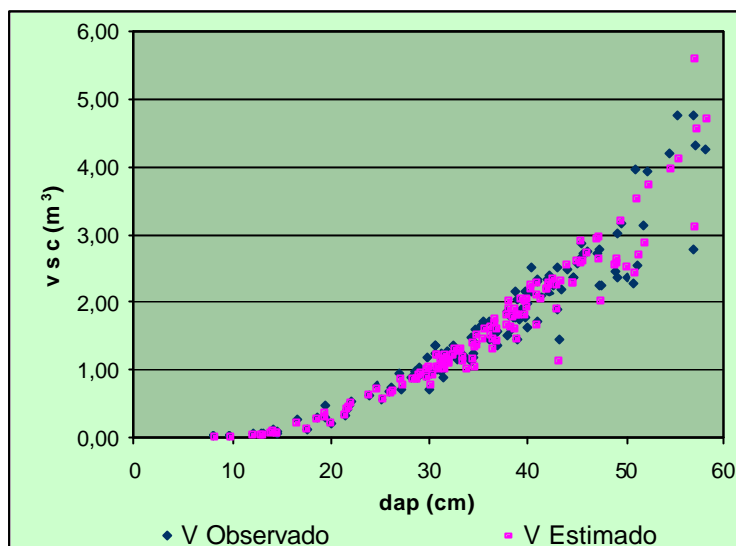


Gráfico 2. Volúmenes totales sin corteza observados y estimados. Modelo Prodan modificado
 Graphics 2: Observed and estimate without bark total volumes. Prodan modified model.

En el análisis gráfico de los puntos generados a través del empleo de los modelos seleccionados, frente a los datos reales, puede observarse que los mismos siguen un agrupamiento similar a los datos observados pasando por el centro del diagrama de dispersión.

Modelo Schumacher – Hall

Las expresiones matemáticas del modelo Schumacher – Hall para estimación de volúmenes con y sin corteza, incorporando el factor de corrección por discrepancia logarítmica, fueron:

$$\ln(vcc) ? (-10,0248 ? 1,85587 * \ln(dap) - 1,06302 * \ln(h)) * 1,00375426$$

$$\ln(vsc) ? (-10,5495 ? 1,95614 * \ln(dap) ? 1,08401 * \ln(h)) * 1,004517011$$

En tabla 13 se presentan los estadísticos correspondientes al modelo Schumacher – Hall para estimación de volúmenes con y sin corteza.

En las tablas 12 y 13 se puede observar que el estadístico F fue altamente significativo para todos los modelos, los coeficientes de determinación ajustados resultaron todos superiores a 0,99.

El modelo Prodan modificado fue el que presentó el mayor valor de R^2 ; siendo además el que presentó el menor error estándar de estimación. A través de la observación gráfica de los residuos se pudo constatar que solamente los modelos Prodan modificado y Schumacher –

Hall no presentaron tendenciosidad en su distribución. En base a ello se eligió a Prodan modificado como el más apropiado

Tabla 13. Estadísticos del modelo de Schumacher - Hall para estimación de volumen con y sin corteza

Table 13: Statistical of the Schumacher - Hall model for estimation volume with and without bark

Variable	R2 (%)	Syx	F – ratio	P	EAM
vcc	99,1379	0,0865705	7244,71	0,00000	0,068933
vsc	99,0504	0,0949404	6571,66	0,00000	0,0738054

Donde: R2: Coeficiente de determinación. Syx: Error estándar de la estimación. EAM: Error absoluto medio.

para la estimación de volumen individual de *Eucalyptus grandis* para la zona considerada.

Validación del modelo Prodan modificado

En la tabla 14 se presenta el error surgido de la validación de los modelos seleccionados al ser contrastados contra la muestra independiente.

Tabla 14. Errores promedios provenientes de la validación de los modelos

Table 14: Average error obtained from the validation models

Modelo	volumen	Error promedio (m ³)	Error relativo promedio (%)
Prodan modificado	vcc	0,007	1,116
	vsc	0,0002	1,235

Donde:
 Error = (? Valor Observado – Estimado)/n
 Error relativo = (? ((Valor Observado – Estimado)/Valor observado * 100))/n

En el Gráfico 3 se presenta la distribución porcentual de los residuales del modelo Prodan modificado para estimar volumen con y sin corteza.

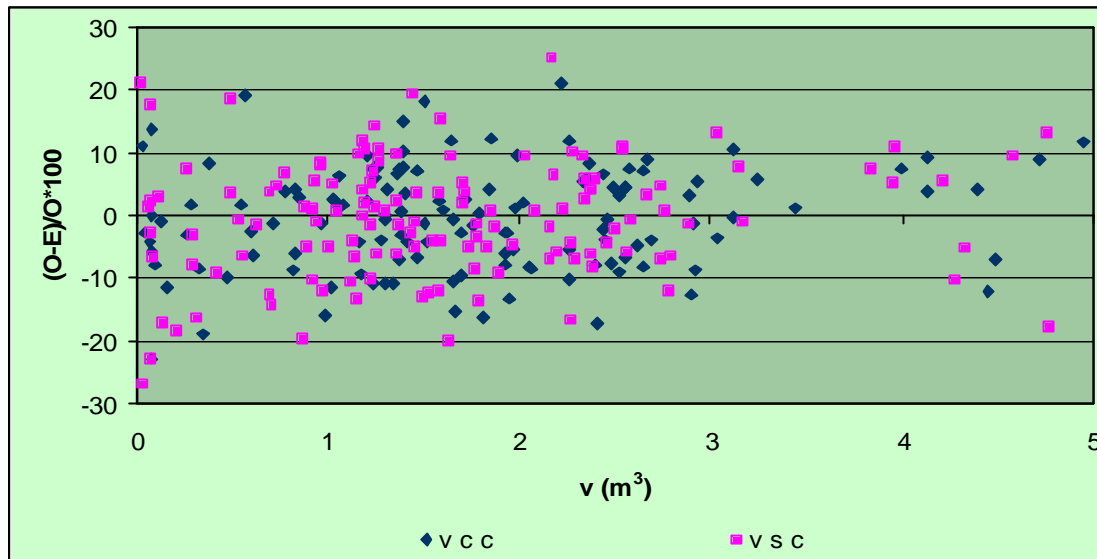


Gráfico 3. Diferencias porcentuales entre valores observados y estimados del volumen total con y sin corteza. Modelo Prodan modificado

Graphics 3: Percentage differences between observed and estimated total volume with and without bark values. Modified Prodan model.

CONCLUSIÓN

Las funciones seleccionadas han resultado de ajustes sin tendencias respecto a los datos observados. Fue posible definir varios modelos que podrían ser utilizados para estimar el volumen individual con y sin corteza de *Eucalyptus grandis* en la región, no obstante, el modelo Prodan modificado presentó el mejor ajuste de acuerdo a los indicadores estadísticos considerados; mostrando además una mejor distribución de residuos. La validación de dicho modelo con una muestra independiente arrojó un error promedio de 1,116 % para volumen con corteza y 1,235 % en el caso de volumen sin corteza.

Como los modelos seleccionados llevan implícita la medición de diámetros y altura total, se recomienda el ajuste previo de una relación hipsométrica para su empleo local.

Nuevos estudios deberán realizarse, incrementando la base de datos, para determinar a futuro si dentro de la región Misiones –NE de Corrientes existen diferencias que ameriten ser modeladas en forma separada.

AGRADECIMIENTOS

Especialmente al Ing. Enio Juan Muttarelli. Al ing. Marcelo Rolón (Establecimiento Las Marías), Ings. Mirta Torres y Jorge Trevín (SAGPyA-Dirección Forestal y Proyecto Forestal de Desarrollo, Mauro Real de Azúa y Paula Montenegro (Forestadora Tapebicuá),
 12^{av} Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales – FCF, UNaM – EEA Montecarlo, INTA
 8, 9 y 10 de Junio de 2006 – Eldorado, Misiones. Argentina

Hipólito Kuzdra (Campo Anexo Manuel Belgrano – INTA EEA Montecarlo), Ing. Diana Díaz, Mario Carmarán, Wilfredo Moledo y Nicolás Alanís (INTA Concordia).

BIBLIOGRAFÍA

- CABACINHA, C. D. Um método para a realização do inventário florestal suprimindo a cubagem rigorosa. 2003. 116p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- CRECHI E.; Moscovich F.; Fassola H.; Hennig A.; Hampel H.; Domecq C.; Maletti C. 2004. Tabla de volumen para *Grevillea robusta* A. en Misiones, Argentina. En: 10° Jornadas Técnicas Forestales y ambientales. FCF Eldorado – INTA EEA Montecarlo. Eldorado, Misiones. 10 p.
- GLADE, J. 1984. Elaboración de una Tabla de Volumen para *Eucalyptus grandis*. Concordia: Información Forestal. INTA EEA Concordia. Vol.1. H-6.
- 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, p.416-420.
- KELLER, A.; MOSCOVICH, F.; FASSOLA, H.; CRECHI, E.; PACHAS, N., COSTA, J. 2005. Ecuación de volumen de *Eucalyptus grandis* para la Mesopotamia Argentina. 3° Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Corrientes- Argentina. Publicación disponible en CD.
- KECK, A.; CRECHI, E.; FASSOLA H. 1997. Sistema de procesamiento de datos de árboles individuales. INTA EEA Montecarlo, documento interno.
- MEYER, H. A. 1941. Correction for a systematic error occurring in the application of the logarithmic volume equation. Pennsylvania Forest School Research. Paper. 7. 3 p.
- MUTARELLI, E. 1977. Análisis dasométrico en plantaciones forestales de la zona de Concordia, Provincia de Entre Ríos. Buenos Aires: IFONA (Folleto Técnico Forestal, 59). 55p.
- PAPADAKIS, J. 1974. Ecología, posibilidades Agropecuarias de las Provincias Argentinas. Fascículo 3. Enciclopedia Arg. de Agric. y Jardinería. Ed. ACME. 86p.
- PARENT, D.R. 2003. A stand volume equation for cruising small-diameter Material. Journal of Forestry, July/August, p.5-6.
- PRODAN M.; PETERS R.; COX F.; REAL P. 1997. Mensura Forestal. IICA-BMZ-GTZ. San José. 561 p.

PROYECTO FORESTAL DE DESARROLLO (SAGPyA) 2000

<http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0-0/forestacion/inventario>

SILVA, J.A.; BAILEY, R.L. 1991. Considerações teóricas sobre o uso correto do Índice de Furnival na seleção de equações volumétricas. *Rev. Àrv.*, Viçosa, 15 (3): 323-327.

Anexo 1: Tabla de volumen total con y sin corteza para *Eucalyptus grandis* implantado en la zona Misiones – NE Corrientes, expresado en metros cúbicos (m³) *

dap (cm)	Altura (m)													
		6	10	14	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54
5	vcc	0,005	0,007	0,009	0,011	0,013								
	vsc	0,003	0,004	0,006	0,007	0,008								
7,5	vcc	0,014	0,019	0,024	0,029	0,035	0,041	0,047						
	vsc	0,010	0,013	0,017	0,021	0,025	0,029	0,033						
10	vcc	0,027	0,037	0,047	0,058	0,069	0,080	0,092	0,104					
	vsc	0,021	0,028	0,036	0,044	0,052	0,060	0,069	0,078					
12,5	vcc	0,045	0,061	0,078	0,096	0,114	0,133	0,152	0,173	0,194				
	vsc	0,036	0,049	0,062	0,076	0,090	0,105	0,120	0,136	0,152				
15	vcc	0,067	0,091	0,116	0,142	0,170	0,198	0,227	0,258	0,289	0,322			
	vsc	0,056	0,075	0,096	0,117	0,139	0,162	0,185	0,210	0,235	0,262			
17,5	vcc	0,094	0,127	0,162	0,198	0,235	0,275	0,315	0,358	0,402	0,447	0,494		
	vsc	0,080	0,108	0,137	0,167	0,198	0,230	0,264	0,299	0,336	0,373	0,412		
20	vcc	0,124	0,167	0,213	0,261	0,311	0,362	0,416	0,472	0,530	0,590	0,652		
	vsc	0,107	0,145	0,184	0,225	0,267	0,311	0,356	0,403	0,452	0,503	0,555		
22,5	vcc	0,157	0,213	0,271	0,331	0,395	0,460	0,529	0,600	0,673	0,750	0,829	0,910	
	vsc	0,139	0,187	0,238	0,290	0,345	0,402	0,460	0,521	0,585	0,650	0,717	0,787	
25	vcc	0,193	0,262	0,334	0,409	0,487	0,568	0,652	0,740	0,831	0,925	1,022	1,123	
	vsc	0,174	0,234	0,298	0,363	0,432	0,502	0,576	0,652	0,731	0,813	0,898	0,985	
27,5	vcc	0,233	0,316	0,402	0,492	0,586	0,684	0,786	0,891	1,001	1,114	1,231	1,352	
	vsc	0,212	0,286	0,363	0,443	0,526	0,613	0,702	0,796	0,892	0,992	1,095	1,201	
30	vcc		0,373	0,475	0,582	0,693	0,808	0,928	1,053	1,183	1,317	1,455	1,598	1,746
	vsc		0,341	0,433	0,529	0,628	0,732	0,839	0,950	1,065	1,184	1,307	1,434	1,565
32,5	vcc		0,434	0,553	0,677	0,806	0,940	1,080	1,225	1,376	1,532	1,693	1,859	2,031
	vsc		0,401	0,509	0,621	0,737	0,859	0,985	1,115	1,250	1,390	1,534	1,683	1,836
35	vcc			0,635	0,777	0,925	1,079	1,240	1,406	1,579	1,758	1,943	2,134	2,332
	vsc			0,588	0,718	0,853	0,993	1,139	1,290	1,446	1,607	1,774	1,946	2,124
37,5	vcc			0,721	0,882	1,050	1,225	1,407	1,596	1,792	1,995	2,206	2,422	2,646
	vsc			0,672	0,820	0,975	1,135	1,301	1,474	1,652	1,837	2,027	2,224	2,427
40	vcc				0,991	1,180	1,377	1,582	1,794	2,015	2,243	2,479	2,723	2,975
	vsc				0,928	1,102	1,283	1,471	1,666	1,868	2,076	2,292	2,514	2,743
42,5	vcc					1,316	1,535	1,763	2,000	2,245	2,500	2,763	3,035	3,315
	vsc					1,234	1,437	1,648	1,866	2,092	2,326	2,567	2,816	3,073
45	vcc					1,455	1,698	1,950	2,212	2,484	2,765	3,056	3,357	3,668
	vsc					1,371	1,597	1,831	2,074	2,325	2,584	2,853	3,129	3,415
47,5	vcc					1,599	1,866	2,143	2,431	2,730	3,039	3,359	3,690	4,031
	vsc					1,513	1,762	2,020	2,288	2,565	2,851	3,147	3,453	3,768
50	vcc						2,039	2,342	2,657	2,983	3,321	3,670	4,032	4,404
	vsc						1,932	2,215	2,508	2,812	3,126	3,451	3,786	4,131

* Valores en letra negrita corresponden a rango de diámetros y alturas observados

**MODELOS DE ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN INDIVIDUAL DE ÁRBOLES CON
Y SIN CORTEZA DE *Pinus taeda* L. PARA LA ZONA NORTE DE MISIONES,
ARGENTINA¹**

**MODELS ESTIMATION OF INDIVIDUAL TREE VOLUME WITH AND WITHOUT
BARK OF *Pinus taeda* L. CULTIVATED IN NORTH ZONE OF MISIONES,
ARGENTINA**

Ernesto Crechi¹

Hugo Fassola¹

Aldo Keller¹

Sara Barth²

¹. Ings. Ftales. Técnicos Área Forestal. INTA EEA Montecarlo. Av. Libertador n° 2472.
C. P. 3384. Montecarlo, Misiones, Argentina. TE y FAX: 54-03751-480057/480512.
e-mail: ecrechi@montecarlo.inta.gov.ar

². Ing. Ftal. Cátedra Dasometría. Fac. de Cs. Ftales. (UNaM). Bertoni 124. C. P. 3380.
Eldorado. Misiones. e-mail: sbarth@arnet.com.ar

SUMMARY

Volume with and without bark prediction models were fitted on the basis of trees data collection from *Pinus taeda* L. plantations, located in Misiones and North Eastern Corrientes. Analysis of the intercepts and slopes models for both zones established the need of individual functions for each one. Volume equation for N Misiones included diameter to 1.3 meters and total tree height as independent variables and total volume with and without bark as dependent variable. This data base was constituted by 245 trees of which 103 were selected for independent sample of validation. The best Model with and without bark was selected considering statistics like R² (determination coefficient), S_{yx} (standard error of the estimation), EAM (absolute mean error) and residual distribution. Modified Prodan model was selected and its mathematical expression, including a correction factor for logarithmic discrepancy, was:

$$\ln(vcc) = (-8,70837 + 1,92414 \cdot \ln(dap) + 0,00823 \cdot \ln^2(dap) + 0,18622 \cdot \ln^2(h)) \cdot 1,0049507$$

$$\ln(vsc) = (-8,65298 + 1,63191 \cdot \ln(dap) + 0,05478 \cdot \ln^2(dap) + 0,21421 \cdot \ln^2(h)) \cdot 1,0044256$$

¹ Trabajo Financiado por PAN 571. Funciones y Algoritmos dasométricos para manejo silvícola intensivo, de aplicación en plantaciones forestales orientadas a producción de madera de alto valor agregado.

The validation against an independent data base showed an error of -0,005 and -0,0047 m³, its relative error was -2,28 and -1,74 % with and without bark respectively.

Key words : Mathematical models, volume estimations, *Pinus taeda*, Misiones

RESUMEN

Con datos provenientes de árboles pertenecientes a plantaciones de *Pinus taeda* L. distribuidas en la Provincia de Misiones y NE de Corrientes se procedió al ajuste de modelos de predicción volumétrica para árboles con y sin corteza. Se generaron ecuaciones para las zonas en estudio realizándose una comparación de pendientes, manifestándose diferencias significativas entre las diferentes zonas de origen de los datos. En consecuencia, se procedió a modelar en forma separada los datos de Misiones y NE Corrientes. La base de datos utilizada en el modelo presentado está compuesta por 245 árboles del área N de Misiones, de los cuales 103 fueron separados como muestra independiente. La selección del modelo se efectuó en base al análisis de los estadísticos R² (coeficiente de determinación), S_{yx} (error estándar de la estimación), EAM (error absoluto medio) y evaluación de la distribución de residuales. El modelo de Prodan modificado fue seleccionado. Las expresiones matemáticas de los volúmenes con y sin corteza, con el factor de corrección por discrepancia logarítmica, fueron:

$$\ln(vcc) = (-8,70837 + 1,92414 \cdot \ln(dap) + 0,00823 \cdot \ln^2(dap) + 0,18622 \cdot \ln^2(h)) \cdot 1,0049507$$

$$\ln(vsc) = (-8,65298 + 1,63191 \cdot \ln(dap) + 0,05478 \cdot \ln^2(dap) + 0,21421 \cdot \ln^2(h)) \cdot 1,0044256$$

La validación a través de la muestra independiente arrojó un error de - 0,0050 m³ para volumen con corteza y - 0,0047 m³ para volumen sin corteza, para dichos casos el error relativo fue de - 2,28 % y - 1,74 % respectivamente.

Palabras clave : Modelo matemático, estimación de volumen, *Pinus taeda*, Misiones

INTRODUCCIÓN

La estimación del volumen individual del árbol es un problema relevante de la dendrometría y de la realización de inventarios forestales. La dificultad en la determinación directa de dicho volumen a través de la cubicación de secciones hace conveniente contar con expresiones matemáticas que, basadas en una muestra objetivamente seleccionada permita estimar el volumen de los individuos sobre la base de mediciones simples como lo son el diámetro a altura de pecho (dap) y la altura total (h).

En la región existen antecedentes de tablas de volúmenes de simple y doble entrada para diferentes especies implantadas, tal lo citado por CRECHI et al. (2004).

En el período 1997-1999 se desarrolló y presentó el Simulador Forestal de *Pinus taeda*, *Pinus elliottii* y *Araucaria angustifolia* en un convenio entre INTA EEA Montecarlo, la Facultad de Ciencias Forestales perteneciente a la Universidad Nacional de Misiones y empresas privadas del medio (FRIEDL et al., 1997 a, b; CRECHI et al., 1998, 1999). En esas oportunidades se consideraron modelos conjuntos para las provincias de Misiones y Corrientes.

Dado que la base datos fue ampliada, el objetivo del presente trabajo fue verificar si las bases de datos correspondientes a las zonas N Misiones y S Misiones – NE Corrientes, podían unificarse en un solo modelo general, o bien en *Pinus taeda* debían ajustarse modelos de estimación de volumen individual con y sin corteza para cada zona en particular.

MATERIALES Y MÉTODOS

La base general (Misiones y Corrientes) estuvo conformada por datos provenientes de mediciones efectuadas por Alto Paraná S. A., Lipsia S. A., Celulosa Argentina S. A., Las Marías S. A., Bosques del Plata S. A., Fiplasto S. A, los Ings. Mutarelli E., Mariott V., Friedl R., e instituciones como el ex IFONA e INTA EEA Montecarlo.

La base de datos general quedó conformada por 860 individuos, de los cuales, 578 correspondían a la zona N de Misiones- Alta Misiones (PAPADAKIS, 1974) y 282 a S Misiones – NE de Corrientes (PAPADAKIS, 1974). A su vez, 245 árboles del N de Misiones- Alta misiones poseían datos con y sin corteza, no contando S de Misiones – NE de Corrientes con esta última información.

Comparación de pendientes por zona.

Se procedió a la comparación de interceptos (ordenadas al origen) y pendientes mediante un análisis de relaciones lineales que consideraban como variable dependiente al volumen observado y como variable independiente a $((dap^2)*h)$, ajustadas para las zonas N de Misiones – Alta Misiones y S Misiones – NE Corrientes, pertenecientes a la región agroecológica de clima Subtropical sin Estación seca (PAPADAKIS, 1974).

Descripción de los datos de la base empleada en el ajuste para la zona Norte de Misiones

En las Tablas 1 a 3 se pueden observar los dap, alturas y edades máximas, mínimas y promedio, como así también el número de ejemplares de la misma y su distribución diamétrica.

El volumen total con y sin corteza (vcc y vsc), fue calculado mediante la fórmula de Smalian, mientras que el volumen del ápice fue calculado mediante la fórmula del cono. Dicho procesamiento fue realizado con el Sistema de Procesamiento de Datos de Árboles Individuales del INTA EEA Montecarlo (KECK, et al., 1997).

Tabla 1: Valores observados de las variables descriptoras de la base de datos zona N de Misiones

Table 1: Observed values for the descriptors variables zone N of Misiones data base.

valores	dap (cm)	h (m)	edad (años)
Mín.	6,55	4,27	5
Máx.	64	32,2	38
Prom.	27,92	18,88	15

Tabla 2: Valores observados de las variables descriptoras de la muestra independiente para la zona N de Misiones

Table 2 Observed values for the independent sample validation descriptor variable zone N of Misiones

valores	dap (cm)	h (m)	edad (años)
Mín.	10,48	6,14	5
Máx.	60,5	29,4	38
Prom.	18,90	13,9	10

Tabla 3: Distribución diamétrica de la base de datos empleada para el N de Misiones

Table 3: Diametric distribution for N Misiones data base

Clase Diamétrica	N	n ajuste	n muestra independiente
0-9,9	11	11	
10-19,9	96	33	63
20-29,9	74	37	37
30-39,9	31	30	1
40-49,9	22	21	1
50-59,9	9	9	
60-69,9	2	1	1
Total	245	142	103

Donde:

N: Número total de individuos que integran la base de datos considerada

n ajuste: Número de ejemplares empleados en el ajuste de los modelos

n muestra independiente: Número de árboles separados como muestra independiente de validación

La base de datos correspondiente a la zona Sur de Misiones- NE de Corrientes fue descripta por Fassola et al. (2006).

Ajuste de modelos

Tras la comparación de pendientes e interceptos, se procedió al ajuste de modelos para la estimación del volumen con y sin corteza. Luego de una revisión de los modelos más utilizados para ello, se decidió trabajar con los presentados en la Tabla 4.

Tabla 4: Modelos ajustados

Table 4: Adjusted Models

Modelo	Autor	Función
1	Prodan modificado	$\ln(v) ? b_0 ? b_1 ? \ln dap ? b_2. \ln dap^2 ? b_3 ? \ln h^2$
2	Schumacher – Hall	$\ln(v) ? b_0 ? b_1 ? \ln(dap) ? b_2 ? \ln(h)$
3	Spurr logaritmizado	$\ln(v) ? b_0 ? b_1 ? \ln(dap^2 . h)$
4	Naslund	$v ? b_0 ? b_1 ? dap^2 ? b_2 ? dap^2 . h ? b_3 . dap . h^2 ? b_4 . h^2$
5	Stoate	$v ? b_0 ? b_1 . dap^2 ? b_2 . (dap^2 . h) ? b_3 . h$
6	Meyer	$v ? b_0 ? b_1 . dap ? b_2 . (dap^2) ? b_3 . dap . h$

Para estimar los volúmenes a partir de los modelos logarítmicos, se aplicó el factor de corrección de discrepancia logarítmica (Fc) propuesto por Meyer (1941), y presentado por CRECHI et al., 2004.

La selección del modelo se efectuó en base al análisis de los estadísticos R^2 (coeficiente de determinación), S_{yx} (error estándar de la estimación), EAM (error absoluto medio) y evaluación de la distribución de residuales. El nivel alfa (α) de aceptación fue del 95%.

Teniendo en cuenta que se utilizaron modelos con y sin transformación logarítmica, se utilizó el Índice de Furnival (IF) (SILVA et al., 1991) para realizar la comparación entre modelos (CRECHI et al., 2004).

Los modelos de mejor desempeño fueron validados con una muestra independiente.

RESULTADOS

Comparación de pendientes de modelos por zonas

De la base de datos empleada surgió que las zonas de Misiones y S Misiones – NE Corrientes no pueden ser consideradas en forma conjunta dada la existencia de diferencias significativas entre las pendientes de los modelos ajustados para cada una de ellas (Tabla 5), razón por la cual se ajustó un modelo particular para cada zona.

Tabla 5: ANOVA de las funciones generadas para las zonas consideradas.

Table 5: ANOVA of the functions generated for the considered areas.

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	F	Valor P
$(Dap^2)*H$	290,897	25366,42	0,0000
Interceptos	0,00000744925	0,00	0,10
Pendientes	0,117835	10,28	0,0014
Modelo	291,015		

Se presentan en este trabajo modelos de estimación de volumen individual con y sin corteza para la zona N de la Provincia de Misiones.

Ajuste de modelos para la zona N de la Provincia de Misiones

Tras analizar el ajuste de diferentes modelos, se pre-seleccionó los de Prodan Modificado y Schumacher – Hall como los de mejor desempeño.

Se presentan a continuación los modelos definitivos con sus respectivos coeficientes.

Modelo Prodan modificado

Las expresiones matemáticas del modelo de Prodan modificado para la estimación de volúmenes con y sin corteza, incorporando el factor de corrección por discrepancia logarítmica, fueron:

$$\ln(vcc) = (-8,70837 + 1,92414 \cdot \ln(dap) + 0,00823 \cdot \ln^2(dap) + 0,18622 \cdot \ln^2(h)) \cdot 1,0049507$$

$$\ln(vsc) = (-8,65298 + 1,63191 \cdot \ln(dap) + 0,05478 \cdot \ln^2(dap) + 0,21421 \cdot \ln^2(h)) \cdot 1,0044256$$

Los estadísticos correspondientes al modelo Prodan modificado para estimación de volúmenes con y sin corteza son presentados en la Tabla 6.

Tabla 6: Estadísticos de la estimación del volumen total con y sin corteza. Modelo de Prodan modificado.

Table 6: Statistical for total volume estimation with and without bark. Prodan modified model.

Variable	R ² (%)	Syx	F – ratio	P	EAM
vcc	99,5868	0,0993831	10925,7	0,0000	0,0790069
vsc	99,5495	0,0939768	19568,99	0,0000	0,0737206

Donde: R2: Coeficiente de determinación. Syx: Error estándar de la estimación. EAM: Error absoluto medio.

Para los diferentes volúmenes, los Gráficos 1 y 2 muestran los datos observados versus los estimados en los modelos de Prodan modificado para estimación de volúmenes con y sin corteza.

Mediante un análisis gráfico de los puntos generados a través del empleo de los modelos seleccionados frente a los datos reales se pudo observar que los mismos siguen un agrupamiento similar a los datos observados pasando por el centro del diagrama de dispersión.

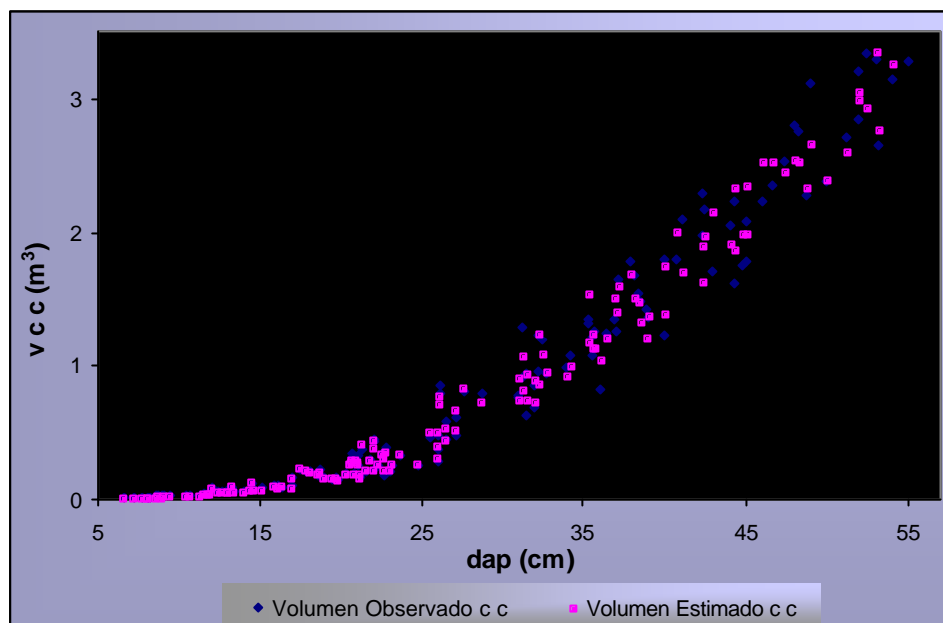


Gráfico 1: Volúmenes totales con corteza observados y estimados. Modelo Prodan modificado

Graphic 1: Observed and estimate with bark total volumes. Prodan modified model.

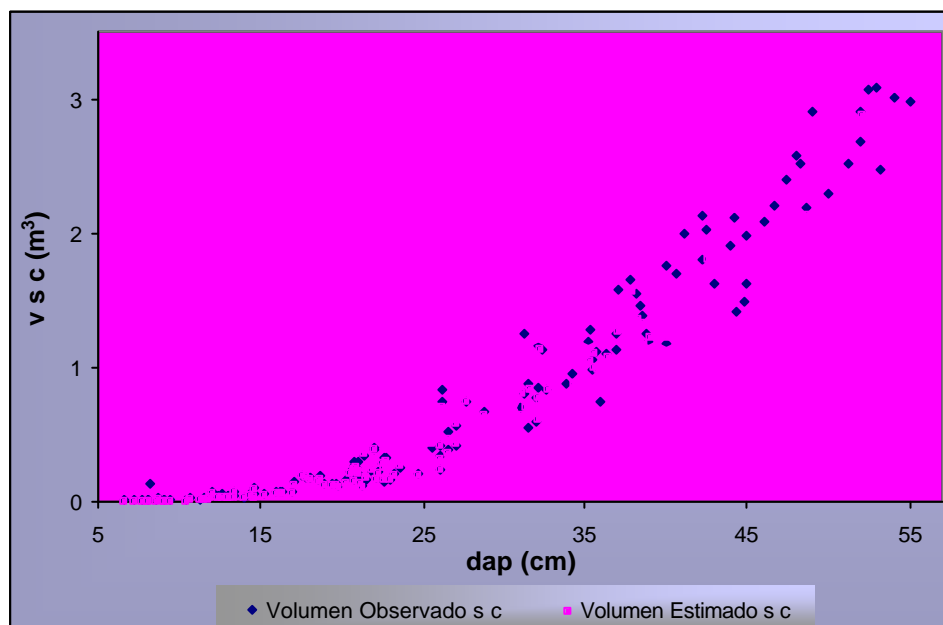


Gráfico 2. Volúmenes totales sin corteza observados y estimados. Modelo Prodan modificado

Graphic 2: Observed and estimate without bark total volumes. Prodan modified model.

Schumacher – Hall

Las expresiones matemáticas del modelo Schumacher – Hall para la estimación de volúmenes con y sin corteza, incorporando el factor de corrección por discrepancia logarítmica, fueron:

$$\ln(vcc) = (-10,01850 + 2,01312 \cdot \ln(dap) + 0,93670 \cdot \ln(h)) \cdot 1,0063119$$

$$\ln(vsc) = (-10,62450 + 2,03185 \cdot \ln(dap) + 1,06905 \cdot \ln(h)) \cdot 1,00442401$$

En tabla 7 se presentan los estadísticos correspondientes al modelo Schumacher – Hall para estimación de volúmenes con y sin corteza

Tabla 7. Estadísticos del modelo de Schumacher – Hall para estimación de volumen con y sin corteza

Table 7. Statistical of the Schumacher - Hall model for estimation volume with and without bark

Variable	R ² (%)	Syx	F – ratio	P	EAM
vcc	99,4622	0,1121790	12482,76	0,0000	0,0934697
vsc	99,3983	0,1135430	19904,49	0,0000	0,0939601

Donde: R2: Coeficiente de determinación. Syx: Error estándar de la estimación. EAM: Error absoluto medio.

En las tablas 6 y 7 se puede observar que el estadístico F fue altamente significativo para todas las funciones, los coeficientes de determinación ajustados resultaron todos superiores a 0,99. El modelo Prodan modificado fue el que presentó el mayor valor de R² y menor Syx.

Si bien todos los modelos evaluados tuvieron buen ajuste, a través de la observación gráfica de los residuos se pudo constatar que el de Prodan modificado presenta mejor distribución. En base a ello se eligió a Prodan modificado como el modelo de mejor comportamiento.

Validación del modelo de Prodan modificado.

En la tabla 8 se presenta el error que surge de la validación del modelo seleccionado al ser contrastado contra la muestra independiente.

Tabla 8: Errores promedios provenientes de la validación de los modelos

Table 8: Average error obtained from the validation models

Modelo	Volumen	Error (m ³)	Error relativo (%)
Prodan modificado	vcc	-0,0050	-2,28
	vsc	-0,0047	-1,74

Donde:

$$\text{Error} = (\sum \text{Valor Observado} - \text{Esperado})/n$$

$$\text{Error relativo} = (\sum ((\text{Valor Observado} - \text{Esperado})/\text{Valor observado} * 100))/n$$

En el gráfico 3 se presenta la distribución porcentual de los residuales del modelo de Prodan modificado para estimar volumen con y sin corteza, siendo estos los que presentan menor tendenciosidad.

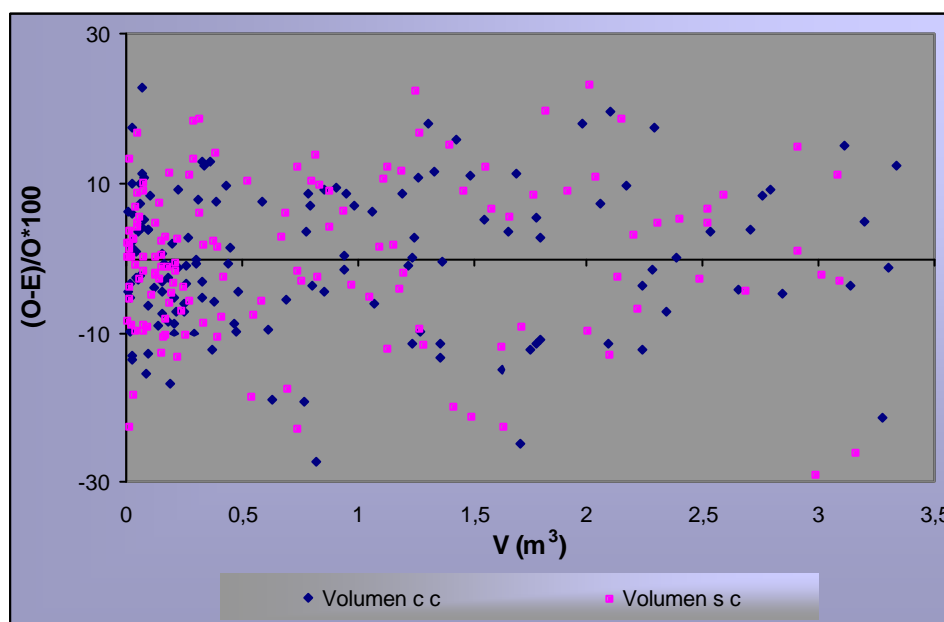


Gráfico 3: Diferencias porcentuales entre valores observados y estimados del volumen total con y sin corteza. Modelo Prodan modificado

Graphics 3: Percentage differences between observed and estimated total volume with and without bark values. Modified Prodan model.

CONCLUSIÓN

Los modelos seleccionados han surgido de ajustes sin tendencias respecto a los datos observados por lo que pueden ser utilizadas para la determinación del volumen de árboles individuales de *Pinus taeda* implantados en la zona N de la provincia de Misiones.

Si bien fue posible definir varios modelos para estimar volumen con y sin corteza de *Pinus taeda*, de acuerdo a los estadísticos utilizados, el modelo Prodan modificado presentó el mejor ajuste, mostrando además una mejor distribución de residuos. Validando dicho modelo a través de una muestra independiente arrojó un error promedio de $-2,28\%$ para volumen con corteza y $-1,74\%$ para volumen sin corteza.

Como los modelos seleccionados llevan implícita la medición del dap y altura total, se recomienda el ajuste previo de una relación hipsométrica para su empleo local.

Para la utilización de los modelos presentados fuera de los rangos diamétricos considerados debería recurrirse a una evaluación previa.

BIBLIOGRAFÍA

- CRECHI, E.; Fassola, H.; Maestropaolo, J. 1998. Manual de Descripción Técnica del Simulador Forestal de *Pinus elliottii* 1.0. INTA EEA Montecarlo – Facultad de Ciencias Forestales. 16 p.
- CRECHI, E.; Fassola, H.; Maestropaolo, J. 1999. Manual de Descripción Técnica del Simulador Forestal de *Pinus taeda* 2.0. INTA EEA Montecarlo – Facultad de Ciencias Forestales. 16 p.
- CRECHI E.; Moscovich F.; Fassola H.; Hennig A.; Hampel H.; Domecq C.; Maletti C. 2004. Tabla de volumen para *Grevillea robusta* A. en Misiones, Argentina. En: 10° Jornadas Técnicas Forestales y ambientales. FCF Eldorado – INTA EEA Montecarlo. Eldorado, Misiones. 10 p.
- FASSOLA, H. E.; Crechi, E. H.; Barth, S.; Keller, A. 2006. Estimación del volumen con corteza en *Pinus taeda* L. implantado en la zona NE de Corrientes – S de Misiones, Argentina. Trabajo presentado en las XII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. FCF-INTA. Eldorado. 12 p.
- FRIEDL, R. A.; Crechi, E.; Fassola, H. 1997 (a). Manual de Descripción Técnica del Simulador Forestal de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. INTA EEA Montecarlo – Facultad de Ciencias Forestales. 14 p.

- FRIEDL, R. A.; Crechi, E.; Fassola, H. 1997 (b). Manual de Descripción Técnica del Simulador Forestal de *Pinus taeda* 1.0. INTA EEA Montecarlo – Facultad de Ciencias Forestales. 15 p.
- FURNIVAL, G.M. 1961. An index for comparing equations used in constructing volume tables. For. Sci. 7: p.337-341.
- KECK, A.; Crechi, E.; Fassola H. 1997. INTA EEA Montecarlo. Sistema de procesamiento de datos de árboles individuales.
- MEYER, H. A. 1941. Correction for a systematic error occurring in the application of the logarithmic volume equation. Pennsylvania Forest School Research. Paper. 7. 3 p.
- MUTARELLI E. 1988. Evolución dasométrica de las plantaciones forestales de la provincia de Misiones. Folleto técnico forestal n° 62. Instituto Forestal Nacional. Dep. Inv. Forestales. Min. De Economía Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca. Buenos Aire. 256 p.
- PAPADAKIS, J. 1974. Ecología, posibilidades Agropecuarias de las Provincias Argentinas. Fascículo 3. Enciclopedia Arg. de Agric. y Jardinería. Ed. ACME. 86p.
- PRODAN M.; Peters R.; Cox F.; Real P. 1997. Mensura Forestal. IICA-BMZ-GTZ. San José. 561 p.
- SILVA, J.A.; Bailey, R.L. 1991. Considerações teóricas sobre o uso correto do Índice de Furnival na seleção de equações volumétricas. Rev. Àrv., Viçosa, 15 (3): 323-327.

Anexo 1: Tabla de volumen total con y sin corteza para *Pinus taeda* implantado en la zona N de la Provincia de Misiones, expresado en metros cúbicos (m³) *

dap (cm)	Altura (m)								
		6	10	14	18	22	26	30	34
5	Vcc	0,0068	0,0101	0,0137	0,0178				
	Vsc	0,0056	0,0087	0,0124	0,0167				
7.5	Vcc	0,0150	0,0221	0,0302	0,0391				
	Vsc	0,0117	0,0183	0,0261	0,0351				
10	Vcc	0,0263	0,0389	0,0530	0,0687	0,0859			
	Vsc	0,0200	0,0313	0,0447	0,0601	0,0778			
12.5	Vcc	0,0408	0,0603	0,0822	0,1064	0,1331	0,1621		
	Vsc	0,0305	0,0478	0,0682	0,0918	0,1188	0,1491		
15	Vcc	0,0585	0,0863	0,1176	0,1523	0,1905	0,2321		
	Vsc	0,0433	0,0678	0,0967	0,1303	0,1685	0,2115		
17.5	Vcc	0,0792	0,1169	0,1593	0,2064	0,2581	0,3145	0,3755	
	Vsc	0,0584	0,0913	0,1304	0,1756	0,2271	0,2851	0,3496	
20	Vcc	0,1031	0,1521	0,2074	0,2686	0,3359	0,4092	0,4887	
	Vsc	0,0757	0,1185	0,1693	0,2280	0,2948	0,3700	0,4538	
22.5	Vcc	0,1300	0,1920	0,2616	0,3389	0,4238	0,5163	0,6166	0,7247
	Vsc	0,0955	0,1494	0,2134	0,2874	0,3716	0,4664	0,5721	0,6888
25	Vcc	0,1601	0,2364	0,3222	0,4174	0,5219	0,6359	0,7593	0,8924
	Vsc	0,1176	0,1841	0,2629	0,3540	0,4578	0,5746	0,7047	0,8485
27.5	Vcc	0,1934	0,2855	0,3891	0,5040	0,6302	0,7678	0,9169	1,0775
	Vsc	0,1422	0,2225	0,3177	0,4279	0,5534	0,6945	0,8518	1,0257
30	Vcc		0,3391	0,4622	0,5987	0,7486	0,9121	1,0892	1,2801
	Vsc		0,2648	0,3781	0,5092	0,6586	0,8265	1,0137	1,2206
32.5	Vcc		0,3974	0,5416	0,7015	0,8773	1,0688	1,2764	1,5000
	Vsc		0,3110	0,4441	0,5981	0,7734	0,9707	1,1906	1,4336
35	Vcc		0,4602	0,6273	0,8125	1,0161	1,2379	1,4783	1,7373
	Vsc		0,3612	0,5157	0,6945	0,8982	1,1273	1,3826	1,6647
37.5	Vcc		0,5277	0,7193	0,9317	1,1650	1,4195	1,6951	1,9921
	Vsc		0,4154	0,5931	0,7987	1,0329	1,2963	1,5899	1,9144
40	Vcc		0,5998	0,8175	1,0590	1,3242	1,6134	1,9267	2,2643
	Vsc		0,4736	0,6762	0,9106	1,1776	1,4780	1,8127	2,1827
42.5	Vcc			0,9221	1,1944	1,4936	1,8198	2,1731	2,5539
	Vsc			0,7652	1,0305	1,3326	1,6725	2,0513	2,4700
45	Vcc			1,0330	1,3380	1,6732	2,0386	2,4344	2,8610
	Vsc			0,8601	1,1583	1,4979	1,8800	2,3058	2,7764
47.5	Vcc			1,1501	1,4898	1,8630	2,2698	2,7105	3,1855
	Vsc			0,9610	1,2942	1,6737	2,1006	2,5763	3,1021
50	Vcc			1,2736	1,6498	2,0630	2,5135	3,0015	3,5275
	Vsc				1,4383	1,8600	2,3344	2,8631	3,4475
52.5	Vcc				1,8179	2,2732	2,7696	3,3074	3,8870
	Vsc				1,5906	2,0570	2,5817	3,1663	3,8126
55	Vcc				1,9942	2,4937	3,0382	3,6282	4,2639
57.5	Vsc				1,7513	2,2647	2,8424	3,4861	4,1977

* Valores en letra negra corresponden a rango diamétrico observado.

**INFLUENCIA DE LA CLASE DIAMÉTRICA DE EXPLOTACIÓN Y LAS
CARACTERÍSTICAS FÍSICO-ANATÓMICAS EN LA DURABILIDAD DE LA
MADERA DE CUATRO CLONES DE *Populus deltoides* MARSHALL**

**INFLUENCE OF THE DIAMETRICAL CLASS OF EXPLOTATION AND THE
PHYSICAL-ANATOMICAL WOOD CHARACTERISTICS ON NATURAL
DURABILITY OF FOUR *Populus deltoides* MARSHALL CLONES**

Natalia N. De Cristóforo¹

Mónica A. Murace²

María L. Luna³

¹Ingeniera Forestal. Ayudante Diplomado. Cátedra de Industrias Forestales I, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (UNLP).

²Licenciada en Biología. Ayudante Diplomado. Cátedra de Protección Forestal, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales (UNLP).

³Doctora en Ciencias Naturales. Jefe Trabajos Prácticos. Facultad de Ciencias Naturales y Museo (UNLP). Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CIC).

¹CC 31 (1900), La Plata - Buenos Aires - Argentina. e mail indforest1@ceres.agro.unlp.edu.ar

SUMMARY

The purpose of this study was to evaluate the natural durability of four *Populus deltoides* clones woods belonging to different diametrical classes of exploitation and to determinate its relationship with the density and the anatomical characteristics of the material. Two diametrical classes of *Populus* clones from Delta Paranaense (Argentina) were employed: class I: 15 a 20 cm; class II: 25 a 30 cm. Laboratory degradation and density tests were performed according with IRAM 9518 and 9544 Standards, respectively. The anatomical features were studied from macerations and microtome sections stained with safranin. A relationship between diametrical class, loss weight, wood density and the anatomical characteristics was not found. In the studied clones, growth rate affected slightly wood density and, in addition, this parameter did not determined in a larger part a greater resistance to decay. Correlations between weight losses, apparent normal density and anatomy were founded for analized clones.

Key words : poplar, durability, diametrical classes, density, anatomy.

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue evaluar la durabilidad natural de la madera de cuatro clones de *Populus deltoides* pertenecientes a diferentes clases diamétricas de explotación y establecer su relación con la densidad y características anatómicas del material. Se trabajó con madera de clones de *Populus* de la región del Delta Paranaense de 2 clases diamétricas: I: 15 a 20 cm; II: 25 a 30 cm. Los ensayos de degradación y densidad se realizaron según Normas IRAM 9518 y 9544, respectivamente. Los estudios anatómicos se realizaron a partir de disociados y cortes con micrótopo teñidos con safranina. En las maderas ensayadas no se encontró una estrecha relación entre clase diamétrica, pérdida de peso, densidad y caracteres anatómicos. En los clones estudiados la velocidad de crecimiento tuvo poco efecto sobre la densidad y no siempre determinó mayor resistencia a la degradación. Se verificó correlación entre pérdida de peso, densidad y anatomía para los clones estudiados.

Palabras clave: álamo, durabilidad, clases diamétricas, densidad, anatomía.

INTRODUCCIÓN

La madera de álamo (*Populus* sp, Salicaceae) que se comercializa en Argentina proviene principalmente de montes implantados en las provincias de Buenos Aires y Entre Ríos (Rodrigo 2000).

En la actualidad la madera de álamo se utiliza para la fabricación de envases, tableros compensados, enchapados, mueblería y placas de aglomerados sin el conocimiento, mediante métodos estandarizados, de sus propiedades físico-mecánicas como tampoco de su durabilidad. Estas características constituyen una herramienta a tener en cuenta al momento de definir sus usos y su posible diversificación en el mercado (Petray 1997-1998).

La durabilidad natural hace referencia a la resistencia que ofrece la madera a su degradación. Si bien diversos agentes deterioran la madera en servicio, el mayor daño lo ocasionan los hongos xilófagos. Estos producen una rápida modificación de las propiedades físico-mecánicas del material como resultado de la degradación de la celulosa y la lignina (Highley 1987, Highley *et al.* 1994).

Entre los factores determinantes de la durabilidad natural se pueden mencionar las características físico-anatómicas de la madera y la situación de uso. En este sentido, las proporciones de los diferentes tipos celulares así como las dimensiones de sus paredes y lúmenes son importantes en la determinación de la densidad, de las propiedades mecánicas y, en consecuencia, de los posibles usos del material (Butterfield *et al.* 1993; Rao *et al.* 1997).

Por otro lado, en algunas especies se comprobó una relación inversa entre la durabilidad y la velocidad de crecimiento (Junta del Acuerdo de Cartagena 1988; Zakel & Morrell 1992). De acuerdo con esto la hipótesis planteada es que aquellas maderas pertenecientes a una clase diamétrica menor (menor velocidad de crecimiento) presentarían una mayor densidad y en consecuencia una mayor durabilidad con respecto a maderas de una clase diamétrica superior.

Para los clones en estudio no se hallaron hasta el momento antecedentes que relacionen la durabilidad con la clase diamétrica de explotación y los aspectos físicos y anatómicos.

El objetivo de este estudio fue evaluar la durabilidad natural en cuatro clones de *Populus deltoides* pertenecientes a dos clases diamétricas de explotación y establecer su relación con la densidad y las características anatómicas del material.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajó con maderas de cuatro clones de *Populus deltoides* provenientes de plantaciones comerciales de 10 años de edad del establecimiento “Las Ánimas” ubicado sobre el arroyo Martínez, Ibicuy, provincia de Entre Ríos, Argentina. Los clones ensayados fueron: *P. deltoides* cv I 72, *P. deltoides* cv Catfish 2, *P. deltoides* cv I 74, *P. deltoides* cv Stoneville 109.

Se seleccionaron aleatoriamente 16 árboles por clon de dos clases diamétricas (clase I: 15 a 20 cm; clase II: 25 a 30 cm), consideradas como diferentes velocidades de crecimiento. De cada árbol se obtuvieron trozas de 4 m de longitud correspondientes a la zona de aprovechamiento comercial. De éstas se extrajeron rodajas de 10 cm de espesor a partir de las cuales se elaboraron probetas cúbicas de 20 mm de lado, libres de defectos y con superficie pulida.

Densidad Aparente Normal

La densidad aparente normal (DAN) se determinó según Norma IRAM 9544 (1985) sobre un total de 40 probetas por clon (20 por cada clase diamétrica).

Ensayos de durabilidad natural

La durabilidad del material fue determinada según Norma IRAM 9518 (1962). Se prepararon frascos con una mezcla de tierra (40 g) y arena (160 g) secadas en estufa a 103 °C.

2° C durante 72 h, tamizada y humedecida con 43 cm³ de agua destilada. Sobre el sustrato fueron colocadas dos tablillas (*feeder streeps*) de 20 mm de lado. Cada frasco fue esterilizado y posteriormente inoculado con trozos de micelio de *Pycnoporus sanguineus* (L. ex. Fr.) Murr. Bull. Cepa 163 (LPSC). Una vez que éste cubrió los *feeder streeps* se incorporaron las probetas.

Se utilizaron 40 probetas por clon (20 por clase diamétrica). Éstas fueron colocadas en estufa a 103 ± 2 °C durante 3 días y luego pesadas para obtener su peso anhidro inicial (Poi). Posteriormente se humectaron por inmersión en agua destilada hasta alcanzar un 30% de contenido de humedad, se esterilizaron y colocaron, de a pares, en los frascos sobre cada *feeder streep*. Además se emplearon 20 probetas por clon (10 por clase diamétrica) como testigos.

El material estuvo expuesto a degradación durante 90 días. Las condiciones medias de temperatura y humedad durante el ensayo fueron de 27 °C y 70 % de HR. Cumplido el tiempo de ensayo las probetas fueron extraídas de los frascos y colocadas en estufa a 103 ± 2 °C. Transcurridas 72 h de secado fueron pesadas para determinar el peso anhidro final (Pof). Con los pesos obtenidos se calculó el porcentaje de pérdida de peso (Pp %) del material empleando la fórmula:

$$Pp (\%) = \frac{(Poi - Pof)}{Poi} * 100$$

Con los Pp (%) calculados se determinó la clase de resistencia de acuerdo con la clasificación de Findlay (Norma ASTM D2017 -78).

Estudios anatómicos

Para determinar los caracteres cuantitativos del leño se empleó madera sana. Para medir la longitud de las fibras y de los elementos de vaso se realizaron disociados según la técnica de Jeffrey (1917). El diámetro de los vasos, la densidad de vasos y el espesor de la pared de las fibras fueron calculados a partir de cortes con xilótomo (30 µm de espesor) teñidos con safranina. Las mediciones fueron realizadas con un microscopio óptico Nikon Labophot 2.

Con los resultados obtenidos se realizó análisis de la varianza (p < 0.05) y ante diferencias significativas se aplicó el test de comparación de medias de Tuckey (p < 0.05). Se calcularon los coeficientes de variabilidad (CV %) en todos los análisis planteados. También

se realizaron análisis de correlación entre los valores de Pp (%), DAN y caracteres anatómicos para cada clase de los clones en estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A) Relación entre las clases diamétricas, DAN y durabilidad natural (Pp%) de los clones ensayados

Tabla 1. Valores de DAN y Pp (%) de cada clase diamétrica para cada clon.

Table 1. Apparent normal density (AND) and weight losses (Wl %) values of each diametrical class and clone.

Clon	Clase diamétrica (cm)	DAN ² (g/cm ³)	Pp (%) Media ²
Catfish 2	I	0.38 a (8,19)	48,09 a (16,38)
	II	0.37 ab (4,01)	53,79 b (8,68)
I 72	I	0.37 a (6,37)	47,47 a (12,11)
	II	0.37 ab (9,62)	47,60 ab (13,60)
I 74	I	0.37 a (7,09)	49,03 a (7,52)
	II	0.35 b (5,29)	53,79 b (12,58)
Stoneville 109	I	0.40 a (7,68)	49,72 a (16,33)
	II	0.43 b (6,92)	49,37 ab (16,39)

² Letras distintas denotan diferencias significativas con Tukey (p ? 0,05). Los coeficientes de variación se indican entre paréntesis.

*Different letters represent statistical differences with Tukey (p ? 0,05). Coefficient of variation is given between brackets.

Las diferencias significativas halladas entre clases en los Pp (%) en los clones *Catfish 2* e *I 74* podrían relacionarse con su menor tasa de crecimiento, en coincidencia con lo propuesto por la Junta del Acuerdo de Cartagena (1988).

Según se observa en la Tabla 1, sólo en el clon *I 74*, la menor tasa de crecimiento (clase diamétrica I) se correspondió con una mayor DAN y una menor pérdida de peso, siendo estas diferencias significativas.

Contrariamente a lo esperado, en el clon *Stoneville 109* la clase diamétrica II presentó el valor más alto de DAN, si bien esto no determinó diferencias significativas en los Pp (%).

Algunos autores sostienen que la densidad puede servir como criterio de durabilidad debido a que las maderas más densas por lo general son más durables (Junta del Acuerdo de Cartagena, 1988). En el presente trabajo, si bien sólo en el clon *I 74* la menor Pp (%) de la clase I (menor velocidad de crecimiento) se correspondió con una mayor DAN, en todos los clones se verificó correlación inversa para los valores de Pp (%) y DAN. Los r estimados fueron: $r=-0.99$; $r=-0.92$; $r=-0.98$ y $r=-0.67$ para *P. deltoides* cv *Catfish 2*, *I 74*, *I 72* y *Stoneville 109*, respectivamente.

La uniformidad registrada en los valores de densidad entre clases para todos los clones coincide con lo expuesto por Zhang (1995), quien concluyó que en maderas con porosidad difusa la tasa de crecimiento no influye significativamente en la densidad.

B) Caracteres anatómicos, DAN y durabilidad natural (Pp%) de los clones ensayados

Tabla 2. Caracteres anatómicos, DAN y valores de Pp (%) de los clones en estudio para cada clase diamétrica.

Table 2. Anatomical characters, AND and WI (%) values for each diametrical class and clone.

Clon	Clase	Espesor pared fibras (μm) *	Lumen fibras (μm) *	Densidad vasos ($\text{n}^\circ/\text{mm}^2$) *	Diámetro vasos (μm) *	DAN (g/cm^3) *	Pp (%) Media*
Catfish 2	I	2.72 a (4.91)	15.86 a (10.56)	33.3 a (9.5)	60.78 a (11.54)	0.38 a	48,09 a
	II	2.70 ab (11.54)	16.3 ab (16.76)	38 b (7.54)	69.58 b (8.24)	0.37 ab	53,79 b
I 72	I	3.42 a (18.8)	12.37 a (17.8)	48.7 a (7.52)	59.22 a (12.07)	0.37 a	47,47 a
	II	2.74 b (5.78)	14.55 b (16.7)	28.6 b (8.0)	72.88 b (9.78)	0.37 ab	47,60 ab
I 74	I	2.90 a (18.6)	13.61 a (19.7)	37.67 a (4.08)	61.42 a (6.16)	0.37 a	49,03 a
	II	2.67 ab (9.38)	15.32 ab (17.8)	37.60 ab (7.9)	65.9 ab (6.04)	0.35 b	53,79 b
Stoneville 109	I	2.75 a (9.05)	11.69 a (19.6)	38.5 a (11.16)	58.62 a (10.05)	0.40 a	49,72 a
	II	2.80 ab (13.56)	14.6 b (18.5)	30.1 b (16.8)	60.80 ab (8.12)	0.43 b	49,37 ab

*Letras distintas denotan diferencias significativas con Tukey ($p \leq 0,05$). Los coeficientes de variación se indican entre paréntesis.

*Different letters represent statistical differences with Tukey ($p \leq 0,05$). Coefficient of variation is given between brackets.

Según se observa en la Tabla 2 sólo en el clon *Catfish 2* las diferencias significativas en los Pp (%) entre clases se relacionaron con diferencias significativas en la densidad y diámetro de vasos. De este modo un mayor Pp (%) se asoció con una menor densidad de vasos y un menor diámetro de vasos.

C) Relación entre la DAN y los caracteres anatómicos

Algunos autores sostienen que la densidad de la madera está asociada a sus características anatómicas. Rao *et al.* (1997) consideran que las proporciones de los diferentes tipos celulares en la madera junto con el espesor de sus paredes celulares y las dimensiones de sus lúmenes son importantes para determinar, entre otras, propiedades como la densidad. Asimismo Butterfield *et al* (1993) mencionan que en maderas con porosidad difusa, un aumento en la densidad está relacionado con un incremento en el espesor de las paredes de las fibras y su proporción en el leño.

Las diferencias significativas halladas entre clases para los caracteres anatómicos estudiados no siempre se tradujeron en diferencias significativas en los valores de DAN estimados. Asimismo, se verificó para cada uno de los clones en estudio, una relación directa entre DAN y espesor de pared de fibras e inversa entre DAN y diámetro y densidad de vasos (Tabla 3).

Tabla 3. Coeficientes de correlación (r) entre DAN y caracteres anatómicos para los clones ensayados.

Table 3. Correlation coefficients (r) between AND and the anatomical characters of the analyzed clones.

Clon	Espesor pared fibras (μm)	Densidad vasos (μm)	Diámetro vasos ($\text{n}^\circ/\text{mm}^2$)
Catfish 2	0,8014	-0,9355	-0,8810
I 72	0,8866	-0,8324	-0,9387
I 74	0,8524	-0,9480	-0,8818
Stoneville 109	0,5789	-0,5229	-0,5121

CONCLUSIONES

- ✍ Las maderas estudiadas resultaron no resistentes a la degradación (Pp % \geq 45, ASTM D-2017) en ambas clases diamétricas de explotación y livianas (DAN: 0.351 - 0.550 g/cm³, Coronel, 1994)
- ✍ La velocidad de crecimiento, la densidad y los caracteres anatómicos no siempre se comportaron como factores determinantes de la durabilidad entre clases.
- ✍ Se verificó la existencia de correlación entre los Pp (%), DAN y anatomía para todos los clones en estudio.
- ✍ Las diferencias significativas en los valores de densidad obtenidos entre clases no pudieron ser explicadas en su totalidad por los aspectos anatómicos.

AGRADECIMIENTOS

A la Licenciada Ana María Bucszinsky del Instituto Spegazzini, Fac. de Cs. Naturales y Museo (UNLP-CONICET) por el aporte de la cepa xilófaga.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ASTM D-2017. 1978. American Society for Testing and Materials. Standard method accelerated laboratory test of natural decay resistance of woods. In annual book.
- BUTTERFIELD, R.P., CROOK, R.P., ADAMS, R. & MORRIS, R.. 1993. Radial variation in wood specific gravity, fibre length and vessel area for two central american hardwoods: *Hyeronima alchorneoides* and *Vochysia guatemalensis*: natural and plantation-grown trees. IAWA J. (14) 2: 153-161.
- CORONEL, E.. 1994. Fundamentos de las propiedades físicas y mecánicas de las maderas. 1ra. Parte. Instituto de Tecnología de la Madera (ITM). 187 pp.
- HIGHLEY, T.. 1987. Biochemical aspects of white-rot and brown-rot decay. The International Research Group on Wood Preservation. IRG/WP/1319 22 pp.
- HIGHLEY, T., CLAUSEN, C., CROAN, S., GREEN, F., ILLMAN, B. & MICALES, J.. 1994. Research on Biodeterioration of Wood, 1987-1992. USDA, Forest Service. Research Paper FPL-RP-529. 20pp.
- IRAM 9518. 1962. Toxicidad, Permanencia y Eficacia de Preservadores de Madera. Instituto de Racionalización de Materiales. 12 pp.
- IRAM 9544. 1985. Instituto Argentino de Racionalización de los Materiales. Método para la determinación de la densidad aparente. 6 pp.

- JEFFREY, E.C.. 1917. The anatomy of woody plants. University of Chicago Press, Chicago, USA: 478 pp.
- JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA. 1988. Manual del Grupo Andino para la Preservación de Maderas. 1ra. Ed., Lima. Perú. 400 pp.
- PETRAY, E.M.. 1997-98. Aptitudes tecnológicas de distintos clones de *Salix* (Sauces) y *Populus* (Álamos), principales características físico-mecánicas. SAGPYA Forestal. 5. 13-17.
- RAO, R.V., AEBISCHER, D.P. & DENNE, M.P.. 1997. Latewood density in relation to wood fibre diameter, wall thickness and fibre and vessel percentages in *Quercus robur* L. IAWA Journal. 18 (2). 127-138.
- RODRIGO, E.H.. 2000. La industria maderera en cifras. 109 pp.
- ZAKEL, R.A. & MORRELL, J.J.. 1992. Wood microbiology. Decay and its prevention. Academic Press Inc. 476 pp.
- ZHANG, S.Y.. 1995. Effect of growth rate on wood specific gravity and selected mechanical properties in individual species from distinct wood categories. Wood Science and Technology 29(1995) 451-465.

ESTRUCTURA ARBÓREA Y PRESENCIA DE LIANAS EN DOS BOSQUES DEL NORTE DE MISIONES CON DIFERENTE ESTADO DE CONSERVACIÓN

Carolina de los Santos ¹

Paula Campanello ²

Lia Montti ³

Fernando Foletto ⁴

Diego Larraburu ⁵

1 Facultad de Cs. Forestales, Universidad Nacional de Misiones. Bertoni 124 (3380), Eldorado, Misiones, Argentina, carodelossantos@yahoo.com.ar

2 Laboratorio de Ecología Funcional (LEF), Departamento de Ecología, Genética y Evolución, Facultad de Cs. Exactas y Naturales (FCEyN), Universidad de Buenos Aires (UBA). Ex-Hotel Cataratas, Parque Nacional Iguazú (3370), pcampanello@yahoo.com

3 LEF, FCEyN, UBA, lmontti@yahoo.com

4 LEF, FCEyN, UBA, ferfoletto@yahoo.com.ar

5 LEF, FCEyN, UBA, dmlnqn@yahoo.com.ar

SUMMARY

Forests in Misiones province of northern Argentina were invaded by bamboos and lianas as a consequence of timber selective extraction. The main purpose of this study was to compare forest structure and lianas incidence on trees in two native primary forests with different history use in the north of Misiones. The forests showed different basal area values, tree diameter distribution and species composition. Liana presence in tree crowns was also different indicating that this characteristic could be used as an indicator of forest conservation.

Key words: selective timber extraction, lianas, forest conservation

RESUMEN

Los bosques que han sido sometidos a extracción selectiva en la provincia de Misiones tienen en general un deterioro alto en cuanto a su estructura y funcionamiento, y han sido invadidos por bambúseas y lianas. El objetivo de este trabajo fue comparar la estructura arbórea y la presencia de lianas en los árboles de dos bosques nativos primarios con diferente historia de uso en el norte de la provincia de Misiones. Los estudios se hicieron en un área que fue intensamente explotada dentro del Parque Nacional Iguazú y en un sitio con bajo grado de aprovechamiento dentro del Establecimiento San Jorge (Alto Paraná S.A.). El área basal de los bosques fue de 15.8 y 25.8 m²/ha respectivamente. Se observaron diferencias en la presencia de lianas en los árboles, lo cual podría utilizarse como indicador del estado de conservación de los bosques.

Palabras clave: tala selectiva, lianas, conservación.

INTRODUCCIÓN

La provincia de Misiones cuenta con 1.000.000 has de bosques nativos, que se encuentran en diferente estado de conservación dependiendo de la intensidad con la cual han sido aprovechados y de su grado de protección actual. El aprovechamiento del bosque nativo en la provincia consiste en la extracción selectiva de especies de alto valor comercial. Una vez finalizadas las operaciones extractivas, el bosque es abandonado para su recuperación hasta una nueva eventual explotación cuando vuelve a haber disponibilidad de árboles de valor comercial y de tamaño adecuado. La formación de claros grandes durante la extracción selectiva genera un aumento significativo de los niveles de radiación, y cambios microclimáticos como un aumento de la temperatura del aire y del suelo, produciendo por lo tanto una disminución de la humedad relativa (Campanello, 2004; Van Dam 2001). Estos microambientes más secos de alta radiación provocan la mortalidad de algunas especies arbóreas, y estimulan la proliferación de algunas especies de bambúes y lianas (Kattan *et al.* 2000, Whitmore 1990). Estas especies responden rápidamente al incremento pronunciado en la disponibilidad de luz, colonizando los espacios abiertos e inhibiendo la regeneración y el crecimiento de los individuos jóvenes de especies del dosel (Campanello 2004). Los bosques que han sido sometidos a extracción selectiva en Misiones tienen en general un deterioro alto en cuanto a su estructura y funcionamiento, y han sido invadidos por bambúes y lianas (Campanello *et al.* 2005). En este trabajo se compara la estructura arbórea y la presencia de lianas en los árboles de dos bosques nativos primarios con diferente historia de uso en el norte de la provincia de Misiones.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los estudios se llevaron a cabo en dos sitios de bosque nativo con diferente estado de conservación ubicados en el departamento Iguazú: a) un área que fue intensamente explotada cercana a antiguas chacras dentro del Parque Nacional Iguazú (PNI, 25°41.403'S 54° 27.609'W), y b) un sitio con bajo grado de aprovechamiento dentro del Establecimiento San Jorge perteneciente a la empresa Alto Paraná S.A. (ESJ, 25°50.499' S 54° 20.325'W). Se realizó un relevamiento de árboles estableciendo parcelas de 100m² de manera sistemática cada 20 m a lo largo de 6 transectas de 100 m ubicadas en los sitios de estudio cubriendo un área aproximada de 5 hectáreas por sitio. Las superficies muestreadas fueron de 3.500 m² y 2.800 m² en el ESJ y el PNI respectivamente. En cada parcela de 100m² se identificaron todos los árboles con diámetro mayor o igual a 10 cm y se midió su diámetro a la altura del pecho (DAP). En cada uno de los individuos medidos se registró además la presencia de lianas de

acuerdo a la siguiente escala: 0 = sin presencia de lianas; 1 = presencia de lianas en el fuste; 2 = presencia de lianas que afectan la copa en menos de un 30% y 3 = presencia de lianas en afectan la copa en más de un 30%.

Se comparó ambos bosques en términos de parámetros estructurales como el área basal por hectárea, el diámetro promedio de los árboles y la distribución de clases diamétricas. Se calculó el índice de valor de importancia (IVI) para cada especie según la fórmula: $IVI = AR \cdot DR \cdot FR$, en donde AR, DR y FR representan la abundancia, dominancia y frecuencia relativas de la especie. Además se calculó el índice de diversidad de Simpson para cada sitio de acuerdo a la ecuación: $D^{-1} = \sum (pi)^2$, donde pi es la proporción de individuos de la especie i en el bosque.

RESULTADOS

El área basal fue superior en el bosque situado dentro del ESJ. Si bien se observó una diferencia de 10m²/ha entre ambos bosques, las mismas no fueron estadísticamente significativas (Tabla 1). En cambio, se observaron diferencias significativas en cuanto al diámetro medio de los individuos. En el ESJ los árboles tuvieron un tamaño superior y una mayor proporción de árboles de más de 40 cm de DAP (Gráfico 1). En el bosque ubicado en el PNI el 92% de los árboles tenían un DAP de menos de 40 cm, mientras que en el ESJ se encontró un 72% de individuos en esa categoría.

		Mediana	25%	75%	Mann-Whitney Test U, Z, p
Area Basal (m ² /ha)	PN Iguazú	15,8	10,3	25,7	433; 0,79; 0,43
	Est. San Jorge	25,8	6,5	40,7	
DAP (cm)	PN Iguazú	17,8	12,7	27,1	5477; 2,33; 0,02 *
	Est. San Jorge	20,8	14,2	39,8	

Tabla 1. Se muestran los valores de las medianas del area basal (AB) de los bosques y de los diámetros de los individuos mayores a 10 cm de DAP junto con los percentiles de 25 y 75%. * Indica diferencias significativas ($p < 0,05$).

Table 1. Medians of basal area and DBH of trees in the study sites are shown.

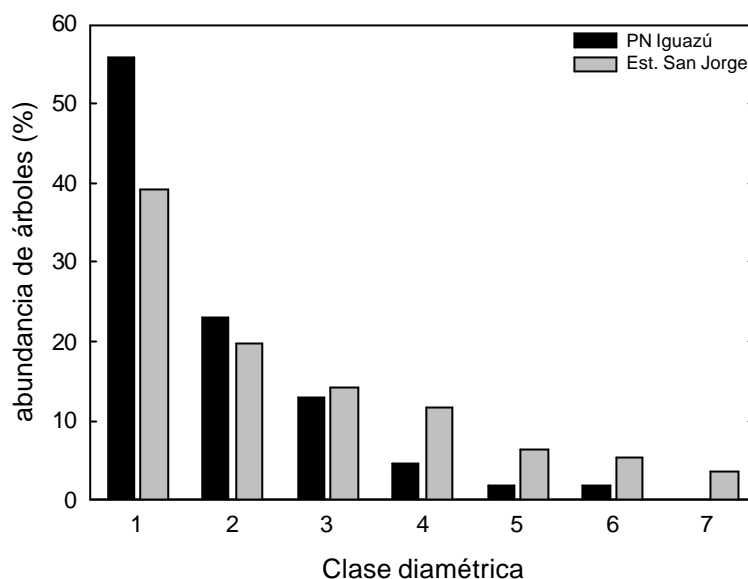


Gráfico 1. Frecuencia relativa de árboles por clase diamétrica en los sitios de estudio. Las clases indican: 1 = árboles de 10 a 20 cm de DAP; 2 = 20 a 30 cm; 3 = 30 a 40 cm; 4 = 40 a 50 cm; 5 = 60 a 70 cm; 6 70 a 80 cm y 7 = árboles mayores a 80 cm.

Graphic 1. Relative frequency distribution of trees in diameter categories defined as 1: trees 10 to 20 cm DBH; 2: 20 to 30 cm DBH; 3: 30 to 40 cm DBH; 4: 40 to 50 cm DBH; 5: 60 to 70 cm DBH; 6: 70 to 80 cm DBH and 7: trees with more than 80 cm DBH.

Si bien los índices de diversidad de Simpson fueron similares (0.95 y 0.91 para el ESJ y el PNI respectivamente), se observaron diferencias en la composición de especies entre ambos bosques (Tabla 2). En ambos sitios se encontró una presencia importante de *N. megapotamica* y *B. riedelianum*. Otras especies de importancia en el ESJ tales como *L. leucanthus*, *P. rigida* y *D. sorbifolia* estuvieron escasamente representadas en el sitio dentro del PNI en donde, en cambio, se observaron especies como *Guarea pohlii* y *Alchornea iricurana*, y una mayor abundancia de Mirtáceas.

La presencia de lianas en los árboles fue diferente en los sitios estudiados (Gráfico 2). En el ESJ, el 52 % de los árboles no presentaron lianas, mientras que del 47 % restante sólo el 16% de los individuos presentaba lianas en las copas. En el PNI, en cambio, la mayor parte de los individuos tenían lianas que afectaban las copas (76%). Al comparar los árboles menores a 20 cm de DAP se observó que el 32% de los mismos en el PNI tenían lianas en las copas, mientras que ese porcentaje era de tan solo el 5% en el ESJ.

ESPECIE	FAMILIA	IVI ESJ	IVI PNI
<i>Acacia tucumanensis</i>	Fabaceae		2.87
<i>Albizia hassleri</i>	Fabaceae	2.06	
<i>Alchornea iricurana</i>	Euphorbiaceae		25.25
<i>Allophylus edulis</i>	Sapindaceae	1.93	2.19
<i>Arecastrum romanzoffianum</i>	Palmae	17.82	2.65
<i>Aspidosperma australe</i>	Apocynaceae	1.97	
<i>Aspidosperma polyneuron</i>	Apocynaceae		4.62
<i>Balfourodendron riedelianum</i>	Rutaceae	15.81	24.05
<i>Banara tomentosa</i>	Flacourtiaceae	3.97	
<i>Bastardiopsis densiflora</i>	Malvaceae	5.77	
<i>Cabrlea canjerana</i>	Meliaceae	3.80	13.24
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	Myrtaceae		2.16
<i>Cecropia adenopus</i>	Moraceae		8.22
<i>Cedrela fissilis</i>	Meliaceae	6.29	3.95
<i>Chorisia speciosa</i>	Bombacaceae		4.31
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	Sapotaceae	8.31	31.66
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	Sapotaceae	4.51	
<i>Clorophora tinctoria</i>	Moraceae		7.75
<i>Cordia ecalyculata</i>	Boraginaceae		7.07
<i>Cordia trichotoma</i>	Boraginaceae	2.10	7.62
<i>Cupania vernalis</i>	Sapindaceae	1.92	
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i>	Sapindaceae	12.94	4.89
<i>Eugenia sp.</i>	Myrtaceae	5.32	14.13
<i>Eugenia burkatiana</i>	Myrtaceae	2.03	
<i>Eugenia pyriformis</i>	Myrtaceae		2.19
<i>Guarea polhii</i>	Meliaceae		51.89
<i>Helietta apiculata</i>	Rutaceae	1.93	
<i>Hemecartia omphalandra</i>	Monimiaceae	2.00	
<i>Inga affinis</i>	Fabaceae		4.82
<i>Jacaratia dodecaphylla</i>	Caricaceae	1.89	
<i>Lonchocarpus leucanthus</i>	Fabaceae	38.12	4.02
<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i>	Fabaceae	1.93	3.75
<i>Machaerium sp.</i>	Fabaceae	2.07	
<i>Machaerium stipitatum</i>	Fabaceae	12.53	7.16
<i>Matayba eleagnoides</i>	Sapindaceae	1.98	
<i>Myrocarpus frondosus</i>	Fabaceae	1.90	
<i>Nectandra lanceolata</i>	Lauraceae	3.85	
<i>Nectandra megapotamica</i>	Lauraceae	45.23	31.95
<i>Ocotea dyospirifolia</i>	Lauraceae	8.04	2.24
<i>Parapiptadenia rigida</i>	Fabaceae	20.54	
<i>Patagonula americana</i>	Boraginaceae	9.39	
<i>Peltophorum dubium</i>	Fabaceae	8.10	
<i>Pentapanax warmingiana</i>	Araliaceae		3.95
<i>Plinia rivularis</i>	Myrtaceae		9.51
<i>Pricrasma crenata</i>	Simarubiaceae	8.59	
<i>Prunus subcoricea</i>	Rosaceae		2.94
<i>Rapanea laetevirens</i>	Myrsinaceae	1.97	
<i>Rollinia emarginata</i>	Annonaceae		2.21
<i>Ruprechtia laxiflora</i>	Polygonaceae	3.77	2.26
<i>Sapium glandulatum</i>	Euphorbiaceae	5.92	
<i>Sebastiana brasiliensis</i>	Euphorbiaceae	4.17	
<i>Sebastiana commerseniana</i>	Euphorbiaceae	15.38	
<i>Solanum spp.</i>	Solanaceae		2.20
<i>Solanum verbascifolium</i>	Solanaceae	4.16	
<i>Tabernaemontana australis</i>	Apocynaceae		2.26

Tabla 2. Especies arbóreas presentes en los sitios estudiados. Se indica el IVI (índice de valor de importancia) en cada caso.

Table 2. Tree species and their families present in the study sites. The IVI is indicated in each case.

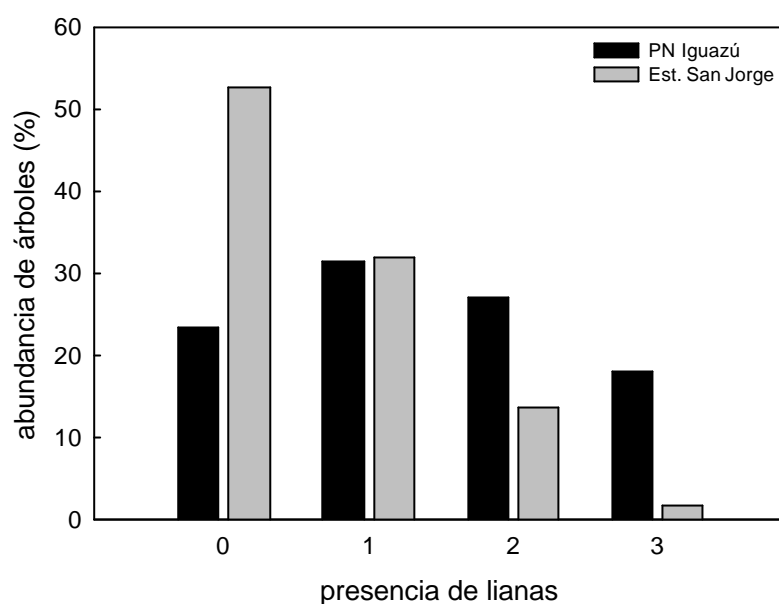


Gráfico 2. Abundancia de árboles con distinta presencia de lianas (las categorías de presencia se indican en los materiales y métodos).

Graphic 2. Tree abundance in each liana categories (liana presence categories are indicated in the materials and methods section).

DISCUSIÓN

La ausencia de diferencias significativas en el área basal entre sitios se debió a la gran heterogeneidad presente entre las parcelas relevadas dentro del ESJ en comparación con las del PNI. Se observó que en el ESJ las parcelas se encontraban en claros grandes o en sitios con una alta cobertura arbórea bien definidos. Esta heterogeneidad podría reflejar que la extracción selectiva en este bosque fue leve. En el PNI, en cambio, la mayor parte de las parcelas presentaron un área basal similar baja. Esta mayor homogeneidad se debería a un mayor uso probablemente durante un período prolongado, ya que el sitio se encontraba próximo a un área de chacras del PNI (Devoto y Rothkugel, 1935). Las diferencias observadas en la composición específica entre ambos sitios se deberían principalmente a diferencias ambientales entre los sitios, y no necesariamente a la historia de uso de ambas áreas. El área basal encontrada dentro del ESJ fue relativamente alta comparada con otros bosques de la provincia de Misiones. Por ejemplo, en un relevamiento de 20 has en la Reserva Guaraní se encontró que el área basal promedio era de 22 m²/ha (Garibaldi *et al.*, 2001), mientras que en un estudio de 12 has realizado en un bosque cercano al Parque Provincial Urugua-í se encontró un área basal media de 18 m²/ha (Campanello, 2004).

En muchos estudios las lianas son consideradas indicadores de disturbio de origen antrópico como la tala selectiva (Schnitzer and Bongers, 2002). En este trabajo se observó una

diferencia en la presencia de lianas entre ambos sitios siendo mayor el porcentaje de árboles afectados dentro del PNI. Los valores encontrados en el PNI son similares a los que se observaron en un bosque primario degradado por tala selectiva intensa en las cercanías del Parque Provincial Uruguái. En este sitio, cuya composición específica es similar a la del bosque ubicado en el ESJ, el 83% de los árboles presentaban lianas en las copas (Garibaldi *et al.*, en prensa). El porcentaje de árboles sin lianas dentro del ESJ es semejante a los valores de 50-58% reportados para bosques tropicales poco disturbados (Putz, 1982; Campbell and Newbery, 1993). Las lianas disminuyen el crecimiento y aumentan la tasa de mortalidad de los árboles (Putz, 1984) por lo cual en sitios con alta abundancia de lianas, especialmente en árboles jóvenes, la recuperación de los bosques sería más lenta o se encontraría inhibida. El porcentaje de árboles sin lianas, al igual que la abundancia de especies nativas invasoras como los bambúes (Campanello *et al.*, 2005), podría utilizarse como indicador del estado de conservación de los bosques en la provincia de Misiones.

AGRADECIMIENTOS

Estos estudios fueron financiados parcialmente por The Rufford Foundation y CONICET. Queremos agradecer a la Administración de Parques Nacionales (Delegación Técnica NEA y CIES) y a la empresa Alto Paraná S.A, en especial a Horacio Delgadino y a Oscar Lezcano.

BIBLIOGRAFIA

- CAMPANELLO, P. 2004. Diversidad, crecimiento y fisiología de árboles en la Selva Misionera: efectos de los cambios en la estructura y funcionamiento del ecosistema producidos por la invasión de lianas y bambúseas. Universidad de Buenos Aires, Tesis Doctoral, 152pp.
- CAMPANELLO, P.; Montti, L.; Gatti, G. y Goldstein, G. 2005. Efectos de la tala selectiva sobre la estructura y funcionamiento del bosque nativo en Misiones: desarrollo de técnicas de manejo forestal sustentable. 3º Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano (AFoA).
- CAMPBELL, E.J.F. and Newbery, D. 1993. Ecological relationships between lianas and trees in lowland rainforests in Sabah, East Malaysia. *Journal of Tropical Ecology*, 9: 469-490.
- DEVOTO, F.E., Rothkugel M. 1935. Informe sobre los bosques del Parque Nacional Iguazú, Ministerio de Agricultura de la Nación, tomo 37, número 1 a 4, 115pp.

- GARIBALDI J.F.; Campanello, P.; Gatti, G. and Goldstein, G. Lianas influence on canopy tree growth and climbing facilitation in a subtropical semideciduous Atlantic Forest. (Journal of Tropical Ecology)
- GARIBALDI, J.F.; Campanello, P.; MacDonagh, P.M.; Ares, A.. 2001. Estructura, composición del bosque, y distribución espacial de especies arbóreas en la Reserva Guaraní, Misiones. 1er Encuentro Binacional de Ecología, Bariloche, Argentina.
- KATTAN, G.H.; Guariguata, M.R 2002. Ecología y Conservación de bosques neotropicales. Libro Universitario Regional. Costa Rica. Pág 692.
- PUTZ, F.E. 1984. The natural history of lianas on Barro Colorado Island, Panama. Ecology 65: 1713-1734.
- PUTZ, F.E. and Milton, K. 1982. Tree mortality rates on Barro Colorado Island. Pags. 95-100 en: The ecology of a tropical forest: seasonal rhythms and long term changes (Leigh, Jr.; Rand A.S.; Windsor, D.M.), Smithsonian Institution Press, Washington D.C., USA.
- SCHNITZER, S.A. & Bongers, F. 2002. The ecology of lianas and their role in forests. Trends in Ecology and Evolution 17: 223-230.
- VAN DAM, O. 2001. Forest filled with gaps. The effect of gap size on microclimate, water and nutrient cycling. A study in Guyana. Ph.D. Thesis, Utrecht University.
- WHITMORE, T.C. 1990. An introduction to tropical rainforests. Clarendon Press, Oxford.

CAPACIDAD DE ABSORCIÓN DE CARBONO DE PLANTACIONES DE EUCALIPTOS

ON THE ESTIMATION OF CARBON UPTAKE CAPACITY BY EUCALYPTUS PLANTATIONS

Raúl Díaz¹

¹ INTA Instituto de Clima y Agua, CNIA-CIRN, Las Cabañas y de los Reseros, 1712 Castelar, Buenos Aires, Argentina. rdiaz@cnia.inta.gov.ar;

SUMMARY

Carbon sequestration by forests is one accepted mechanism to curve down emissions of greenhouse gasses. Measurement of carbon stocks in both soil and eucalyptus biomass were performed at two plantations of *E. camaldulensis* in the Flooding Pampas of eastern Buenos Aires, Argentina. Forests gained between 344 and 439 t C ha⁻¹ with respect to neighboring grasslands. Carbon uptake rates were 3.5 and 8.8 t ha⁻¹ yr⁻¹, respectively. Land use capability analysis, from INTA soil mapping information supervised by fields surveys, showed that 31,415 has (26% of 121,940 ha) were suitable for afforestation. A net absorption of 17.56 Mt C after 50 years and 14.11 t after 100 may be expected in the region. The information may aid in evaluating the feasibility of forestry projects under the Clean Development Mechanism.

Key words: *Eucalyptus camaldulensis*, grassland, greenhouse gasses, Flooding Pampas, carbon sequestration

RESUMEN

La capacidad de absorción de carbono de los bosques es un mecanismo aceptado en la remoción de CO₂ de la atmósfera. Se midieron los stocks de carbono en dos plantaciones de *E. camaldulensis* en la Pampa Deprimida, al este de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. Los árboles absorbieron de 344 y 439 t C ha⁻¹ más que el pastizal natural vecino. Las tasas anuales de secuestro de los bosques fueron de 3,5 y 8,8 t ha⁻¹ año⁻¹, respectivamente. Un análisis de aptitud de las tierras para uso forestal mostró que 31.415 ha (26% de 121.940 ha del sector) eran aptas para la forestación. Aquí podría esperarse una capacidad neta de secuestro de 17,56 Mt C en 50 años de plantación y de 14,11 Mt C en 95 años. La información podría ser útil en la evaluación de la viabilidad de proyectos forestales bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio.

Palabras clave: *Eucalyptus camaldulensis*, pastizales, gases de efecto invernadero, Pampa Deprimida, secuestro de carbono

INTRODUCCIÓN

Los bosques juegan un papel importante en el ciclo del carbono. Desde la puesta en vigencia del Protocolo de Kyoto para la reducción de gases con efecto invernadero, las plantaciones de árboles han sido reconocidas por su aptitud para reducir las emisiones de CO₂ dada su gran capacidad de acumulación de carbono (BROWN et al, 1996).

Si bien la forestación es la actividad que más propuestas recibe en planes nacionales de secuestro de carbono, varios aspectos deben conocerse para confirmar su capacidad para retener carbono por décadas o siglos. Uno de ellos es la elección de las tierras que se destinarán a tal fin. Dentro de la necesidad de alcanzar altas producciones forestales, los pastizales suelen ser atractivos por ocupar tierras productivas que no demandan remociones de grandes cantidades de biomasa nativa. En la cuenca baja del Río Salado de Buenos Aires hay suelos con aptitud forestal y la cercanía de Buenos Aires es una ventaja respecto de otras regiones alternativas (NAKAMA et al., 2000).

En términos generales, para que el secuestro de carbono resulte exitoso debería lograrse que el ecosistema forestado experimentase ganancias netas de carbono cuando se consideran todos los compartimientos activos, que incluyen a la biomasa vegetal aérea y subterránea y la materia orgánica del suelo. Este trabajo busca evaluar el almacenamiento de carbono orgánico total asociados al establecimiento de montes de forestales en pastizales y proyectar, a partir de estas cifras, la capacidad de fijación de CO₂ en un sector de la Pampa Deprimida. Se utiliza como escenario de comparación aquél que originalmente albergó a las forestaciones: el pastizal natural. Se comparan los contenidos de carbono orgánico del suelo hasta 1 metro de profundidad, el carbono acumulado en horizontes orgánicos cuando existan, y en capas de broza, además del de la biomasa vegetal. Se utilizan dos plantaciones de 50 y 95 años de edad con el fin de generar una proyección de largo plazo consistente con la necesidad de secuestrar carbono por tiempos largos para la mitigación del efecto invernadero. Finalmente, dado que las posibilidades de proyectos del mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) requieren de escala se analizan los escenarios de secuestro de C por forestaciones a 50 y 95 años sobre los suelos con aptitud forestal en un área de más de 120.000 ha.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio se ubica en el Partido de Pila, en la cuenca inferior del Río Salado, Buenos Aires, al este de Argentina (Figura 1). El clima es templado con temperatura media anual de 15,2 °C, variando en promedios térmicos desde 9 °C en Julio a 22 °C en Enero. La

precipitación media anual alcanza 922 mm, con fuerte variación interanual. El 70% del total anual de precipitación ocurre entre Octubre y Abril. La evapotranspiración potencial de Penman-Monteith FAO es de 1.025 mm. En conjunto el sector se caracteriza por presentar un paisaje plano a suavemente ondulado con pendientes exiguas de escaso gradiente. El material originario fue originalmente eólico, que sufrieron posteriormente redepositación por parte de aguas mantiformes proveniente de las sierras, que generaron derrames de magnitud regional. Por lo general los suelos de esta región se caracterizan por presentar horizontes sódicos subsuperficiales o superficiales (Natracuoles y Natracualfes típicos), debido a la presencia de distintas formas de calcáreo y condiciones de drenaje interno deficiente como consecuencia de una capa freática fluctuante a menos de 2 metros de la superficie. En sectores donde el paisaje se hace relativamente más ondulado se pueden reconocer suelos que muestran una discontinuidad litológica marcada por la presencia en superficie de un manto arenoso de aproximadamente 50 cm de espesor donde ha evolucionado un suelo moderno (Hapludoles thapto árgico y thapto nátrico).

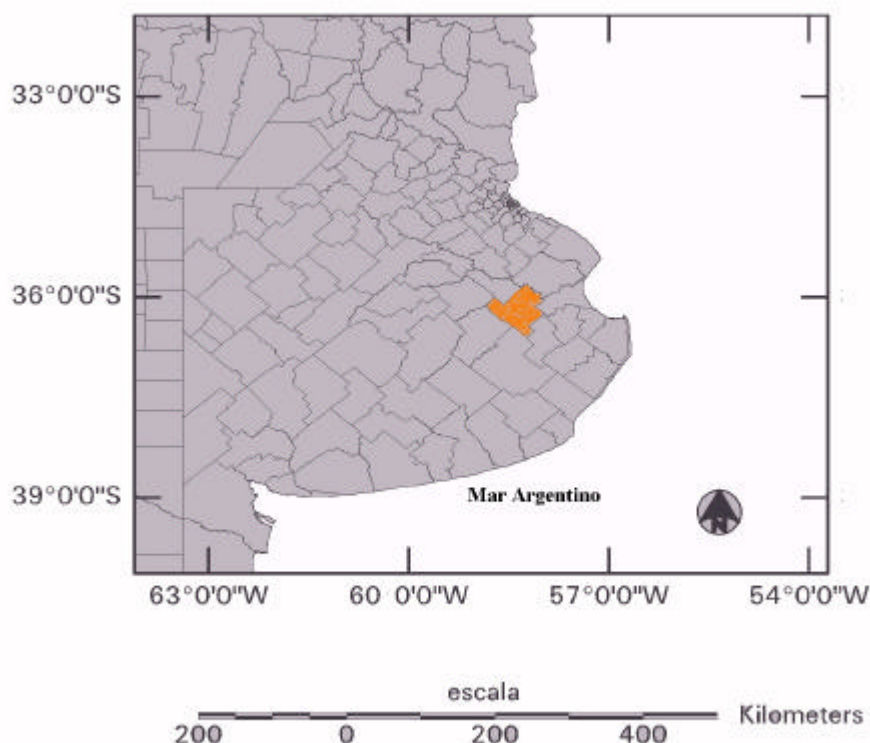


Figura 1: Ubicación del partido de Pila dentro de la provincia de Buenos Aires.

Figure 1. Location of Pila county within Buenos Aires Province.

Se seleccionaron dos sitios con potencial atractivo para la forestación (Tabla 1). Castelli y Guerrero presentan Hapludoles thapto argílicos típicos de lomas en la Pampa Deprimida con un horizonte B textural entre 30 y 60 cm de profundidad (secuencia A-AC-IIBt-IIC).

Tabla 1. Características de los sitios de estudio.

Table 1. Study area characteristics.

Sitio	Latitud Sur	Longitud Oeste	PMA (mm)	TMA (C°)	Serie de suelo	Subgrupo	Edad (años)	Densidad (fustes ha ⁻¹)	
								Inicial	Actual
Castelli	36°02.0′	57°50.3′	980	15.3	Pila	Hapludol thapto argico	50	1666	783
Guerrero	35° 58.4′	57°51.1′	980	15.3	Pila	Hapludol thapto argico	95	NC	545

PMA: precipitación media anual; TMA: temperatura media anual; NC: densidad no conocida

Se muestrearon montes y pastizales adyacentes compartiendo la misma unidad dáfica, deducidas de mapas de suelo 1:50000 e inspección de perfiles a campo. Ambos stands forestados estaban ocupados por *Eucalyptus camaldulensis*, en superficies mayores a 10 Ha. Las plantaciones no recibieron fertilización o riego. Los árboles fueron plantados en hoyos de plantación sin previa labranza del terreno. Mientras que en Castelli no se extrajo biomasa en el pasado, en Guerrero el 20% de los árboles fueron cortados previamente. Los stands de pastizal no recibieron fertilización ni fueron cultivados al menos en los últimos 20 años. Los stands de árboles poseían muy poco sotobosque, siendo *Cynodon dactylon* la herbácea más conspicua. Los pastizales fueron dominados por pastos de los géneros *Paspalum*, *Botriochloa*, *Bromus*, *Stipa*, *Piptochaetium*, y *Festuca*.

Muestreo de biomasa y suelo

En los stands forestados se estimó la biomasa total de fustes en pie a partir de mediciones de diámetro y altura en 80-120 árboles. En 6-8 árboles de cada sitio se extrajeron tarugos de volumen conocido que fueron secados y pesados para obtener valores de densidad de madera. Las densidades de la madera y la corteza no difirieron significativamente entre si ni entre sitios, siendo su valor promedio de 0,55 t m⁻³, usado en los cálculos de contenido de carbono. En Castelli se cortaron siete árboles de diámetros variables y representativos y a partir de submuestreos se midió en ellos la biomasa de corteza, ramas y hojas. Estos árboles fueron usados para calcular coeficientes de forma de fustes relacionando altura y diámetro al

volumen del fuste. A partir de un análisis de regresión se estableció la relación entre el volumen del fuste de estos árboles y la biomasa de los otros compartimientos. Estas relaciones se aplicaron al monte de Guerrero asumiendo que la especie *E. camaldulensis* mantendría sus relaciones alométricas. La biomasa de raíces en cada sitio se estimó a partir de las relaciones alométricas descritas por CAIRNS et al (1997). En Castelli estos valores fueron corroborados a campo a partir de la medición de biomasa de raíces en columnas de suelo de un metro de profundidad extraídas con barreno manual de 10 cm de diámetro (n=5). En los stands de pastizal se caracterizó la biomasa aérea a partir de cortes usando marcos de 1 m² distribuidos aleatoriamente (n=5). En el stand de Castelli, la biomasa de raíces fue medida de modo similar al descrito para el monte. La biomasa de la broza fue caracterizada usando marcos de 400 cm² distribuidos aleatoriamente (n=5). Igual muestreo se usó para caracterizar el horizonte orgánico (Oh) en montes, pero en este caso las muestras fueron sometidas al análisis de contenido de carbono orgánico descrito para suelo mineral a continuación.

El análisis de suelos involucró la toma de muestras en calicatas de 1 metro de profundidad y un metro de largo horizontal. Las muestras se tomaron en los siguientes estratos (cm): 0-5, 5-10, 10-20, 20-35, 35-50, 50-75, 75-100. Hasta 50 cm cada muestra constituyó un conjunto de material tomado para cada estrato a lo largo de la cara horizontal (1 m) del pozo. De 50 a 100 cm las muestras fueron tomadas con barreno manual de 10 cm de diámetro. Todas estas muestras fueron secadas al aire y tamizadas (2 mm) para su posterior análisis. En cada caso se tomó una muestra de volumen conocido con sacabocados de aluminio (250 ml) que fue secada y pesada para obtener valores de densidad aparente. En todos los casos n=5. Las muestras de suelo fueron analizadas con un autoanalizador de combustión seca Carlo Erba para determinación de C,H,O,N,S.

Análisis de datos

Se realizó un balance de carbono total a partir de la diferencia de la suma de todos los compartimientos mencionados anteriormente. En el caso de los suelos, las concentraciones de carbono se ajustaron a la densidad aparente de cada estrato de suelo para obtener valores de almacenamiento por unidad de superficie. En el caso de los valores de biomasa, se efectuó la conversión a valores de cantidad de carbono utilizando el factor de 0,48 g C g⁻¹ de materia seca.

Aptitud de los suelos de la Hoja 3757-2

El estudio se realizó en la Cartas de Suelos Dolores, Hoja: 3757-2 (INTA, 1996). En gabinete se seleccionaron las Unidades Cartográficas del área a estudiar y se reconocieron aquellas que presentan mayor aptitud de las que poseen limitantes edáficas que impiden su

utilización. Se efectuaron visitas para comprobar en el terreno la distribución de los suelos aptos para la implantación de eucalipto. Se asumió que los suelos con buena aptitud presentarían capacidades de secuestro de carbono semejantes a las áreas de estudio. Se estimaron dos escenarios de absorción de C por las plantaciones forestales, a 50 y 95 años, respectivamente, en base a las determinaciones de Castelli y Guerrero.

RESULTADOS

Las dos plantaciones estudiadas mostraron ganancias netas de carbono en el suelo además de los obvios incrementos de biomasa (Tabla 2). Las forestaciones ganaron 344 y 439 toneladas de C por hectárea con respecto a los controles, alcanzando tasas medias de secuestro de carbono de 3,5 y 8,8 t ha⁻¹ año⁻¹, respectivamente (Tabla 2).

Tabla 2. Stock de carbono en pastizales (P) y forestaciones de *Eucalyptus camaldulensis* (F) adyacentes y sus diferencias (Dif).

Table 2. Carbon stocks in grasslands (P) and nearby *Eucalyptus camaldulensis* plantations and their differences (Dif).

Destino	Estrato	Castelli (50 años)			Guerrero (95 años)		
		P	F	Dif	P	F	Dif
Suelos (t ha ⁻¹)	Oh	NE	5,5	5,5	NE	6,2	6,2
	0-10 cm	38	60	22	37	40	2,8
	10-50 cm	63	94	31	49	42	-7
	50-100 cm	12	13	0,9	15	14	-0
Biomasa (t ha ⁻¹)	Broza	NE	4,8	4,8	NE	5,3	5,3
	Raíces (<0.5 cm)	2,5	2,3	-0	2,5	2	-1
	Raíces (>0.5 cm)	NE	45	45	NE	37	37
	Corteza	NE	50	50	NE	44	44
	Madera	NE	222	222	NE	192	192
	Ramas y Hojas	1,1	28	27	2	25	23
	Muerto en pie	NE	31	31	NE	42	42
TOTAL, t ha ⁻¹		117	556	439	105	449	344
TASA ANUAL, t ha ⁻¹ a ⁻¹				8,8			3,5
% en SUELO		97	31	13	96	23	0,5
% en BIOMASA		3	69	87	4,2	77	100

CE: compartimientos sin stock de C

Es posible que las tasas de secuestro de carbono hayan alcanzado cierto grado de saturación en estos montes que, a diferencia de plantaciones para uso comercial, no experimentaron raleos o podas. Los suelos mostraron ganancias de 5,5 y 6,2 t ha⁻¹ de carbono en el horizonte Oh, generado en el sistema a partir del aporte predominantemente aéreo de broza de los montes comparado con el aporte menor y predominantemente subterráneo de los pastizales (JOBÁGY Y JACKSON 2000). Hacia mayores profundidades las ganancias de carbono fueron menores y en algunos casos se observaron pérdidas netas de carbono en el estrato de 10-50 cm. Estas pérdidas de carbono son de poca significación para el secuestro integral de carbono en las plantaciones, pero pueden ser un indicador importante de cambios en la fertilidad de los suelos.

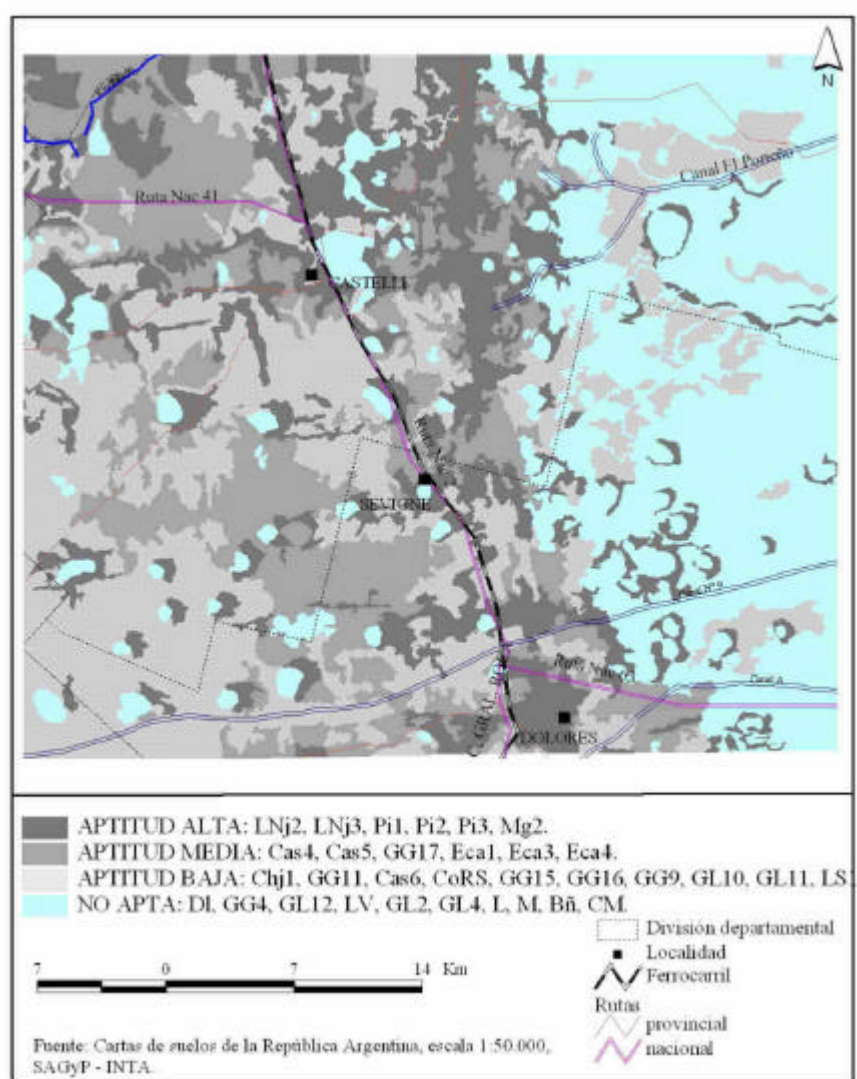


Figura 2. Clasificación de áreas según niveles de aptitud para la forestación de eucaliptos.

Figure 2. Classification of the area according to land capability for afforestation.

De las 121.940 ha que comprende la hoja 3757-2 “Dolores”, 31.415 ha (26% de la superficie total) fueron calificadas de aptitud alta para la plantación de eucaliptos, correspondiendo a las unidades cartográficas (UC) LNj3; LNj2, Pi1, Pi2, Pi3 y Mg2. De todas ellas, la UC LNj3 es la de mayor aptitud para la forestación de eucaliptos, porque entre otras características, su ubicación coincide con lomas. El área de la distribución según la aptitud de los suelos se presenta en la Figura 2

Estos resultados muestran que las forestaciones que ocupan sistemas de pastizal podrían secuestrar carbono a tasas cercanas a $10 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ si se eligen sitios apropiados. Si bien estos son valores elevados para el espectro de opciones de secuestro de carbono terrestre, la magnitud de emprendimientos que busquen atenuar significativamente el balance negativo de emisión de CO_2 de la biosfera, dominado por el uso combustibles fósiles, debe ser de escala continental. Un simple cálculo muestra que si se busca secuestrar 1 Pg (10^{15} g) de carbono al año, es decir un sexto de las emisiones antropogénicas actuales, serán necesarios 1 a 2 millones de km^2 forestados con plantaciones capaces de mantener tasas similares a las descritas en este trabajo ($5 \text{ a } 10 \text{ t ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$). Esta superficie es 1 a 2 veces la de Buenos Aires, Santa Fe, Córdoba, Entre Ríos, La Pampa y Uruguay en conjunto.

Deberá tomarse en cuenta que con el paso del tiempo, la eficiencia de acumulación decae, creciendo la importancia relativa de la biomasa (Tabla 3). La caída de árboles muertos sin reposición hace en parte a la pérdida de eficiencia.

Tabla 3. Stock de carbono total, en suelos y biomasa forestal y aumento respecto de pastizales vecinos de 31.415 ha con aptitud alta para uso forestal en un sector de la Pampa Deprimida.

Table 3. Soil and forest biomass carbon stocks and its increase with respecto to grassland in 31,415 ha of forest land use in one sector of the Flooding Pampas.

	Stock de carbono acumulado a dos edades del monte de eucalipto (Mt C):		Aumento del Stock total de carbono a dos edades del monte de eucalipto respecto del pastizal vecino (Mt C):	
	50 años	95 años	50 años	95 años
Total	17,56	14,11	13,79	10,81
suelo	5,44	3,25	1,79	0,06
biomasa	12,12	10,86	12,0	10,75

El Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (ARGENTINA, 1999) destaca al sector de cambio de uso de la tierra y Silvicultura como el único sector de la producción agropecuaria con capacidad de absorción de C. Evidencias de la capacidad de secuestro de carbono por los montes implantados se encuentran en la literatura (KIMBLE et

al., 2003 por ejemplo). En este estudio se ha demostrado por unidad de superficie la capacidad mucho mayor de una forestación con eucaliptos es 3 a 5 veces mayor que la de un pastizal nativo vecino. El secuestro de carbono atmosférico a través del crecimiento de árboles brinda una forma relativamente poco costosa para cumplir la meta nacional de una reducción de la acumulación neta de CO₂ del aire. En la Pampa Deprimida la viabilidad de un proyecto forestal aumenta por estar a una distancia no mayor de 300 kilómetros de las principales zonas de consumo (Zárate, San Pedro, San Fernando y Tigre), haciendo que el elevado costo del flete no afecte el negocio.

CONCLUSIÓN

Las forestaciones de eucaliptos ofrecerían una alternativa atractiva en caso de extenderse el mercado de “bonos de carbono” como resultado de nuevos compromisos ineludibles de reducir las emisiones de GEI. En el caso de la Pampa Deprimida habría un beneficio adicional que sería la de mitigación de los efectos de los excesos hídricos a los que esta región es proclive.

AGRADECIMIENTOS

Estudio financiado por el Proyecto Nacional 52:2206 “Secuestro de carbono en la agricultura de la región pampeana: caracterización y estrategias de modificación” del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).

BIBLIOGRAFÍA

- ARGENTINA. 1999. Revisión de la Primera Comunicación del Gobierno de la República Argentina. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Humano. Buenos Aires. 104 pp.
- BROWN, S., Sathaye, J., Cannel, M., Kauppi, P. E. 1996. Mitigation of carbon emissions to the atmosphere by forest management. *Commonwealth Forestry Review*, 75 (1) : 80 - 91.
- CAIRNS, M.A., Brown, S., Helmer, E.H., Baumgardner, G.A. 1997. Root biomass allocation in the world's upland forest. *Oecologia* 111 : 1 - 11.
- INTA. 1996. Cartas de suelos de la provincia de Buenos Aires, escala 1:50.000. Hoja 3757 – 2 “Dolores”. Instituto Salesiano de Artes Graficas. Buenos Aires. 97 pp.
- JOBBÁGY, E.G., Jackson, R.B. 2000. The vertical distribution of soil organic carbon and its relation to climate and vegetation. *Ecological Applications* 10 : 397 - 398.
- KIMBLE, J., Heath, L.S., Birdsey, R.A., Lal, R.. 2003. The Potential of U.S. Forest Soils to Sequester Carbon and Mitigate the Greenhouse Effect. CRC Press. Boca Raton. 403pp.

NAKAMA, V., Alfieri, A., Rodriguez Traverso, J., Aleksa, A., Moschini, R., Conti, H. 2000.
Aptitud de las tierras para eucaliptos con fines de planeamiento regional en la provincia de
Buenos Aires. Revista SAGPyA Forestal 16 : 2 - 11.

GESTIÓN DE RECURSOS HUMANOS EN PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS FORESTALES. EL METODO APLICADO

MANAGEMENT OF HUMAN RESOURCES IN SMALL AND MEDIUM SIZED FORESTRY ENTERPRISES. THE APPLIED METHOD

Amalia Lucila Diaz¹
Marina Guarrochena de Arjol²
Cecilia Calveyra³
Guillermo Woitschach⁴

¹ Ingeniera. Master Economía Rural. Profesora Adjunta. Facultad de Ciencias Forestales. UNaM. Eldorado. ldiaz@facfor.unam.edu.ar

² Ingeniera Mgter Administración. Profesora Adjunto. Facultad de Ciencias Económicas. UNaM. Campus Universitario. Posadas. mgarjol@arnet.com.ar

³ Estudiante. Becaria de Investigación. Facultad de Ciencias Forestales. UNaM. Eldorado. ceciliacalveyra@yahoo.com.ar

⁴ Estudiante. Auxiliar Docente. Adscripto de Investigación. Facultad de Ciencias Forestales. UNaM. Eldorado. guillew@facfor.unam.edu.ar

SUMMARY

The Small and Medium Sized Forestry Enterprises of the Province of Misiones, Argentina, are characterized by their low management capacity, and within their inherent activities, Human Resources Management, is one of the least paid attention to.

For that reason this investigation is related to the integral people of the companies. The objective of the Project is to spread and to create awareness on the importance of Human Resources, to make the company competitive, and to develop the application of the theories and tools in relation to the people, who are more appropriate for the internal reality and context of the enterprises.

The outlined stages were: to begin with a situational diagnosis of the selected enterprises, as from interviews and analysis of their formal and/or informal organizational charts, so as to later identify the different posts, their profiles and the requirements to be approached. Thus to advance towards obtaining a human resources inventory, applying surveys, later analyzing them, and applying Human Resources theories and tools, specially as to personnel training, qualification, motivation and communication. Simultaneously, as to this matter, there should be participation processes, to sensitize the entrepreneurs and the people in charge of intermediate controls.

The fulfillment of the activities, require team communication and perseverance, which is not always found on behalf of the directors. It is true, that the majority of them show interest in being part of the project; but they do not render the conditions to carry out specific consensus actions, the urgencies facing them, generate discontinuity in the activities.

Key words : *Human Resources, Small and Medium Sized Forestry Enterprises. Participation Method. Investigation- action*

RESUMEN

Las pequeñas y medianas empresas forestales de la Provincia de Misiones se caracterizan por su baja capacidad de gestión empresarial, y dentro de las actividades inherentes a la misma, la Gestión de Recursos Humanos es una de las más desatendidas.

Por ello esta investigación se relaciona con las personas integrantes de las empresas. El Proyecto tiene como objetivo difundir y crear conciencia sobre la importancia de los Recursos Humanos para lograr la competitividad de la empresa y la aplicación de las teorías y

herramientas en relación a las personas, que sean más adecuadas a la realidad interna de las empresas y del contexto.

Las etapas planteadas fueron: iniciar con un diagnóstico situacional de las empresas seleccionadas, a partir de entrevistas y análisis de los organigramas formales y/o informales que posean, para luego identificar los diferentes puestos de trabajo, sus perfiles y los requerimientos a abordar. Para avanzar hacia la obtención de un inventario de recursos humanos, mediante la aplicación de encuestas y su posterior compendio y la aplicación de teorías y herramientas en Recursos Humanos, especialmente en cuanto a entrenamiento, capacitación, motivación y comunicación del personal. Simultáneamente, a través de procesos participativos, sensibilizar a los empresarios y a los responsables de mandos medios, en la temática.

Los resultados logrados no se ajustan al cronograma, pues la concreción de las actividades, requiere del equipo comunicación y constancia, que no siempre se encuentra del lado de los directivos. Pues si bien éstos, en la mayoría de los casos manifiestan interés en ser parte del proyecto, no arbitran las condiciones para concretar las acciones consensuadas, las urgencias que se les presentan generan discontinuidad en las actividades.

Palabras clave: *Recursos Humanos. PyMes forestales. Método participativo. Investigación-acción*

INTRODUCCIÓN

La gestión de las personas involucradas en la empresa, es un aspecto poco significativo o esporádicamente considerados en las Pequeñas y Medianas Empresas-PyMes forestales de Misiones.

Sin embargo, la gestión de “*las personas*” - término valorado para referenciar los Recursos Humanos - es un factor estratégico y al reconocerlo como tal y enmarcados en la estrategia general de la empresa, generará no sólo beneficios económicos a través del aumento de la productividad, mejora de calidad y procesos; sino beneficios sociales a partir del desarrollo personal que posibilita otras formas de autogestión, participación, y compromiso con la actividad laboral, la familia y el entorno. La gestión de personas es importante para todos los gerentes y para todas las áreas como lo señala Alles (2004) porque no es bueno: tomar la persona equivocada, tener alta rotación de personal, gente que no este comprometida o que el personal no este capacitado, entre otros aspectos.

Esta investigación tiene como objetivo: contribuir a mejorar la competitividad de las empresas PyMes forestales, a través de la gestión de las personas involucradas en el trabajo de la empresa. La aplicación de la metodología de estudio de generar la autoevaluación de su realidad y de su estilo de gestión empresarial y el autoaprendizaje como mecanismo para que los empresarios conozcan y apliquen las herramientas inherentes a la gestión, permitirá que este enfoque forme parte de la cultura de la empresa y mejorará las condiciones para medir e identificar los resultados técnicos-económicos y motivacionales dentro de la empresas.

Para lograr una masa crítica en la temática a nivel empresarial, se utiliza como método una investigación de tipo exploratoria, la aplicación de entrevistas a PyMes seleccionadas y “focus group” a la dirigencia empresarial, para la construcción de un árbol de problemas sobre la gestión empresarial. Las actividades de modalidad participativa se iniciaron involucrando a los dueños/directivos y los supervisores responsables de las diferentes áreas.

Considerando que los modelos de decisión empresariales tienen lugar en el curso de una corriente de acciones, a lo cual Mintzberg (1993) señaló que las estrategias no siempre responden a esfuerzos sistemáticos de planificación, sino que muchas veces emergen desde diferentes puntos de la organización en el curso de las acciones cotidianas de ésta.

Se estableció el objetivo de sensibilizar y difundir la importancia de las personas en el logro de resultados, e iniciar o reforzar el proceso en las empresas seleccionadas a través de actividades y herramientas más adecuadas en relación a las características de la empresa, sus valores, cultura, estructura, mercado y contexto, sobre la base de entrenamiento, capacitación, motivación y comunicación del personal.

METODOLOGÍA

Un buen diagnóstico de la realidad, permite cuali y cuantificar las variables que impactan sobre la gestión, pero lo que se pretende en esta investigación frente a la realidad del fenómeno es intervenir para cambiar las prácticas y reflexionar en forma conjunta y generar la retroalimentación hacia el interior de las empresas y entre éstas y los docentes investigadores.. Por ello la estrategia utilizada es "investigación-acción" (entendida como investigación- intervención) a través de generar la autoevaluación de la realidad y del estilo de gestión empresarial y el autoaprendizaje como mecanismo para que los empresarios conozcan y apliquen las herramientas inherentes a la gestión de su empresa y mejoren las condiciones para medir e identificar los resultados técnicos-económicos y motivacionales dentro de la empresas.

"La investigación participativa es un enfoque de la investigación social mediante el cual se busca la plena participación de la comunidad en el análisis de su propia realidad, con el objeto de promover la participación social para el beneficio de los participantes de la investigación... (De Witt y Gianotten, 1988). El problema a investigar es definido, analizado y resuelto por los propios afectados, con el objetivo de alterar, transformar la realidad social en favor de las personas involucradas. Establece una nueva relación entre la teoría y la práctica, concebida ésta como la acción hacia la transformación. En este sentido la investigación participativa, al vincularse con la acción se diferencia o distingue de la investigación aplicada. Y por ello, la investigación participativa es un proceso permanente de investigación y acción, esta crea necesidades de investigación, por lo tanto la investigación participativa nunca será aislada de la acción.

A través de la metodología de investigación participativa se permitirá la transferencia de logros tanto durante el proceso de la investigación como en instancias posteriores, y Durston, J. y Miranda, F. (CEPAL:2002) señalan que existe una creciente consideración del capital humano y social en la resolución de los problemas sociales, y que el aporte de la ciencia social se encuentra en su potencia explicativa y en su capacidad de articularse con disciplinas de la acción, a fin de promover la participación.

Lograr las condiciones favorables para la gestión de las persona es responsabilidad de la dirección y/o los propietarios, que con su accionar y ejemplos tiene alta influencia en los resultados.

Entre el discurso (mensaje de los empresarios) y el hacer (acción o estrategia frente a la gestión de los Recursos Humanos), existe una ruptura, lo cual es una barrera desde la cultura empresarial que hay que vencer para encontrar puertas de entrada y poder avanzar en la investigación e instalar esta temática en la gestión.

Para muchos gerentes su tarea se relaciona más con el sostenimiento del desempeño que con la innovación o la experimentación y, consecuentemente, están enfocados preferentemente en cómo lo están haciendo y no en cómo lo podrían hacer mejor. Por ello Senge (1998) rescata que las principales amenazas no vienen de hechos repentinos sino de procesos lentos y graduales y considera que "El aprendizaje generativo no se puede sostener en una organización si el pensamiento de la gente está dominado por hechos inmediatos"

Se desprende que la participación en la elaboración de aspectos significativos de la organización promueve el compromiso e identificación, la persona se siente parte y tomado en

cuenta lo que tiene consecuencias positivas en relación a la adquisición de valores y actitudes en la organización.

La obtención de resultados diferentes por internalización y aplicación de este enfoque, debería producir un impacto positivo sobre las actitudes y comportamiento de las personas no sólo dentro de la empresa sino en su entorno de actuación, tanto en relación a lo social como al cuidado del medio ambiente.

Para generar que la gestión de las personas forme parte de la cultura de la empresa se reconoce que:

- la construcción de una visión compartida es un proceso donde las personas aprenden en conjunto y con el involucramiento de todos los niveles, y desarrollan sus capacidades y alinean sus objetivos personales con los laborales.
- la competitividad sustentable de las empresas solo podrá lograrse con personas capacitadas, motivadas y comprometidas con los resultados

A los fines conceptuales la gestión de “*las personas*” es un factor estratégico y al reconocerlo como tal y enmarcados en la estrategia general de la empresa, generará no sólo beneficios económicos a través del aumento de la productividad, mejora de calidad y procesos; sino beneficios sociales a partir del desarrollo personal que posibilita otras formas de autogestión, participación, y compromiso con la actividad laboral, la familia y el entorno.

Los recursos, en general, pueden ser comprados, utilizados y/o reemplazados. En el concepto de “Personas” intervienen otros valores y actitudes, como la responsabilidad social, el preocuparse por la dignidad y el respeto al independientemente del lugar que ocupe, de buscar el equilibrio entre la satisfacción laboral y personal puesto que cada vez más todos dedicamos más horas al trabajo y por otro lado sentimos la necesidad de mejorar nuestra calidad de vida y también porque no de disfrutar

Para lograr una masa crítica en la temática a nivel empresarial, se utiliza como método la aplicación de entrevistas a PyMes seleccionadas y “focus group” a la dirigencia empresarial, para la construcción de un árbol de problemas sobre la gestión empresarial. Las actividades de modalidad participativa se iniciaron involucrando a los dueños/directivos y los supervisores responsables de las diferentes áreas. Además, se rescataron aquellas variables que emergieron como comunes y motivadoras, como percepción del clima laboral por parte del empresario, y por sus clientes y/o amigos que frecuentan la empresa y además de su autoevaluación como jefe; para constituir en disparadores de una entrevista interactiva en un pequeño grupo de empresarios.

Se elaboró un cuestionario guía para los “focus group”, considerando las siguientes variables: en relación a las características de la empresa, sus valores, cultura, mercado y contexto, sobre la base de entrenamiento, capacitación, motivación y comunicación del personal y relación, en función de sus percepciones, potencialidades y riesgos del empresario, frente a la gestión de las personas. Es decir que se explora en el tratamiento compartido del focus group: conocimientos, aptitudes, actitudes, motivación, sentimientos, valores, voluntad, emociones y habilidades

Además se estableció el objetivo de sensibilizar y difundir la importancia de las personas en el logro de resultados, e iniciar o reforzar el proceso en las empresas seleccionadas a través de actividades y herramientas más adecuadas en relación a las características de la empresa. Con las premisas básicas:

- *“en estos encuentros buscamos soluciones entre todos y compromiso para lograrlas”*
- *“ actuamos como facilitadores porque son las personas involucradas las que mejor que nadie conocen la actividad y su realidad*

La mayor información y la aproximación a la problemática de las “personas” en su organización, estimulan el autoaprendizaje y en la gestión empresarial es un camino

alternativo al tradicional, y permite encontrar una acción consensuada que elimine barreras de acceso para gestionar los recursos humanos en forma eficaz y sostenida.

RESULTADOS

Para lograr una masa crítica en la temática a nivel empresarial, se utilizó como método una investigación de tipo exploratoria, a través la aplicación de entrevistas a empresarios PyMes seleccionados.

Las entrevistas dieron como resultado aspectos comunes, a pesar que cada una de ellos presenta situaciones diferenciales de acuerdo a su experiencia en la actividad, personalidad y estilo y a su entorno organizacional. Los aspectos comunes más importantes son:

- ? Los directivos tienen claridad en cuánto a sus objetivos de corto plazo y en menor medida en los de mediano plazo, pero no se lo comunican a los demás niveles.
- ? La buena comunicación o comunicación eficaz con el personal no es atendida ni aplicada, esta es una debilidad muy marcada en las empresas y que impacta fuertemente en la las formas de relacionarse con las personas, no solo con las que son parte de la empresa sino también con los clientes externos.
- ? Como consecuencia de los dos aspectos anteriores, predomina en los directivos/dueños la percepción que los intereses de la mayoría de los operarios son hasta antagónicos con los de la empresa, para esto además contribuye el hecho que los valores, principios, cultura empresarial tampoco son difundidos.
- ? Las empresas no efectúan selección de personal, salvo en ocasiones aisladas y para determinados puestos, y además el personal que se incorpora, especialmente en la categoría de operarios, carece de competencias pero a pesar de esto no existen programas de capacitación para el personal.
- ? La informalidad que predomina, en cuanto a que no se llevan registros ni documentación sobre la Administración de los Recursos Humanos, más que lo relacionado con el “legajo del personal”, también se evidencia que son muy pocas las empresas que tienen un organigrama formal y conocido por todos, como tampoco la descripción y análisis de los puestos.
- ? El hecho que no estén perfectamente demarcadas las funciones y responsabilidades de los diferentes puestos, contribuye a que se presenten duplicación de tareas, órdenes cruzadas, o tareas que no se realizan. Aunque en determinadas situaciones permite flexibilidad y rotación de los puestos.
- ? Como aspectos positivos podemos señalar que existe predisposición para comenzar a abordar esta temática pero como no la consideran “urgente” no siempre encuentran el tiempo necesario para dedicarse a ella. Esto requiere mucha constancia e insistencia del equipo de trabajo para poder avanzar en el proceso de internalización de la gestión de las personas.
- ? Si bien la motivación no es un tema que se aborda de forma sistemática porque tampoco se evalúan formas de motivar al personal, más allá del pago de tiempo y forma o algunas facilidades o ayudas económicas. Un directivo manifestó su interés de analizar e implementar aspectos para que el personal “prefiere trabajar en mi empresa ante igual remuneración que le pudiera ofrecer otra”, lo que sin duda proporcionar un buen campo para comenzar a abordar la motivación del personal.

La práctica del focus group generó un perfil de percepción empresaria frente a indicadores como:

- ? un buen clima laboral: reflejado principalmente en *La igualdad de oportunidades y la camaradería*, y menos significativo *el orgullo por el trabajo como por la empresa y la seguridad y el trato equitativo de las prácticas de recursos Humanos*, siendo excluido la *competencia y credibilidad del equipo directivo*.
- ? Como evalúan los clientes o personas que visitan la empresa el clima reinante en su empresa: muy satisfactorio o satisfactorio
- ? Cómo se ve como jefe? Participan de tres percepciones: *conoce a sus empleados (calificación, cuestiones personales), es receptivo a conocer su opinión/propuestas, trata bien al personal, evalúa permanentemente sus resultados*. Sin embargo no considera en su análisis: *la facilitación de la comunicación, el estímulo a la participación, delegar funciones y no se reconoce como autoritario*.

Se elaboró un cuestionario guía para los “focus group”, considerando las siguientes variables: en relación a las características de la empresa, sus valores, cultura, mercado y contexto, sobre la base de entrenamiento, capacitación, motivación y comunicación del personal y relacionamiento, en función de sus percepciones, potencialidades y riesgos del empresario, frente a la gestión de las personas. Es decir que se explora en el tratamiento compartido del focus group: conocimientos, aptitudes, actitudes, motivación, sentimientos, valores, voluntad, emociones, habilidades.

Los resultados del proceso interactivo que generó el focus group fueron:

LIDERAZGO Y GERENCIAMIENTO

- ? El problema fundamental no son las personas, sino el costo de las leyes, legislación, normas, no se puede calcular por las variaciones.
- ? Se trabaja a corto plazo, pero no a mediano, sino con objetivos semanales. El fijar objetivo mensual se pierde por la idiosincrasia de las personas..
- ? La decisión de determinar antes los costos es muy difícil, desde adentro no se da cuenta (el propio empresario) es más fácil que lo realice otro (empleado administrativo) o alguien externo a la empresa. Además en el año cambia varias veces la línea de producción y entonces también cambian los costos.
- ? Los costos comienzan de abajo, de adentro no se ve claramente, nos perdemos entre los objetivos, los números. Aumentar horas a veces es contrario a los costos, porque cae el rendimiento, aumenta el cansancio de los operarios y esto no se analiza como influye en los costos.
- ? No se hace mantenimiento previo, cuando se rompe se arregla, o se cambia. No se lleva registro de tantas horas de amortización de la máquina.
- ? Existen muchos cambios en la línea de producción por el cambio de distintos productos que acarrear problemas y dificulta la organización.
- ? No hay certificación de la madera con proveedores por lo que no se asegura calidad y produce pérdida de tiempo.

COMPROMISOS CON LA EMPRESA

- ? El espíritu de trabajo, voluntad de los trabajadores y el cuidado personal es muy malo.
- ? La gente trabaja lo necesario. Si se cumple objetivo antes en la semana, tratan que así lo sea, es para hacer un partido de fútbol u otra distracción, no para adelantar trabajo.

Es la idiosincracia de nuestra gente (las costumbres guaranílicas, caza y pesca, sobre vivencia).

- ? El incentivo es por un mejor trabajo, que se otorga a algunos y en forma secreta, los otros empleados no lo saben.
- ? Se promueven el espíritu solidario, en el caso que se quemó la vivienda de un empleado, el patrón apporto para su reconstrucción, pero también se pasó una planilla para que todos pusieran algo.
- ? El curso de mandos medios en el que participaron algunas empresas, tuvo la ventaja que a los supervisores le transmitió como comunicar su problema y aprender del problema de otro.
- ? El operario no le da importancia a la capacitación. No hay gente especializada
Depende del lugar donde esté el aserradero, por ejemplo en zonas cercanas a las ciudades hay más mano de obra capacitada, pero en las localidades pequeñas hay menos recursos capacitados.
También de la especialización o sea el mayor valor agregado por la necesidad de mano de obra más calificada. No hay recursos con más especialización, son muy escasos o no existen.
- ? No hay capacidad de especialistas para diagnosticar la parte fabril, administración, contexto y la macroeconomía.
- ? Existe mucho descuido del operario que le hace perder tiempo y atenta contra su seguridad.. La razón es que nadie le enseña y no tiene iniciativa. Observación: no hay un entrenamiento en la misma fábrica.
No hay conocimiento de la identidad personal del obrero por parte del patrón.
- ? Se avanza aprendiendo sobre el error, la falta de educación previa.

COMUNICACIÓN Y CAPACIDAD DE GENERAR UN BUEN CLIMA LABORAL

- ? El problema es de los costos laborales y del “paternalismo”. A los viejos empleados (o los hijos) se los trata y atiende mejor.
No creen en el sistema de premios y castigos, porque el obrero suele vengarse o tomar represalias. La advertencia es lo mejor.
- ? El contacto **de los empresarios** con los empleados es permanente. Los empresarios que tienen muchos años en la actividad **crean lazos mas fuertes con los empleados más antiguos.**
- ? Consideran que parte de su personal tiene puesta la camiseta. Tienen alianzas con el personal. Mantienen una planta estable con poco movimiento. Cuando hubieron movimientos y alternancias fue por actos deshonestos. Observación: Las altas rotaciones no facilitan contactos permanentes con el resto de los empleados.
- ? Los operarios no tiene idea del precio de las máquinas, del valor de la inversión por más que se les informen.
- ? El plantel de operarios tiene estudios primarios incompletos. Uno de los empresarios observó sorprendido que no tuvo en cuenta ese dato en su plantilla de obreros.

El comentario final de un empresario fue que en esa reunión pudieron intercambiar más opiniones que en cualquier otro encuentro.

CONCLUSIONES

La implementación de las acciones programadas, requieren una mayor intervención de los investigadores que llevan adelante el estudio, para captar y mantener la participación de parte de los empresarios.

Por ello, la estrategia utilizada es "investigación-intervención", generando la autoevaluación de la realidad y del estilo de gestión empresarial, y el autoaprendizaje como mecanismo para que los empresarios conozcan y apliquen las herramientas inherentes a la gestión de las personas en su empresa y mejoren las condiciones para medir e identificar los resultados técnicos-económicos y motivacionales dentro de la misma. Esto es un proceso que involucra personas y por ello no siempre se pueden presentar resultados medibles, pero básicamente se da una sensibilización y reflexión sobre sus formas de gestión, que es uno de los objetivos propuestos en la investigación. Y a partir de ello la discusión e implementación de herramientas y prácticas ligadas a la gestión de las personas, como ser: definición de objetivos, descripción y análisis de puesto, motivación del personal, comunicación.

Los encuentros dieron a la luz los siguientes elementos a considerar, para diseñar un esquema de trabajo que no solo permite solucionar problemas- conflictos, sino también posibilita mejorar la gestión de las personas:

-*Elementos cognoscitivos*: se refiere al conocimiento y comprensión que tienen los empresarios sobre su modelo para abordar la gestión de las personas de su organización.

-*Elementos culturales*: son los modos y costumbres que sostienen la estrategia de la empresa y la forma de aplicarlos en el gerenciamiento de los recursos humanos.

-*Elementos motivacionales*: son los aspectos que generan expectativa de logros y posibilitan transferir cambios para la organización empresarial.

-*Elementos del comportamiento empresario*: se rescatan conductas favorables que favorezcan la integración de las personas en la empresa, o no deseables para tal fin

El presente trabajo busca vencer barreras presentes en la cultura de la empresa, respecto a la gestión de las personas, y relevar información y conocimientos para reducir el riesgo de incertidumbre de los empresarios frente a forma de gestión poco abordado en la actualidad. Y que la sea reconocida como un elemento estratégico para alcanzar una competitividad sustentable y que el compromiso del personal, que se reclama con frecuencia, será posible en la medida que se generen las acciones y condiciones, para que todos se sientan parte de la empresa y se orientan hacia una visión compartida.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALLES, M. (2004) Dirección Estrategia de Recursos Humanos: Gestión por competencias".Ed. Granica.5ta. Edición.

CRAVINO, LUIS MARÍA. 2003. *Un trabajo feliz*. Temas Grupo Editoria SRL

DE WITT, TOM; GIANOTTEN, VERA. *Investigación participativa en un contexto de economía campesina (Holanda)*. La Investigación participativa en América latina. CENAPRO. México, 1988.

DIAZ, AMALIA; MARECOS VICTOR. "Los recursos humanos son una clave para que los aserraderos ganen competitividad". Revista ASORA ISSN 0326-8803. Año10-Nro.59 mayo-junio2005.

- DURSTON, J. Y MIRANDA, F. (2002) Experiencias y metodología de la investigación participativa. CEPAL Serie Política sociales N° 58
- GOLEMAN DANIEL. 1999. *La inteligencia emocional en la empresa*. Ediciones B. Argentina S.A
- LORETO MARCHANT R. (2005) Ed. Comp. "Actualizaciones para el Desarrollo Organizacional" Primer Seminario. Universidad de Viña del Mar.
- MINTZBERG, H. (2000) "Safari a la estrategia". Ed. Granica S.A. Barcelona, España.
- SAMAJA, J.: "Epistemología y metodología. Elementos para una teoría de la investigación científica.". EUDEBA, Buenos Aires, 1996.
- SENGE, P. (1998). *La Quinta Disciplina*. Granica. Barcelona, España.

**DETERMINACIÓN DE PATÓGENOS DE *Pinus taeda* L. PRESENTES EN
CONDICIONES DE VIVERO Y FORESTACION EN LA PROVINCIA DE MISIONES**

**DETERMINATION OF *Pinus taeda* L. PATOGENS PRESENTS IN NURSERY
AND FORESTS GROWS IN MISIONES PROVINCE**

Delia Dummel¹

Juan P. Agostini²

Edgar Eskiviski³

1- Ing. Ftal. INTA EEA Montecarlo. Av. El Libertador 2472. (3384) Montecarlo, Misiones. Tel.
Fax: 03751 – 480512.

2- Ing. Agr. Ph. D. INTA EEA Montecarlo. Av. El Libertador 2472. (3384) Montecarlo, Misiones.
Tel. Fax: 03751 – 480512. E-mail: frumonte@ceel.com.ar

3- Ing. Ftal. INTA EEA Montecarlo. Av. El Libertador 2472. (3384) Montecarlo, Misiones. Tel.
Fax: 03751 – 480512.

SUMMARY

The forestry groves with the genus *Pinus* are the most important in the comercial market for the Province and the Phytosanitary problems are isolated and found in little focus in commercial groves o in nursery conditions. However, lately, were carried to the laboratory seedling from nursery with a weak green cobr and the acículas with deep brown color, mainly on those trees multiplied by cutting. These symptions on young trees 2 or 3 years old from the field showed up in the fall, with the twig die back from the shoot tip that become dry and the acículas with a brown color, but in the spring flash generally desapare , so the trees look aparently healthy again; thus the objective of this paper was to determine the causal agent of this symptomatology.

The patogen determined in *Pinus taeda* related to this symptoms were *Pestalotia sp.*, *Alternaria sp.*, *Rizosphaera sp* y *Phomopsis sp*, but they requiere a previous physiological stress or damage in order to get into the host, because they are very weak pathogens for the genus *Pinus*.

Key words: *Pinus*, *Pestalotia sp.*, *Alternaria sp.*, *Rizosphaera sp.*, *Phomopsis sp.*

RESUMEN

Las plantaciones realizadas en la Provincia con la especie *Pinus* son las de mayor importancia comercial siendo los problemas sanitarios acotados a focos aislados en plantaciones comerciales o en vivero. No obstante, últimamente ha sido motivo de consulta la aparición de plantines de vivero de aspecto verde pálido con la punta de las acículas de color marrón, principalmente en aquellas que se multiplican por cutting, y también desde plantaciones jóvenes de 2 a 3 años que manifiestan el mismo síntoma principalmente en el otoño este generalmente con la brotación de primavera tiende a desaparecer por lo tanto el árbol vuelve a mostrarse aparentemente sano. El objetivo del presente trabajo fue determinar el agente causal de dicha sintomatología.

Los patógenos determinados en *Pinus taeda* relacionados a la aparición de acículas marrones y secado de ápices son *Pestalotia sp.*, *Alternaria sp.*, *Rizosphaera sp* y *Phomopsis sp*, no obstante una herida previa o algún estrés fisiológico parece ser necesario para facilitar la entrada de estos organismos poco eficientes en producir enfermedades por si solos en plantaciones del genero *Pinus*.

Palabras clave: *Pinus*, *Pestalotia sp.*, *Alternaria sp.*, *Rizosphaera sp.*, *Phomopsis sp.*

INTRODUCCIÓN

El genero *Pinus* es considerado el más importante dentro de las plantaciones forestales con las que cuenta la Provincia de Misiones ya que representa un total del 75% de la superficie forestada, con alrededor de 150.000 ha. Las especies más importantes son *Pinus taeda* y *Pinus elliottii*. (Agostini 2004).

Las plantaciones de Pino en Misiones abastecen con un alto porcentaje la materia prima que se industrializa en los aserraderos y en las industrias celulósicas papeleras. Debido a la superficie ocupada por estos cultivos es de esperar que algunas plagas y enfermedades se hagan presente y llegue a ser un potencial peligro que pueda incidir desfavorablemente en la industria del sector (Agostini 2002).

Dentro de los principales problemas sanitarios que presentan las plantaciones de Pinos en la región pueden mencionarse a los daños causados por las hormigas cortadoras pertenecientes a los generos *Atta* y *Acromyrmex*, y a la avispa de los pinos *Sirex noctilio*. Los otros problemas sanitarios que se mencionan para *Pinus* están relacionados con patógenos en vivero como ser *Fusarium* y *Phytophthora* y pudriciones de raíces en viveros de raíz desnuda. En condiciones de campo se presentan pudriciones de raíces causadas por *Armillaria*, quema de acículas causadas por *Cylindrocladium* y secado del ápice causado por *Sphaeropsis* (Auer, 2005). Hasta el presente no se ha detectado en la provincia graves daños ocasionados por agentes patógenos en *Pinus*, sin embargo las grandes áreas sometidas a monocultivo y la continua restricción de la base genética aumentan el riesgo de potenciales daños. Últimamente, ha sido motivo de consulta la aparición de plantines de vivero de aspecto verde pálido con la punta de las acículas de color marrón, principalmente en aquellas que se multiplican por cutting, y también desde plantaciones jóvenes de 2 a 3 años que se manifiestan principalmente en el otoño, los ápices con un aparente secado y las acículas de color marrón, que generalmente con la brotación de primavera tiende a desaparecer, y por lo tanto el árbol vuelve a mostrarse aparentemente sano; por lo tanto el objetivo del presente trabajo fue determinar el agente causal de dicha sintomatología.

MATERIALES Y METODOS

En el laboratorio de INTA EEA Montecarlo se recibieron diversas muestras enviadas por productores forestales de plantas de *P. taeda* con sintomatologías de patógenos provenientes de viveros y/o plantaciones forestales de distintas localidades de la Provincia. Las muestras, una vez en laboratorio, fueron observadas para determinar la presencia de cuerpos fructíferos o la presencia de micelios de hongos. En el caso de haberse observado la presencia de cuerpos fructíferos, los ápices o trozos de ramas afectados fueron colocados en cámara húmeda con el objetivo de acelerar el desarrollo de patógeno. En caso de observarse la presencia de micelios, se procede a tomar muestras del mismo con un anza, y se realizaron aislamientos directos en medio de cultivo de agar papa Glucosado en condiciones asépticas y mantenidos a temperatura constante de 28° C en cámara de cría hasta el desarrollo de la colonia. Al cabo de una semana se preparan portaobjetos para observación en microscopio óptico y determinar el agente causal.

RESULTADOS

En plantines de *P. taeda* cultivados en tubetes procedentes de vivero de Puerto Esperanza, fue determinada la presencia de *Pestalotia sp.*, (**Figura 1**) siendo la sintomatología asociada a este patógeno, la aparición de una coloración marrón en las acículas de las plántulas afectadas. La presencia de este mismo patógeno fue determinada en plantas de *P. taeda* (origen Marion) de 8 años de edad procedentes de la localidad de Montecarlo, Misiones, que presentaban coloración marrón en la totalidad de las acículas de una rama. Asociado a *Pestalotia* se observó en este último caso también la presencia de *Alternaria sp.* (**Figura 2**).

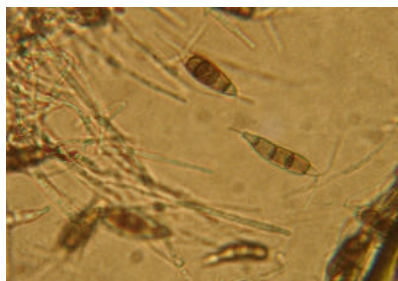


Figura 1. Esporas de *Pestalotia sp.*

Figure 1. Spores of *Pestalotia sp.*



Figura 2. Esporas de *Alternaria sp.*

Figure 2. Spores of *Alternaria sp.*

La aparición en forma conjunta de *Pestalotia*, en cámara húmeda, y *Alternaria*, en aislamientos, también fue observada en plantas de dos años de edad de *P. taeda* injertadas sobre pies de la misma especie que tienen como objetivo la producción de semillas del Campo Anexo Manuel Belgrano (CAMB).

En plantación de *P. taeda* de cuatro años de edad localizados en un ensayo de progenies en San Antonio, Misiones, fue observada la presencia de individuos con acículas de coloración marrón en los ápices, que en algunos casos provocaban la muerte de los mismos. A partir de la aparición de picnidios en cámara húmeda se determinó la presencia de *Rizosphaera sp.* (**Figura 3 y 4**).

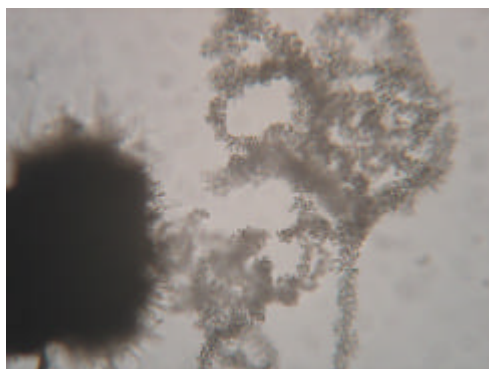


Figura 3. Picnidiosporas de *Rizosphaera sp.*

Figure 3. Picnidiospores of *Rizosphaera sp.*



Figura 4. Picnidios de *Rizosphaera sp.*

Figure 4. Picnidios of *Rizosphaera sp.*

Paralelamente, en plantaciones de cuatro años de edad localizadas en Puerto Piray fueron observados numerosos árboles, alrededor del 10% del lote, con presencia de ápices con coloración amarilla a marrón y en algunos con la presencia del ápice totalmente seco. Del material colocado en cámara húmeda se pudo observar la aparición de picnidiosporas con exudado blanquecino (cirrus) que en la observación microscópica se pudo determinar al patógeno presente como *Phomopsis sp.* (**Figura 5 y 6**).

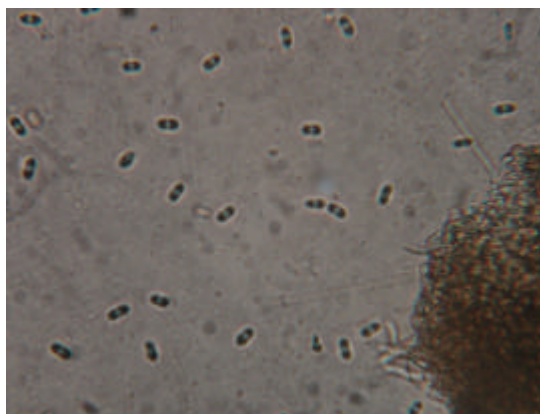


Figura 5. Pic nidiosporas de *Phomopsis*.

Figure 5. Picnidiospores of *Phomopsis*.

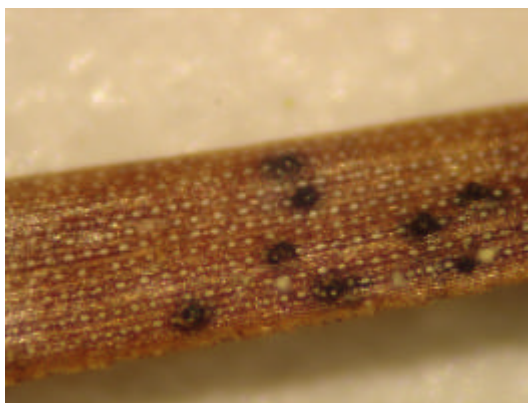


Figura 6. Picnidios de *Phomopsis* en acículas de Pino.

Figura 6. Picnidios of *Phomopsis* in needles pine.

En plantines de diversos viveros comerciales de al menos tres lugares en la Provincia, Posadas, Esperanza, y Cerro Moreno fueron encontrados los síntomas descritos anteriormente para plantas de vivero y se observó en todos ellos el mismo complejo de hongos citados anteriormente para todos los diagnósticos previamente tratados.

DISCUSION

Dentro de los patógenos determinados en *P. taeda* en la región, *Pestalotia* está mencionado como un agente causal de enfermedades (Alfieri, *et al.* 1984), en cambio *Alternaria* puede considerarse como un organismo del complejo de los causantes de la enfermedad de los almácigos y generalmente se encuentra como saprofito en plantaciones de pino, ya que no hay antecedentes que mencionen a este organismo como causante de enfermedades en el género *Pinus*.

La aparición de plantas de *P. taeda* con presencia de ápices secos puede estar relacionado con algún disturbio fisiológico previo, o a un daño ocasionado por algún insecto que en épocas previas a la aparición de síntomas puede provocar la puerta de entrada para estos organismos no altamente especializados para producir enfermedades en pino, y la presencia de *Phomopsis spp.* podría ser un indicador de esto. En el Sur de Brasil se menciona la aparición de este patógeno en plantas afectadas por heladas y también podría presentarse en casos de estrés hídrico. La reciente detección del pulgón del pino *Cinara atlántica* en forma epidémica en la región podría también ser considerada como un factor predisponente al huésped para el posterior ataque de estos hongos detectados, por lo tanto sería conveniente realizar un seguimiento mas detallado de la evolución

en viveros y plantaciones jóvenes para observar sus efectos sobre las plantas. La aplicación de un programa de funguicidas sistémicos (estrobilurinas) y de contacto (mancozeb, cobre) en forma alternada disminuye notablemente la incidencia de estos hongos en condiciones de vivero.

CONCLUSION

Los patógenos determinados en *P. taeda* relacionados a la aparición de acículas marrones y secado de ápices son *Pestalotia sp.*, *Alternaria sp.*, *Rizosphaera sp* y *Phomopsis sp*, no obstante una herida previa o algún estrés fisiológico para ser necesario para facilitar la entrada de estos organismos poco eficientes de producir enfermedades por si solos en plantaciones del genero *Pinus*.

BIBLIOGRAFÍA

- AGOSTINI, J. P.; Stehr, A.; Toloza; R.; De los Santos , L.; Olocco, D. y Piccoli, A. 2002. Diagnostico de problemas fitosanitarios en plantaciones comerciales de Eucalyptus, Araucaria y pinus. CD Actas 9º Jorn. Téc. Forestales y Ambientales. Eldorado, Mnes. Fac. de Cs. Forestales (U.Na.M.) – INTA EEA Montecarlo – MEyRNRyT.
- AGOSTINI, J. P.; Arguelles, T.; Toloza; R.; Stehr, A.; Domecq, C.; Piccoli, A.; De los Santos , L.; Olocco, D. y Dummel, D.2004. Diagnostico de problemas fitosanitarios detectados en plantaciones forestales de Misiones y norte de Corrientes. INFORME FINAL PIA 27/98. Estación Experimental Agropecuaria Montecarlo. Centro Regional Misiones. pp. 4.
- ALFIERI, S.; Langdon, K.; Wehlburg, C. y Kimbrough, J. 1984. Index of Plant Diseases in Florida. Div. of Plant Industry. Gainesville, Fl. USA. pp. 179 – 180.
- AUER, C.G. 2005. Enfermedades em Pinus na America do Sul. Actas Jorn. de Protecc. Forestal. Fac. De Cs. Forestales. Eldorado. Misiones. Arg. pp. 39 – 47.
- BARNETT, H.L. y Hunter, B.B. 1972. Illustrated Genera of Imperfect Fungi. Burgess Publishing Co. Minneapolis, Minnesota. USA. pp. 128, 168, 204.
- ESKIVISKI, E.; Agostini, J.P.; Toloza, R.R. y De Coll, O. Del R. 2004. Daños Producidos por el Pulgón del Pino *Cinara atlántica* W. (Hemiptera:Aphididae) en Plantas Jóvenes de *Pinus taeda* L. CD Actas 11º Jorn. Téc. Forestales y Ambientales. Fac. de Cs. Forestales. Eldorado, Mnes.

LA FORESTACIÓN COMO INSTRUMENTO PARA MEJORAR LA SUSTENTABILIDAD DE LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS TRADICIONALES DE BAHÍA BLANCA *

Regina Durán¹; Liliana Scoponi¹; María Susana Fuertes¹; Marina Cordisco¹; Lorena Gandini¹; Jorge Gustavo Boyer²; Edith Cristina Pitsch³ y Luis Alberto Caro⁴

* Proyecto Grupo de Investigación (PGI 24/CO16) evaluado por peritos del Banco de Evaluadores del Ministerio de Educación R-096/05.

¹ Departamento Cs. de la Administración - UNS - 8000 Bahía Blanca - Argentina

² Dirección de Desarrollo Forestal - M.A.A. - Pcia. de B. Aires - Argentina

³ Invest. Independiente - Coord. Area Forestación - Municipalidad de Puán - Pcia. de B. Aires - Argentina

⁴ Cátedra de Arboricultura Forestal - Dpto. de Agronomía - UNS - 8000 Bahía Blanca Argentina

SUMMARY

The purpose of this research project is to implement forestry activity to improve the sustainability in farming which are developed in the semiarid region of the southern part of Buenos Aires province.

According to this, different forest's models were defined so that they could be well-integrated to agriculture and cattle breeding systems.

At this stage, two models were specified, taking the edafic and climatic characteristics of the area into consideration. Afterwards detailed costs for each of the alternatives were determined. In this economic evaluation, costs were mostly covered by a National Incentive Law for Forest Plantation.

As a second and final stage, the investigation focuses on the positive externalities that forest activity could bring, considering sustainability in its three dimensions, ecology, economy and culture.

Keywords: *Eucalyptus, Prosopis, Sustainable, Semi-arid, Agroforestry.*

RESUMEN

Este trabajo de investigación tiene como objetivo principal definir modelos forestales para integrarlos a los sistemas productivos tradicionales de la región semiárida al sur de la provincia de Buenos Aires, con el fin de mejorar el equilibrio frágil en la sustentabilidad de esos sistemas.

En esta primera etapa se han definido dos modelos para ser integrados a planteos ganaderos y agrícolas, teniendo en consideración la caracterización edafo-climática de la

región. Se ha llevado a cabo un análisis pormenorizado de los costos de implantación de esos modelos, observándose que estos costos pueden ser paliados en gran parte por la Ley Nacional de Incentivo a las Plantaciones.

En una etapa posterior del proyecto se evaluarán las externalidades positivas que aportarían estos modelos a los sistemas agropecuarios de la región, desde una dimensión ecológica-económica y socio-cultural.

Palabras clave: *Eucalyptus, Prosopis, Sustentabilidad, Semiárido, Agrosilvicultura.*

INTRODUCCION

El partido de Bahía Blanca se encuentra al sur de la Pcia. de Buenos Aires, sobre la llanura sudoccidental del sistema serrano de Ventania, al sur del paralelo de 38° y al oeste del meridiano de 62°. Es una gran llanura constituida por los siguientes cinco ambientes geomórficos (Figura 1), donde evolucionan sus suelos asociados (Blanco *et al.*, 2003):

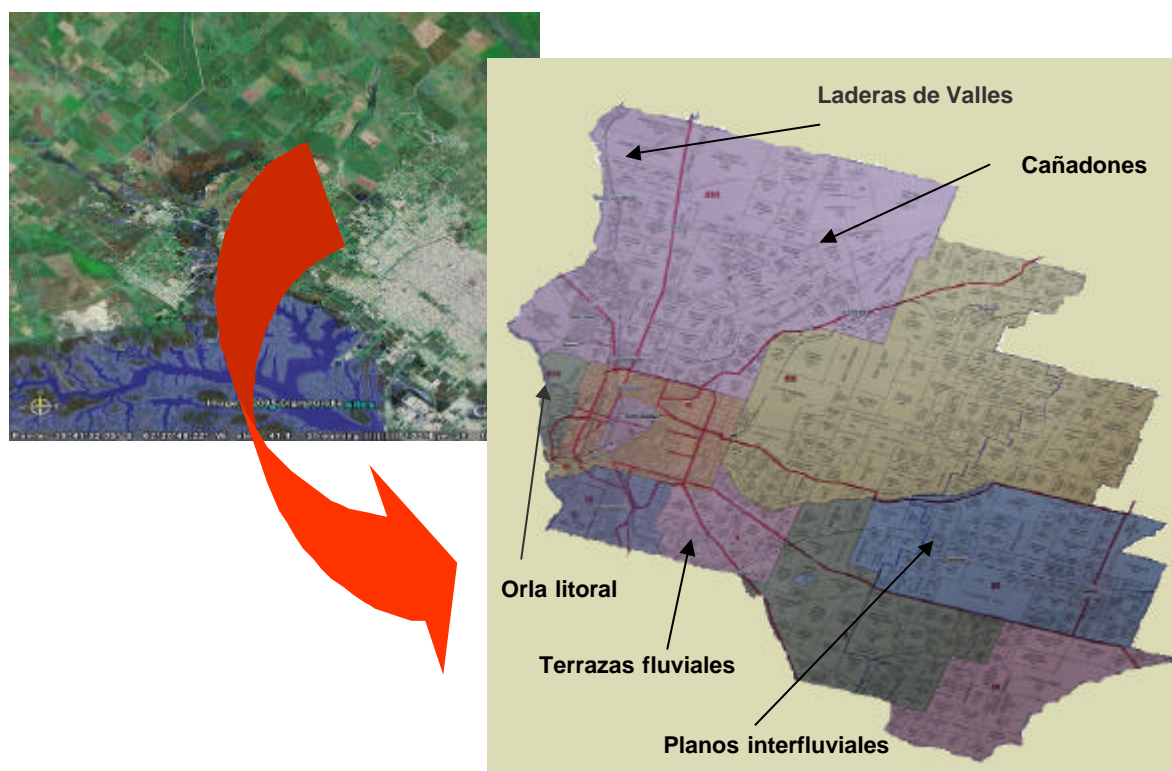


Figura 1: Ambientos geomórficos en el partido de Bahía Blanca.

1) *Planos interfluviales*: presentan suelos medianamente profundos a someros, generados a partir de sedimentos eólicos loésicos depositados sobre un potente horizonte

petrocálcico (capa de tosca). Son suelos fértiles, de texturas medias (Fr-arc-li, Fr-li), sin reacción al HCl en buena parte del perfil. La profundidad efectiva oscila entre 40 y 80 cm, con menores espesores en posición de lomas. Las limitaciones de estos suelos son escasa profundidad por presencia de tosca cercana a la superficie, pH suave a moderadamente alcalino por presencia de CO_3Ca , así como susceptibilidad a la erosión hídrica en sectores ondulados o de pendientes. Los suelos dominantes se clasifican como *Paleustoles petrocálcicos*. Es posible encontrar en algunos sectores de este paisaje cuencas endorreicas, que generan lagunas temporarias o permanentes y en cuyos bordes los suelos presentan condiciones de hidromorfismo y alto contenido de sales.

2) *Laderas de valles*: corresponden a las vertientes hacia las geformas fluviales, con cursos de agua actuales o relictos. Los suelos se generan a partir de sedimentos eólicos recientes de textura gruesa depositados sobre horizonte petrocálcico (tosca). Presentan texturas mas gruesas (Ar-fr a Fr-ar), profundidad variable a la tosca y escasa profundidad de lavado de carbonatos. Las principales limitaciones son escasa fertilidad química, baja capacidad de retención de humedad, moderada a alta susceptibilidad a la erosión hídrica y eólica. Los suelos dominantes se clasifican como *Ustipsammentes típicos*, seguidos en menor proporción por *Calciustoles petrocálcicos*.

3) *Terrazas fluviales*: comprenden suelos que se generaron a partir de materiales aluviales, de texturas contrastantes (desde Ar-Fr a Fr-arc-li), con altos contenidos de sales, sodio, peligro de anegamiento y/o napa freática cercana a la superficie. Los suelos se clasifican como *Fluvacuentes típicos* y/o *Fluvacuentes mólicos*.

4) *Cañadones o fondo de antiguas vías de agua*: se encuentran ocupados por suelos profundos, lavados, de texturas medias, generados a partir de materiales eólicos loésicos. No presentan capa de tosca y reciben agua de las áreas circundantes. En algunos casos el gradiente de las pendientes los torna susceptibles a la erosión eólica. Los suelos dominantes se clasifican como *Haplustoles típicos*.

5) *Sector de la orla litoral*: se encuentra cercano a la costa, los suelos presentan altos contenidos de sales, sodio y drenajes deficientes, generados a partir de sedimentos marinos. Estas condiciones son menos severas en aquellos sectores que presentan aportes de arenas eólicas, con espesores variables y que suprayacen a los sedimentos marinos. Las limitaciones de estos sectores, con un manto espeso de arena, se asocian a baja fertilidad química, baja retención de humedad y alta suceptibilidad a la erosión eólica.

Como se desprende de la descripción anterior, la fertilidad de los suelos del partido se encuentra empobrecida, tanto en el aspecto físico como químico, ocasionado tanto por el manejo como por las condiciones genéticas y de composición del mismo.

Por otra parte, la degradación de la estructura, tanto superficial como subsuperficial del suelo, retarda o impide la infiltración y movimiento del agua; produciendo desviaciones evidentes en raíces. En áreas con tan sólo 1% de pendiente, hay evidencias de pérdida de suelo y signos de escorrentía, particularmente al producirse lluvias erosivas sobre suelos desnudos. Asimismo se observan fenómenos de erosión eólica, produciendo suelos “enterrados”, alambrados “tapados”, acumulaciones arenosas, etc. Esto se produce especialmente cuando coinciden períodos de sequía con vientos de gran velocidad y en suelos con texturas arenosas o franco arenosas.

Según datos del Censo Nacional Agropecuario (2002), en el partido de Bahía Blanca existen un total de 266 establecimientos agropecuarios que ocupan 214.656 ha, prevaleciendo las explotaciones con menos de 500 ha.

La ganadería bovina es la actividad predominante con un 80% de la superficie total del partido (Campo natural, verdeos de invierno y de verano), en tanto que la agricultura participa con el restante 20% (trigo, avena, otros) (Gargano y Adúriz, 2000).

En cuanto al uso y manejo actual de los suelos, se puede indicar que los mismos no son sustentables, dado que comprenden una serie de actividades tales como labranzas no conservacionistas y falta de retorno de materia orgánica al suelo en niveles aceptables, además de sobrepastoreos.

El uso de la forestación en sus diversas modalidades, ya sea en forma de cortinas, montes de abrigo o protectores, o hasta en algunos casos como pequeños macizos generarían externalidades positivas, proporcionando cambios en el microclima para posibilitar la incorporación de otras actividades productivas o favorecer las existentes. No obstante, la no consideración de la actividad forestal en la región, como parte de la empresa agropecuaria, obedece principalmente a factores culturales, administrativos, que por motivos geopolíticos o socio-económicos y por proyectos de desarrollo rural basados en la expansión de las fronteras agrícolas y ganaderas han actuado en desmedro de esta producción.

El objetivo del presente trabajo es plantear modelos forestales para mejorar la sustentabilidad de los sistemas productivos tradicionales en áreas con limitantes edáficas y climáticas, para en una etapa posterior determinar y valorar los beneficios que se obtendrían al medir las externalidades positivas que generarían esos modelos.

Aquí se busca interpretar el concepto de sustentabilidad desde una visión holística, abarcando una dimensión ecológica-económica y socio-política-cultural.

Desde lo ecológico las consecuencias favorables respecto de la forestación, se asocian con los cambios en las alternativas del uso de la tierra, favoreciendo la conservación de los suelos, es decir, manteniendo su capacidad productiva y logrando un nivel de productividad sostenible. De esta manera, se evitaría el avance progresivo de la pérdida de suelos, disminuyendo los distintos procesos de degradación, ya sea por: erosión, disminución de materia orgánica, compactación y/o exportación de nutrientes. La existencia de cobertura vegetal de mayor escala regularía y realizaría modificaciones en el ambiente, contrarrestando factores restrictivos para las prácticas tradicionales de producción primaria. Otro aspecto positivo es el relacionado con la disminución en la presión sobre los bosques naturales para obtener combustible, conservando la diversidad biológica existente.

Desde lo económico puede avizorarse una mejora en la rentabilidad de los sistemas productivos al integrar la actividad silvícola a modelos agropecuarios tradicionales, diversificando la producción. Los productores agropecuarios contarían con beneficios económicos directos de los sistemas agroforestales, ya que cubrirían sus necesidades de leña y postes, y los beneficios indirectos se reflejarían en la obtención de mejores rindes de los cultivos implantados y en el resguardo del suelo y de los animales.

Por último, desde lo socio-político y cultural, el cultivo forestal contribuiría a la creación de fuentes de uso de mano de obra rural en forma más estable y con conocimientos más tecnificados, logrando un mayor y mejor asentamiento humano en el campo. Por otra parte, de producirse un significativo desarrollo de la actividad forestal en la zona, beneficiaría a pequeñas y medianas empresas propiciando el desarrollo regional, al brindar un amplio aporte en el crecimiento comunitario, agroindustrial, y demás negocios asociados a la actividad forestal.

MATERIALES Y METODOS

El clima predominante de la región es semiárido templado, con un régimen térmico que responde al clima continental, atenuado por la influencia marítima. La temperatura media anual es de 15 °C, con una máxima media anual de 21 °C y una mínima de 8 °C. El período libre de heladas es de 200 días aproximadamente. La primera helada media se produce el 28 de abril, con una variación de +/- 23 días, mientras que la última ocurre el 8 de octubre con una variación de +/- 37 días (Mormeneo, 1987).

La zona está atravesada por la isohieta de 500 mm que define dos estaciones, según la concentración de lluvias: otoño y primavera. La estación seca ocurre en invierno. Durante el período estival el clima es semiseco debido a la elevada evapotranspiración. La época primaveral se caracteriza por un régimen hídrico ústico. La precipitación anual promedio es de 541 mm y la evapotranspiración potencial es de 794 mm anuales, lo cual da un déficit de 253 mm.año^{-1} (Díaz y Mormeneo, 2003). Se registran aumentos de la velocidad y frecuencia de los vientos durante el período invernal, y es allí donde la erosión eólica cobra mayor intensidad. La dirección predominante es del cuadrante NO. La velocidad media anual de los vientos es de $22,0 \text{ Km.h}^{-1}$.

De acuerdo a los ambientes geomórficos y las características climáticas de la región, se eligieron especies forestales aptas para plantear modelos forestales que aporten beneficios directos e indirectos, tanto para los sistemas ganaderos como los agrícolas de la zona.

En esta primer etapa del proyecto se realizó un análisis de los costos de implantación de esos modelos, siguiendo la metodología de Osorio (1991). De esta forma se definieron tres centros de costos (preparación del terreno, plantación y mantenimiento) y se determinó para cada uno de ellos las distintas tareas que se desarrollan y los costos variables (insumos, mano de obra y maquinaria) por unidad de costo (hectárea).

Se determinaron todos los insumos necesarios para cada tarea considerando la cantidad requerida de ellos por unidad de costo y el precio de mercado. Para cada costo variable se consideró un componente físico: cantidad de insumos, jornales u horas máquina requerida por unidad de costo, es decir, por hectárea, y un componente monetario: precio que se debe abonar en el mercado por cada unidad de insumo, jornal u hora máquina utilizada.

Con respecto a la mano de obra se efectuó un análisis pormenorizado de los montos en concepto de servicios que la empresa debe abonar al personal en relación de dependencia, considerándose las cargas sociales directas que surgen de los porcentajes que los organismos oficiales fijan sobre los salarios. En nuestro caso se consideró mano de obra fija, la cual se abona a un encargado general, para las labores de preparación del terreno y algunas de mantenimiento, y también se consideró mano de obra variable (peones), la cual se contrata para las tareas de plantación y otras labores de mantenimiento.

El costo de las maquinarias se obtuvo teniendo en cuenta el tiempo operativo efectivo para cada labor.

RESULTADOS

De acuerdo a la caracterización edafo-climática de la región se seleccionaron dos modelos forestales:

a) Monte de abrigo: la especie forestal elegida para este modelo fue *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. ("eucalipto rostrata"), por su demostrada plasticidad en cuanto a suelos (Cozzo, 1995), la cual se dispone en un marco de plantación de 3 m x 4 m (833 pl.ha⁻¹), espacio de 12 m² que se considera suficientemente adecuado para albergar a un animal bovino adulto. Este modelo se sugiere para los ambientes geomórficos "planos interfluviales", "laderas de valles" y/o "cañadones", donde se desarrolle ganadería como actividad principal.

b) Modelo agroforestal: este sistema se propone para los ambientes de "laderas de valles" y "cañadones", donde prevalecen los cultivos cerealícolas, utilizando cortinas protectoras de doble hilera (3 m x 3 m) de la especie *Prosopis chilensis* (Mol.) Stuntz ("algarrobo de Chile"), con un espaciamiento de 30 m entre cortinas. De esta forma hay un total de cuatro dobles hileras por hectárea y una densidad igual a 264 pl.ha⁻¹.

En la Figura 2 se muestra el análisis de los costos para la implantación del monte de abrigo y en la Figura 3 se detallan los costos para el modelo agroforestal, que a continuación se describen.

a) Monte de abrigo:

Se realiza con dos meses de antelación a la plantación una rastreada cruzada, con el fin de desmalezar el lote, emparejarlo y acumular agua de precipitaciones. Esta labor se realiza en dos pasadas, una perpendicular a la otra.

Como se planifica plantar en primavera, las malezas resultan muy competitivas, por lo cual es conveniente realizar un buen control de las mismas. Por otro lado, la remoción del suelo hecha con la rastra de discos y las temperaturas más cálidas que se registran en la primavera, favorecen la germinación de éstas. Por ello, se recomienda la aplicación de glifosato con una antelación de 7 a 10 días de la plantación. La dosis a emplear depende de las malezas existentes, de su estado fisiológico y las condiciones ambientales, aunque por lo general, se aplica a razón de 2 L.ha⁻¹. En caso de que exista gramón (*Cynodon dactylon*), se

podría aumentar la dosis a $4 \text{ L}\cdot\text{ha}^{-1}$. Para el control de hormigas se emplea fipronil a una dosis de $20 \text{ cm}^3\cdot\text{ha}^{-1}$, en cobertura total.

El glifosato y el fipronil se mezclan y se agregan en una solución de 100 L de agua, con el cual se cubre una hectárea. El costo del glifosato es de $10 \text{ \$}\cdot\text{L}^{-1}$ y el de fipronil $\$296$ los 200 cm^3 . El costo de esta labor de pulverización está calculada en función de un equipo que consta de un tractor más un pulverizador de arrastre, con un botalón de 17 m de ancho y una velocidad de trabajo de $10 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$.

El día previo a la plantación se pasa un arado cincel con dos púas distanciadas una de otra 3 m para hacer la pasada en un sentido, y 2 m para la pasada perpendicular a la de 3 m. De esta forma queda un reticulado en el terreno por el cruce de las pasadas del cincel que nos indicará el lugar exacto donde irá cada planta. El cincel trabaja a profundidad y si se engancha alto en el tractor y bajo en el arado, se producirá una transferencia de peso dinámica al arado que hará que profundice más en el terreno. Ello favorecerá a la exploración radical de las plantas y facilitará la labor de plantación.

Al costo de las plantas se le debe sumar el flete desde el vivero hasta el sitio que se desea forestar. La pérdida considerada de plantines se estima en un 20%, razón por la cual se deben comprar 1.000 plantines para una hectárea, para realizar la reposición de fallas en un tiempo no mayor a un mes desde la plantación. El costo del plantín de eucalipto en la región es de $\$0,50$.

El traslado desde el vivero al campo se efectuaría con una camioneta con un carro que posee la capacidad necesaria para el transporte de los plantines. El costo aproximado por km es de $\$1,80$, y suponiendo una distancia promedio de 120 km., resultaría un costo total de $\$216$, que se deberá distribuir entre la cantidad de plantines que se compren, según las hectáreas a forestar. En este caso particular, se considera el transporte de 1.000 plantines en un viaje, con lo cual el costo del plantín en concepto de flete es $\$0,216$.

La distribución de plantines en el lote a forestar se realiza con un acoplado playo tirado por un tractor y dos peones que son los encargados de distribuir los cajones con plantas en el lote a forestar. Esta operación demanda una hora para una hectárea.

Los roedores que más daños ocasionan en las plantaciones forestales de la región, pertenecen a la especie *Lepus europaeus* ("liebre europea"). Para su control se utilizan cartuchos de polietileno de 30 cm de longitud, que se colocan alrededor del plantín, enterrándolos o sujetándolos con alambre. El costo por unidad es de $\$0,25$. Estos cartuchos serán sujetos al suelo por un alambre de 3 mm de diámetro por 0,80 m de largo, doblados en forma de "U invertida". El costo por unidad para el alambre es de $\$0,15$.

Un peón puede plantar 500 pl.día⁻¹. Los peones necesarios para esta tarea se contratan por jornal. El costo de un jornal es de \$41,28. Inmediatamente después de la plantación se ejecuta el riego de asiento, a razón de 10 L de agua por planta. Se utiliza un carro cisterna de 5.000 L de capacidad, tirado por tractor. Para esta labor se requieren dos hombres para manejar las mangueras de riego. Este equipo riega aproximadamente 400 - 500 pl.h⁻¹ (contempla tiempo de carga del equipo, traslado y tiempo efectivo de riego).

Suponiendo el reemplazo del 20% de los plantines (densidad inicial igual a 833 pl.ha⁻¹), se requerirán 167 plantines para reemplazos de las fallas. Aquí la eficiencia de plantación disminuye porque se debe proceder a retirar la planta muerta, hacer un nuevo hoyo y volver a colocar un plantín con su correspondiente protector.

Dentro de los cuidados culturales durante la primera fase (hasta tener la planta lograda), se encuentra el control de las malezas, con el objetivo de que los árboles implantados no se ahoguen por la competencia que sobre ellos pueda ejercer la vegetación espontánea que surge en el lugar. Así, se realizará un control general con rastreadas entre líneas y un control puntual, por medio de carpidas alrededor de las plantas (carpida en corona). Las carpidas en corona no se tiene en cuenta para la consideración de los costos, porque es labor que ejecuta personal permanente de la empresa agropecuaria en su tiempo ocioso, al igual que en las labores de preparación del terreno.

La pasada de una rastra de discos liviana se hace en los meses de enero y marzo durante el primer año, y en los meses de octubre, enero y marzo en el segundo año postplantación.

Riegos suplementarios se deben realizar durante la época estival (meses de noviembre, diciembre, enero y febrero), según requerimiento de agua de las plantas, generalmente uno al principio de cada mes. En total se considerarán 4 riegos por año, y se efectúan hasta tener la planta lograda (después del segundo verano). Para estos riegos suplementarios, se deben contratar los jornales necesarios para colaborar en la tarea con el encargado general de la forestación.

En caso de observarse depredación por hormigas después de la plantación, se pueden realizar controles con fipronil u otros productos hormiguicidas recomendados por el Técnico Forestal.

Otro aspecto a tener en cuenta es la ocurrencia de sequías prolongadas en la región, por lo que puede llegar a determinar un mayor número de riegos complementarios por año. Por otra parte, la maleza retirada con las carpidas puede ser colocada en el suelo alrededor de los arbolitos, ya que contribuiría a disminuir la evaporación de agua desde la capas

superficiales del suelo, atemperar la temperatura del suelo a la altura del cuello de las plantas y evitar la emergencia de malezas por ensombrecimiento. Efectos de suma importancia para ser tenidos en consideración en regiones semiáridas como es la nuestra.

Centro de costos: PREPARACIÓN DEL TERRENO

TAREAS	INSUMO			MANO DE OBRA			MAQUINARIA			COSTO TOTAL TAREA (\$/ha)
	Comp. Físico (Unid/ha)	Comp. Monetario (\$/Unid.)	COSTO TOTAL (\$/ha)	Comp. Físico (Jorn/ha)	Comp. Monetario (\$/Jorn.)	COSTO TOTAL (\$/ha)	Comp. Físico (Hs/ha)	Comp. Monetario (\$/H)	COSTO TOTAL (\$/ha)	
Rastreada cruzada							0,42	50,83	21,35	21,35
Pulverizador terrestre							0,04	292,00	11,68	61,28
Glifosato	2,00	10,00	20,00							
Fipronil	0,02	1480,00	29,60							
Cinzel (2 púas)							0,93	51,64	48,03	48,03
TOTALES			49,60			0,00			81,05	

Costo por Ha. 130,65

Centro de costos: PLANTACIÓN

TAREAS	INSUMO			MANO DE OBRA			MAQUINARIA			COSTO TOTAL TAREA (\$/ha)
	Comp. Físico (Unid/ha)	Comp. Monetario (\$/Unid.)	COSTO TOTAL (\$/ha)	Comp. Físico (Jorn/ha)	Comp. Monetario (\$/Jorn.)	COSTO TOTAL (\$/ha)	Comp. Físico (Hs/ha)	Comp. Monetario (\$/H)	COSTO TOTAL (\$/ha)	
Plantines + Flete	1.000	0,716	716,00							716,00
Distribución plantines				0,25	41,28	10,32	1,00	50,04	50,04	60,36
Plantación + Cartucho + Al.	833	0,40	333,20	1,67	41,28	68,94				402,14
Riego de Asiento				0,45	41,28	18,58	1,80	50,89	91,60	110,18
Reposición de Fallas				0,74	41,28	30,55				30,55
TOTALES			1.049,20			128,38			141,64	

Costo por Ha. 1.319,22

Centro de costos: MANTENIMIENTO

TAREAS	INSUMO			MANO DE OBRA			MAQUINARIA			COSTO TOTAL TAREA (\$/ha)
	Comp. Físico (Unid/ha)	Comp. Monetario (\$/Unid.)	COSTO TOTAL (\$/ha)	Comp. Físico (Jorn/ha)	Comp. Monetario (\$/Jorn.)	COSTO TOTAL (\$/ha)	Comp. Físico (Hs/ha)	Comp. Monetario (\$/H)	COSTO TOTAL (\$/ha)	
Rastreada entre líneas							0,83	51,06	211,90	211,90
Carpida en corona (1)										
Riegos Posteriores (2)				0,45	41,28	74,30	1,80	50,89	366,41	440,71
TOTALES			0,00			74,30			578,31	

(1) No se considera en los costos porque lo realiza personal fijo de la empresa agropecuaria.

(2) Se consideran como mínimo 4 riegos en verano.

Costo por Ha. 652,61

Figura 2: Costos para la implantación de un monte de abrigo con *Eucalyptus camaldulensis* (densidad 833 pl.ha⁻¹). Costos fijos determinados por centros de costos (preparación del terreno, plantación y mantenimiento) y desglosados a su vez en costos variables (insumo, mano de obra y maquinaria) y por componentes físicos (cantidad de insumos, jornales u horas máquina requerida por unidad de costo) y componentes monetarios (precio que se debe abonar en el mercado por cada unidad de insumo, jornal u hora máquina utilizada). La unidad de costo considerada fue la hectárea.

b) Modelo agroforestal:

Las tareas de preparación del terreno se planifican para llevarse a cabo un mes antes de la plantación, en septiembre. Se comienza con la pasada de la rastra de discos, en las líneas de plantación. Al igual que para el caso de la plantación con eucalipto, para el control en cobertura total de malezas se aplica glifosato con un coadyuvante en proporción de 1 L para 2000 L de agua. El glifosato y el coadyuvante se mezclan y se agregan en una solución de 100 L de agua, con el cual se cubre una hectárea. En este caso no se aplica fipronil para el control de hormigas porque el algarrobo no es depredado por esta plaga.

Previo a la plantación se realiza una aradura en profundidad, mediante la utilización de un cincel con dos púas, separadas a igual distancia que las líneas de plantación (3 m). La época de plantación recomendada para la especie en la zona es el mes de octubre (Caro, 2005).

La densidad de la plantación es de 264 pl. ha^{-1} , con una distribución en forma de doble hilera de 3 m x 3 m, con un espaciamiento de 30 m entre doble hilera. De esta forma hay un total de cuatro dobles hileras por hectárea.

El costo del plantín de algarrobo en los viveros zonales es de \$1,00. El traslado desde el vivero a campo se efectuaría con una camioneta, en este caso particular se considera el transporte de 317 plantines. Suponiendo una distancia promedio de 120 km y un costo aproximado de $1,80 \text{ \$. km}^{-1}$, el costo por plantín en concepto de flete, es \$0,68.

Para marcar los sitios de plantación, se debe tirar la cinta plantadora en las líneas demarcadas en el suelo por el cincel, e ir colocando los plantines cada 3 m para luego efectuar el hoyado y la plantación. El hoyado se efectúa con pala de punta.

El algarrobo es una especie muy apetecida por las liebres y por ello, al igual que en el caso de los eucalipto, se protegen las plantas con cartuchos de polietileno sujetos al suelo con alambres en forma de "U invertida". El costo por unidad es de \$0,40.

Para la tarea de marcación, hoyado y plantación se contratan dos peones por jornal. Uno de ellos efectúa el hoyado y el otro coloca el plantín y el cartucho. Inmediatamente después de la plantación se hace el riego de asiento, a razón de 10 L de agua por planta.

Dentro del mes posterior a la plantación, deberá efectuarse la reposición de aquellos ejemplares que hubiesen muerto. Los plantines necesarios para las reposiciones se consideró en el momento de la compra inicial, es decir que sólo habrá que considerar para este ítem sólo la mano de obra en los costos (Figuras 2 y 3).

Centro de costos: PREPARACIÓN DEL TERRENO

TAREAS	INSUMO			MANO DE OBRA			MAQUINARIA			COSTO TOTAL TAREA (\$/ha)
	Comp. Físico (Unid/ha)	Comp. Monetario (\$/Unid.)	COSTO TOTAL (\$/ha)	Comp. Físico (Jorn/ha)	Comp. Monetario (\$/Jorn.)	COSTO TOTAL (\$/ha)	Comp. Físico (Hs/ha)	Comp. Monetario (\$/H)	COSTO TOTAL (\$/ha)	
Rastreada liviana							0,40	45,19	36,15	36,15
Pulverizador terrestre							0,04	292,00	11,68	33,58
Glifosato	2,00	10,00	20,00							
Coadyuvante	0,05	38,00	1,90							
Cinzel (2 púas)							0,09	51,64	4,65	4,65
TOTALES			21,90			0,00			52,48	

Costo por Ha. 74,38**Centro de costos: PLANTACIÓN**

TAREAS	INSUMO			MANO DE OBRA			MAQUINARIA			COSTO TOTAL TAREA (\$/ha)
	Comp. Físico (Unid/ha)	Comp. Monetario (\$/Unid.)	COSTO TOTAL (\$/ha)	Comp. Físico (Jorn/ha)	Comp. Monetario (\$/Jorn.)	COSTO TOTAL (\$/ha)	Comp. Físico (Hs/ha)	Comp. Monetario (\$/H)	COSTO TOTAL (\$/ha)	
Plantines + Flete	317	1,68	532,56							532,56
Hoyado + Plantación	264	0,40	105,60	1,76	41,28	72,65				178,25
Riego de Asiento				0,13	41,28	5,37	0,53	50,89	26,97	32,34
Reposición de Fallas				0,47	41,28	19,40				19,40
TOTALES			638,16			97,42			26,97	

Costo por Ha. 762,55**Centro de costos: MANTENIMIENTO**

TAREAS	INSUMO			MANO DE OBRA			MAQUINARIA			COSTO TOTAL TAREA (\$/ha)
	Comp. Físico (Unid/ha)	Comp. Monetario (\$/Unid.)	COSTO TOTAL (\$/ha)	Comp. Físico (Jorn/ha)	Comp. Monetario (\$/Jorn.)	COSTO TOTAL (\$/ha)	Comp. Físico (Hs/ha)	Comp. Monetario (\$/H)	COSTO TOTAL (\$/ha)	
Rastreada entre líneas							0,63	51,06	160,84	160,84
Carpida en corona (1)										
Riegos Posteriores (2)				0,13	41,28	21,47	0,53	50,89	107,89	129,35
TOTALES			0,00			21,47			268,73	

(1) No se considera en los costos porque lo realiza personal fijo de la empresa agropecuaria.

(2) Se consideran como mínimo 4 riegos en verano.

Costo por Ha. 290,19

Figura 3: Costos para la implantación de un sistema agroforestal con *Prosopis chilensis* (densidad 264 pl.ha⁻¹). Costos fijos determinados por centros de costos (preparación del terreno, plantación y mantenimiento) y desglosados a su vez en costos variables (insumo, mano de obra y maquinaria) y por componentes físicos (cantidad de insumos, jornales u horas máquina requerida por unidad de costo) y componentes monetarios (precio que se debe abonar en el mercado por cada unidad de insumo, jornal u hora máquina utilizada). La unidad de costo considerada fue la hectárea.

Los cuidados culturales hasta plantación lograda se realizará en forma similar que lo descripto para el eucalipto. Durante la época estival (meses de Noviembre, Diciembre, Enero y Febrero) es conveniente realizar riegos suplementarios, al menos uno por mes.

Con la tecnología descrita los costos de implantación son de \$2.102,48 para el eucalipto y de \$1.127,12 para el caso del algarrobo. Más del 50% de estos costos son debidos a los insumos al momento de la plantación, esto a causa del elevado costo de los plantines en la región (Figura 4).

Si bien la preparación del suelo no tiene gran incidencia en los costos de implantación para ambos modelos, es una premisa fundamental para tener éxito en el arraigo de las plantas y lograr el establecimiento de los montes, por lo tanto, no se la debe descuidar. Por otra parte, por tratarse de suelos con problemas de almacenaje de agua, resulta importante procurar el mejor esmero para lograr una buena preparación del suelo.

EUCALIPTO	<i>Insumos</i>	<i>Mano de Obra</i>	<i>Maquinarias</i>	TOTALES
<i>Preparación Terreno</i>	2,36	0,00	3,85	6,21
<i>Plantación</i>	49,90	6,11	6,74	62,75
<i>Mantenimiento</i>	0,00	3,53	27,51	31,04
TOTALES	52,26	9,64	38,10	100,00
ALGARROBO	<i>Insumos</i>	<i>Mano de Obra</i>	<i>Maquinarias</i>	TOTALES
<i>Preparación Terreno</i>	1,94	0,00	4,66	6,60
<i>Plantación</i>	56,62	8,64	2,39	67,65
<i>Mantenimiento</i>	0,00	1,90	23,85	25,75
TOTALES	58,56	10,54	30,90	100,00

Figura 4: Incidencia porcentual de los costos de implantación de los modelos forestales, con respecto al costo total.

CONCLUSION

Los modelos planteados, a partir de la identificación de aquellos suelos con serias limitantes para el desarrollo de las actividades tradicionales, no desvían los objetivos fijados de antemano por los propietarios de los establecimientos. Por el contrario, se proponen como actividades complementarias, contribuyendo a la sostenibilidad del sistema, evitando un círculo vicioso de degradación: además de la mejora de los rendimientos esperados de las actividades agrícolas- ganaderas, se establece otra alternativa de mercado, tanto para el aprovechamiento interno (leña, postes, etc.) como para, en caso de ser necesario, la corta con fines rentables.

Por otra parte, estos modelos propuestos no excluyen la posibilidad de asociar el cultivo de *Prosopis* con la ganadería, pero no admiten asociar los eucaliptos con la agricultura por la alta competitividad de esta especie en suelos pobres como los que son objeto de análisis.

Lo anteriormente descrito, en cuanto a limitantes de los suelos, no significa que las especies y modelos que se propongan se ajusten, en su totalidad, a las distintas zonas del Partido.

De tal manera, en este trabajo, se presenta la evaluación de dos modelos forestales, en función de sus características edafológicas, con la finalidad de medir, en una segunda instancia, los beneficios que generaría el monte en pie en cuanto externalidades positivas. Para ello, se diseñará una metodología de trabajo integrando herramientas interdisciplinarias que permitan proponer las alternativas adecuadas, con un enfoque holístico y relacionado a variables que hacen al management de la empresa rural. Como parte de la misma, en este avance, se ha aplicado el criterio económico del costo, para poder determinar el costo total del monte en pie de las especies elegidas que se adaptan a los tipos de suelos marginales predominantes en la zona. Se ha trabajado con una propuesta de costos incrementales, dada la complementariedad con actividades agropecuarias tradicionales, buscando un mejor aprovechamiento de los recursos y sinergia de resultados; también, se toma en cuenta el apoyo económico no reintegrable que otorga la Ley 25.080 a los productores de la Pcia. de Buenos Aires de \$1.032 por cada hectárea forestada en secano, lo cual ayudaría a paliar en gran parte los costos totales para la implantación de los modelos.

El próximo paso será cuantificar y evaluar de forma objetiva las externalidades positivas y negativas que deriven de la adopción de la forestación como alternativa adicional y sustentable para sistemas agropecuarios tradicionales para tierras marginales del Partido de Bahía Blanca.

BIBLIOGRAFÍA

- BLANCO, M.; Amiotti, N. y Aguilar Ruiz, J. 2003. Reconstrucción de la evolución pedogenética en una toposecuencia del SO pampeano. *Ciencia del Suelo*, 21:59-70.
- CARO, L.A. 2005. Tecnología de la multiplicación de *Prosopis chilensis* (Mol.) Stuntz para la región semiárida pampeana. Tesis de Magister. Dpto. de Agronomía - UNS. 196 p.
- CENSO NACIONAL AGROPECUARIO. 2002. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC). <http://www.ingec.gov.ar>
- COZZO, D. 1995. Silvicultura de Plantaciones Maderables. Orientación Gráfica Ed. S.R.L., Buenos Aires. Tomo I y II, 905 p.
- DIAZ, R.A. y Mormeneo, I. 2003. Zonificación del clima de la región pampeana mediante análisis de conglomerados por consenso. *Rev. Arg. Agrometeorología*, 2:125-131.

- GARGANO, A. y Adúriz, M. 2000. Integral farming models for Bahía Blanca and Coronel Rosales, Argentina. Arch. Latinoam. Prod. An., 8:1-10.
- MORMENEO, I. 1987. Fechas extremas y riesgo de heladas para Bahía Blanca y Argerich. Actas II Congreso Interam. de Meteorología y V Congreso Arg. de Meteorología, B. Aires. p. 15.7.1 - 15.7.4.
- OSORIO, O. 1991. La capacidad de producción y los costos. Ed. Macchi, Buenos Aires. 494 p.

EVALUACION DE LA DISPERSION DEL NEMATODO PARASITICO *Beddingia siricidicola* B. EN ÁRBOLES ATACADOS POR *Sirex noctilio* F.

EVALUATION OF NATURAL DISPERSION OF PARASITIC NEMATODE *Beddingia siricidicola* B. IN *Sirex noctilio* F. ATTACKED TREES

Edgar Eskiviski¹

Gabriela Faraldo²

Iris Figueredo²

Marcela Núñez Cresto³

1-Ing. Ftal. M.Sc. Técnico INTA EEA Montecarlo. Av. El Libertador 2472 (3384) Montecarlo, Mnes. E-mail: eeskiviski@montecarlo.inta.gov.ar

2-Tec. Univ. Sanemiento Ambiental. Laboratorio Cría de nematodos INTA EEA Montecarlo.

3-Ing. Ftal. MNC Servicios Forestales. Capioví, Mnes.

SUMMARY

The nematode *Beddingia siricidicola* is the main method for the wood wasp *Sirex noctilio* control. This nematode sterilizes *S. noctilio* female. The site of study was a nine years old *Pinus taeda* forests localized in Santo Tome, Corrientes, where the nematodes have been checked to be not present naturally. Trees damaged for the wasp were inoculated with the nematode, and in next year 82 a total of attacked trees were evaluated until 3000 meters from de inoculations points. From each affected tree was taken wood samples from three highs: bottom, middle and top. *Beddingia siricidicola* was more frequently in the top region than in the bottom where the nematode level was much lower. Natural dispersion of the nematode was registered uniformly until a radio of 1500 meters from the inoculation points. Among the 1500 and 3000 meters the nematodes level was reduced significantly.

Key words : *Beddingia siricidicola*, *Sirex noctilio*, control, dispersion.

RESUMEN

El método mas efectivo para el control de la avispa de los pinos *Sirex noctilio* es el nematodo *Beddingia siricidicola* que tiene la capacidad de esterilizar a los insectos hembra

de la plaga. En plantaciones de *P. taeda* de 9 años localizados en Santo Tomé, Corrientes, sin presencia natural del nematodo, se realizaron inoculaciones del mismo en árboles afectados por *S. noctilio*. Al año siguiente se evaluaron 82 árboles recientemente afectados por la plaga localizados a una distancia de hasta 3000 m de los puntos de inoculación del año anterior. De cada uno de estos árboles se tomaron muestras de madera de tres alturas del tronco: inferior, medio y superior. La mayor presencia de nematodos fue observada en las muestras tomadas en la parte superior de los troncos, siendo la presencia en la parte inferior de los troncos significativamente menor. La dispersión natural de *B. siricidicola* se registró en forma uniforme dentro de un radio de 1500 metros de los puntos de inoculación del año anterior. En un radio de entre 1500 y 3000 metros los niveles de nematodos se reducen significativamente.

Palabras clave: *Beddingia siricidicola*, *Sirex*, control, dispersión

INTRODUCCIÓN

El nematodo *Beddingia siricidicola* es el principal controlador biológico de la avispa de los pinos *Sirex noctilio*. El uso de este agente de control fue clave para reducir los niveles poblacionales de la plaga en Australia y Brasil donde la avispa produjo considerables daños económicos. El organismo presenta dos ciclos de vida, uno denominado micetófago, se desarrolla en la madera afectada por *Sirex noctilio*, donde se alimenta del hongo *Amylostereum areolatum* que es simbionte de la avispa y donde es introducido cuando la hembra realiza la postura de los huevos ya parasitados por el nematodo. Otra parte del ciclo de vida el nematodo se produce en el interior del cuerpo del insecto, en el cual ingresa cuando *S. noctilio* se encuentra en estado de larva en el interior de la madera. Los nematodos juveniles invaden el aparato reproductor de las hembras de la avispa, produciendo la esterilidad en la mismas y diseminando el nematodo en otros árboles atacados (Bedding, 1992).

En relación al desplazamiento del nematodo en la madera Bedding (1972) menciona que dentro de la madera viva o recientemente muerta y muy húmeda la migración de *B. siricidicola* es muy baja, y comienza a aumentar cuando el contenido de humedad, en peso seco, es menor al 50%. Cuando la madera comienza a perder humedad los nematodos pueden ser encontrados donde hay hongo en crecimiento. Niewer (1994) determinó que en condiciones de laboratorio el nematodo puede migrar hasta 55 cm en un

período de 3 semanas y que este organismo presenta una tendencia a concentrarse en ciertas regiones donde encuentra condiciones más favorables, no presentando una distribución espacial uniforme.

El método de evaluación de chips de madera fue utilizado por HAUGEN y UNDERDOWN (1991) con el objetivo de establecer un método rápido de evaluación de presencia de nematodos en árboles afectados por *S. noctilio* y determinar de esta manera la dispersión natural de su principal controlador biológico.

En el presente trabajo se evalúa la dispersión natural de *B. siricidicola* a partir de la determinación de los niveles de nematodos en tres alturas de los troncos y su distribución espacial en distancias de hasta 3000 metros de los puntos de liberación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en forestaciones de *Pinus taeda* de nueve años de edad localizadas en los campos denominados San Mateo y Mainumbí, pertenecientes a la Empresa Bosques del Plata S.A. en el Departamento Santo Tomé, Corrientes. En los meses de junio y julio de 2004 se realizó la inoculación de nematodos *B. siricidicola* en los árboles que presentaban síntomas de ataque de la avispa, siendo cada uno de los puntos de inoculación geoposicionado. En el mes de septiembre siguiente se tomaron al azar 15 trozas de árboles inoculados y 5 sin inocular en forma aleatoria y distribuida uniformemente en la forestación. Estas fueron colocadas en jaulas, procediéndose entre los meses de octubre a enero la revisión diaria, captura de los insectos emergidos y observación del aparato reproductor bajo lupa. Se determinó la presencia o ausencia de nematodos en los testículos de los machos y en los ovarios de las hembras.

Durante junio y julio del año siguiente se realizó la marcación y apeo de árboles con síntoma de ataque de *S. noctilio* localizados hasta una distancia de 3000 metros del punto de inoculación de nematodos mas cercano realizado el año anterior. Fueron evaluados un total de 82 árboles. En los árboles que efectivamente se encontraron atacados por *S. noctilio* se realizó la extracción de muestras de madera (chips) y la evaluación de la presencia de nematodos por medio de la metodología usada por Haugen y Underdown (1991). Los árboles fueron apeados, dividiéndose el fuste en tres partes iguales, con lo que quedaron establecidas tres alturas para la extracción de muestras de madera (chips) denominadas inferior, media y superior. De cada una de estas alturas se tomaron tres muestras, siendo la extracción del chip de madera realizada por medio de un hacha pequeña. Las muestras de madera fueron colocadas en bolsas de plástico correctamente

identificadas, refrigeradas y en estas condiciones transportadas hasta laboratorio de INTA EEA Montecarlo. Cada uno de los puntos de obtención de chips fue geoposicionado y al igual que los puntos de inoculación de nematodos del año anterior volcados a un sistema de información geográfica. En laboratorio los chips fueron sumergidos en frascos conteniendo 200 ml de agua por un período de 24 a 36 hs. La solución resultante fue volcada en probetas y dejada en reposo por un período de al menos dos horas. Por medio de una pipeta se extrajo el líquido desde la parte superior dejando los últimos 30 ml conteniendo los nematodos decantados en la parte inferior del mismo. La solución restante fue mezclada y se extrajeron tres muestras de 1 ml cada una. Estas fueron volcadas en cajas de Petri y se realizó el recuento de los nematodos bajo lupa en aumento 40x. Se determinó el promedio de las tres observaciones y se estableció el número de nematodos estimados para los 30 ml de solución. Para el análisis de los datos se definieron los niveles de presencia de nematodos en los chips en función de una escala de 5 grados. La misma fue adaptada de la utilizada por Haugen y Underdown (1991) y en este caso se tiene en cuenta el número de nematodos estimados para los 30 ml de solución (**Tabla 1**).

Tabla 1. Nivel de nematodos asignados según la cantidad observada.

Table 1. Nematodes level according to the amount observed.

Nematodos observados	Nivel asignado
0	0
1 - 400	1
401 - 1000	2
1001 - 8000	3
Más de 8000	4

En el análisis de presencia de nematodos en las alturas evaluadas se consideraron únicamente los árboles donde fue observada la presencia de nematodos en por lo menos uno de los chips evaluados. Para la distancia de dispersión se establecieron tres categorías en función del punto de inoculación más cercano realizado el año anterior:

- 1 – hasta 500 m del punto de inoculación más cercano.
- 2 – entre 500 y 1500 m del punto de inoculación más cercano.
- 3 – entre 1500 y 3000 m del punto de inoculación más cercano.

El análisis de los datos y la determinación de los niveles de nematodos presentes en las alturas y distancias evaluadas se realizaron los análisis de la varianza y test de comparación de medias de Tuckey. El paquete estadístico utilizado fue Info Stat (Universidad Nac. de Córdoba).

RESULTADOS Y DISCUSION

- Evaluación de parasitismo en árboles inoculados:

En la **tabla 2** se muestra los niveles de parasitismo según lo observado en las avispas emergidas. Se determinó la emergencia de insectos parasitados por el nematodo de los árboles inoculados y la ausencia de insectos parasitados en las avispas emergidas de las trozas de árboles sin inocular.

Tabla 2. *Sirex noctilio* emergidos y parasitados por *B. siricidicola* en árboles inoculados y sin inocular con el nematodo.

Table 2. *Sirex noctilio* emerged and parasites for *B. siricidicola* on inoculated and non-inoculated trees.

	Machos	Hembras	Total	Parasitados	% parasit.
Inoculados	143	43	186	42	22,6
Sin inocular	57	40	97	0	0

Se determinó que un 22,6% de las avispas emergidas presentaron parasitismo del nematodo, sin embargo en las trozas de árboles sin inocular se no se observó la presencia natural del nematodo *B. siricidicola*. Esto estaría determinando la ausencia de dispersión natural del controlador biológico en el sitio de estudio, considerándose a los puntos de inoculación como fuentes de dispersión de los nematodos.

- Presencia del nematodo en tres alturas del tronco

El análisis de la varianza de la presencia de nematodos en las tres alturas evaluadas se determinó que existen diferencias estadísticamente significativas en el nivel de nematodos a distintas alturas del tronco. Como era de esperar no se produjeron diferencias significativas en el nivel de nematodos de los distintos chips obtenidos en una misma altura del tronco (repeticiones) (**Tabla 3**).

Tabla 3. Análisis de la variancia del número en tres alturas evaluadas. En árboles de *P. taeda* atacados por *S. noctilio*, Santo Tomé, Corrientes.

Table 3. Variance analysis of height evaluates. *Pinus taeda* attacked for *S. noctilio*, Sto. Tomé, Ctes.

Fuentes de variación	Suma cuadrados	G.L.	Cuadrados medios	F - ratio	P - value
Repetición	0.15	2	0.18	0,18	0,8337
Altura	6.25	2	3.12	7.74	0,0005 *
Error	212.32	526	0.40		
Total	218.71	530			

La mayor presencia de nematodos dispersados naturalmente por *S. noctilio* fue determinada en los chips provenientes de la región superior de los troncos. En el test de Tuckey, la media del nivel de presencia de nematodos en esta región no se diferenció significativamente del nivel de presencia de nematodos en la región media (**Figura 1**).

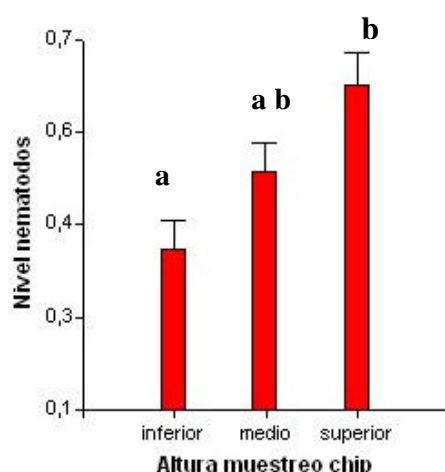


Figura 1. Nivel medio de nematodos en chips y desvío estándar en tres alturas evaluadas. Árboles de *P. taeda* atacados por *S. noctilio*. Santo Tomé, Corrientes. Medias seguidas por la misma letra no muestran diferencias significativas ($p = 0.05$).

Figure 1. Nematode level in chips and standard deviation. Three evaluated height on *Pinus taeda* attacked for *S. noctilio*. Santo Tomé, Corrientes. Averages followed for same letter sowed non significant difference ($p = 0.05$).

La mayor presencia de nematodos en la región superior de los troncos estaría relacionada con una preferencia de las hembras de *S. noctilio* para realizar las posturas de sus huevos en las regiones más altas de los árboles. Penteadó *et al.* (1998), evaluando la

emergencia de insectos a distintas alturas del tronco determinó que la mayor presencia de insectos se produce entre los 30 y 80 % de la altura total del tronco. La menor presencia de nematodos en la parte inferior del tronco estaría relacionada por la preferencia de las hembras a realizar las posturas en zonas con menor espesor de corteza, que estaría actuando como una barrera física. Además esta parte del árbol una vez afectada por la avispa es la que mantiene los mayores contenidos de humedad (Penteado *et al.*, 1998). Esto actúa en contra de un óptimo desarrollo del hongo *A. areolatum* que es la fuente de alimento de los nematodos. Como el vehículo de dispersión natural del nematodo *B. siricidicola* son las hembras de *S. noctilio* parasitadas por este nematodo, los mayores desarrollos en las regiones superiores de los troncos estarían relacionados con una mayor predisposición de las hembras a realizar las posturas en esa región, sumado a las condiciones de humedad que favorecen un mejor desarrollo del nematodo.

- Evaluación de la distancia de dispersión de nematodos

La evaluación de los niveles de presencia de nematodos a distintas distancias de los puntos de inoculación mostró diferencias significativas entre las distancias evaluadas (**Tabla 3**).

Tabla 4. Análisis de la varianza de los niveles de nematodos observados en troncos de *P. taeda* atacados por *S. noctilio* en tres distancias de los puntos de inoculación.

Table 4. Variance analysis of nematode levels in *Pinus taeda* attacked for *S. noctilio*, in three distances from inoculation points.

Fuentes de variación	Suma cuadrados	G.L.	Cuadrados medios	F - ratio	P - value
Distancia	3.24	2	1.62	4,78	0,0087 *
Error	249.16	735	1.62	4,78	0,0087
Total	252.4	737	0.34		

Los niveles de presencia de nematodos no presentaron diferencias significativas entre los observados en un radio de hasta 500 m y entre 500 y 1500 metros de los puntos de inoculación. Estos si fueron significativamente mayores que los observados en árboles localizados entre 1500 y 3000 metros de los puntos de inoculación (**figura 2**).

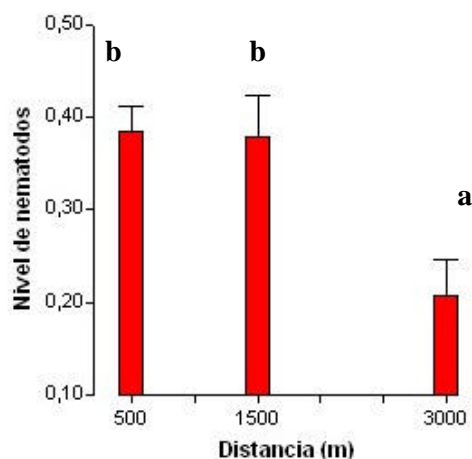


Figura 2. Nivel medio de nematodos en chips y desvío estándar en tres distancias alturas evaluadas. Árboles de *P. taeda* atacados por *S. noctilio*. Santo Tomé, Corrientes. Medias seguidas por la misma letra no muestran diferencias significativas a ($p = 0.05$).

Figure 2. Nematode level in chips and standard deviation in three distances from inoculation points. *Pinus taeda* trees attacked for *S. noctilio*, Santo Tomé, Corrientes. Averages followed for same letter sowed non significant difference ($p = 0.05$).

Los niveles de nematodos en las distancias evaluadas a partir de los puntos de inoculación muestran una similar dispersión de nematodos tanto en el radio de hasta 500 metros, como en el comprendido entre los 500 y 1500 metros desde los lugares de liberación de nematodos. Esto datos estarían mostrando que las avispas una vez emergidas, si disponen de árboles que consideran apropiados para realizar sus posturas, se dispersan en forma uniforme por un radio de por lo menos 1500 metros. Los árboles atacados en un radio de entre 1500 y 3000 metros presentaron un nivel medio de presencia de nematodos significativamente menor, en comparación a los que se encontraban hasta una distancia de hasta 1500 metros. Estudios complementarios son necesarios con el objeto de determinar la dispersión natural del nematodo a mayores distancias de las evaluadas, como así también la relación entre los niveles de nematodos en la madera y el parasitismo producido por este.

CONCLUSIONES

- Los mayores niveles de presencia de nematodos *B. siricidicola* dispersados naturalmente en árboles de *P. taeda* atacados por la avispa *S. noctilio* fueron registrados en los chips correspondientes al tercio superior de los troncos.

- La dispersión natural de *B. siricidicola* se registró en forma uniforme dentro de un radio de 1500 metros de los puntos de inoculación del año anterior. En un radio de entre 1500 y 3000 metros los niveles de nematodos se reducen a la mitad.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BEDDING, R.A. 1972. Biology of *Deladenus siricidicola* (Neotylenchidae) an entomophagous–mycetophagous nematode parasitic in siricid woodwasps. *Nematologica* 18: 482 – 493.
- BEDDING, R.A. 1992. Biological control of *Sirex noctilio* using the nematode *Deladenus siricidicola*. In: BEDDING, R.A.; AKHURST, R.J.; KAYA, H. Nematodes and the biological control of insect pests. Melbourne. CSIRO. pp. 11 – 20.
- HAUGEN, D; UNDERDOWN, M. 1991. Woodchip sampling for the nematode *Deladenus siricidicola* and the relationship whit percentage of *Sirex noctilio* infected. *Aust. For.* 54 (1 & 2), pp. 3 – 8.
- NIEFER, I. 1994. Deslocamento do nematoide *Deladenus siricidicola* Bedding (Neotylenchidae) dentro da madeira de *Pinus taeda* L. em condições de laboratório. Tesis de maestría en Ciencias Forestales, Universidad Federal do Paraná, BR. 110 pp.
- PENTEADO, S.; OLIVEIRA, E.; IEDE, E. 1998. Métodos de amostragem para avaliação dos níveis de ataque de *Sirex noctilio* em plantios de *Pinus taeda* e para monitoramento da eficiencia de seus inimigos naturais. En: *Proceedings of a Conference: Training in the Control of Sirex noctilio by the Use of Natural Enemies*. E. Iede, E. Schaitza, S. Penteadó, R. Reardon, S. Murphy (Editores). USDA, US Forest Service, EMBRAPA. Pp. 53 – 61.

**EVALUACION DE INSECTICIDAS PARA CONTROL DEL PULGON DE LOS
PINOS *Cinara atlantica* W. EN PLANTACION DE *Pinus taeda* L.**

**EVALUATION OF INSECTICIDES TO CONTROL OF APHID PINE *Cinara
atlantica* W. IN *Pinus taeda* L. PLANTATION**

Edgar Eskiviski¹

Juan P. Agostini²

Olga R. de Coll³

- 1- Ing. Ftal. (M.Sc.) INTA EEA Montecarlo. Av. El Libertador 2472, C.P. (3384) Montecarlo, Misiones. E-mail: eeskiviski@montecarlo.inta.gov.ar
- 2- Ing. Agr. (Ph.D.) INTA EEA Montecarlo y Cátedra de Protección Ftal. Facultad de Ciencias Ftales. U.Na.M.
- 3- Ing. Agr. (Dr.) INTA EEA Montecarlo.

SUMMARY

The aphid pine *Cinara atlantica* develop its lives cycle in local *Pinus* plantations. Damages in form of the tree and growth reduction are implicated with the presence of the insect. Two experiments were set for evaluation of the action of four insecticides and four doses of Confidor 200 to *C. atlantica* control. The study was carried out in a nine years old plantation of *P. taeda* localized in Puerto Piray, Misiones. The insecticides evaluated were Imidacloprid (Confidor 200 SL) in stem application; Cipermetrina + Clorpirifos, Etion and Imidacloprid in foliar application at the normal rate and the control without application. In addition, was evaluated four doses of Confidor 200 SL: 0,5; 1; 2 and 4 ml for each centimeter of stem diameter of the tree. All treatments with Imidacloprid applied on the stems on stems showed an aphid control for 50 days since insecticide application. The treatments whit foliar application showed seven days residual effect. Complementary studies are necessary to adjusts Confidor 200 doses.

Key words : *Cinara atlantica*, *Pinus*, quimical control.

RESUMEN

El pulgón de los pinos *Cinara atlantica* desarrolla su ciclo de vida en las especies del género *Pinus* cultivadas en la región. Malformaciones y pérdidas de crecimiento en altura en los primeros años están relacionadas a la presencia de este insecto. Se establecieron dos experimentos para evaluar cuatro insecticidas y cuatro dosis de Confidor 200 en el control de *C. atlantica*. El sitio de estudio fue una plantación de nueve meses de edad de *P. taeda* localizada en Puerto Piray, Misiones. Los insecticidas evaluados fueron: Imidacloprid (Confidor 200 SL) en aplicación sobre el tallo de las plantas; Cipermetrina + Clorpirifos, Etion e Imidacloprid en aplicación en dosis comerciales y un testigo sin aplicación. Se evaluaron además las siguientes dosis del insecticida Confidor 200 SL: 0,5; 1; 2; y 4 ml por cada cm de diámetro del tallo. En todos los tratamientos con Imidacloprid con aplicación en los troncos se observó un control de las colonias hasta 50 días desde la aplicación del producto. Los tratamientos con insecticidas de aplicación foliar evaluados no presentaron residualidad mayor a siete días. Estudios complementarios son necesarios con el objeto de ajustar la dosis recomendable del insecticida Confidor 200.

Palabras clave: *Cinara atlantica*, *Pinus*, control químico.

INTRODUCCION

El pulgón de los pinos *Cinara atlantica* desarrolla su ciclo de vida en plantas jóvenes de *Pinus*, alimentándose de los líquidos del floema y en algunos casos provocando graves malformaciones en el extremo apical de los mismos y pérdida de crecimiento en altura (Penteado *et al.*, 2000; Iede *et al.*, 2003). Desde que fue detectada su presencia en la región se llevaron a cabo seguimientos con el objeto de determinar las características biológicas de la especie y de los enemigos naturales presentes, determinándose que *C. atlantica* presenta dos picos poblacionales en el año, el principal durante la primavera y uno menor en los meses de otoño (Eskiviski, *et al.*, 2003), siendo los insectos de la familia Coccinellidae los principales enemigos naturales presentes (Eskiviski *et al.*, 2005).

En función a los riesgos ambientales asociados al uso de métodos químicos de control, los mismos son recomendados para las especies de *Cinara* en plantaciones de alto valor comercial como bancos clonales o huertos semilleros, solamente en caso de explosiones poblacionales (Penteado, *et al.*, 2000). Para el control químico de los

áfidos se recomienda el uso de insecticidas sistémicos (dimetoato, acefato, imidacloprid) o de contacto (diazinon, dursban, malathion, carbaryl), recomendándose también el uso de aceites (Cranshaw, 1999). La posibilidad de utilización de control químico de los pulgones del pino en el marco de un *manejo integrado*, sería posible si el producto actuara en forma selectiva sin afectar a los enemigos naturales, presentara alta residualidad y sin producir efectos tóxicos para el ambiente y el hombre. Los productos que más se aproximan a estas características mencionadas pertenecen al grupo de los nicotinoides, específicamente la molécula Imidacloprid (Sousa, 2003). Wilcken *et al* (2003, b) recomiendan el uso de control químico en *C. atlantica* en el caso de situaciones extremas, siendo el acefato e imidacloprid las moléculas más adecuadas para el control.

El modo de acción de imidacloprid es por ingestión, contacto y vía sistémica, interviniendo en la transmisión de estímulos en el sistema nervioso de los insectos. Reemplaza a la acetilcolina como transmisor químico de impulsos nerviosos, atacando una proteína receptora. El efecto del producto provoca disturbios en el sistema nervioso produciendo la muerte lenta de los insectos (CASAFE, 1999).

En el presente trabajo se evalúa la acción de 4 insecticidas, dos de principio activo imidacloprid (en distintas formas de aplicación) y otros de uso corriente en otras plagas. Son evaluados también 4 dosis de imidacloprid de aplicación en la base de los troncos.

MATERIALES Y METODOS

El presente estudio fue realizado en una plantación de *Pinus taeda* de nueve meses de edad localizada a la altura del kilómetro 6 sobre la Ruta Provincial 16, en el acceso a localidad de Puerto Piray, Departamento Montecarlo, Misiones. Se llevaron a cabo en forma simultánea dos experimentos: la evaluación en el control de *C. atlantica* de cuatro insecticidas y la evolución de cuatro dosis del insecticida imidacloprid de aplicación en el tronco.

? Experimento 1:

- Tratamiento 1. Control, sin aplicación de insecticida.
- Tratamiento 2. Imidacloprid (Agtrol - Matrero) [35 gr]. Aplicación foliar al 0,4 ‰ de principio activo.

- Tratamiento 3. Imidacloprid (Confidor 200 SL) [200 gr]. Aplicación sobre el tallo de las plantas en dosis de 2 ml / cm de diámetro del tallo a 10 cm del suelo, en concentración de 20% de principio activo.
- Tratamiento 4. Insecticida F.A.V. (Cipermetrina + 10.5 g Clorpirifos) [10.5 gr + 1 gr]. Aplicación foliar en dosis de 0,5 % de concentración de principio activo.
- Tratamiento 5. Etion (Rhodocit) [50 %]. Aplicación foliar en dosis al 0,15% de concentración de principio activo.

La aplicación de insecticida en los tratamientos 2, 4 y 5 se realizó por aspersión utilizando una mochila de 20 litros de acción manual marca Jacto. En el tratamiento 3 la aplicación se realizó por medio de un aspersor especial aplicando directamente el producto sin diluir sobre el tallo de la planta.

? Experimento 2:

Se evaluaron 4 dosis del insecticida Imidacloprid (Confidor 200 SL) [200 gr] aplicado sin dilución por medio de aspersión en la base del tallo. Los tratamientos evaluados fueron los siguientes:

Tratamiento 1. Control.

Tratamiento 2. 0,5 ml / cm de diámetro del tallo.

Tratamiento 3. 1 ml / cm de diámetro del tallo.

Tratamiento 4. 2 ml / cm de diámetro del tallo.

Tratamiento 5. 4 ml / cm de diámetro del tallo.

En ambos experimentos cada insecticida o dosis a evaluar fue considerada como un tratamiento. El diseño estadístico utilizado fue de bloques al azar, con 5 tratamientos y 4 repeticiones. Cada repetición estuvo compuesta por una parcela de 15 plantas (3 x 5 plantas), siendo la unidad observacional una rama de la parte superior de cada planta, seleccionada por la presencia de pulgones en el momento previo a la instalación del ensayo.

La metodología de evaluación de la presencia de pulgones fue la cuantificación de las colonias de este insecto en ramas marcadas, por medio de la escala de 5 grados, donde 0 es ausencia de nematodos y 4 corresponde a más de 100 nematodos (Eskiviski, 2003). Las evaluaciones se realizaron antes de la aplicación del producto (día 0) y luego

a los 1, 3, 7, 14, 28, 36, 42, 50, 56, 64 y 70 días de la única aplicación de los productos. Los resultados fueron analizados por medio del análisis de la varianza y test de comparación de medias. Los análisis estadísticos se realizaron por medio del paquete estadístico Info Stat (Universidad Nac. de Córdoba).

RESULTADOS

? Experimento 1.

El insecticida que presentó mayor residualidad fue el Confidor 200 con aplicación en la base de tronco de la planta. Este insecticida comenzó a tener efectos al tercer día de su aplicación y los mismos fueron significativos hasta el día 28 (**Tabla 1**).

Tabla 1. Tamaño de las colonias de *C. atlantica* en distintas fechas de observación, según escala. Evaluación de cuatro insecticidas en *Pinus taeda* de 1 año de edad, Pto. Piray, Misiones.
Table 1. Colonies size of *C. atlantica* in observational dates. Evaluation four insecticides on one year old *P. taeda* plantation, Pto. Piray, Misiones.

Fecha	21-Abr	28-Abr	19-May	27-May	30-Jun
Días	0	7	28	36	70
Control	1,58 a	0,96 a	0,54 a	0,42 a	0,04 a
Imidacloprid foliar	1,75 a	0,25 a b	0,71 a b	0,29 a	0 a
Confidor 200 (tronco)	1,92 a	0,29 b	0,08 b	0,08 a	0 a
Cipermetrina/Clorpirifos	2,00 a	0 b	0,67 a b	0,42 a	0 a
Etion	2,08 a	0 b	0,62 a b	0,25 a	0,13 a

Letras distintas indican diferencias significativas ($p = 0.05$)

Different letter indicated significant difference ($p = 0.05$).

Los efectos de los insecticidas de contacto, Etion y Cipermetrina + Clorpirifós, fueron evidentes hasta los 14 días desde su aplicación. En el caso de las plantas tratadas con el insecticida Imidacloprid (foliar), no se diferenciaron significativamente del tratamiento control más allá de observación de la observación del día 7. La evolución del tamaño de las colonias de los pulgones en cada uno de los tratamientos evaluados se presenta gráficamente en la **figura 1**.

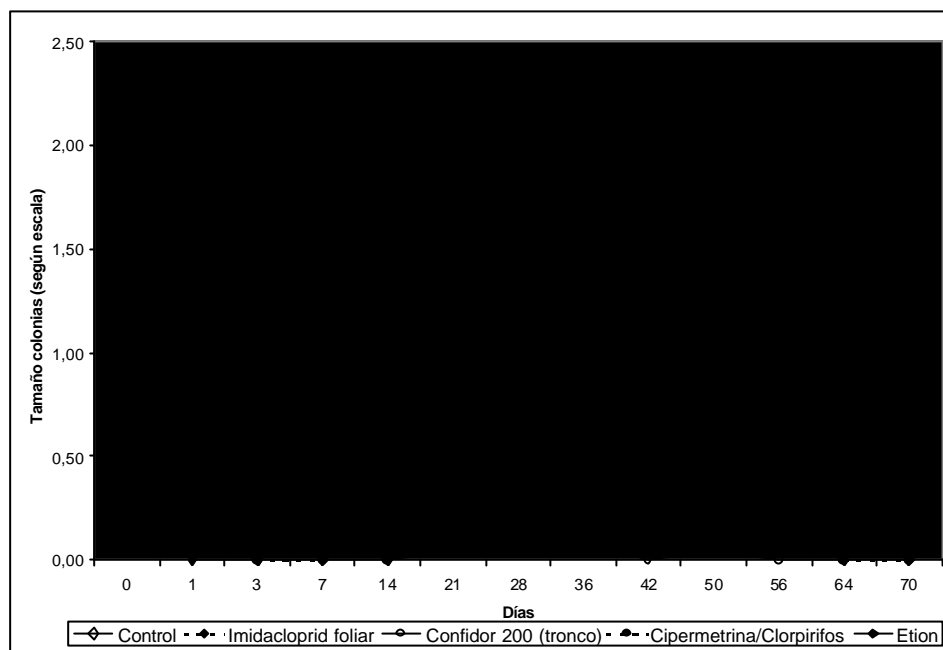


Figura 1. Evolución del tamaño de las colonias de pulgones en cinco tratamientos de insecticidas evaluados. Plantas de *P. taeda* de 1 año de edad. Puerto Piray, Misiones.

Figure 1. Aphid colonies evolution in five insecticide treatments. One year old plantation of *P. taeda*, Puerto Piray, Misiones.

? Experimento 2.

En la evaluación realizada de la acción del insecticida Confidor 200 se observó una disminución de las colonias de *C. atlantica* con las cuatro dosis del insecticida evaluadas. A partir del séptimo día se observaron diferencias significativas en los efectos de la aplicación de las distintas dosis del producto, principalmente en las dosis más altas con relación al control sin tratar. La residualidad en las cuatro dosis se observó hasta pasados los 50 días de aplicados los tratamientos con nula presencia de colonias de pulgones en los árboles tratados. Las medias del tamaño de las colonias para cada una de las observaciones se presentan en la **Tabla 2**. La evolución de las colonias durante todo el período de observación se representa gráficamente en la **Figura 2**.

Efecto de toxicidad fue observado en los cuatro tratamientos con quemado de acículas. El grado de toxicidad en las plantas de pinos estuvo en relación directa a la dosis utilizada del producto.

Tabla 2. Tamaño de las colonias de *C. atlantica* en distintas fechas de observación, según escala. Evaluación de cuatro dosis del insecticida Confidor 200 en tronco de *Pinus taeda* de 1 año de edad, Pto. Piray, Misiones.

Table 2. Colonies size of *C. atlantica* in observational dates. Evaluation four Confidor 200 doses on one year old *P. taeda* plantation, Pto. Piray, Misiones.

Fecha	21-Abr	28-Abr	19-May	10-Jun	30-Jun
Dias	0	7	28	50	70
Control	1,58 a	0,96 a	0,54 a	0,50 a	0,04 a
0,5 ml/cm de diam.	2,3 a	0,29 a b	0,08 a	0 b	0 a
1 ml/cm de diam.	1,4 a	0,17 b	0 a	0 b	0 a
2 ml/cm de diam.	1,8 a	0,13 b	0,08 a	0 b	0 a
4ml/cm de diam.	2,0 a	0,04 b	0,17 a	0 b	0 a

Letras distintas indican diferencias significativas ($p = 0.05$) según test de Tuckey.

Different letter indicated significant difference ($p = 0.05$). Tuckey test.

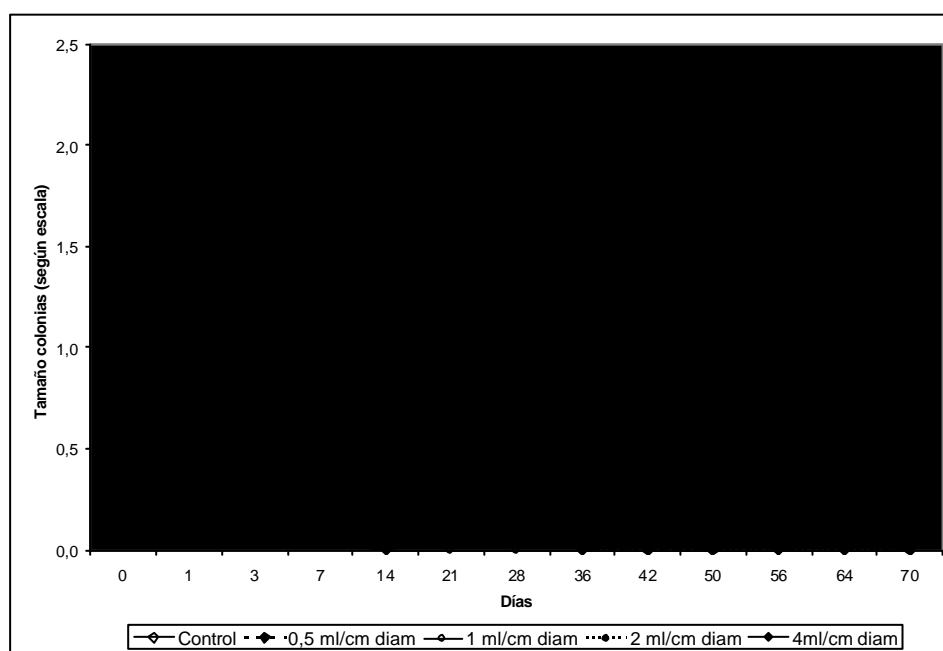


Figura 2. Evolución del tamaño de las colonias de pulgones según cuatro dosis del insecticida Confidor 200. Plantas de *P. taeda* de 1 año de edad. Pto. Piray, Misiones.

Figure 2 Aphid colonies evolution in four doses and control of Confidor 200 treatments. One year old plantation of *P. taeda*, Puerto Piray, Misiones.

DISCUSION

La utilización de insecticida sobre la base de Imidacloprid en aplicación foliar en la dosis utilizada demostró no tener efecto residual prolongado para el control de *C. atlantica*. Sin embargo la utilización de este mismo principio activo aplicado directamente sobre los troncos de las plantas presenta buenos resultados. Con respecto a este mismo insecticida, otros estudios en condiciones de vivero determinaron si es aplicado en riego alcanza una residualidad de entre 29 a 90 días desde la aplicación del producto (Wilcken *et all.*, 2003 (a) y Sousa, 2003). La aplicación de Imidacloprid por medio de riego y con gel acondicionador del suelo en vivero de *P. taeda*, alcanza una residualidad de entre 80 a 120 días (Castro Faría, 2004). La posibilidad de uso de un producto con aplicación en forma direccionada sobre los troncos, permitiría reducir en forma significativa la posibilidad de daño sobre los enemigos naturales presentes.

CONCLUSIONES

Los insecticidas basados en el principio activo Imidacloprid presentan las mejores condiciones para ser utilizados en el control químico de la plaga. Por los resultados obtenidos en el presente estudio y teniendo en cuenta referencias de los trabajos realizados en Brasil, es conveniente continuar con los ensayos en la región con el objetivo de determinar la forma de aplicación y dosis de este insecticida que optimice el control de *C. atlantica*.

BIBLIOGRAFIA

- CASAFE. 1999. Guía de Productos Fitosanitarios. Cámara de Sanidad Agropecuaria y Fertilizantes República Argentina. Novena edición. Buenos Aires, Argentina. 1600 pp.
- CASTRO FARIA, A. B. 2004. Controle do Pulgão-do-Pinus (*Cinara spp.* (Curtis), Hemiptera: Aphididae), com aplicação de Imidacloprid. Tesis de dissertação de Mestrado en Ingenieria forestal. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, PR, Brasil. 60 pp.
- CRANSHAW, W.S. 1999. Insect series. Trees and shrubs. Aphis on shade trees and ornamentals. N° 5.511. Colorado State University Cooperative Extension. Colorado, U.S.A. 2 pp.

- ESKIVISKI, E.; Toloza, R.; Agostini, J.; De Coll, O. 2003. Aspectos biológicos del pulgón del pino *Cinara spp.* (Hemiptera: Aphididae) en el norte de la provincia de Misiones. CD Actas 10^o Jornadas Técnicas Ftale. y Ambientales. Eldorado, Misiones. Fac. de Ciencias Ftale. (UNAM) – INTA EEA Montecarlo. 5 pp.
- ESKIVISKI, E.; De Coll, O; Agostini, J.; Toloza, R.. 2005. Coccionelidos predadores del pulgon de los pinos *Cinara atlantica* en plantaciones de *Pinus sp.* en Misiones y Corrientes. Actas Jornadas de Protección Forestal. FCF, UNAM – EEA Montecarlo INTA. pp 80 - 86.
- IEDE, E.T.; Lazzari, S.M.N.; Queiroz, E. 2003. Monitoramento das populações de *Cinara spp.*, avaliação de danos e em plantios de *Pinus spp.* (pinaceae), no Sul do Brasil. CD Actas Simposio sobre *Cinara em Pinus*. EMBRAPA CNPFlorestas. Curitiba, PR, Brasil. 3 pp.
- PENTEADO, S.R.C.; Trentini, R.F.; Iede, E.T.; Reis Filho, W. 2000. Ocorrência, distribuição, danos e controle de Pulgões do género *Cinara* em *Pinus spp.* no Brasil. Revista Floresta, v.30, nro. 1 e 2, pp. 55 – 64.
- SOUSA, N.J. 2003. Importancia do manejo de resistencia de insecticidas no controle integrado dos pulgões-gigantes-do-*Pinus*. CD Actas Simposio sobre *Cinara em Pinus*. Curitiba, Brasil. EMBRAPA, CNPFlorestas. 5 pp.
- WILCKEN, C.F.; Ottati, A.L.; Oliveira, N.C.; Couto, E.B.; Ferreira, P.J. 2003 a. Ações de pesquisa visando o manejo integrado dos pulgões-gigantes-do-pinus em São Paulo. CD Actas Simposio sobre *Cinara em Pinus*. EMBRAPA CNPFlorestas. Curitiba, PR, Brasil. 3 pp.
- WILCKEN, C.F.; Ottati, A.L.; Oliveira, N.C.; Couto, E.B.; Ferreira, P.J. 2003 b. Dinâmica da infestação de *Cinara atlantica* (Hemiptera: Aphididae) em diferentes espécies de *Pinus* em Buri, SP. CD Actas Simposio sobre *Cinara em Pinus*. EMBRAPA CNPFlorestas. Curitiba, Brasil. 3 pp.

**DETERMINACIÓN DEL DIÁMETRO DEL CILINDRO CON DEFECTOS Y
ANÁLISIS TRIDIMENSIONAL DE PROPIEDADES INTERNAS EN TROZAS
PODADAS DE *Pinus caribaea* var. *Caribaea* MEDIANTE TÉCNICAS DE DISECCIÓN
DE CORTE PLANO[?]**

**DEFECT CORE DETERMINATION AND 3-D ANALYSIS OF THE INTERNAL
PROPERTIES OF PRUNED *PINUS CARIBAEA* VAR. *CARIBAEA* LOGS BY MEAN
OF SLICING TECHNIQUES**

Hugo E. E. Fassola¹

Daniel Videla²

Jorge Fahler³

Aldo Keller¹

Nahuel Pachas¹

Darío Stevens²

Tobías Loran²

1. Ing. Ftales. Inta EEA Montecarlo. Av. El Libertador 2472. (3384) Montecarlo. Misiones. Argentina. TE y FAX ++54 3751 480057 / 480512 Email: hfasola@ceel.com.ar

2. Ing. Ftales.Fac. Cs. Forestales. Bertoni 124. (3382) Eldorado. Misiones. Argentina. TE ++ 54 3751 431526. E-mail: dmadera@uol.com.ar

3. Ing. Agr. Gerente. LIPSIA SA. Avda Victoria s/n. (3378). Pto. Esperanza, Misiones Argentina. Tel. y FAX ++54 (3757) 480248. E-mail : misiones@lipsia.com.ar

SUMMARY

By mean of slicing techniques an analysis of internal properties of *P. caribaea* var. *caribaea* logs was done. With this methodology it was possible to rebuild the log drawing diagrams with its internal defects, pith sinuosity, whorls, branch stubs and its occlusion depth. With this graphics was determined the diameter of the defect core (DC), the maximum diameter over stubs (MDOS) and the occlusion depth (OD), With this data, linear relationship between those variables were established. The relationship between DC an MDOS was significant, but not between MDOS and OD. The slicing technique allowed to get the position in three dimensions of the defects included in the DC, after that the log was rebuilt with a computer assisted design system. In this way it was possible to obtain views of the logs and its internal defects. This technique is flexible and is an alternative method for pruned logs quality evaluation and could be useful in the future for developing industrial simulation system.

Key words: pruned logs, internal properties, three-dimensional analysis, slicing, *Pinus caribaea* var *caribaea*.

RESUMEN

Se ejecutó un análisis de trozas de *P. caribaea* var. *caribaea* realizando la disección de las mismas mediante la obtención de láminas por corte plano. Con esta metodología fue factible su reconstrucción, conjuntamente con la de sus defectos internos, médula y su sinuosidad, verticilos, ramas podadas y oclusiones de las heridas de poda, en papel milimetrado, en vista frontal desde la punta fina. Con estos gráficos se determinó el diámetro del cilindro con defectos (cd), el diámetro máximo sobre muñón (dmsm) y la profundidad de oclusión para cada uno. En base a estos datos se ajustaron relaciones lineales entre éstas variables. Los

[?] Publicado anteriormente como INFORME TÉCNICO N° 58 “Determinación del diámetro del cilindro con defectos y análisis tridimensional de propiedades internas en trozas podadas de *Pinus caribaea* var. *Caribaea* mediante técnicas de disección por corte plano”. Diciembre 2005. INTA EEA Montecarlo”. Pp 12.

resultados arrojaron una relación significativa entre el dmsm y cd, sin embargo no se encontró relación entre dmsm y profundidad de oclusión. El patrón de corte para el desdoblamiento de la troza y el de obtención de láminas de la troza permitió obtener el posicionamiento en tres dimensiones de los defectos inmersos en el cilindro que los contiene y con posterioridad volcarlo en software de diseño. De esa forma se obtuvieron vistas 3-D de la troza y sus defectos internos. La técnica empleada es flexible y constituye un método alternativo para la evaluación de calidad de rollizos podados, sentando las bases para el desarrollo futuro de simuladores de transformación industrial.

Palabras clave: trozas podadas, propiedades internas, análisis tridimensional, corte plano, *Pinus caribaea* var *caribaea*.

INTRODUCCIÓN

La calidad de una troza para su posterior transformación es, en parte, consecuencia del tratamiento silvicultural recibido. Un tratamiento fundamental para la obtención de madera libre de defectos es la poda. Del momento de aplicación de esta resulta el diámetro máximo sobre muñón, siendo esta última variable posible de medir al momento de la misma o a partir de la disección de rollizos. Una vez ocluidos los muñones de poda, el cilindro con defectos queda oculto dentro del fuste. Park (1982) definió al cilindro con defectos (cd) como el “cilindro que contiene la médula y su sinuosidad, los muñones de la poda y la oclusión de la herida de poda”.

Según Somerville *et al* (1985) tres técnicas han sido empleadas para determinar las propiedades internas de rollizos podados, la de aserrado – más rígida -, la de debobinado y el método del corte transversal, estas últimas más flexibles ya que permiten el análisis en tres dimensiones de los rollizos. Si bien hay otras técnicas como las que relacionan propiedades internas con características externas de los rollizos (Orbay y Brdicko, 2001), las evaluaciones del recurso previo a la corta o simulaciones de gran precisión (Somerville, 1985) pueden requerir niveles de detalle que estas no pueden brindar o bien tienen un alto costo como las tomografías computadas (Andreu y Rinnohofer, 2001). Aunque Somerville y Gosnell (1986; 1987) emplearon técnicas de corte plano para evaluar la producción de rollizos podados, no hacen referencia a su empleo como metodología para el mapeo de las características internas de los mismos.

En nuestro país mediante la técnica de aserrado se determinó el cilindro que contiene los defectos en *Araucaria angustifolia* (Fassi *et al*, 1991) y se establecieron relaciones locales entre diámetro máximo sobre muñones (DMSM) y CD y entre CD y rendimiento en madera libre de nudos mediante el empleo del índice de grado (Park, 1980) en *Pinus taeda* (Fassola *et al*, 2001).

A los fines de ajustar una metodología que permitiera rápidamente acceder a la determinación del CD, la oclusión de herida, el DMSM pero que a su vez permitiera graficar en 3-D todos los verticilos y sus oclusiones como base para simular distintas estrategias de utilización del rollizo se procedió a obtener láminas por corte plano (faqueo) en trozas de *Pinus caribaea* var. *caribaea* procedentes de un ensayo de poda y raleo.

Esta especie tanto en Misiones como en Corrientes fue empleada con cierta asiduidad para forestaciones por su resistencia al frío, aunque tecnológicamente presenta inconvenientes debido a su alto contenido de resina, mayor que en otras especies del género como *P. taeda*. Pudiendo presumirse que esto último afecte la profundidad de oclusión y en consecuencia el diámetro del cilindro con defectos. Por tal razón a los efectos de corroborar esto, mediante las técnicas de disección de rollizos podados, se procedió a establecer dichas relaciones en esta especie.

MATERIAL Y MÉTODOS

De un ensayo de poda y raleo de *P. caribaea* var. *caribaea* de 22 años (Fassola, 1991; Ferrere *et al.*, 2001), ubicado en el departamento Iguazú, Misiones, se obtuvieron mediante apeo 13 rollizos de un largo aproximado a los 4,8 m. Siguiendo parcialmente la metodología descrita por Somerville (1985) previo al apeo del árbol se marcó el norte y luego se procedió a tomar los diámetros con y sin corteza en dos sentidos en la base y en la parte superior del rollizo, delimitándose cuatro cuadrantes, los cuales fueron pintados de distintos colores, correspondiéndole el I a aquel en el cual se encontraba el norte. Con posterioridad se procedió a medir la flecha total y la correspondiente a la mitad del rollizo y a posicionar la médula en el cuadrante correspondiente. Acto seguido se dividió el rollizo podado en dos trozas de igual longitud, posicionándose los cuadrantes en cada una de ellas de manera que coincidieran con los de los extremos del primero. Nuevamente fueron tomados los respectivos diámetros, posicionándose en sus correspondientes cuadrantes la cuerda conformada, como también la ubicación de la médula (Foto 1).

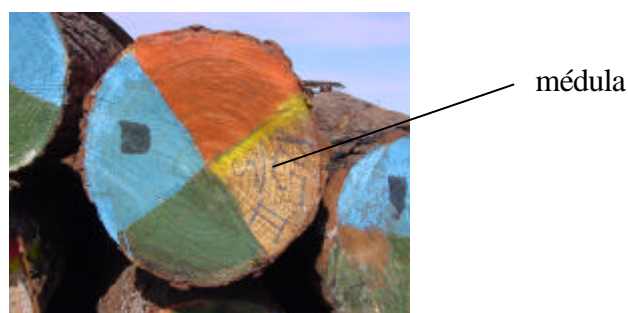


Foto 1: Vista de la punta delgada en una troza de *P. caribaea* var. *caribaea* con sus respectivos cuadrantes (I: verde; II: sin pintar; III: naranja; IV: celeste) (árbol 125, troza II: 2,4m-4,8m; tratamiento 5; Sección Plantadora, LIPSIA SA, Pto. Esperanza, Misiones)

Small end view of log of *P. caribaea* var. *caribaea* with its respectively quadrants

En la Tabla 1 se presentan los valores promedio, máximo, mínimo y desvíos estándar del DAP de los árboles y de las dimensiones de las trozas obtenidas de los rollizos de *P. caribaea* var. *caribaea*.

Una vez en fábrica cada troza fue canteada con sierra de banda en ambos lados, quedando delimitada la que posteriormente sería la superficie de corte y de apoyo de la baza a laminar. Luego desdoblada en dos mitades (Fig. 1, eje Y) en forma perpendicular a los cortes anteriores generándose dos bazas que luego fueron sometidas a procesos de cocción en vapor durante 48 hs. Concluida la cocción se procedió a descortezar en forma manual cada baza. Cada corte efectuado con la sierra fue ubicado en el sistema de cuadrantes determinado a campo en la troza. A su vez estos generaron un nuevo sistema de cuadrantes sobre el cual se posicionaron los defectos internos de la troza (Foto 2).

Tabla 1: Valores promedio, máximo, mínimo y desvío estándar de variables de estado de árboles y de trozas de *P. caribaea* var. *caribaea* utilizadas.

Mean, maximum and minimum and standard deviation of the state variables of trees and logs of *P. caribaea* var. *caribaea*

	DAP (cm)	Largo (m)	Diámetro PG S/C (cm)	Diámetro PF S/C (cm)	Volumen S/C (m ³)
Promedio	52.54	2.31	49.80	43.29	0.398
Máximo	61.80	2.40	62.50	53.40	0.622
Mínimo	45.00	2.20	41.75	38.70	0.293
Desv. Est.	5.03	0.06	6.18	4.15	0.091

DAP: Diámetro a la altura del pecho (1.3m). PG S/C: Punta gruesa sin corteza. PF S/C: Punta fina sin corteza.

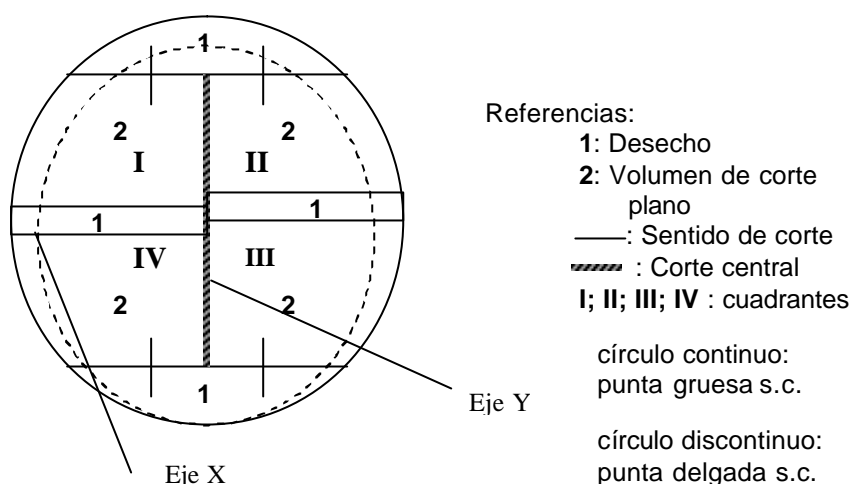


Figura 1: Desdoblamiento mediante aserrado y conformación de la baza para corte plano de las trozas.

Sawn pattern of the log and pieces for slicing

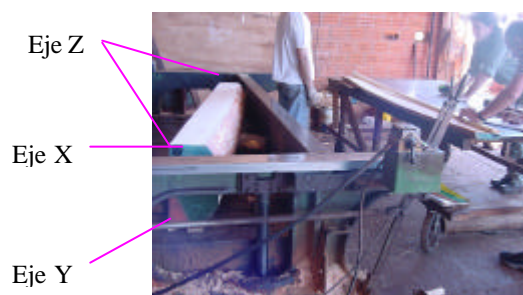


Foto 2: Baza resultante del aserrado inicial, posicionamiento para iniciar corte plano en la parte superior y ejes (X,Y, Z) para registro de defectos internos. En color verde y naranja sistema de cuadrantes de campo.

Slicing pieces as result of initial sawing, position for beginning the slicing process in the upper part and axes (X, Y, Z) for registering internal defects of the log. In green and orange quadrants painted in the forest

Cada baza fue sometida a cortes planos de 1,5 mm de espesor siguiendo el orden de los cuadrantes (I y IV; II y III) (Fig. 1 y Foto 2). En cada cuadrante los cortes se ejecutaron hasta el momento en que era posible obtener chapas libres de defectos de 12 cm de ancho o superiores. En ese punto era rotada procediéndose a cortar sobre el cuadrante que se encontraba en la parte inferior o se procedía al recambio de la misma. Al finalizar el procesamiento de la baza resultaba un remanente que no se procesaba industrialmente (2 por troza) debido a la cantidad de defectos con que contaba en su interior, ya que constituye la zona más próxima a la médula.

Las láminas obtenidas de cada baza eran apiladas siguiendo el orden de obtención registrándose en cada una el inicio de la oclusión de la herida de poda, el inicio y fin de la rama podada, como también la médula si estaba presente y otros defectos como bolsas de resina. Cada uno de los puntos mencionados era referenciado en milímetros sobre los ejes Z y X, la posición sobre el eje Y se obtenía contabilizando el número de láminas hasta los mismos y relacionándolo con su espesor (Foto 3)

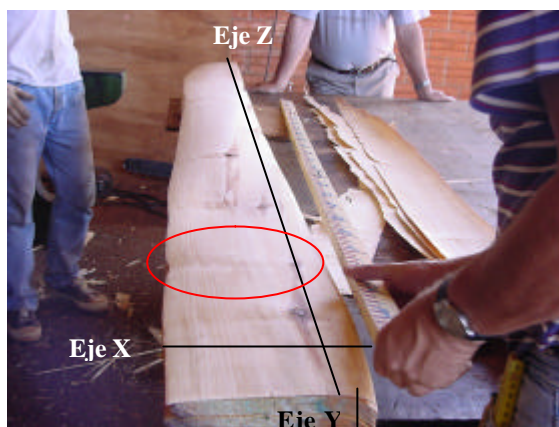


Foto 3: Posicionamiento de defectos sobre láminas de *P. caribaea* var. *caribaea* en ejes X, Y, Z. En círculo rojo defecto interno del rollizo con efecto en el exterior del mismo.
Positioning internal defects in the sheets of *P. caribaea* var. *caribaea* in axes X, Y, Z. In red circle internal defect of the log and external visualization

En la baza residual se procedió a registrar sus dimensiones para posteriormente aserrarla longitudinalmente (eje Z) en listones de 25 mm de ancho. En los mismos se procedió a registrar los defectos sobre los mismos ejes X, Y, Z.

Con la información de las trozas, diámetros, flecha, ubicación de la médula y la de las bazas conteniendo los defectos se procedió a dibujar en vista frontal cada troza sobre papel milimetrado, ubicando las oclusiones de la herida de poda y las ramas. Siguiendo la metodología propuesta por Park (1982), mediante la técnica de aserrado, se determinó el diámetro del cilindro con defectos resultantes de los cuadrantes I y III de las bazas laminadas, uniendo para ello los puntos más externos de la normalización de tejidos en cada cuadrante, de igual modo se procedió a determinar el diámetro máximo sobre muñón y se determinó el CD y el DMSM de los cuadrantes II y IV. Con esta información se obtuvo el CD y el DMSM promedio de cada troza (Fig. 2).

Mediante regresión lineal se establecieron relaciones entre DMSM, profundidad de la oclusión de la herida de poda y CD.

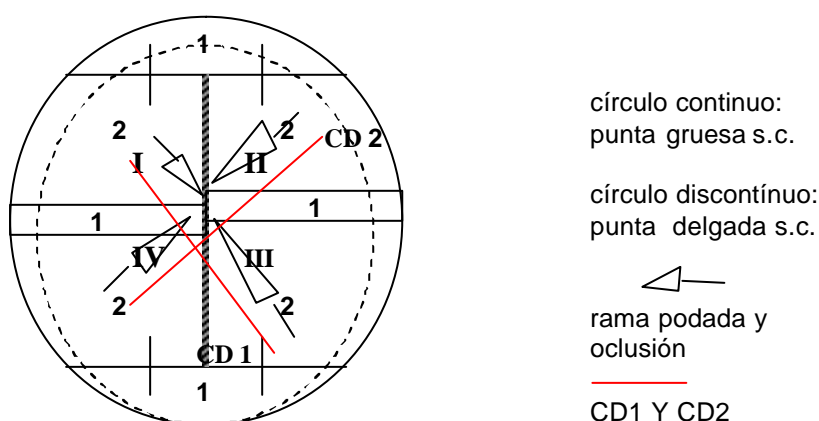


Fig. 2: Esquema vista frontal troza de *P. caribaea* var. *caribaea* y CD en dos planos
Diagram of the log front view of *P. caribaea* var. *caribaea* and DC in two planes

Empleando un sistema de diseño asistido por computadora se procedió a la reconstrucción en tres dimensiones de la troza y sus defectos internos, con la información obtenida del procesamiento de la misma y de las correspondientes bazas sometidas a corte plano.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Determinación del cd, dmsm y profundidad de la oclusión de la herida de poda.

Sobre las reconstrucciones gráficas de los trozas se determinaron las variables DMSM, CD y profundidad de oclusión promedio, presentándose en la tabla 2 sus valores promedio, máximo, mínimo y desvío estándar.

Tabla 2: Valores promedio, máximo, mínimo y desvío estándar de las variables DMSM, CD y profundidad de oclusión promedio de las trozas podadas de *P. caribaea* var. *caribaea* .

Mean, maximum, minimum values and standard deviation of the variables MDOS, DC and mean occlusion depth of the pruned logs of *P. caribaea* var. *caribaea*

	DMSM	CD	Prof. Oclusión
Promedio (cm)	15.2	25.7	10.5
Máximo (cm)	21.4	34.4	18.2
Mínimo (cm)	9.7	15.6	3.4
Desv. Est. (cm)	3.1	5.3	4.3

Profundidad de oclusión de la herida de poda

No se encontró una relación estadísticamente significativa entre la profundidad de oclusión y el DMSM a un nivel de confianza del 90%, pero se evidenció el alto valor de profundidad observado, cuyo promedio supera los 10 cm., en comparación con los 2,9 cm. de promedio determinados para *P. taeda* por Fassola *et al.* (2001), como así también una gran variabilidad en los datos recogidos. En figura 3 se observa la dispersión de los datos.

Respecto de la falta de relación establecida podría inferirse que la herida de oclusión de poda estaría altamente condicionada por las características de la especie en cuanto a su capacidad de producción de resinas y que al producirse el corte de los canales resiníferos por poda, se encontrarían respuestas altamente variables entre los individuos, razón por lo que se observó una alta variabilidad.

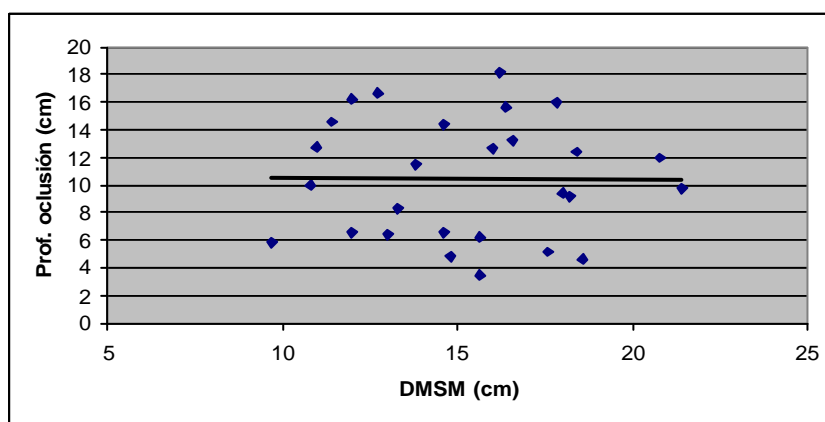


Figura 3: Valores de profundidad de oclusión de la herida de poda en relación al DMSM en trozas podadas de *P. caribaea* var. *caribaea*

Oclusion depth in relation with MDOS in pruned logs of *P. caribaea* var. *caribaea*

Relación entre Cilindro con Defectos (CD) y Diámetro Máximo Sobre Muñón

Dado que no se encontró relación entre la oclusión de la herida de poda y el DMSM, se realizó el ajuste entre esta última y el CD. Como resultado se observó que había una relación altamente significativa entre dichas variables, aunque la variabilidad de los datos también fue alta. Los coeficientes y estadísticos de la regresión lineal simple ajustada se muestran en las tablas 3, 4 y 5. La representación gráfica del modelo ajustado se muestra en la Figura 4.

Tabla 3: Coeficientes y estadísticos del modelo ajustado $CD = f(DMSM)$ para trozas podadas de *Pinus caribaea* var *caribaea*

Coefficients and statistics of the fitted model $DC = f(DMSM)$ for pruned logs of $f(DMSM)$

Modelo lineal $CD[cm] = a + b \cdot DMSM[cm]$				
Parámetro	coeficientes	error estándar	t	Valor de P
a	10,8368	4,34993	2,49125	0,0197
b	0,97568	0,28037	3,47998	0,0019

Tabla 4: Análisis de varianza del modelo ajustado
ANOVA of the fitted model

Fuente	suma de cuadrados	Gl	cuadrado medio	F	P
Modelo	234,2	1	234,2	12,11	0,0019
Residuos	483,5	25	19,3		
Total	717,7	26			

Tabla 5: Estadísticos de la bondad del ajuste del modelo $CD = f(DMSM)$
Statistics of the fitness of the model $DC = f(MDOS)$

Coef. de correlación (R)	0,571254
Coef. de regresión (R^2)	32,6331
Error estándar de estimación	4.39761

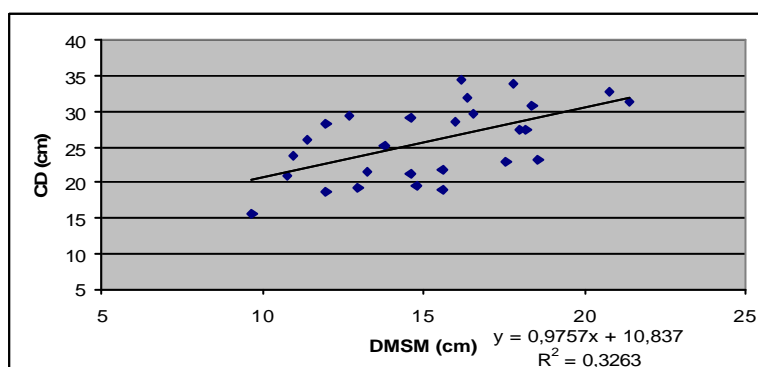


Figura 4: Representación gráfica del modelo de estimación del $CD = f(DMSM)$ y de los valores observados mediante disección en trozas de *P. caribaea* var *caribaea*.
Observed and estimated values of the relation $DC = f(MDOS)$ of *P. caribaea* var *caribaea*

La variación no explicada por el DMSM puede ser atribuida mayormente a la sinusidad de la médula (Foto 4). Al respecto cabe señalar que dicha característica había sido

prevista al momento de instalación del ensayo de poda y raleo (Fassola, 1991), aunque no todos los rodales de la especie presentan la misma, pudiendo algunos crecer en forma muy disímil aun procediendo la semilla de un mismo lote. Esto refuerza los conceptos de Somerville *et al* (1985) sobre la necesidad de evaluar el recurso previo a la corta final y a la comercialización de los rollizos o para definir estrategias de industrialización.



Foto 4: Sinuosidad de la médula en *P. caribaea* var *caribaea*.
Pith sinuosity in a *P. caribaea* var *caribaea* log

Si bien el tratamiento de poda puede considerarse que afectó las dimensiones generales de los DMSM debido al esquema empleado, común para la época, dos realces a los 4 y 6 años respectivamente hasta los 5,5-6 m (Fassola *et al* 2001), al aplicarse homogéneamente puede considerarse que no contribuyó a incrementar la variabilidad observada.

Independientemente de las consideraciones anteriores, el contar con relaciones que expliquen el diámetro CD en función del DMSM es de vital importancia para determinar la calidad del rollizo a través de algún indicador como el índice de grado (Park, 1980) o el índice de rollizo podado (PLI) (Park, 1989), no sólo para efectuar predicciones a largo plazo sobre los resultados a obtener con un régimen silvícola dado, sino también para mejorar el sistema de comercialización de los mismos.

Diagramas 3-D

En las figuras 5 y 6 se pueden observar vistas generadas por el sistema de diseño asistido por computadora luego de volcar la información obtenida por disección de trozas de *P. caribaea* var *caribaea* mediante la obtención de láminas por corte plano (azul: oclusiones, rojo: muñón).

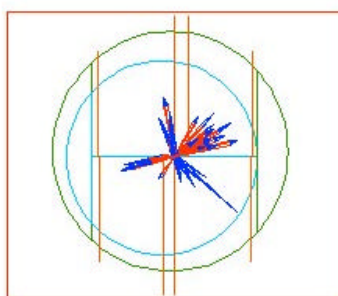


Figura 5: Vista frontal de troza basal del árbol 96, parcela 11, *Pinus caribaea* var *caribaea*, Sección Plantadora, Pto. Esperanza, Misiones, LIPSIA SA (azul: oclusiones, rojo: muñón).

Frontal view of the butt log of tree 96, plot 11, *Pinus caribaea* var *caribaea*, Plantadora Section, Pto. Esperanza, Misiones, LIPSIA SA (blue: occlusion depth; red: branch stubs)

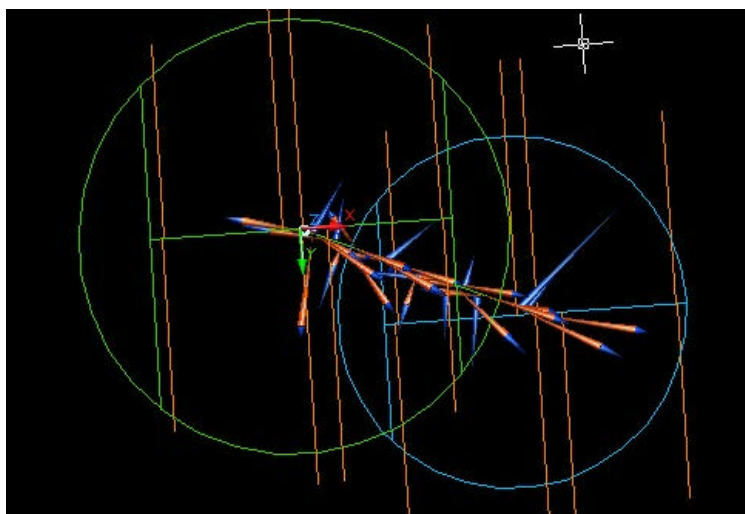


Figura 4: Vista 3-D de troza basal del árbol 96, parcela 11, *Pinus caribaea* var *caribaea*, Sección Plantadora, Pto. Esperanza, Misiones, LIPSIA SA (azul: oclusiones, rojo: muñón).

3-D view of the butt log of tree 96, plot 11, *Pinus caribaea* var. *caribaea*, Plantadora Section, Pto. Esperanza, Misiones, LIPSIA SA (blue: occlusion depth; red: branch stubs)

El patrón de corte empleado para desdoblar la troza, independientemente de su diámetro, permitió generar el eje Z sobre el cual se posicionaron fácilmente los defectos internos de la troza e incluso podrían ubicarse defectos externos para relacionarlos con estos últimos (Foto 3).

El empleo del método de corte transversal (Somerville, 1985) presenta mayores dificultades para la reconstrucción de la troza y sus defectos internos ya que es más complejo el proceso de levantamiento de datos para que cada verticilo pueda ser ubicado en la posición correcta al graficar, aunque por ser un método de campo no requiere de instalaciones industriales. Una situación similar ocurriría con el análisis por debobinado de los verticilos en cuanto al posicionamiento de los mismos al reconstruir la troza.

A diferencia con los patrones de corte empleados por Somerville y Gosnell (1986; 1987) el empleado en el presente estudio no es el indicado para el estudio de rendimiento en chapas, pero resultó dúctil para analizar en forma tridimensional las trozas y rollizos, presentando también como ventaja adicional, frente a otros métodos de disección, el facilitar las tareas en latifoliadas con disposición alterna de sus ramas.

CONCLUSIONES

Estos resultados ponen de manifiesto el elevado valor de profundidad de oclusión de *P. caribaea* var. *caribaea*. Se halló una relación directamente proporcional entre el CD y DMSM, evidenciándose la importancia de realizar podas en el momento oportuno para tener valores de DMSM lo menores posibles.

La técnica de disección de trozas por medio de la obtención de láminas por corte plano resultó sumamente eficiente, tanto para establecer relaciones que permitan predecir el cilindro que contiene los defectos, necesarias para la planificación a largo plazo, como para su graficación con sistemas de diseño tridimensionales, con los cuales se podría evaluar la calidad del recurso previo a la corta o definir estrategias de industrialización de los rodales, en la medida que se compatibilicen con simuladores de transformación de la materia prima.

Por otra parte el patrón de corte empleado permite una fácil ubicación de otros defectos como bolsas de resinas o identificar relaciones entre defectos internos y externos de las trozas, situaciones que ofrecen mayor dificultad cuando se trabaja por disección de verticilos.

La disponibilidad de una base de datos de trozas con sus propiedades internas constituye un elemento de alto potencial para el desarrollo de herramientas aptas para la capacitación del personal en la utilización de rollizos de alta calidad.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Ing. Carlos Baumgart, Presidente de Lipsia SA, la posibilidad de haber instalado el ensayo en 1986, al igual que al Sr. Luis Ramírez y el resto del personal que colaboró en el mismo. Al Sr. Edgardo Henn, Socio Gerente de Maderas Selectas SA, por la posibilidad de utilizar sus instalaciones para el procesamiento industrial de rollizos.

BIBLIOGRAFÍA

ANDREU J.P. y RINNHOFER A. 2001. Automatic Detection of Pith and Annual Rings on Industrial Computed Tomography Log Images. Proceedings of ScanTech 2001. The Ninth International Conference On Scanning Technology and Process Optimization For The Wood Industry. Seattle. Washington. P37

FASSOLA H. E 1991 Respuesta del *Pinus caribaea* var *caribaea* a los tratamientos silvícolas directos en Misiones, Argentina. Actas Jornadas sobre *Pinus caribaea*. Pags.174-183. CIEF. Eldorado. Misiones.

FASSOLA H. E.; FAHLER J.; FERRERE P.; ALEGRANZA D. ; BERNIO J. 2001. Determinación del cilindro con defectos en rollizos podados de *Pinus taeda* L. y su relación con el rendimiento en madera libre de nudos” Revista de Investigaciones Agropecuarias. RIA 31 (1):121-138

FERRERE, P. FASSOLA, H. FAHLER, J. CRECHI, E. 2001 “Estudio del crecimiento y modelos de producción para *Pinus caribaea* var. *caribaea* en un sitio de Puerto Esperanza, Misiones”. Boletín Técnico N° 26, INTA, Montecarlo, Misiones, Arg. P. 14.

PARK J. C. 1980. A grade index for pruned butt logs. NZJFS. 10 (2): 419-438. Rotorua. New Zealand.

PARK J. C. 1982. “Occlusion and the defect core in pruned radiata pine”. FRI Bulletin 2: 1-15. NZFS. Rotorua. New Zealand.

PARK J. C. 1989. Pruned Log Index, NZ JFS 19 (1): 41-53. Rotorua. New Zealand

ORBAY L. y BRDICKO J. 2001. Using External Log Characteristics to Predict Internal Log Quality. Proceedings of ScanTech 2001. The Ninth International Conference On Scanning Technology and Process Optimization For The Wood Industry. Seattle. Washington.

PARK J. C. y LEMAN C. S. E. 1983 “A sawing study method for evaluating timber from pruned logs”. FRI bulletin N° 47, New Zealand Forest Research Institute.

SOMERVILLE A. 1985 “A field procedure for the cross-sectional analysis of a pruned radiata pine logs”. FRI bulletin N° 101, New Zealand Forest Research Institute.

SOMERVILLE A., PARK J. C. y GOULDING C.J. 1985. Approaches to pruned resource Evaluation. NZJ of Forestry, 30 (2): 237-50.

SOMERVILLE, A. y GOSNELL, T. K. 1986 “Slicing study of pruned radiata logs”. New Zealand Journal of Forestry Science 16(1): 96-108

SOMERVILLE, A. y GOSNELL, T. K. 1987 “Slicing pruned radiata pine in a New Zealand mill”. FRI bulletin N° 126, New Zealand Forest Research Institute. 16 P.

**FUNCIONES DE VOLUMEN TOTAL PARA *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden
IMPLANTADO EN EL NE DE LA PROVINCIA DE ENTRE RÍOS, ARGENTINA [?]**

**TOTAL VOLUME EQUATIONS FOR *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden PLANTED
IN THE NE OF ENTRE RÍOS, ARGENTINA**

Hugo Fassola ¹
Ernesto Crechi ¹
Aldo Keller ¹
Sara Barth ²
Costa Jorge ³

1. Ings. Ftale. Técnicos Área Forestal. INTA EEA Montecarlo. Av. Libertador n° 2472.
C. P. 3384. Montecarlo, Misiones, Argentina. TE y FAX: 54-03751-480057/480512.
e-mail: hfasola@ceel.com.ar

2. Ing. Ftal. Cátedra Dasometría. Fac. de Cs. Ftale. (UNaM). Bertoni 124. C. P. 3380.
Eldorado. Misiones. e-mail: sbarth@arnet.com.ar

3. Técn. Agron. Campo Anexo Manuel Belgrano. San Antonio Misiones, Argentina. TE y
FAX: 54-03741-493100.

SUMMARY

Data from stem analysis of *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden planted in different agroecological regions of the mesopotamia Argentina were used for fitting models for the prediction of volume o.b and u.b. As significant differences were found between the slopes of the models fitted for each region, data from Misiones-NE of Corrientes and data from Concordia-Monte Caseros were modeled independently. The last area has a total of 117 trees felled with this purpose, of this, 17 were used as an independent sample in a validation process of the model. Using multiple regression techniques different models were fitted, including as independent variables D.B.H. and total height and as response variable volume o.b. and u.b. As a consequence of the evaluation of the models, Schumacher-Hall was choice due to its performance. Contrasting estimated values against the independent sample, an error of $-0,076 \text{ m}^3$ for volume o.b. and $-0,083 \text{ m}^3$ for volume u.b was determined and the relative error was $-4,85 \%$ y $-5,53 \%$ respectively. The mathematical expression of the models, o.b. and u.b., applying the correction facto for logarithmic discrepancy are:

$$\ln(vcc) ? (-10,1718 ? 1,76615 * \ln(dap) + 1,18741 * \ln(h)) * 1,0040878$$

$$\ln(vsc) ? (-10,701 ? 1,75695 * \ln(dap) ? 1,32042 * \ln(h)) * 1,00552149$$

Key words: Tree volume, Forest Management, *Eucalyptus grandis*, Entre Ríos.

RESUMEN

A partir de datos provenientes de árboles de cultivado en distintas regiones agroecológicas de la región mesopotámica de Argentina se procedió al ajuste de funciones de volumen con y sin corteza de árboles individuales. Dado que se encontraron diferencias significativas entre las pendientes de los modelos ajustados para cada una de las zonas en estudio, se procedió a modelar en forma separada los datos de Misiones– NE Corrientes

[?] Trabajo Financiado por PAN 571: Funciones y Algoritmos dasométricos para manejo silvícola intensivo, de aplicación en plantaciones forestales orientadas a producción de madera de alto valor agregado.

respecto de los de la zona Concordia-Monte Caseros. La base de datos de esta última, constituida por ejemplares apeados en el NE de la Pcia. de Entre Ríos, contó con 117 individuos de los cuales 17 fueron apartados como muestra independiente. Fueron testeados distintos modelos matemáticos lineales a través de la técnica de regresión múltiple incluyendo como variables independientes el diámetro a 1,3 metros, y la altura total y como variable de respuesta al volumen con y sin corteza. Tras evaluar el comportamiento de los modelos considerados se seleccionó el de Schumacher - Hall como el de mejor desempeño. Contrastado con una muestra independiente el modelo presentó un error de $-0,076 \text{ m}^3$ para volumen con corteza y $-0,083 \text{ m}^3$ en volumen sin corteza; el error relativo fue de $-4,85 \%$ y $-5,53 \%$ respectivamente. Las expresiones matemáticas del modelo seleccionado para volumen con y sin corteza, aplicando el factor de corrección por discrepancia logarítmica, son:

$$\ln(vcc) = (-10,1718 + 1,76615 \cdot \ln(dap) + 1,18741 \cdot \ln(h)) \cdot 1,0040878$$

$$\ln(vsc) = (-10,701 + 1,75695 \cdot \ln(dap) + 1,32042 \cdot \ln(h)) \cdot 1,00552149$$

Palabras claves: Volumen individual, Manejo Forestal, *Eucalyptus grandis*, Entre Ríos.

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 (CABACINHA, 2003; PARENT, 2003).

En la determinación de volumen individual de árboles se emplea la medición de diámetros a lo largo del fuste, para ello se recurre, por lo general, al apeo de muestras de árboles. Como antecedentes locales de funciones de volumen de *Eucalyptus grandis*, se puede mencionar que en el año 1984, para la zona de Concordia se realizó el ajuste de una ecuación empleando el modelo de Schumacher-Hall (GLADE, 1984). Posteriormente, GLADE y FRIEDL (1988), ajustaron 11 modelos para la construcción de tablas de volumen de doble entrada para *Eucalyptus grandis* para plantaciones del noreste de la Provincia de Entre Ríos, siendo seleccionados los modelos de Prodan, Naslund y Schumacher-Hall. También existen empresas privadas en la región que cuentan con ecuaciones de volumen desarrolladas en forma particular, pero éstas no se encuentran disponibles para el público. Recientemente la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación de la Nación (PROYECTO FORESTAL DE DESARROLLO, 2004), con motivo de realizarse en el año 1998 el Inventario Forestal Nacional, ajustó ecuaciones para cubicar *Eucalyptus grandis* con datos de la zona norte de la Provincia de Corrientes, utilizando el modelo de Schumacher-Hall. Debido a que los modelos no deben ser utilizados fuera del área de origen de los datos empleados en su ajuste, en ocasiones su uso se ve restringido (PRODAN et al 1997). Con posterioridad KELLER et al (2005) presentaron una ecuación de volumen para *Eucalyptus grandis* de uso general para la Mesopotamia ya que empleando modelos separados por zonas agroecológicas no encontraron diferencias significativas entre los mismos.

A los fines de contrastar la hipótesis de KELLER et al (2005) se incorporaron nuevos individuos a la base de datos empleada por estos autores, con el objetivo de mejorar la precisión de las ecuaciones para las distintas regiones donde se cultiva *Eucalyptus grandis*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Se trabajó con datos de análisis fustales provenientes de plantaciones de *Eucalyptus grandis* localizadas en la Mesopotamia Argentina. La zona agroecológica a la que correspondía cada ejemplar le fue asignada empleando la zonificación desarrollada por PAPADAKIS (1974), esta información fue empleada para la construcción de modelos separados para cada una de ellas. La información procedía de mediciones realizadas por MUTARELLI (1977), del Inventario Forestal Nacional (PROYECTO FORESTAL DE DESARROLLO, 2004), de datos aportados por los establecimientos Las Marías, Tapebicuá y de INTA EEA Montecarlo e INTA EEA Concordia. La base de datos quedó conformada por 266 individuos, de los cuales, 149 correspondían a la zona de Misiones (Norte y Alta Misiones) - NE de Corrientes (PAPADAKIS, 1974) y 117 a la región Concordia-Monte Caseros (PAPADAKIS, 1974), en adelante NE Provincia de Entre Ríos ya que todos los ejemplares fueron apeados entre Federación y Ubajay.

Fueron estimados los volúmenes de madera con y sin corteza de la totalidad de los individuos por medio del método de Smalian, sin considerar el volumen del tocón. Este procesamiento fue realizado con el software Sistema de Procesamiento de Datos de Árboles Individuales, INTA EEA Montecarlo (KECK et al., 1997). Del total de ejemplares, 265, se apartaron – al azar - como muestra independiente de validación (Vanclay, 1994), 21 individuos para Misiones – NE Corrientes y 17 para Concordia-Monte Caseros. En las tablas 1 a 9 se pueden observar los diámetros a altura de pecho (dap), alturas (h) y edades, máximo, mínimo y promedio, como así también el número de ejemplares por categoría diamétrica, de la muestra total y de cada región como así también de la muestra independiente.

Tabla 1: Valores máximos, mínimos y promedio observados de las variables descriptoras de la base de datos total de *Eucalyptus grandis* en la mesopotamia argentina.

Maximum, minimum and mean observed values of the descriptors variables of the total data base of *Eucalyptus grandis* in the mesopotamia argentina

	dap (cm)	h (m)	edad (años)
Mín.	5,7	8,7	2
Máx.	75,0	48,3	50
Prom.	30,3	31,4	14

Tabla 2: Valores máximos, mínimos y promedios observados de las variables descriptoras de la muestra independiente para la validación de funciones de volumen de *Eucalyptus grandis* en la mesopotamia argentina.

Maximum, minimum and mean observed values of the descriptors variables of the independent data base of *Eucalyptus grandis* in the mesopotamia argentina

	dap (cm)	h (m)	edad (años)
Mín.	2,6	5	2
Máx.	60,4	46,6	50
Prom.	30,1	29,9	15

Tabla 3: Frecuencia de ejemplares por clase diamétrica de la base general de datos de *Eucalyptus grandis* en la mesopotamia argentina.
Frequencies by diameter class of the total data base of *Eucalyptus grandis* of the mesopotamia argentina

Clase diamétrica	N	n ajuste	n muestra independiente
0-9,9	18	13	5
10-19,9	53	46	7
20-29,9	61	54	7
30-39,9	67	58	9
40-49,9	38	33	5
50-59,9	20	17	3
60-69,9	6	5	1
70-79,9	2	1	1
Total	265	227	38

Donde:

N: Número de individuos.

n ajuste: Número de ejemplares empleados en el ajuste de los modelos

n muestra independiente: Número de árboles separados como muestra independiente de validación

Tabla 4: Valores máximos, mínimos y promedio observados de las variables descriptoras de la base de datos empleada en el ajuste de los modelos de *Eucalyptus grandis* del NE de la provincia de Entre Ríos

Maximum, minimum and mean observed values of the descriptors variables of the data base used for fitting models of *Eucalyptus grandis* in the NE of Entre Ríos

	dap (cm)	h (m)	edad (años)
Mín.	5,7	8,7	5
Máx.	64,0	48,3	25
Prom.	22,3	24,7	12

Tabla 5: Valores máximos, mínimos y promedio observados de las variables descriptoras de la muestra independiente de validación para los modelos de *Eucalyptus grandis* ajustados para el NE de la provincia de Entre Ríos

Maximum, minimum and mean observed values of the descriptors variables of the independent sample used for validation of models of *Eucalyptus grandis* in the NE of Entre Ríos

	dap (cm)	h (m)	edad (años)
Mín.	6,3	9,9	5
Máx.	60,4	45,7	25
Prom.	27,6	28,3	14

Tabla 6: Frecuencia de individuos por clase diamétrica de la base de datos de *Eucalyptus grandis* empleada para el ajuste de modelos para el NE de la provincia de Entre Ríos
Frequencies by diameter class of the total data base of *Eucalyptus grandis* in the NE of Entre Ríos

Clase diamétrica	N	n ajuste	n muestra independiente
0-9,9	16	13	3
10-19,9	41	36	5
20-29,9	39	34	5
30-39,9	8	7	1
40-49,9	3	2	1
50-59,9	6	5	1
60-69,9	4	3	1
Total	117	100	17

Tabla 7: Valores máximos, mínimos y promedios observados de las variables descriptoras de datos empleada en el ajuste de los modelos de *Eucalyptus grandis* de la región Misiones-NE Corrientes

Maximum, minimum and mean observed values of the descriptors variables of the data base used for fitting models of *Eucalyptus grandis* of the zone Misiones-NE Corrientes

	dap (cm)	h (m)	edad (años)
Mín.	12,2	11,4	2
Máx.	75,0	48,0	50
Prom.	36,8	36,9	16

Tabla 8: Valores máximos, mínimos y promedios observados de las variables descriptoras de la muestra independiente de validación de *Eucalyptus grandis* para la región Misiones-NE Corrientes

Maximum, minimum and mean observed values of the descriptors variables of the independent sample used for validation of fitted models of *Eucalyptus grandis* of the zone Misiones-NE Corrientes

	dap (cm)	h (m)	edad (años)
Mín.	2,7	5	2
Máx.	74,5	46,6	50
Prom.	34,9	33,6	16

Comparación de pendientes por zona.

Se procedió a la comparación de interceptos y pendientes de regresiones lineales que consideraban como variable dependiente al volumen observado y como variable independiente a $((dap^2) \cdot h)$, ajustadas para las zonas del NE de Entre Ríos, definida agroecológicamente como de clima Pampeano Subtropical sin Estación Seca y Misiones - NE Corrientes, clasificadas como de clima Subtropical sin Estación seca (PAPADAKIS, 1974).

Tabla 9: Frecuencia de individuos por clase diamétrica de la base de datos empleada para el ajuste de modelos de *Eucalyptus grandis* para la zona Misiones–NE Corrientes
 Frequencies by diameter class of the total data base of *Eucalyptus grandis* in the zone Misiones–NE Corrientes

Clase diamétrica	N	n ajuste	n muestra independiente
0-9,9	2		2
10-19,9	12	10	2
20-29,9	22	20	2
30-39,9	59	51	8
40-49,9	35	31	4
50-59,9	14	12	2
60-69,9	2	2	
70-79,9	2	1	1
Total	148	127	21

Ajuste de modelos

Realizada la comparación de pendientes e interceptos, se procedió al ajuste de modelos para la estimación del volumen con y sin corteza (vcc y vsc respectivamente). Tras una revisión de los modelos más utilizados para ello, se decidió trabajar con los presentados en la tabla 10.

Tabla 10: Modelos empleados en el ajuste de funciones de volumen para *Eucalyptus grandis*.
 Used models for fitting volume prediction functions for *Eucalyptus grandis*.

Modelo	Autor	Función
1	Prodan modificado	$\ln(v) ? b_0 ? b_1 ? \ln dap ? b_2. \ln dap^2 ? b_3 ? \ln h^2$
2	Schumacher – Hall	$\ln(v) ? b_0 ? b_1 ? \ln(dap) ? b_2 ? \ln(h)$
3	Spurr logaritmizado	$\ln(v) ? b_0 ? b_1 ? \ln(dap^2 . h)$
4	Naslund	$v ? b_0 ? b_1 ? dap^2 ? b_2 ? dap^2 . h ? b_3. dap. h^2 ? b_4. h^2$
5	Stoate	$v ? b_0 ? b_1 . dap^2 ? b_2 . (dap^2 . h) ? b_3 . h$
6	Meyer	$v ? b_0 ? b_1 . dap ? b_2 . (dap^2) ? b_3 . dap . h$

Para estimar los volúmenes a partir de los modelos logarítmicos, se aplicó el factor de corrección de la discrepancia logarítmica propuesto por MEYER (1941).

$$Fc ? \exp(0,5 * S_{yx}^2)$$

La selección del modelo se efectuó en base al análisis de los estadísticos R^2 (coeficiente de determinación), S_{yx} (error estándar de la estimación), EAM (error absoluto medio) y evaluación de la distribución de residuales. El nivel significancia fue del 95 %. Teniendo en cuenta que se utilizaron modelos con y sin transformación logarítmica, se utilizó el Índice de Furnival (IF) (SILVA et al., 1991) para realizar la comparación entre ellos.

Los modelos de mejor desempeño fueron validados con una muestra independiente.

RESULTADOS

Comparación de pendientes de modelos regionales

De la base de datos empleada surgió que los modelos de Misiones – NE de Corrientes no pueden emplearse conjuntamente con los del NE de Entre Ríos, a diferencia de lo establecido por KELLER et al (2005), dada la existencia de diferencias significativas entre las pendientes de los modelos ajustados para cada una (Tabla 11), razón por la cual se ajustó un modelo particular para cada zona.

Tabla 11. Estadísticos de la comparación de pendientes e interceptos de modelos de estimación del volumen de *Eucalyptus grandis* para las zonas del NE de la Pcia. de Entre Ríos y Misiones-NE de Corrientes.

Statistics of the comparison of slopes and intercepts of the models for volume estimation of *Eucalyptus grandis* for the zones NE of Entre Ríos and Misiones-NE Corrientes.

	Suma de cuadrados	F	Valor P
(Dap ²)*H	468,157	8460,92	0,0000
Interceptos	0,834422	15,08	0,0001
Pendientes	0,16166	2,92	0,0885**
Modelo	469,153		

Ajuste de funciones para el NE de la provincia de Entre Ríos.

Tras testear el ajuste de diferentes modelos, se seleccionaron los de Schumacher – Hall y Prodan Modificado como los de mejor desempeño. Si bien sobresale el primero, en un análisis de los estadísticos considerados se pudo notar que no existen diferencias significativas entre estos.

Los modelos definitivos con sus coeficientes se presentan a continuación.

Schumacher – Hall

Las expresiones matemáticas del modelo seleccionado para volumen con y sin corteza, aplicando el factor de corrección por discrepancia logarítmica, son:

$$\ln(vcc) ? (-10,1718 ? 1,76615*\ln(dap)+1,18741*\ln(h))*1,0040878$$

$$\ln(vsc) ? (-10,701 ? 1,75695*\ln(dap)+1,32042*\ln(h))*1,00552149$$

Los estadísticos del modelo se exhiben en la tabla 12.

Tabla 12. Estadísticos modelo Schumacher – Hall para la estimación de volúmenes de *Eucalyptus grandis* para las zona del NE de la Pcia. de Entre Ríos
Statistics of Schumacher-Hall model for volume estimation of *Eucalyptus grandis* for the zone NE Entre Ríos

	R ² (%)	syx	F – ratio	P	EAM
vcc	99,5799	0,0903268	11258,01	0,000000	0,069556
vsc	99,4674	0,104941	8871,81	0,000000	0,0781917
Donde: R2: Coeficiente de determinación. Syx: Error estándar de la estimación. EAM: Error absoluto medio.					

Modelo Prodan modificado

Las expresiones matemáticas del modelo seleccionado para volumen con y sin corteza, aplicando el factor de corrección por discrepancia logarítmica, son:

$$\ln(vcc) = (-9,24544 + 2,39226 \cdot \ln(dap) - 0,110260 \cdot \ln^2(dap) + 0,187806 \cdot \ln^2(h)) \cdot 1,00414293$$

$$\ln(vsc) = (-9,702 + 2,48204 \cdot \ln(dap) - 0,11719 \cdot \ln^2(dap) + 0,206217 \cdot \ln^2(h)) \cdot 1,00582863$$

En tabla 13 se presentan los estadísticos correspondientes al modelo Prodan modificado para estimación de volúmenes con y sin corteza.

Tabla 13. Estadísticos modelo Prodan modificado para la estimación de volúmenes de *Eucalyptus grandis* para la zona del NE de la Pcia. de Entre Ríos
Statistics of modified Prodan model for volume estimation of *Eucalyptus grandis* for the zone NE Entre Ríos

	R ² (%)	syx	F – ratio	P	EAM
v c c	99.5787	0.0909326	7405.59	0.000000	0.069227
v s c	99.4438	0.107812	5602.43	0.000000	0.0807761

Donde: R2: Coeficiente de determinación. Syx: Error estándar de la estimación. EAM: Error absoluto medio.

En las tablas 12 y 13 es posible notar que el estadístico F fue altamente significativo para los modelos seleccionados, los coeficientes de determinación ajustados resultaron todos superiores a 0,99. Sin embargo el modelo de Schumacher - Hall fue el que presentó el mayor valor de R²; siendo además el que presentó el menor error estándar de la estimación. Si bien todos los modelos evaluados tuvieron buen ajuste, a través de la observación gráfica de los residuos se pudo constatar que los modelos Schumacher – Hall para estimación de volúmenes con y sin corteza presentaban mejor distribución que los de Prodan Modificado. Por lo antedicho se eligió a Schumacher - Hall como el más apropiado para la estimación de volúmenes individuales de *Eucalyptus grandis*.

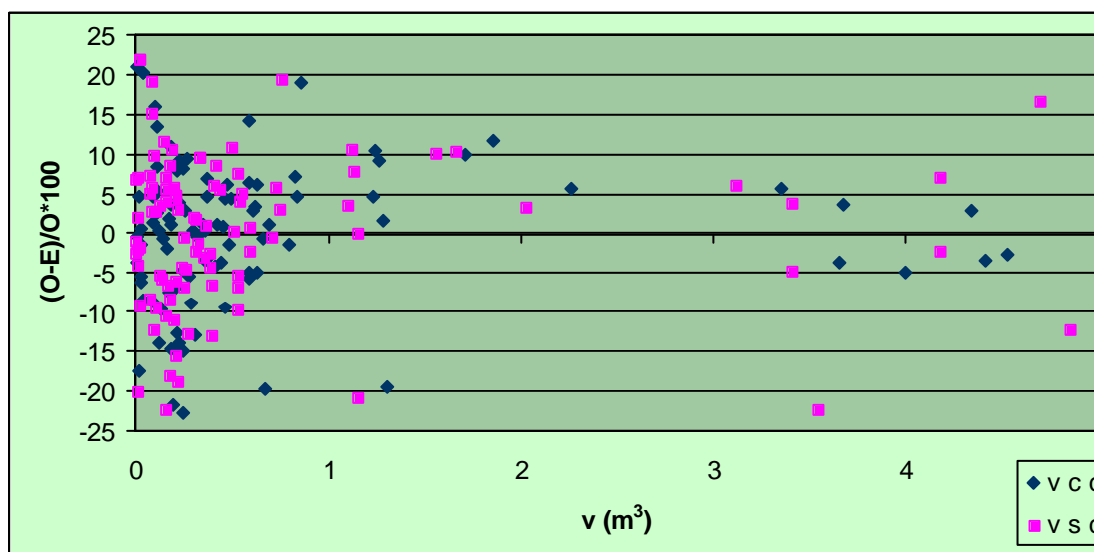


Gráfico 1. Diferencias porcentuales entre valores observados y estimados del volumen total con y sin corteza empleando el modelo Schumacher – Hall
Volume o.b. and u.b observed and estimated differences using Schumacher – Hall model in percentage

Validación de los modelos de Schumacher Hall.

En la tabla 14 se presenta el error surgido de la validación de los modelos seleccionados al ser contrastados contra la muestra independiente.

Tabla 14. Errores promedios y relativos resultantes de la validación de los modelos
Mean and relative errors as result of validation of the model

Modelo		Error (m ³)	Error relativo (%)
Schumacher – Hall	vcc	-0,076	-4,846
	vsc	-0,083	-5,531
Donde: Error = (? Valor Observado – Esperado)/n Error relativo = (? ((Valor Observado – Esperado)/Valor observado * 100))/n			

Los gráficos 2 y 3 presentan bs datos observados versus los estimados a través del modelo Schumacher - Hall para volúmenes con y sin corteza.

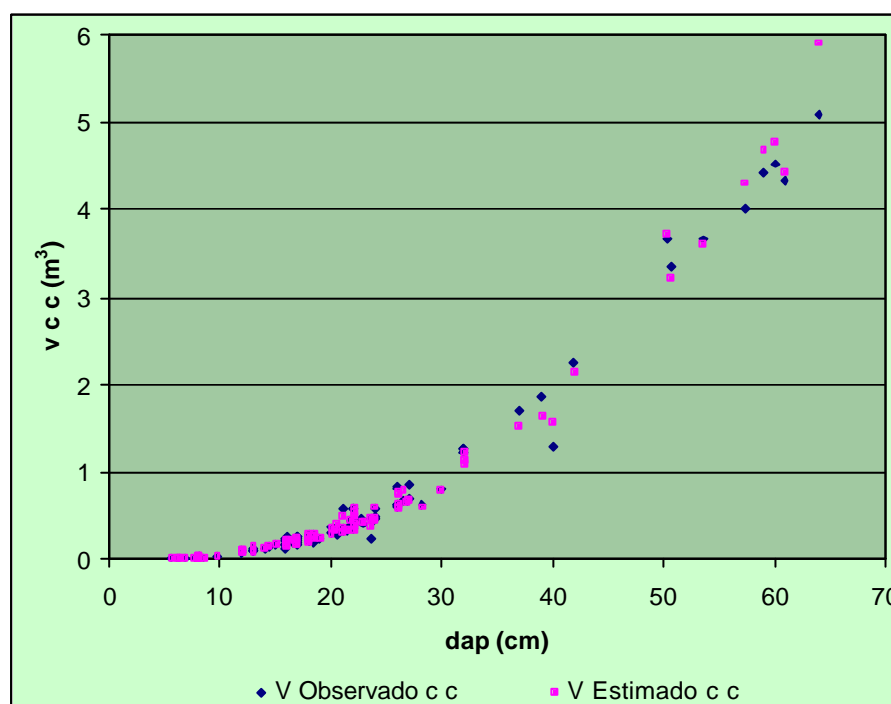


Gráfico 2. Volúmenes totales con corteza observados y estimados de *Eucalyptus grandis* en el NE de la Pcia de Entre Ríos empleando el modelo Schumacher - Hall

Total volume o.b. observed and estimated of *Eucalyptus grandis* in NE Entre Ríos applying Schumacher - Hall model

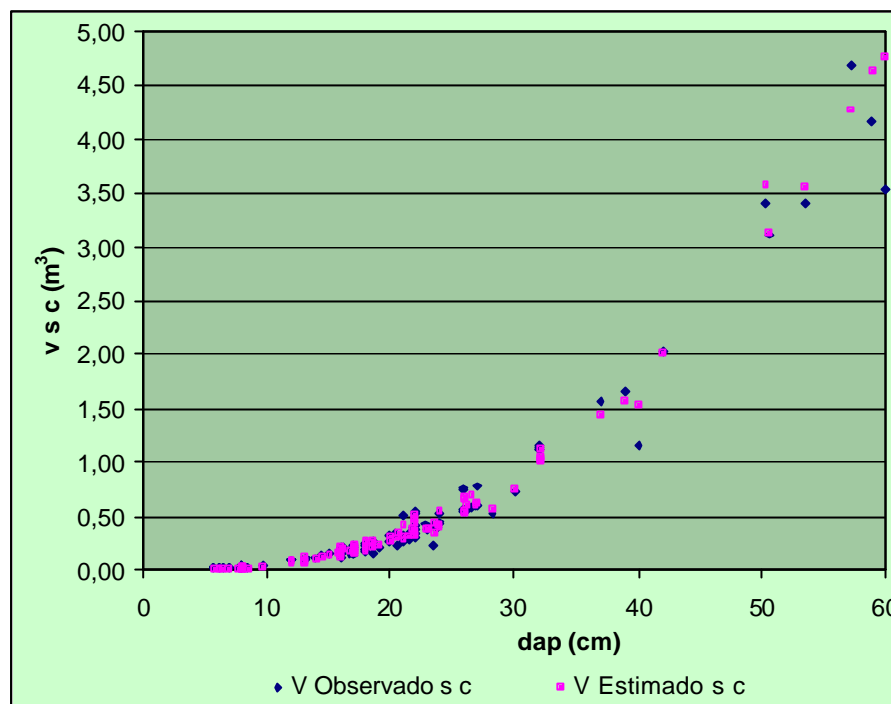


Gráfico 3. Volúmenes totales sin corteza observados y estimados de *Eucalyptus grandis* en el NE de la Pcia de Entre Ríos mediante el Modelo Schumacher – Hall
Total volume u.b. observed and estimated of *Eucalyptus grandis* in NE Entre Ríos applying Schumacher - Hall model

En el análisis gráfico surgió que los valores generados a través de la utilización de los modelos seleccionados, frente a los datos reales, siguieron un agrupamiento similar a los datos observados pasando por el centro del diagrama de dispersión.

CONCLUSIONES

Las funciones seleccionadas no presentaron tendenciosidad respecto a los datos observados recomendándose por lo tanto su empleo en la determinación del volumen de árboles individuales. Fue posible definir varios modelos que podrían ser utilizados para estimar el volumen con y sin corteza de *Eucalyptus grandis* implantado en el NE de la provincia de Entre Ríos, no obstante, el modelo Schumacher - Hall presentó el mejor ajuste de acuerdo a los indicadores estadísticos considerados, además de una mejor distribución de residuales. La validación de dicho modelo con una muestra independiente arrojó un error promedio de $-4,85\%$ para volumen con corteza y $-5,53\%$ en el caso de volumen sin corteza.

Como los modelos seleccionados llevan implícita la medición de diámetros y altura total, se recomienda el ajuste previo de una relación hipsométrica para su empleo local.

AGRADECIMIENTOS

Especialmente al Ing. Enio Juan Muttarelli. Al ing. Marcelo Rolón (Establecimiento Las Marías), Ings. Mirta Torres y Jorge Trevín (SAGPyA-Dirección Forestal y Proyecto Forestal de Desarrollo), Mauro Real de Azúa y Paula Montenegro (Forestadora Tapebicuá), Hipólito Kuzdra y Jorge Costa (Campo Anexo Manuel Belgrano – INTA EEA Montecarlo), Ing. Diana Díaz, Mario Carmarán, Wilfredo Moledo y Nicolás Alanís (INTA Concordia).

BIBLIOGRAFÍA

- CABACINHA, C. D. Um método para a realização do inventário florestal suprimindo a cubagem rigorosa. 2003. 116p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- GLADE, J. 1984. Elaboración de una Tabla de Volumen para *Eucalyptus grandis*. Concordia: Información Forestal. INTA EEA Concordia. Vol.1. H-6.
- 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, p.416-420.
- KELLER, A.; MOSCOVICH, F.; FASSOLA, H.; CRECHI, E.; PACHAS, N., COSTA, J. 2005. Ecuación de volumen de *Eucalyptus grandis* para la Mesopotamia Argentina. 3° Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Corrientes- Argentina. Publicación disponible en CD.
- KECK, A.; FASSOLA H, CRECHI, E.;. 1997. INTA EEA Montecarlo. Sistema de procesamiento de datos de árboles individuales.
- MEYER, H. A. 1941. Correction for a systematic error occurring in the application of the logarithmic volume equation. Pennsylvania Forest School Research. Paper. 7. 3 p.
- PAPADAKIS, J. 1974. Ecología, posibilidades Agropecuarias de las Provincias Argentinas. Fascículo 3. Enciclopedia Arg. de Agric. y Jardinería. Ed. ACME. 86p.
- PARENT, D.R. 2003. A stand volume equation for cruising small-diameter Material. Journal of Forestry, July/August, p.5-6.
- PRODAN M.; PETERS R.; COX F.; REAL P. 1997. Mensura Forestal. IICA-BMZ-GTZ. San José. 561 p.
- PROYECTO FORESTAL DE DESARROLLO (SAGPyA) 2004
<http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0-0/forestacion/inventario>
- SILVA, J.A.; BAILEY, R.L. 1991. Considerações teóricas sobre o uso correto do Índice de Furnival na seleção de equações volumétricas. Rev. Àrv., Viçosa, 15 (3): 323-327.
- VANCLAY, J. (1994). Model evaluation and Re-calibration. En: Modelling Forest Growth and Yield. Applications to mixed Tropical Forest. CAB International. Pp. 204-221.

Anexo 1: Tabla de volumen total con y sin corteza para *Eucalyptus grandis* en el NE de la provincia de Entre Ríos (m³). *
Table of estimated volume o.b. and. u.b. for *Eucalyptus grandis* in NE Entre Ríos

dap (cm)		Altura (m)												
		6	10	14	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54
5	Vcc	0,006	0,010	0,015	0,020	0,026	0,032	0,037	0,043	0,049	0,056	0,062	0,069	0,075
	Vsc	0,004	0,008	0,012	0,017	0,023	0,028	0,034	0,040	0,047	0,053	0,060	0,067	0,074
7.5	Vcc	0,011	0,021	0,031	0,042	0,053	0,065	0,076	0,089	0,101	0,114	0,127	0,140	0,154
	Vsc	0,008	0,016	0,025	0,035	0,046	0,058	0,070	0,082	0,095	0,109	0,122	0,137	0,151
10	Vcc	0,019	0,034	0,051	0,069	0,088	0,107	0,127	0,148	0,168	0,190	0,211	0,233	0,256
	Vsc	0,014	0,027	0,042	0,059	0,077	0,096	0,115	0,136	0,158	0,180	0,203	0,227	0,251
12.5	Vcc	0,028	0,051	0,076	0,103	0,130	0,159	0,189	0,219	0,250	0,281	0,313	0,346	0,379
	Vsc	0,020	0,040	0,062	0,087	0,113	0,141	0,171	0,202	0,233	0,266	0,300	0,335	0,371
15	Vcc	0,038	0,071	0,105	0,142	0,180	0,220	0,260	0,302	0,345	0,388	0,432	0,477	0,523
	Vsc	0,028	0,055	0,086	0,120	0,156	0,195	0,235	0,278	0,322	0,367	0,414	0,462	0,511
17.5	Vcc	0,051	0,093	0,138	0,186	0,236	0,288	0,342	0,396	0,452	0,509	0,568	0,627	0,687
	Vsc	0,037	0,072	0,113	0,157	0,205	0,255	0,309	0,364	0,422	0,481	0,543	0,606	0,671
20	Vcc	0,064	0,117	0,175	0,236	0,299	0,365	0,432	0,502	0,573	0,645	0,718	0,793	0,869
	Vsc	0,047	0,091	0,143	0,199	0,259	0,323	0,390	0,460	0,533	0,608	0,686	0,766	0,848
22.5	Vcc	0,079	0,144	0,215	0,290	0,368	0,449	0,533	0,618	0,705	0,794	0,885	0,977	1,070
	Vsc	0,057	0,112	0,175	0,244	0,319	0,397	0,480	0,566	0,656	0,748	0,844	0,942	1,043
25	Vcc	0,095	0,174	0,259	0,350	0,444	0,541	0,641	0,744	0,849	0,956	1,066	1,176	1,289
	Vsc	0,069	0,135	0,211	0,294	0,383	0,478	0,577	0,681	0,789	0,901	1,015	1,134	1,255
27.5	Vcc	0,112	0,206	0,307	0,414	0,525	0,640	0,759	0,881	1,005	1,132	1,261	1,392	1,525
	Vsc	0,082	0,160	0,250	0,348	0,453	0,565	0,683	0,805	0,933	1,065	1,201	1,340	1,484
30	Vcc	0,131	0,240	0,358	0,483	0,612	0,747	0,885	1,027	1,172	1,320	1,470	1,623	1,779
	Vsc	0,095	0,186	0,291	0,405	0,528	0,659	0,796	0,938	1,087	1,241	1,399	1,562	1,729
32.5	Vcc	0,151	0,277	0,412	0,556	0,705	0,860	1,019	1,183	1,350	1,520	1,694	1,870	2,049
	Vsc	0,109	0,215	0,335	0,466	0,608	0,758	0,916	1,080	1,251	1,428	1,610	1,797	1,990
35	Vcc	0,172	0,315	0,470	0,634	0,804	0,980	1,162	1,348	1,539	1,733	1,930	2,131	2,335
	Vsc	0,125	0,244	0,381	0,531	0,692	0,863	1,043	1,230	1,425	1,626	1,834	2,047	2,266
37.5	Vcc	0,194	0,356	0,531	0,716	0,908	1,108	1,313	1,523	1,738	1,957	2,181	2,407	2,638
	Vsc	0,141	0,276	0,430	0,600	0,782	0,975	1,177	1,389	1,609	1,836	2,070	2,311	2,559
40	Vcc	0,218	0,399	0,595	0,802	1,018	1,241	1,471	1,707	1,948	2,194	2,444	2,698	2,956
	Vsc	0,157	0,309	0,482	0,672	0,876	1,092	1,319	1,556	1,802	2,056	2,319	2,589	2,866
42.5	Vcc	0,242	0,444	0,662	0,893	1,133	1,381	1,637	1,900	2,168	2,441	2,720	3,003	3,290
	Vsc	0,175	0,344	0,536	0,747	0,974	1,214	1,467	1,731	2,004	2,288	2,580	2,880	3,188
45	Vcc	0,268	0,491	0,733	0,988	1,253	1,528	1,811	2,102	2,398	2,701	3,009	3,322	3,640
	Vsc	0,194	0,380	0,593	0,826	1,077	1,343	1,622	1,913	2,216	2,529	2,852	3,184	3,525
47.5	Vcc	0,295	0,541	0,806	1,087	1,379	1,681	1,993	2,312	2,639	2,971	3,310	3,655	4,005
	Vsc	0,213	0,418	0,652	0,909	1,184	1,476	1,784	2,104	2,437	2,781	3,136	3,501	3,876
50	Vcc	0,323	0,592	0,883	1,190	1,510	1,841	2,182	2,531	2,889	3,253	3,624	4,002	4,384
	Vsc	0,233	0,458	0,713	0,994	1,296	1,616	1,952	2,303	2,667	3,044	3,432	3,831	4,241

* Valores en letra negra corresponden a rango diamétrico observado.

ESTIMACION DEL VOLUMEN CON CORTEZA EN *Pinus taeda* L. IMPLANTADO EN LA ZONA NE DE CORRIENTES – S DE MISIONES, ARGENTINA[?] .

ESTIMATION OF TOTAL VOLUME OVER BARK OF *PINUS TAEDA* L. PLANTED IN THE REGION OF NE CORRIENTES – S MISIONES, ARGENTINA.

Hugo E. Fassola¹

Ernesto Crechi¹

Sara Barth²

Aldo Keller¹

1. Ings. Ftals. Técnicos Área Forestal. INTA EEA Montecarlo. Av. Libertador n° 2472. C. P. 3384. Montecarlo, Misiones, Argentina. TE y FAX: 54-03751-480057/480512. e-mail: hfasola@ceel.com.ar

2. Ing. Ftal. Cátedra Dasometría. Fac. de Cs. Ftals. (UNaM). Bertoni 124. C. P. 3380. Eldorado. Misiones. e-mail: sbarth@arnet.com.ar

SUMMARY

With the objective of determining volume over bark of *Pinus taeda* in the zone NE of Corrientes- S Misiones, Argentina, lineal models were fitted. From the data base, based in 282 trees, 221 trees were used for fitting the model and the others were used as an independent sample for validation purpose. As result of the evaluation of the different models using as criteria for selecting it the R^2 (determination coefficient), S_{yx} (standar error of the estimation), EAM (absolute mean error) and residual distribution, modified Prodan model was choice. An error of $-0,011 \text{ m}^3$ and a relative error of $-0,40 \%$ was established in the validation process of the model. Due to the goodness of fitness and the validation, the proposed model can be used for the prediction of individual tree volume over bark in considered zone, between the range of diameter classes employed. The mathematical expression, applying the correction factor for logarithmic discrepancy, of the selected model was:

$$\ln(\text{vcc}) = (-9,52543 + 2,42573 \cdot \ln(\text{dap}) - 0,07546 \cdot \ln^2(\text{dap}) + 0,19513 \cdot \ln^2(\text{h})) \cdot 1,00364003$$

Key words : tree volume, forest management, *Pinus taeda*, NE Corrientes-S Misiones.

RESUMEN

Con el objetivo de determinar volumen con corteza de árboles individuales de *Pinus taeda* L. para la zona NE Corrientes – S Misiones, Argentina, se procedió al ajuste de modelos linealizados. La base de datos estuvo conformada por 282 individuos, de los cuales se consideraron 221, separándose los restantes como muestra independiente de validación. Evaluados los modelos en base al análisis de los estadísticos R^2 (coeficiente de determinación), S_{yx} (error estándar de la estimación), EAM (error absoluto medio) y distribución de residuales, Prodan modificado resultó ser el de mejor comportamiento. La validación del modelo arrojó un error de $-0,011 \text{ m}^3$, siendo su error relativo de $-0,40 \%$. Dada la bondad de los ajustes y

[?] Trabajo Financiado por PAN 571: Funciones y algoritmos dasométricos para manejo silvícola intensivo, de aplicación en plantaciones forestales orientadas a producción de madera de alto valor agregado.

validaciones realizadas, el modelo presentado en el trabajo puede ser utilizado para la predicción de volumen individual con corteza en el área considerada, dentro del rango diamétrico empleado.

La expresión matemática del modelo seleccionado, aplicando el factor de corrección por discrepancia logarítmica, es:

$$\ln(vcc) = (-9,52543 + 2,42573 \cdot \ln(dap) - 0,07546 \cdot \ln^2(dap) + 0,19513 \cdot \ln^2(h)) \cdot 1,00364003$$

Palabras claves: Volumen individual, Manejo Forestal, *Pinus taeda*, NE Corrientes-S Misiones.

INTRODUCCION

Las funciones estadísticas que permiten la determinación de los volúmenes de árboles en pie, a partir de la medición de otras variables de más fácil obtención, constituyen una herramienta importante en el procesamiento de los datos de inventario.

La construcción de tablas de volumen para distintas especies forestales se ha constituido en una etapa indispensable del buen manejo de las plantaciones y/o bosques naturales. Como antecedentes se puede mencionar a KOLLN y VIOLA (1987, 1988, 1995), quienes construyeron tablas de volúmenes de simple y doble entrada para *Pinus elliottii*, *Pinus taeda* y *Araucaria angustifolia*. Posteriormente en 1997 se presentó el Simulador Forestal de *Pinus taeda*, e *Pinus elliottii*, y *Araucaria angustifolia*. en un convenio entre INTA EEA Montecarlo, la Facultad de Ciencias Forestales perteneciente a la Universidad Nacional de Misiones y empresas privadas del medio, en esa oportunidad se consideró modelos conjuntos para ser empleados en las provincias de Misiones y NE de Corrientes. (FRIEDL et al, 1997).

Dado que se amplió la base datos empleada en tal ocasión, el objetivo del presente trabajo fue verificar si las bases de datos correspondientes a las provincias de Misiones y NE de Corrientes, podían unificarse en un solo modelo general, o bien debía ajustarse en *Pinus taeda* un modelo particular de estimación de volumen individual con corteza para cada zona en particular.

MATERIALES Y METODOS

La base general para las provincias de Misiones y Corrientes estuvo conformada por datos provenientes de mediciones efectuadas por Alto Paraná S. A., Lipsia S. A., Celulosa Argentina S. A., Las Marías S. A., Bosques del Plata S. A., Fiplasto S.A, trabajos de E. Mutarelli y V. Mariott, Friedl R. y bases de datos disponibles en instituciones como el ex IFONA e INTA EEA Montecarlo.

La base de datos general quedó conformada por 860 individuos, de los cuales, 578 (CRECHI et al, 2006) correspondían a la zona agroecológica Alta Misiones-Misiones Norte (PAPADAKIS, 1974) y 282 a la zona NE de Corrientes –Misiones Sur (PAPADAKIS, 1974).

Comparación de pendientes por zona.

Se compararon los interceptos y pendientes de regresiones lineales que consideraban como variable dependiente al volumen observado y como variable independiente a $((dap^2) \cdot h)$, ajustadas para las zonas Alta Misiones-Misiones Norte y NE de Corrientes –Misiones Sur.

Descripción de la muestra de datos correspondiente a los modelos ajustados para NE de Corrientes –Misiones Sur

En tablas 1 a 3 se pueden observar los diámetros a altura de pecho (dap), alturas (h) y edad máximo s, mínimos y promedio s, como así también el número de ejemplares de la misma y su distribución diamétrica.

El volumen total con corteza (vcc) fue calculado mediante la fórmula de Smalian, mientras que el volumen del ápice fue calculado mediante la fórmula del cono. Este procesamiento fue realizado con el Sistema de Procesamiento de Datos de Árboles Individuales, INTA EEA Montecarlo (KECK et al, 1997).

Tabla 1: Valores máximos, mínimos y promedios observados para las variables descriptoras de la base de datos empleada en el ajuste del modelo de *Pinus taeda* de la zona Misiones S-NE Corrientes

Maximum, minimum and mean observed values of the descriptors variables of the data base used for fitting models of *Pinus taeda* of the zone Misiones S–NE Corrientes

	dap (cm)	h (m)	edad (años)
Mín.	7,0	5,25	3
Máx.	53,0	28,6	30
Prom.	31,9	22,40	20

Tabla 2: Valores máximos, mínimos y promedio observados para las variables descriptoras de la muestra independiente de validación del modelo de volumen de *Pinus taeda* en la zona Misiones S- NE Corrientes

Maximum, minimum and mean observed values of the descriptors variables of the independent sample used for validation of fitted models of *Pinus taeda* of the zone Misiones S–NE Corrientes

	dap (cm)	h (m)	edad (años)
Mín.	6,6	5,25	3
Máx.	53,0	27,9	30
Prom.	29,3	21,97	19

Tabla 3: Frecuencia de individuos por clase diamétrica de la base de datos empleada en el ajuste del modelo de *Pinus taeda* de la zona S Misiones-NE Corrientes

Frequencies by diameter class of the total data base of *Pinus taeda* in the zone Misiones S–NE Corrientes

Clase Diamétrica	N	n ajuste	n muestra independiente
0-9.9	7	5	2
10-19.9	58	24	1
20-29.9	84	67	34
30-39.9	72	66	17
40-49.9	55	54	6
50-59.9	6	5	1
Total	282	221	61

Donde:

N: Número total de individuos que integran la base de datos considerada
 n ajuste: Número de ejemplares empleados en el ajuste de los modelos
 n muestra independiente: Número de árboles separados como muestra independiente de validación

En el trabajo de CRECHI et al (2006) se describe la base de datos correspondiente a Misiones Norte-Alta Misiones, la cual fue empleada para la comparación de pendientes entre ambas zonas.

Ajuste de modelos

Tras una revisión de los modelos más utilizados para ello, se decidió trabajar con los presentados en la tabla 4.

Tabla 4: Modelos empleados en el ajuste de funciones de volumen para *Pinus taeda*.
 Used models for fitting volume prediction functions for *Pinus taeda*

Modelo	Autor	Función
1	Prodan modificado	$\ln(v) ? b_0 ? b_1 ? \ln dap ? b_2 \cdot \ln dap^2 ? b_3 ? \ln h^2$
2	Schumacher – Hall	$\ln(v) ? b_0 ? b_1 ? \ln(dap) ? b_2 ? \ln(h)$
3	Spurr logaritmizado	$\ln(v) ? b_0 ? b_1 ? \ln(dap^2 \cdot h)$
4	Naslund	$v ? b_0 ? b_1 ? dap^2 ? b_2 ? dap^2 \cdot h ? b_3 \cdot dap \cdot h^2 ? b_4 \cdot h^2$
5	Stoate	$v ? b_0 ? b_1 \cdot dap^2 ? b_2 \cdot (dap^2 \cdot h) ? b_3 \cdot h$
6	Meyer	$v ? b_0 ? b_1 \cdot dap ? b_2 \cdot (dap^2) ? b_3 \cdot dap \cdot h$

Para sortear errores sistemáticos ocasionados por el empleo de transformaciones logarítmicas el volumen estimado fue afectado por el factor de corrección de discrepancia logarítmica. (MEYER, 1941).

$$F_c ? \exp(0,5 \cdot S_{yx}^2)$$

La selección del modelo se efectuó en base al análisis de los estadísticos R^2 (coeficiente de determinación), S_{yx} (error estándar de la estimación), EAM (error absoluto medio) y evaluación de la distribución de residuales. El nivel de confianza fue del 95 %.

Teniendo en cuenta que se utilizaron modelos con y sin transformación logarítmica, se utilizó el Índice de Furnival (IF) (FURNIVAL, 1961; SILVA et al., 1991) para realizar la comparación entre los mismos.

Los modelos de mejor desempeño fueron validados con una muestra independiente.

RESULTADOS

Comparación de pendientes de modelos por sub zonas integrantes de la región agro - ecológica de clima subtropical sin estación seca (PAPADAKIS, 1974).

De la base de datos empleada surgió que las zonas Alta Misiones-Misiones Norte (CRECHI, ET AL., 2006) y NE de Corrientes –Misiones Sur no pueden ser consideradas en forma conjunta dada la existencia de diferencias significativas entre las pendientes de los modelos ajustados para cada una de ellas (Tabla 5), razón por la cual se ajustó un modelo particular para cada zona.

Tabla 5. Estadísticos de la comparación de pendientes e interceptos de modelos de estimación del volumen de *Pinus taeda* para las zonas de Misiones Norte-Alta Misiones y Misiones S-NE de Corrientes.

Statistics of the comparison of slopes and intercepts of the models for volume estimation of *Pinus taeda* for the zones NE of Misiones Norte-Alta Misiones y Misiones S-NE de Corrientes.

	Suma de cuadrados	F	Valor P
(Dap ²)*H	290,897	25366,42	0,0000
Interceptos	0,00000744925	0,00	0,10
Pendientes	0,117835	10,28	0,0014
Modelo	291,015		

Por tal razón se presentan en este trabajo modelos de estimación de volumen individual con corteza para la zona Misiones Sur-NE de Corrientes.

Ajuste de modelos para la zona NE de Corrientes –Misiones Sur

Evaluados los ajustes de diferentes modelos, se seleccionó en primera instancia los de Prodan Modificado y Schumacher – Hall como los de mejor desempeño.

A continuación se presentan a los modelos con sus coeficientes.

Modelo Prodan modificado

La expresión matemática aplicando el factor de corrección por discrepancia logarítmica, fue:

$$\ln(vcc) = (-9,52543 + 2,42573 \cdot \ln(dap) - 0,07546 \cdot \ln^2(dap) + 0,19513 \cdot \ln^2(h)) \cdot 1,00364003$$

Schumacher - Hall

La expresión matemática aplicando el factor de corrección por discrepancia logarítmica, fue:

$$\ln(vcc) = (-10,165150 + 1,94233 \cdot \ln(dap) + 1,06019 \cdot \ln(h)) \cdot 1,00383968$$

En tabla 6 se presentan los estadísticos correspondientes a los modelos Prodan modificado y Schumacher – Hall para estimación de volúmenes con corteza.

Tabla 6. Estadísticos de los diferentes modelos seleccionados para la estimación de volúmenes con corteza de *Pinus taeda* con corteza de la zona Misiones Sur-NE de Corrientes
Statistics of the models for volume estimation of *Pinus taeda* o.b. for the zone Misiones S-NE de Corrientes

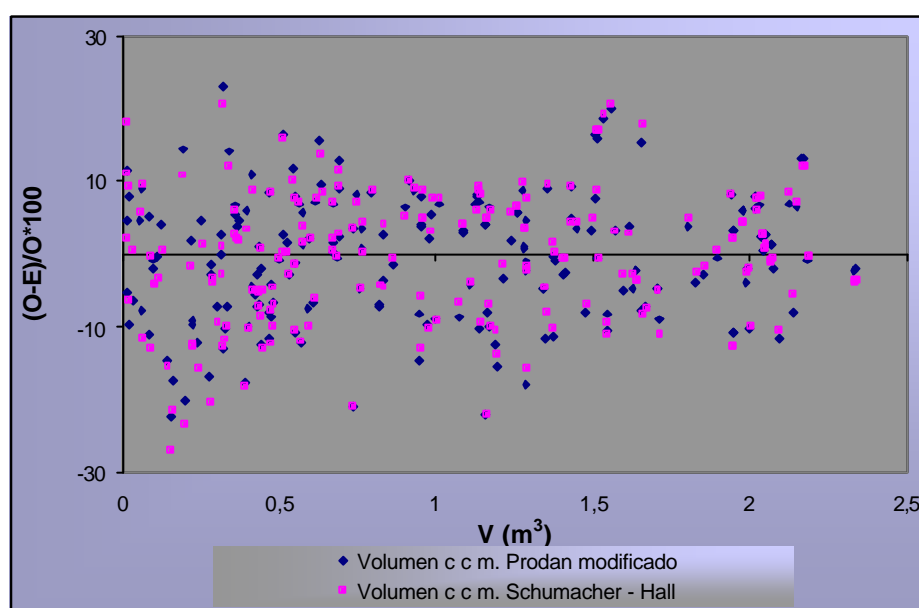
Modelo	R ² (%)	syx	F – ratio	P	EAM
Prodan modificado	99,3474	0,0852458	15365,05	0,0000	0,0684024
Schumacher - Hall	99,3084	0,0875480	15365,05	0,0000	0,0694827

Donde: R2: Coeficiente de determinación. Syx: Error estándar de la estimación. EAM: Error absoluto medio.

En la tabla 6 se puede observar que el estadístico F fue altamente significativo para ambos modelos, los coeficientes de determinación ajustados resultaron superiores a 0,99. Sin embargo el modelo de Prodan modificado fue el que presentó el mayor valor de R^2 ; siendo además el que presentó el menor error estándar de la estimación.

En el gráfico 1 se presenta la distribución porcentual de los residuales de los modelos Prodan modificado y Schumacher – Hall para la estimación de volúmenes con corteza de árboles implantados en la zona NE Corrientes – S Misiones.

A través de la observación gráfica de los residuos se pudo constatar que, si bien los dos modelos seleccionados preliminarmente tuvieron buen ajuste, el de Prodan modificado presentaba una leve mejor distribución de los mismos. En base a ello se eligió Prodan modificado como el modelo de mejor comportamiento.



Gráfica 1. Diferencias porcentuales entre valores observados y estimados del volumen total con corteza de *Pinus taeda* en la zona NE de Corrientes –Misiones Sur.
Volume o.b. and u.b. observed and estimated differences in percentage for *Pinus taeda* in the zone NE Corrientes –Misiones S

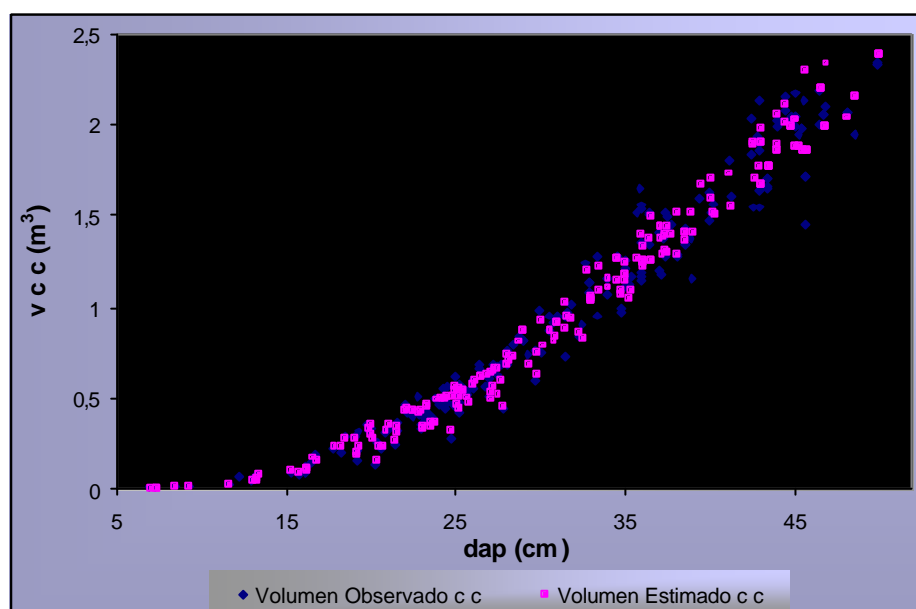
Validación del modelo Prodan modificado.

En la tabla 7 se presenta el error que surge de la validación del modelo seleccionado al ser contrastados contra la muestra independiente.

Tabla 7. Errores promedios provenientes de la validación del modelo de Prodan modificado para la estimación de volumen con corteza de *Pinus taeda* en la zona NE de Corrientes –Misiones Sur
 Mean and relative errors as result of the validation of the model Prodan modified for volume o.b. estimation of *Pinus taeda* in the zone NE de Corrientes –Misiones Sur

Modelo		Error (m ³)	Error relativo (%)
Prodan modificado	vcc	-0,011	-0,399
Donde: Error = (? Valor Observado – Esperado)/n Error relativo = (? ((Valor Observado – Esperado)/Valor observado * 100))/n			

El gráfico 2 presenta los volúmenes observados versus los estimados para el modelo de Prodan modificado.



Gráfica 2. Volúmenes totales con corteza observados y estimados mediante el modelo Prodan modificado de *Pinus taeda* en la zona NE de Corrientes –Misiones Sur
 Total volume o.b. observed and estimated of *Pinus taeda* in NE Entre Ríos applying Prodan modified model

Mediante un análisis gráfico de los puntos generados a través del empleo del modelo seleccionado frente a los datos reales se pudo observar que los mismos siguen un agrupamiento similar a los datos observados pasando por el centro del diagrama de dispersión.

CONCLUSIONES

Si bien fue posible definir varios modelos para estimar volumen con corteza de *Pinus taeda* para la zona NE Corrientes –Misiones S, de acuerdo a los estadísticos utilizados, el modelo Prodan modificado presentó el mejor ajuste, mostrando además una mejor distribución de

residuos. Validado dicho modelo a través de una muestra independiente arrojó un error promedio de -0,011 y un error relativo promedio de - 0,40 %.

Para la utilización del modelo ajustado fuera de los rangos diamétricos considerados debería recurrirse a una evaluación previa. El modelo seleccionado ha resultado en ajustes cuyos gráficos no evidencian tendencias con respecto a los datos originales. Como los mismos llevan implícita la medición de diámetros y alturas, para el procesamiento de datos de inventarios de plantaciones comerciales se recomienda el ajuste previo de una relación hipsométrica.

Se recomienda a futuro reforzar la presente base de datos con la incorporación de ejemplares que cuenten con análisis fustales donde se haya efectuado la lectura de diámetros sin corteza.

BIBLIOGRAFÍA

- CRECHI, E.; FASSOLA, H. E; KELLER, A; BARTH, S. 2006. Modelos de estimación del volumen individual de árboles con y sin corteza de *Pinus taeda* L. para la zona norte de Misiones, Argentina. Trabajo presentado en las XII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. FCF-INTA. P.p. 8. Eldorado.
- FRIEDL, R. A.; CRECHI, E.; FASSOLA, H. 1997, Manual de Descripción Técnica del Simulador Forestal de *Pinus taeda* 2.0. INTA EEA Montecarlo – Facultad de Ciencias Forestales. 16 p.
- FURNIVAL, G.M. 1961. An index for comparing equations used in constructing volume tables. For. Sci. 7: p.337-341.
- KECK, A.; FASSOLA H, CRECHI, E.;. 1997. INTA EEA Montecarlo. Sistema de procesamiento de datos de árboles individuales.
- 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, p.134-152.
- MEYER, H. A. 1941. Correction for a systematic error occurring in the application of the logarithmic volume equation. Pennsylvania Forest School Research. Paper. 7. 3 p.
- PRODAN M.; PETERS R.; COX F.; REAL P. 1997. Mensura Forestal. IICA-BMZ-GTZ. San José. 561 p.
- PAPADAKIS, J. 1974. Ecología, posibilidades Agropecuarias de las Provincias Argentinas. Fascículo 3. Enciclopedia Arg. de Agric. y Jardinería. Ed. ACME. 86p. (Papadakis, J. Ecología, posibilidades agropecuarias de las provincias argentinas. 2da ed. Bs.As. En: Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Tomo II. Fascículo 3:1-86. Ed. Acme. 1974)
- SILVA, J.A.; BAILEY, R.L. 1991. Considerações teóricas sobre o uso correto do Índice de Furnival na seleção de equações volumétricas. Rev. Àrv., Viçosa, 15 (3): 323-327.

Anexo 1: Tabla de volumen total con corteza para *Pinus taeda* implantado en la zona NE Corrientes – S Misiones (m³) *

Table of estimated volume o.b. and. u.b. for *Pinus taeda* in zone NE Corrientes – S Misiones (m³) *

dap (cm)	Altura (m)							
	6	10	14	18	22	26	30	34
5	0,0056	0,0084	0,0116	0,0153	0,0193	0,0237	0,0286	0,0338
7,5	0,0134	0,0201	0,0278	0,0365	0,0461	0,0567	0,0683	0,0809
10	0,0245	0,0368	0,0509	0,0668	0,0844	0,1038	0,1250	0,1481
12,5	0,0388	0,0583	0,0807	0,1058	0,1337	0,1645	0,1981	0,2346
15	0,0561	0,0844	0,1168	0,1532	0,1936	0,2382	0,2868	0,3397
17,5	0,0765	0,1150	0,1591	0,2087	0,2638	0,3244	0,3907	0,4628
20	0,0997	0,1499	0,2074	0,2720	0,3438	0,4228	0,5092	0,6031
22,5	0,1256	0,1890	0,2614	0,3428	0,4333	0,5329	0,6418	0,7601
25	0,1543	0,2320	0,3209	0,4209	0,5320	0,6543	0,7880	0,9333
27,5	0,1855	0,2789	0,3859	0,5060	0,6396	0,7867	0,9474	1,1221
30	0,2192	0,3296	0,4560	0,5980	0,7558	0,9296	1,1196	1,3260
32,5	0,2553	0,3840	0,5311	0,6966	0,8804	1,0829	1,3042	1,5446
35	0,2938	0,4419	0,6112	0,8016	1,0131	1,2461	1,5008	1,7774
37,5	0,3346	0,5032	0,6961	0,9129	1,1538	1,4191	1,7091	2,0241
40	0,3776	0,5679	0,7855	1,0302	1,3021	1,6015	1,9288	2,2844
42,5	0,4228	0,6358	0,8795	1,1535	1,4579	1,7932	2,1596	2,5577
45	0,4701	0,7070	0,9779	1,2826	1,6210	1,9938	2,4012	2,8439
47,5	0,5195	0,7812	1,0807	1,4173	1,7913	2,2032	2,6534	3,1426
50	0,5708	0,8585	1,1876	1,5575	1,9685	2,4212	2,9159	3,4535
52,5	0,6242	0,9388	1,2986	1,7031	2,1525	2,6475	3,1885	3,7763
55	0,6795	1,0219	1,4136	1,8539	2,3432	2,8820	3,4710	4,1108

* Valores en letra negra corresponden a rango diamétrico observado.

MODELOS DE CRECIMIENTO DE *Eucalyptus maidenii* y *Eucalyptus dunnii*
GROW MODELS OF *Eucalyptus maidenii* AND *Eucalyptus dunnii*

Paula Ferrere¹, Rosa T. Boca^{2,3}, Gustavo Lopez⁴

¹Ing. Ftal. Técnico del Inst. Rec. Biól. CIRN, INTA Castelar. Las Cabañas y Los Reseros (1712). Castelar, Prov Bs As. T/FAX: +541146210433; email: pferrere@cni.inta.gov.ar

² Ing. Agr. MSc. Téc del Inst. Clima y Agua CIRN, INTA Castelar

³ Cátedra de Métodos Cuantitativos Aplicados, Facultad de Agronomía, U. B. A

⁴ Centro de Investigación y Tecnología de ENCE. Ctra. Madrid-Huelva, km 630. Apdo. 223. 21880 Huelva. España

RESUMEN

La densidad inicial de plantación es uno de los factores determinantes de la productividad forestal. Una acertada decisión en este sentido, permite aumentar la cantidad y el tipo de productos a obtener.

Eucalyptus maidenii y *E. dunnii* presentan interesantes crecimientos en una amplia zona de Argentina. Se instalaron dos ensayos con diseño Nelder en Castelar provincia de Buenos Aires, para evaluar el efecto de la densidad inicial de plantación sobre el crecimiento de ambas especies. Se analizaron tratamientos desde 4983 a 399 pl/ha, con mediciones anuales de dap, altura y longitud de copa viva del 4° al 6° año de plantado. Se determinaron modelos de crecimiento en diámetro, altura y longitud de copa.

Palabras claves: densidad de plantación, *E. maidenii*, *E. dunnii*, crecimiento.

SUMMARY

The initial density is one of the determinant factors of the forest productivity. An opportune decision in this sense permits to enlarge the quantity and the type of products to obtain. *Eucalyptus maidenii* and *E. dunnii* show interesting growth in an extensive zone of Argentina. Two trials with Nelder design were installed in Castelar, Buenos Aires, to evaluate the effect of the initial density of plantation on the growth of both species. Treatments with 4983 to 399 tree/ha, with annual measurements of diameter, height and crown length from the 4° to 6° year. Models of growth in diameter, height and crown length were determined.

Key words : initial density, *E. maidenii*, *E. dunnii*, growth.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de especies forestales resulta una alternativa de reemplazo al aprovechamiento de las especies nativas (HARRISON *et al*, 2000) debido a las altas tasas de deforestación y al

incremento de la demanda de madera sólida de alto valor (VALENCIA BRAIER, 2006) así como para otros usos industriales. Mas recientemente las plantaciones adquieren importancia por la adicionalidad potencial que ofrecen como sumideros del dióxido de carbono atmosférico.

Entre las especies elegidas para cultivo varias corresponden al genero *Eucalyptus*. Este género es originario de Australia y cuenta con más de 600 componentes entre especies, subespecies y variedades, está ampliamente difundido en el Hemisferio Sur y particularmente en Argentina ha encontrado excelente condiciones para su desarrollo. Específicamente, *Eucalyptus maidenii* se presenta como alternativa a *E. globulus* por producir madera de buena calidad (PATHAUER *et al*, 2003) y demostrar mejor adaptación a zonas mas cálidas (JACOBS, 1981). La potencialidad de esta especie en Argentina comprende una gran parte de la provincia de Buenos Aires, siendo determinado su óptimo de adaptación ecológico una amplia franja de la zona costera (MOSCHINI *et al*, 2000) y confirmado por altos valores de producción (LOPEZ *et al*, 2001; PATHAUER *et al*, 2003). Mientras que *E. dunnii* es otra especie de buena aptitud para la fabricación de pasta de papel, estimándose en la provincia de Buenos Aires unas 300.000 ha para su cultivo. El INTA Castelar posee actualmente un huerto semillero de progenies en producción de material seleccionado por su valor genético (PATHAUER *et al*, 2004) para el establecimiento de nuevas plantaciones.

La densidad de plantación es uno de los principales factores que determinan la productividad del rodal (DANIEL, 1982). En otras especies del género *Eucalyptus* se han detectado importantes diferencias de crecimiento en diámetro (por ejemplo: en *E. globulus*-FERRERE *et al*, 2005a; PINILLA SUAREZ y ULLOA, 2001; en *E. camaldulensis*, *E. pellita* y *E. urophylla* - BERNARDO *et al*, 1998; en *E. grandis*-DALLA TEA, 1995). Con el aumento de la densidad disminuye el crecimiento en diámetro y aumenta la productividad del rodal. En altura la tendencia no es tan clara ya que algunos autores no han detectado diferencias significativas (PINILLA SUAREZ Y ULLOA, 2001; PINKARD Y NIELSEN, 2003) mientras que para otros la tendencia es a aumentar con el aumento del espaciamiento (SCHONAU y COETZEE, 1989).

El tamaño de la copa es una medida de su capacidad fotosintética y en los últimos años, con el desarrollo de los modelos mecanísticos, se han incorporado variables relacionadas con el tamaño de la copa tales como el largo y el diámetro. BARTON y MONTAGU (2006) no detectaron cambios en la partición de la biomasa aérea de *E. camaldulensis* por efecto del distanciamiento, pero si por la disponibilidad de agua. Mientras que en otras especies de

Eucalyptus, BERNARDO *et al* (1998), encontraron cambios en la materia seca en hojas y PINKARD y NEILSEN (2003) en ramas en relación a la densidad de plantación.

Debido a la relevancia potencial que tienen ambas especies en la provincia de Buenos Aires, en 1999 se instaló un ensayo para determinar el efecto de la densidad de plantación sobre el crecimiento de *Eucalyptus maidenii* y *E. dunnii*.

El objetivo del presente trabajo fue modelar y comparar el crecimiento en diámetro y altura de ambas especies.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos se plantaron en 1999, en el INTA Castelar, partido del mismo nombre. Geográficamente se localizan a los 34° 36' 30'' de latitud sur y 58° 39' 47'' de longitud oeste. El clima de la región es de tipo templado cálido, con una temperatura media de 17° C. El número de días con heladas oscila entre 10 y 15 siendo la precipitación anual promedio de 1000 mm (Moschini *et al*, 2004). Los plantines fueron obtenidos en el vivero del INTA y para ambas especies se utilizó semilla de procedencia local.

Para estudiar varias densidades de plantación se empleó un diseño de tipo NELDER (1962) con 12 tratamientos que equivalen a densidades entre 4983 y 399 pl/ha y con 53 repeticiones por tratamiento (Tabla 1) y especie con una rectangularidad constante e igual a 1. A los fines del análisis, no se consideraron las plantas muertas o dañadas ni los ocho vecinos circundantes.

Tabla 1. Tratamientos de espaciamiento en *Eucalyptus dunnii* y *E. maidenii*.

Treatments of spacing in *Eucalyptus dunnii* and *E. maidenii*

Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sup.por arbol(m ²)	2,01	2,52	3,18	4,00	5,03	6,33	7,96	10,01	12,60	15,85	19,94	25,08
Espaciam(m)	1,4x1,4	1,6x1,6	1,8x1,8	2x2	2,2x2,2	2,5x2,5	2,8x2,8	3,2x3,2	3,6x3,6	4x4	4,5x4,5	5x5
Arboles/ha	4983	3961	3148	2502	1989	1581	1257	999	794	631	502	399

Del 3° al 6° año de plantado se midió anualmente para cada tratamiento la circunferencia a la altura de pecho (*cap*), la altura total (*h*) y la altura a la base de la copa verde (*bcv*) para derivar por diferencia la longitud de copa (*lc*). A los fines del presente trabajo se utilizó el diámetro a la altura del pecho (*cap/p*)

Análisis estadístico

Para cada variable observada se utilizó un modelo de regresión lineal simple de la forma

$$dap=f(\text{trat, especie}) + \text{error}$$

$$h=f(dap, \text{especie}) + \text{error}$$

$$lc= f(dap,\text{especie}) +\text{error, donde } lc=h-bcv$$

El modelo que describe la relación entre la variable respuesta y la variable explicativa de plantación para ambas especies es el siguiente:

$$d = \beta_0 + \beta_1 * N + \beta_2 * z_i + \beta_3 * N * z_i$$

Donde Z, es una variable auxiliar, que toma valores 0 o 1 en función de las dos especies evaluadas. Se incluye esta variable en el modelo con el objeto de probar si a cada especie le corresponde un modelo de crecimiento distinto.

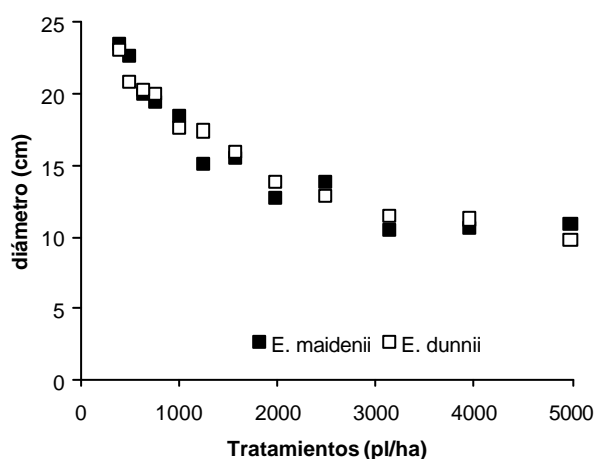
Resultando en una combinación de modelos:

$$Z_i=0 \text{ para } E. \text{ maidenii} \quad d = \beta_0 + \beta_1 * N$$

$$Z_i=1 \text{ para } E. \text{ dunnii} \quad d = \beta_0 + \beta_2 + \beta_1 * N + \beta_3 * N$$

La prueba de hipótesis para el parámetro β_3 se denomina prueba de paralelismo y determina si ambas rectas tienen la misma pendiente. Si no se rechaza la hipótesis de paralelismo, entonces se analiza si coinciden las ordenadas al origen ($\beta_2 = 0$). Para la estimación de los parámetros de los modelos se utilizó el método de mínimos cuadrados siguiendo WEBER y SKILLINGS (2000). Los cálculos estadísticos fueron realizados con R (Development Core Team R, 2003).

RESULTADOS



Crecimiento en diámetro

A los 6 años, el crecimiento en diámetro aumentó al disminuir la densidad inicial de plantación (Figura 1). Dicho crecimiento fue similar para ambas especies en todos los tratamientos. Entre los tratamientos de 399 y 1989 pl/ha hay una disminución exponencial del crecimiento con el aumento de la densidad.

Figura 1. Crecimiento en diámetro al 6º año para *E. maidenii* y *E. dunnii*

Figure 1. Growth in diameter to 6º year for *E. maidenii* and *E. dunnii*

En relación a la prueba de hipótesis de paralelismo no se rechaza ($p=0,7627$) ni tampoco la prueba de coincidencia ($p=0.307$). Lo que se condice con un crecimiento muy similar en diámetro para ambas especies. Al sexto año, el mayor crecimiento en diámetro fue en el tratamiento de 399 pl/ha, siendo de 23,47cm para *E. maidenii* y de 23,08 cm para *E. dunnii*. A partir del tratamiento de 2502 pl/ha el crecimiento disminuye mas gradualmente hasta alcanzar un valor de 10,9 cm para *E. maidenii* y de 9,8 cm para *E. dunnii*.

Para el período estudiado, fue significativo el efecto de la densidad sobre el crecimiento en diámetro (Tabla 2), en concordancia con la bibliografía encontrada en otras especies del género. Una tendencia similar fue encontrada para *E. nitens* a los 7 años, en distanciamientos entre 500 y 1667 pl/ha (PINKARD y NEILSEN, 2003) y para *E. camaldulensis* en distanciamientos similares, pero con riego (BARTON y MONTAGU, 2006).

El modelo de regresión utilizado resulta significativo ($R^2=0.345$, $p<0.01$), y los estimadores de los parámetros se observan en la tabla2.

Tabla 2. Estimadores de los parámetros de regresión. Estimator of the regression parameters

Parámetro	β_0	β_1	β_2	β_3
estimador	18.86	0.0022	36.4	0.000049
valor p	**	**	0.302	0.767

** diferencias significativas al 0.01

Crecimiento en altura

Tanto en *E. maidenii* como en *E. dunnii* se detectaron diferencias significativas entre densidades iniciales de plantación para el crecimiento en altura ($p<0,01$) al sexto año. Las mayores diferencias se observaron en los tratamientos mas espaciados, hasta una densidad de 1989 pl/ha, a partir de la cual, las alturas son coincidentes. Las menores alturas en los tratamientos más densos concuerdan con un menor crecimiento en diámetro producto de la competencia visiblemente establecida a partir del tercer año (FERRERE *et al*, 2005b).

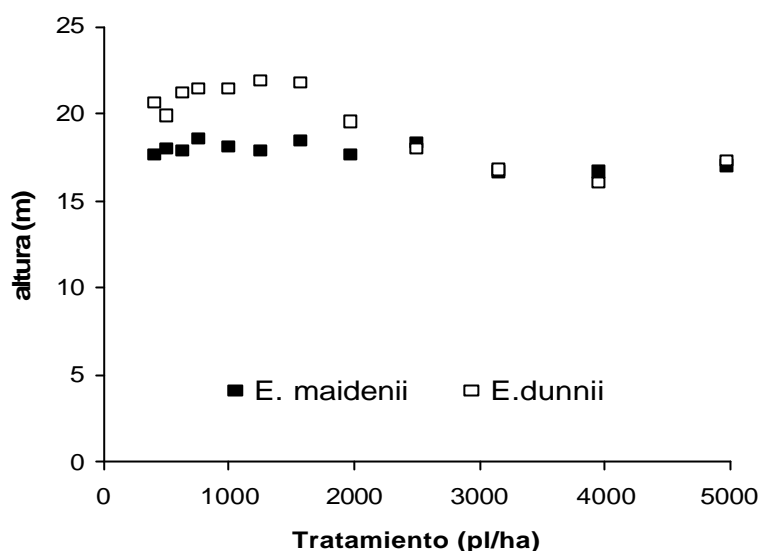


Fig. 2. Crecimiento en altura para *E. maidenii* y *E. dunnii* al sexto año de plantación.
Fig. 2. Growth in height for *E. maidenii* and *E. dunnii* to the sixth year of plantation.

El mayor crecimiento para *E. dunnii* se observó en el tratamiento de 1257 pl/ha, y fue de 21,93 m. Para el mismo tratamiento, *E. maidenii* midió 17,78 m. al sexto año. En contraposición, para *E. nitens*, Pinkard y Neilsen (2003) no encontraron diferencias significativas entre distintos espaciamientos, aunque la tendencia fue a aumentar con el aumento de la densidad.

En la Tabla 4 se presentan los valores de los parámetros de la regresión ($R^2=0.52$, $p<0.01$)

Tabla 4. Estimadores de los parámetros de regresión.

Table 4. Estimator of the regression parameters

Parámetro	β_0	β_1	β_2	β_3
estimador	12.0330	0.2582	-3.5547	0.3473
valor p	**	**	**	**

** diferencias significativas al 0.01

La prueba de hipótesis de paralelismo se rechaza ($p>0,01$), por lo que no es necesario verificar la prueba de coincidencia. Es decir hubo un crecimiento diferencial de acuerdo a la especie considerada, tal como se aprecia en la figura 2.

En la tabla 5, se observa el efecto que tuvieron el diámetro y la especie sobre el crecimiento en altura

Tabla 5. Análisis de la varianza. Table 5. Analisis of variance

FV	gl	SC	CM	F	p
dap	1	8682.7	8682.7	1251.87	0.00 **
sp	1	1050.1	1050.1	151.40	0.00 **
dap*sp	1	977.8	977.8	140.98	0.00 **
Residuos	1402	9724.0	6.9		

** diferencias significativas al 0.01

Los modelos resultantes, de acuerdo a la especie se detallan a continuación:

$$E. maidenii \text{ — } h = 12.0330 + 0.2582 * \text{dap}$$

$$E. dunnii \text{ — } h = 8.4783 + 0.6055 * \text{dap}$$

Largo de copa

El largo de la copa es la diferencia entre la altura del árbol y la base de la copa viva, y es una expresión de la capacidad fotosintética del árbol. FERRERE *et al* (2005b) determinaron mayor altura de desrame, y por ende, menor largo de copas en los tratamientos mas densos.

Tabla 6. Estimadores de los parámetros de regresión ($R^2=0.68$, $p<0.01$).**Table 6. Estimators of the regression parameters**

Parámetro	β_0	β_1	β_2	β_3
estimador	2.0912	0.4210	0.0059	0.1205
valor p	**	**	ns	**

** diferencias significativas al 0.01

La prueba de hipótesis de paralelismo se rechaza ($p>0,01$), por lo que no es necesario verificar la prueba de coincidencia. Es decir hubo un crecimiento diferencial de acuerdo a la especie considerada, esto probablemente a causa de un crecimiento diferencial en altura.

Los modelos resultantes, de acuerdo a la especie se detallan a continuación:

$$E. maidenii \text{ — } lc = 2.0912 + 0.4210 * \text{dap}$$

$$E. dunnii \text{ — } lc = 2.0971 + 0.5415 * \text{dap}$$

DISCUSION Y CONCLUSIONES

La densidad de plantación fue determinante en el crecimiento en diámetro para *Eucalyptus maidenii* y *E. dunnii*. Al aumentar la densidad inicial de plantación disminuye el crecimiento

en diámetro. Dichas tendencias concuerdan con las encontradas en otras especies del mismo género (COETZEE, 1991; PINKARD y NEILSEN, 2003; BARTON y MONTAGU, 2006). Fue posible encontrar un modelo de crecimiento en diámetro en relación a la densidad común para ambas especies.

El crecimiento en altura fue mayor para *E. dunnii* en los tratamientos mas espaciados, en tanto que fue similar para ambas especies en las densidades mas altas. Estas diferencias en altura determinaron la necesidad de contar con un modelo de altura para cada especie. Para edades y densidades similares se encontraron valores semejantes de altura en otras especies de *Eucalyptus* (BERNARDO *et al* 1998; PINKARD y NEILSEN, 2003).

Considerando para el conjunto de tratamientos estudiados, que las diferencias de crecimiento en altura resultan menores que las diferencias de altura de la base de la copa verde, significa que los tratamientos mas espaciados tienen un mayor desarrollo de copa lo que supone una mayor capacidad fotosintética. Por ende, es de esperar a futuro que se mantengan los mayores crecimientos a nivel de árbol individual en estos tratamientos (FERRERE *et al*, 2005b). Esto se traduce en un mayor crecimiento en diámetro que determina el tipo de producto a obtener de un rodal. El ajuste del modelo entre estas dos variables fue el que mejor comportamiento presentó ($R^2=0.68$) lo que manifiesta la utilidad de la longitud de copa para predecir el crecimiento del rodal (KNOWLES y WEST, 1986). Densidades altas tendrán mejor desrame natural y mayor producción en volumen apto para la industria celulósica, así como una mayor fijación de dióxido de carbono. Por el contrario, densidades de plantación menores a 700 pl/ha resultan mas apropiadas para obtener rollizos de mayor diámetro destinados a la producción de madera aserrada. Aquí será necesario el planteo de regimenes de poda para la minimización de los defectos en el fuste.

Conocer el efecto de la densidad de plantación sobre el crecimiento del rodal conjuntamente con análisis económico-financiero resulta indispensable en la toma de decisiones de un manejo forestal orientado a la producción de madera con distintos usos.

AGRADECIMIENTOS

A los Ings Pedro Gelid y Pablo Pathauer, por el establecimiento del ensayo y al Sr. Raul Esquivel por la colaboración en la colecta de datos. El ensayo fue parcialmente financiado por el Proyecto Forestal de Desarrollo.

BIBLIOGRAFÍA

- BARTON, C; MONTAGU, K. 2006. Effect of spacing and water availability on root:shoot ratio in *Eucalyptus camaldulensis*. For. Ecol Manage 221, 52–62
- BERNARDO, A.; REIS, M.; REIS, G.; HARRISON, R.; FIRME, D. 1998. Effect of spacing on growth and biomass distribution in *Eucalyptus camaldulensis*, *E. pellita* and *E. urophylla* plantations in southeastern Brazil. For. Ecol Manage 104, 1-13.
- COETZEE, J. 1991. The influence of stand density on the yield of *Eucalyptus grandis*: a comparison between a good site and a poor site at age 4 years. IUFRO Symposium. Intensive Forestry. The role of Eucalypts. Durban, South Africa, 2-6 de septiembre. Vol. 2. pp. 901-916.
- DALLA-TEA, F. 1995. Efecto de la densidad de plantación sobre el crecimiento de *Eucalyptus grandis* en Entre Ríos, Argentina. Invest. Agr: Sist. Recur. For. Vol 4 (1), 57-71.
- DANIEL, P., HELMS, U., BAKER, F., 1982. Principios de Silvicultura. Ed. Mc Graw-Hill, 492 pp.
- FERRERE, P.; LOPEZ, G; BOCA, R; GALETTI, M; ESPARRACH, C.; GELID, P.; PATHAUER, P. 2005a. Efecto de la densidad inicial de plantación sobre el crecimiento de *Eucalyptus globulus* en un ensayo de Nelder modificado. Invest. Agr: Sist. Recur. For. 14(2), 174-184.
- FERRERE, P.; BOCA, R., LOPEZ, G.; PATHAUER, P. 2005b. Efecto de la densidad inicial de plantación sobre el crecimiento de *Eucalyptus maidenii*. Actas III Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano, Corrientes.
- HARRISON, R; REIS, G; REIS, M; BERNARDO, A; FIRME, D. 2000. Effect of spacing and age on nitrogen and phosphorus distribution in biomass of *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus pellita* and *Eucalyptus urophylla* plantations in southeastern Brazil Forest Ecology and Management 133, 167-177
- JACOBS, 1981. *Eucalyptus for planning*. FAO, Rome.
- KNOWLES R.L., 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:104-117.

- LOPEZ, G. A.; POTTS, B. M.; RODRIGUEZ TRAVERSO, J.M., G. W.; GELID, P. E. 2001. The performance of *Eucalyptus maidenii* provenances in Argentine. In: Developing the Eucalyptus of the future. 10-15 Septiembre, Valdivia, Chile, p 40 (Instituto Forestal: Chile).
- MOSCHINI, R.C.; CONTI, H.A.; ALONSO, M; RODRÍGUEZ TRAVERSO, J.; NAKAMA, V. 2000. Delimitación de áreas de aptitud climática para el cultivo del *Eucalyptus* en Región Pampeana SAPyA Forestal. N° 15, p. 2-11.
- MOSCHINI, R.C.; CONTI, H.A.; GIAGNONI, R.; CAZENAVE, G. 2004. Caracterización climática del área de Castelar. Instituto de Clima y Agua. INTA Castelar. 8 p.
- MUSHOVE, P. 1991. Comparison of three Eucalypt species in Nelder wheel spacing trials on four Zimbabwean sites. IUFRO Symposium. Intensive Forestry. The role of Eucalypts. Vol. 2. pp. 940-951.
- NELDER. 1962. New kinds of systematic designs for spacing experiments. Biometrics 13(3) 283-307.
- PATHAUER P., LÓPEZ G., GELID P., 2003. Evaluación de subespecies de *Eucalyptus globulus*. CD Proceedings Simposio Iberoamericano de *Eucalyptus globulus*, Montevideo, Uruguay, 30-31 Octubre.
- PATHAUER P., LÓPEZ G., GELID P., 2004. Genetic parameters for growth, Pilodyn penetration and tree form in *Eucalyptus dunnii*. En: “*Eucalyptus* in a changing world” Proceedings of IUFRO Conference, 11-15 Octubre 2004, Aveiro, Portugal. pp 209-210
- PINILLA SUÁREZ J., ULLOA I., 2001. Nuevos resultados en un ensayo de espaciamiento y raleo con *Eucalyptus globulus* en Constitución (VII Región). IUFRO Conference. CD The Eucalypts of the future, Valdivia, Chile, 10-15 de Septiembre.
- SCHÖNAU A., COETZEE J., 1989. Initial Spacing, stand density and thinning in Eucalypt plantations. Forest Ecology and Management 29 (4), 245-266.
- VALENCIA BAIER, JC.; CABRERA PÉRRAMON, JA. 2006. Análisis económico de opciones productivas para plantaciones de *Eucalyptus nitens* en el sur de Chile. http://www.chilenoticias.cl/revista_cifor/textos/e_nitens.htm. Acceso. Febrero 2006
- WEBER D. C.; SKILLINGS J. H. (2000) A First Course in the Design of Experiments. CRC Press LLC. Boca Raton.

APORTES NUTRICIONALES DE SEMILLAS DE *Araucaria angustifolia***(Bert.) O. Kuntze****NUTRITIONAL CONTRIBUTIONS OF *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze SEEDS****Ricardo M. Ferreyra****Sonia Z. Viña****Hugo E. Fassola****Alicia R. Chaves****Alicia Mugridge**

**CIDCA (Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos) CONICET-
Facultad de Ciencias Exactas UNLP. Calle 47 y 116, La Plata (1900), Buenos Aires,
Argentina.**

Tel / Fax: (0221) 424-9287 / 425-4853.

Correo electrónico: amugridg@quimica.unlp.edu.ar

RESUMEN

Las semillas de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze son fuentes de almidón y pueden utilizarse para la obtención de harinas. Sin embargo, poco se conoce sobre su valor nutritivo. El objetivo de este trabajo fue estudiar distintos componentes que en mayor medida aportan al valor nutricional y su distribución en las distintas partes constituyentes de las semillas. Se utilizaron “piñones” recolectados de rodales implantados en Misiones y se analizaron los contenidos de almidón, azúcares simples, fenoles totales, flavonoides totales y la actividad antioxidante. Los resultados mostraron que los azúcares presentes fueron fructosa, glucosa y sacarosa, siendo este último el azúcar predominante tanto en el embrión como en el gametofito. Las semillas brotadas presentaron 44% menos sacarosa que las no brotadas. El contenido de almidón en el gametofito fue igual a 72,9%. La actividad antioxidante como así también los niveles de fenoles y flavonoides totales fueron muy superiores en el tegumento ovular, respecto al gametofito y embrión.

Palabras clave: *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze; almidón; azúcares simples; fenoles; flavonoides totales; capacidad antioxidante.

SUMMARY

Araucaria angustifolia (Bert.) O. Kuntze seeds are a source of starch and could be used to obtain flour. However, there is little information about their nutritional value. The objective of the present work was to study different components that contribute to the nutritional value of the product, as well as their distribution in different parts of the seeds. Seeds (“piñones”) coming from planted fields in Misiones were used. Content of starch, sugars, total phenols, flavonoids and antioxidant activity were determined. Results showed that present sugars corresponded to fructose, glucose and sucrose. Sucrose was the main sugar in the embryo, as well as in the gametophyte. Sprouted seeds showed 44% less sucrose than the non-sprouted ones. Gametophyte starch content was 72,9%. Antioxidant activity, total phenols and flavonoids contents were markedly higher in the ovular coat as related to gametophyte and embryo.

Keywords: *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze; starch; free sugars; phenols; total flavonoids; antioxidant capacity.

INTRODUCCIÓN

Las semillas (o piñones) de *Araucaria angustifolia* han sido utilizadas ancestralmente como alimento por grupos aborígenes –caigangues y guaraníes- en América del Sur (Cordenunsi et al., 2004). Son empleados los piñones crudos, tostados o hervidos, conocidos como kuri’î (Martínez-Crovetto, 1968). Se caracterizan por un alto contenido de glúcidos, principalmente almidón. Sin embargo, poco se conoce sobre su valor nutritivo y en particular, sobre las propiedades antioxidantes de sus componentes. Recientes estudios indican que ciertos biflavonoides presentes en las hojas de esta especie protegerían eficientemente del daño oxidativo a moléculas biológicas esenciales tales como el ácido desoxirribonucleico (Yamaguchi et al., 2005).

Los principales compuestos químicos vegetales con capacidad antioxidante son vitaminas hidro y liposolubles, carotenoides y polifenoles de diferentes estructuras químicas, entre ellos los flavonoides. Es sabido que dichos compuestos contribuyen eficientemente a disminuir los riesgos de patologías diversas tales como el cáncer, ciertas enfermedades cardíacas, etc. (Hertog et al., 1993; Miller y Rice-Evans, 1997). Su modo de acción estaría relacionado al hecho de proteger las células de los daños producidos por radicales libres, tales como las especies reactivas de oxígeno. Se ha hallado buena correlación entre la capacidad antioxidante y el contenido de polifenoles en hortalizas tales como lechuga, cebolla y apio (Hertog, Hollman & Katan, 1992), plantas

medicinales (Pietta, Simonetti & Mauri, 1998), y en hojas de té (Yokosawa, Dong, Nakagawa, Kashiwagi, Nakagawa, Takeuchi & Young Chung, 1998).

El objetivo del presente trabajo fue cuantificar y caracterizar la distribución en distintas estructuras de la semilla de diferentes compuestos que contribuyen al valor nutritivo, y especialmente a la capacidad antioxidante, de los “piñones” de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal:

Las semillas fueron recolectadas de rodales implantados provenientes del Campo Anexo Manuel Belgrano (EEA Montecarlo-INTA), San Antonio, provincia de Misiones. De allí fueron trasladadas a los laboratorios del CIDCA (CONICET-Fac.Cs.Exactas, UNLP) ubicados en la ciudad de La Plata (provincia de Buenos Aires).

Análisis químicos:

Las determinaciones se realizaron sobre semillas enteras y sus distintas partes constitutivas, distinguiendo entre éstas al tegumento ovular, al gametofito y al embrión. Las determinaciones de azúcares se realizaron además sobre semillas brotadas, es decir aquéllas cuya radícula emergió 2-3 mm. Previo a los análisis, el material fue trozado, congelado en N₂ líquido y finamente pulverizado por trituración en un molinillo de laboratorio.

- *Contenido de almidón*: la determinación del contenido de almidón presente en las semillas, se realizó por hidrólisis del tejido de reserva (gametofito) con ácido clorhídrico 10% v/v y calentamiento a reflujo. Se dosó luego el tenor de glucosa resultante por HPLC, utilizando un cromatógrafo Waters equipado con detector de índice de refracción (Johansson et al., 2000). Se empleó una columna Accubond Amino 5^μm y acetonitrilo-agua (75:25) como solvente de corrida

- *Azúcares*: los azúcares simples presentes se extrajeron con etanol 96% y se identificaron y cuantificaron por HPLC, utilizando el equipamiento y las condiciones de corrida previamente descriptas. Se utilizaron soluciones patrón de fructosa, glucosa y sacarosa.

- *Capacidad antioxidante*: sobre extractos etanólicos, se determinó la cantidad de antioxidantes por espectrofotometría (λ 515 nm), utilizando el radical cromogénico DPPH[•] (2,2 difenil-1-picrilhidracilo), según Brand-Williams et al. (1995). Los resultados se expresaron en mmoles de DPPH[•]/ 100 g de tejido fresco.

- *Fenoles totales*: se realizó la extracción con etanol 96% y se cuantificaron fenoles totales por colorimetría (λ 760 nm), empleando el reactivo Folin-Ciocalteu (Swain & Hillis, 1959). Se

realizó una curva patrón en base a distintas concentraciones de catequina. Los resultados fueron expresados como mg de catequina / 100g de tejido fresco.

- *Flavonoides totales*: se realizó la extracción con etanol 96% y se determinó el contenido de flavonoides totales por espectrofotometría (? 510 nm), de acuerdo con la técnica propuesta por Kim et al (2003). Los resultados finales se expresaron como mg de catequina / 100g de tejido fresco. Las mediciones se efectuaron sobre los tegumentos ovulares, por registrarse en los mismos el mayor nivel de fenoles totales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- *Contenido de almidón*: El componente mayoritario del tejido de reserva (gametofito) fue el almidón, que representó un 72,9% del mismo.

- *Azúcares*: La Figura 1 muestra la proporción de azúcares simples presentes, tanto en semillas enteras como en sus partes constituyentes. Los azúcares correspondieron a fructosa, glucosa y sacarosa. Cordenunsi et al. (2004) determinaron también la presencia de estos mismos azúcares en semillas de *Araucaria angustifolia*.

Se observó que el azúcar predominante, tanto en el embrión como en el gametofito, fue sacarosa, en tanto que no se observaron niveles detectables del mismo en el tegumento ovular. Del total de azúcares presentes en semillas enteras, la proporción de cada uno de ellos fue la siguiente: 16,8% de fructosa, 10,5% de glucosa y 72,7% de sacarosa.

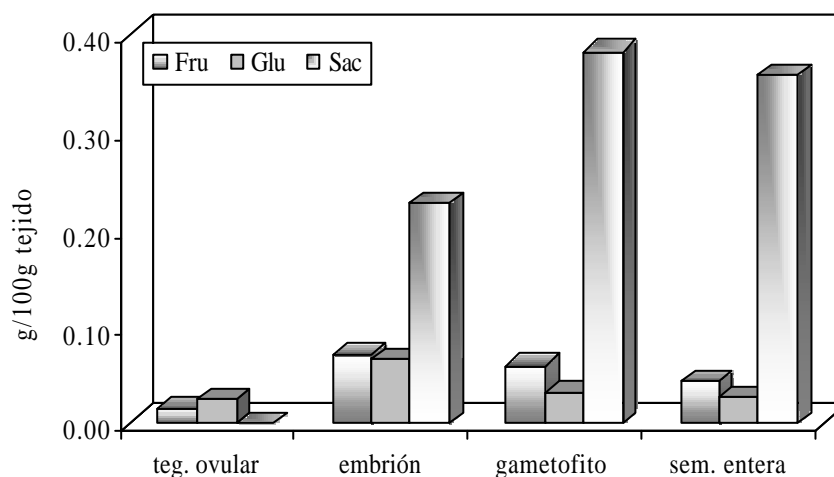


Figura 1: Contenido de azúcares en las distintas partes constituyentes de semillas de *Araucaria angustifolia*.

Figure 1: Sugars content of different constituent parts of *Araucaria angustifolia* seeds.

El brotado produjo disminuciones en el nivel de sacarosa, que se redujo un 44,4% y 36,8% en las semillas enteras y en el gametofito, respectivamente (Figura 2). Los azúcares fructosa y glucosa, en cambio, no sufrieron variaciones importantes.

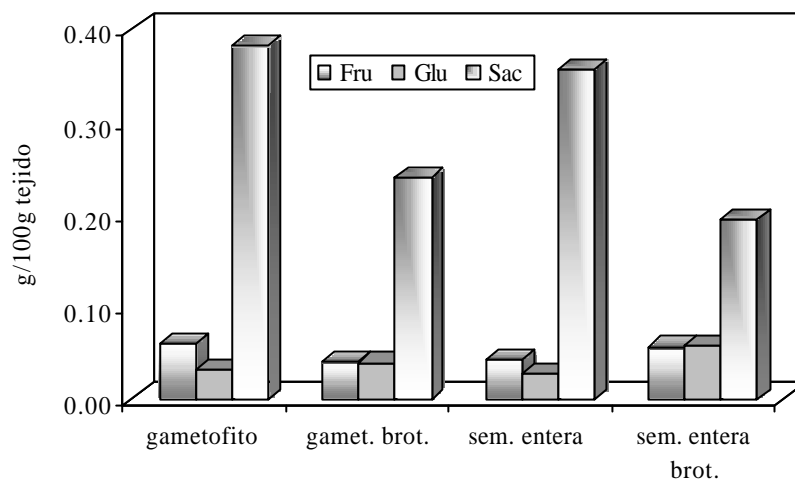


Figura 2: Contenido de azúcares en las distintas partes constituyentes de semillas de *Araucaria angustifolia* brotadas y sin brotar.

Figure 2: Sugars content of different constituent parts of *Araucaria angustifolia* seeds, sprouted and non-sprouted.

- *Capacidad antioxidante*: La mayor actividad antioxidante correspondió al tegumento ovular, que resultó muy superior a la del gametofito y embrión considerados en conjunto. El valor correspondiente al embrión fue 66 veces mayor al del gametofito (Figura 3).

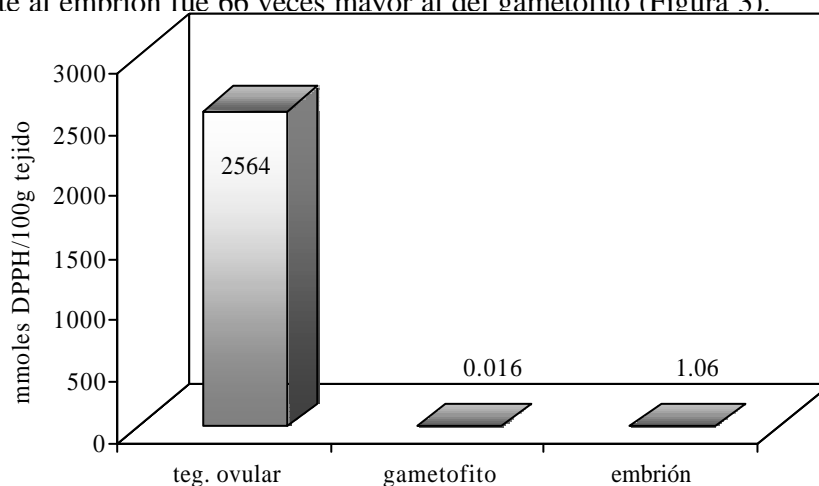


Figura 3: Capacidad antioxidante de las distintas partes constituyentes de semillas de *Araucaria angustifolia*.

Figure 3: Antioxidant capacity of different constituent parts of *Araucaria angustifolia* seeds.

- *Fenoles totales*: Los valores de fenoles totales hallados en las distintas partes constituyentes de las semillas mostraron correspondencia con las diferencias en actividad antioxidante (Figura 4). El tegumento ovular presentó el mayor contenido de fenoles, en concordancia con lo hallado por Cordenunsi et al. (2004). En nuestras experiencias, el nivel de fenoles totales registrado en el embrión fue 4 veces superior al hallado en el gametofito.

- *Flavonoides totales*: El contenido de flavonoides totales presentes en el tegumento correspondió a 4.641 mg de catequina / 100 g de tejido fresco y representó un 14% de los fenoles totales (Figura 4). Cordenunsi et al. (2004) señalaron que no detectaron flavonoides en las semillas de esta especie desprovistas de tegumentos, pero hallaron cantidades significativas del flavonol quercetina en las cubiertas seminales.

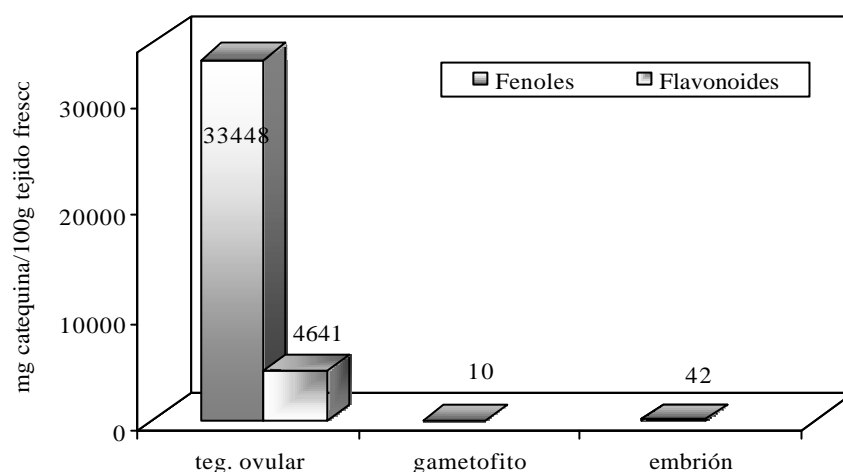


Figura 4: Contenido de fenoles y flavonoides totales de las distintas partes constituyentes de semillas de *Araucaria angustifolia*.

Figure 4: Total phenols and flavonoids content of different constituent parts of *Araucaria angustifolia* seeds.

CONCLUSIONES

- El componente mayoritario de las semillas fue el almidón y representaría, por lo tanto, la principal fuente energética.
- De los azúcares libres, sacarosa fue el que se halló en mayor proporción, especialmente en el gametofito. Por efecto de la brotación, se observó una mayor disminución de sacarosa con respecto a los azúcares restantes.
- El tegumento ovular presentó una alta capacidad antioxidante que podría vincularse a los elevados contenidos de fenoles y flavonoides totales hallados.

- Sería recomendable consumir las semillas conservando en lo posible el tegumento ovular, debido al gran aporte de antioxidantes del mismo.

BIBLIOGRAFIA

- BRAND-WILLIAMS, W., Cuvelier, M. E., Berset, C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.* 28: 25-30.
- CORDENUNSI, B. R., Wenzel de Menezes, E., Genovese, M. I., Colli, C., Gonçalves de Souza, A., Lajolo, F. M. 2004. Chemical composition and glycemic index of brazilian pine (*Araucaria angustifolia*) seeds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 52: 3412-3416.
- HERTOG, M.G.L., Hollman, P.C.H. & Katan, M.B. 1992. Content of Potentially Anticarcinogenic Flavonoids of 28 Vegetables and 9 Fruits Commonly Consumed in The Netherlands. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40, 2379-2383.
- HERTOG, M. G. L., Feskens, E., Hollman, P. C. H., Katan, M. B. & Kromhout, D. 1993. Dietary antioxidant flavonoids and risk of coronary heart disease: the Zutphen Elderly Study. *Lancet*, 342, 1007-1011.
- JOHANSSON, L., Virkki, L., Maunu, S., Lehto, M., Ekholm, P., Varo, P. 2000. Structural characterization of water soluble β -glucan of oat bran. *Carbohydrate Polymers* 42: 143-148.
- KIM, D-O., Jeong, S. W., Lee, C. Y. 2003. Antioxidant capacity of phenolic phytochemicals from various cultivars of plums. *Food Chem.* 81: 321-326.
- MARTÍNEZ-CROVETTO, R. 1968. La alimentación entre los indios guaraníes de Misiones (República Argentina). *Etnobiologica* 4: 1-24.
- MILLER, N. J. & Rice-Evans, C. A. 1997. The relative contributions of ascorbic acid and phenolic antioxidants to the total antioxidant activity of orange and apple fruit juices and blackcurrant drink. *Food Chem.* 60 (3): 331-337.
- PIETTA, P., Simonetti, P. & Mauri, P. 1998. Antioxidant Activity of Selected Medicinal Plants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46, 4487-4490.
- SWAIN, T., Hillis, W. E. 1959. The phenolic constituents of *Prunus domestica* I. The quantitative analysis of phenolic constituents. *J. Sci. Food Agric.* 10: 63-68.
- YAMAGUCHI, L. F., Vassão, D. G., Kato, M. J., Di Mascio, P. 2005. Biflavonoids from Brazilian pine *Araucaria angustifolia* as potentials protective agents against DNA damage and lipoperoxidation. *Phytochemistry* 66: 2238-2247.

YOKOSAWA, T., Dong, E., Nakagawa, T., Kashiwagi, H., Nakagawa, H., Takeuchi, S. & Young Chung, H.J. 1998. In vitro and in vivo studies on the radical-scavenging activity of tea. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46, 2143-2150.

PLAN DE DESARROLLO FORESTAL LOCAL

“PEQUEÑO SILVICULTOR”

Segundo Año Forestando Junto al Pequeño Productor

Juan Ángel Gauto¹

María Luisa Pasculli²

Horacio Aníbal Ciompela³

¹ Ingeniero Forestal, Subsecretario de Bosques y Forestación, Ministerio de Ecología, Recursos Naturales Renovables y Turismo. San Lorenzo 1538, Posadas, Misiones. ssbyf@misiones.gov.ar

² Ingeniera Forestal, Secretaria Técnica, Subsecretaría de Bosques y Forestación, Ministerio de Ecología, Recursos Naturales Renovables y Turismo. San Lorenzo 1538, Posadas, Misiones. dirgralbyf@misiones.gov.ar

³ Ingeniero Forestal, Gerente Técnico del Plan Pequeño Silvicultor. San Lorenzo 1538, Posadas, Misiones. peqsilvicultor@yahoo.com.ar

PROGRAMA DE EXTENSIÓN FORESTAL, DIRIGIDO A ORGANIZACIONES DE PRODUCTORES RURALES MINIFUNDISTAS, PARA EL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LOS RECURSOS NATURALES Y LA PROTECCION DEL MEDIO AMBIENTE.

Enmarcado en los Planes de Acción del Plan Maestro Forestal, el Plan de Desarrollo Forestal Local “Pequeño Silvicultor”, surge de la concepción de organizar a los colonos por cuencas productivas –integrado al concepto hidrográfico y productivo-, con intervenciones de organizaciones locales como son los Municipios, las Cooperativas agrarias y otras entidades que se relacionan de manera directa con el Pequeño Productor.

La iniciativa se contextualiza en la búsqueda del perfeccionamiento de la Implementación de la Ley 25.080 de Inversiones para Bosques Cultivados en el Territorio de la Provincia de Misiones en regiones donde el componente socioproductivo principal es el Pequeño productor y como tal es residente en el predio y sus prácticas productivas están ligadas a lo agrícola y ganadero.

El enfoque de sistemas Foresto-agro-ganadero, maximizando el uso del suelo –que es un recurso escaso principalmente para este tipo de productor- conforma la centralidad técnica del Plan; agregándose la posibilidad de beneficios maderables del componente forestal cuando las especies sean melíferas y/o esencieras.

La apuesta del presente plan se orienta a generar y promover los conocimientos y las habilidades silviculturales del colono –propietario y plantador al mismo tiempo- para el logro del componente forestal; y cumplir con insumos para las plantaciones forestales observando la mejor

calidad de los distintos recursos involucrados y aplicando logística ajustada a tiempo y a colocación predial de los mismos.

El Plan es para el sector forestal de Misiones de gran importancia, dado que es la posibilidad para la mas extensa ampliación de nuevos bosques que abastezcan a las centenas de Pymes forestoindustriales de la región.

Dentro del mismo plan se inserta el programa **Pro Leña Certificada**, que apunta a que en el año 2012 se opere solamente con leña de bosques implantados certificados. Teniendo en cuenta que solamente en los secaderos de Té y Yerba de la provincia se consumen alrededor de 650.000 m³ de leña de bosques nativos, se puede dimensionar la presión que se ejerce sobre los mismos y los problemas que habrá a futuro para abastecer las mencionadas industrias con leña. Por lo dicho, el programa instrumenta los beneficios del Plan Pequeño Silvicultor formar plantaciones de especies aptas para leña cuyo fin principal es el maderable, pero en la que los subproductos (raleos, despuntes) se utilicen para leña.

1. ANTECEDENTES

La conservación de los recursos naturales y la protección de los ambientes silvestres de la provincia tienen directa relación con las actividades productivas del sector agropecuario forestal.

Los productores rurales minifundistas con explotaciones de menos de 50 hectáreas mantienen una economía de subsistencia en base a un modelo productivo que ocasiona un constante impacto sobre el ambiente. Este modelo se basa en cultivos agrícolas intensivos, para la realización de los cuales se habilitan anualmente, mediante la tala rasa del bosque natural, una o dos hectáreas por chacra, abandonando las tierras –ex conversiones de bosque nativo- anteriores a raíz del agotamiento de la capacidad productiva del suelo debido, principalmente, a la pérdida de fertilidad por uso de cultivos extractivos en minerales y a la erosión pluvial.

Es entonces allí donde deben concentrarse las acciones de extensión, capacitación y educación para desarrollar el Plan Pequeño Silvicultor.

El sector rural minifundista ha sido históricamente el más relegado en cuanto a su participación en la gestión sostenible de los recursos naturales y el medio ambiente, pero debe comprenderse que hasta tanto se revierta esta situación no será posible avanzar definitivamente en ese sentido.

El principal obstáculo para ello es la falta de recursos materiales y humanos suficientes.

En la franja de productores rurales con propiedades de hasta 50 has. se hallan concentradas el 80 % de las explotaciones, unos 22.000 productores manejan aproximadamente 550.000 has dispersas por todo el territorio provincial.

2. OBJETIVOS

2.1. Generales

Ampliar la base forestal de la Provincia de Misiones mediante la Implementación de un Plan de Extensión y Transferencia para el desarrollo de Bosques Cultivados en enfoque de sistemas Foresto-agro-ganadero, en territorios de y con pequeños productores.

2.2. Específicos

- Desarrollar las estructuras organizativas de los productores rurales minifundistas y contribuir al fortalecimiento de las existentes.
- Mejorar la calidad de la producción forestal de los minifundios mediante una más adecuada selección de las especies que se implantan y el correcto manejo silvícola.
- Facilitar el acceso de los productores a los programas de fomento.
- Concientizar al productor rural y su familia sobre la necesidad de preservar el ambiente.
- Desarrollar la reforestación en áreas desmontadas erosionables.
- Disminuir la presión de avance sobre el bosque nativo.
- Fomentar la adopción del modelo Foresto-agro-ganadero.
- Disminuir el uso de agroquímicos y mejorar su forma de manipulación a fin de disminuir los riesgos en la salud y la contaminación del ambiente.
- Fomentar la implantación de especies aptas para construcciones rurales, implementos agrícolas y provisión de energía.
- Capacitar a los productores en el cultivo y el manejo silvícola de especies de alto valor como por ejemplo cedro australiano, roble sedoso, paraíso y kiri.

3. JUSTIFICACION

3.1. Situación de los productores minifundistas

La situación actual de los productores minifundistas se caracteriza en los siguientes aspectos:

- Las estructuras organizativas de los productores están poco desarrolladas o son inexistentes.
- El acceso a los planes de fomento depende exclusivamente de la asistencia estatal y es deficitaria. No es posible para la mayoría de los colonos formular sin asistencia técnico administrativa, los planes de solicitud de los programas de fomento, como por ejemplo los planes forestales con acceso a los beneficios del Aporte Económico No Reintegrable, contemplados en la Ley nacional 25.080 para Bosques Cultivados.
- El acceso a la capacitación y entrenamiento técnico como acción sistemática y permanente es inexistente.

3.2. Impacto positivo que el Plan puede producir en este sector

- ✍ La capacidad de autogestión de los colonos alcanzada por medio de la creación y fortalecimiento de sus organizaciones facilita su participación en todo tipo de programas.
- ✍ El acceso de los pequeños productores a los planes de fomento forestal y un mejoramiento en la calidad de la madera que producen mediante su capacitación en técnicas silvícolas, puede determinar un incremento significativo de la oferta provincial de madera de alta calidad para aserrado y laminado.
- ✍ La toma de conciencia de los productores minifundistas sobre el impacto ambiental que producen determinadas prácticas que constituyen su sistema productivo y la correspondiente capacitación técnica para el manejo sustentable de los recursos naturales, puede producir en corto plazo una desaceleración de los procesos de degradación de los mismos, como por ejemplo de los bosques y suelos de las zonas tabacaleras.
- ✍ Se considera que el cultivo forestal debe estar siempre presente en las chacras, ya sea creando mejores condiciones ambientales para la producción agropecuaria, como madera para uso doméstico y/o como cultivo de renta.

4. Implementación del Plan pequeño Productor Silvicultor

La Subsecretaría de Bosques y Forestación del Ministerio de Ecología, Recursos Naturales Renovables y Turismo tiene a su cargo el diseño, implementación y gestión del Plan. Ésta conviene con la Agencia para el Desarrollo Económico de Misiones (ADEMI) la Administración

del mismo. De acuerdo a esto, la subsecretaría nombrada tiene a su cargo la implementación técnica del plan y la ADEMI su Administración.

En 2005 el Gobierno de la Provincia de Misiones, mediante el decreto de creación del plan, asigna la suma de un millón de pesos para la operatoria del plan, a ser devueltos al recibir los Aportes Económicos No Reintegrables (AENR) de la ley 25080. Además de esto, los proveedores convienen en financiar parte de los insumos y los profesionales parte de sus honorarios.

4.1 Operatoria 2005

A mediados de 2005 se aprueba el decreto que crea el plan y a partir de allí se reúne a profesionales y técnicos para que oficien de supervisores zonales.

El esquema de trabajo consistió en que cada supervisor organice una cuenca productiva, que corresponde a una zona que conoce y que integra a productores con los que trabaja hace algunos años y por lo tanto confían en él.

Los nombrados supervisores se encargan de inscribir a los productores para que ingresen al plan, confeccionar las carpetas y asistir técnicamente a los mismos para comenzar con la preparación del terreno y el control de hormigas.

Paralelamente se hacen convenios con distintos viveros para el abastecimiento de plantines de calidad genética certificada, que van a ser entregados al productor por el mismo supervisor de forma de asesorarlo para la plantación. También se genera un convenio con el Ministerio del Agro y la Producción para la compra del hormiguicida.

Una vez que el productor haya realizado la plantación, el supervisor la visita y certifica su estado y la superficie que posee. A partir de allí, previa auditoría por parte de la gerencia técnica de las plantaciones, se entrega al productor un adelanto en efectivo en concepto de mano de obra, y se continúa durante los meses siguientes con el control de hormigas.

Toda la operatoria del año fue reflejada en un Sistema de Información Geográfica que incluye tablas de datos que resumen toda la información tanto de plantación realizada como de insumos entregados, técnico a cargo, etc.

Trabajando de esta forma, durante 2005, se logró instalar **2700 hectáreas** de plantaciones con aproximadamente **700 productores**, aumentando de esta forma la base forestal de la provincia y diversificando las chacras de los productores, todo ello sin talar un solo árbol nativo.

4.2 Operatoria 2006

Con la experiencia recabada en el primer año de trabajo, se inicia el 2006 con una operatoria renovada, tanto en estructura de gestión como en desafíos a lograr. Así, la operatoria

para este año prevé instalar alrededor de 10000 hectáreas en chacras de aproximadamente 3000 productores, además de incorporar novedades como un estudio de impacto ambiental, la preparación de un “Manual del Silvicultor” para los productores y una gestión mas profesionalizada, apuntada a mejorar la asistencia técnica y de esta forma la calidad de las plantaciones.

La gestión para 2006 incorpora una red de profesionales que actúan en cuencas productivas amplias (7 en toda la provincia), mediante supervisores que ellos mismos seleccionan y que actúan a nivel de campo en zonas mas reducidas. De esta forma se pretende optimizar la asistencia que llega al productor y descentralizar la gestión, de forma de poder atender bien a un grupo mayor de productores. Toda esta red de técnicos tiene sus honorarios condicionados a la plantación lograda (certificada entre los 12 y 18 meses de plantación), hecho que los obliga a visitas periódicas a las chacras para asistir al productor para el desarrollo de las plantaciones.

Otra novedad incorporada a la operatoria del presente año es llevar a cabo un estudio de impacto ambiental del plan a nivel de cuencas hidrográficas, apoyado en información de campo y sensores remotos, que prevé además líneas de seguimiento para los años futuros, demostrando la importancia que se otorga desde el plan al aspecto ambiental. El mencionado estudio se lleva a cabo mediante un convenio con la Facultad de Ciencias Forestales.

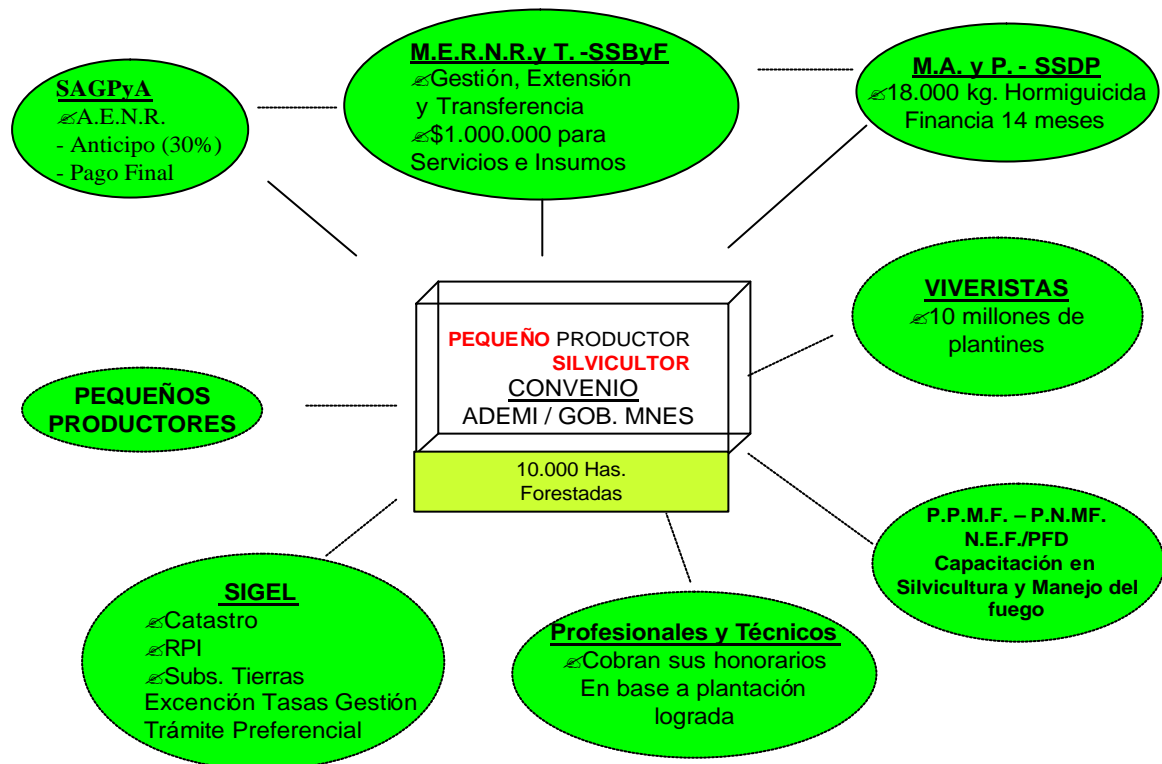
Está en preparación, además, un manual especialmente formulado para los productores del plan, en el que se incluyen métodos de plantación, requerimientos de especies, técnicas de poda, raleo, etc. Este libro nace con la idea de ser un verdadero manual de cabecera para el productor, formulado en lenguaje sencillo y de fácil comprensión. Fue preparado por alumnos avanzados de la carrera de Ingeniería Forestal de la Facultad de Forestales y corregido y supervisado por la Subsecretaría de Bosques y Forestación del Ministerio de Ecología RNR y Turismo.

El Plan Pequeño Silvicultor se encuentra identificado como Proyecto de Reducción de Gases de Efecto Invernadero (GEIs), bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) (Art. 12 del Protocolo de Kyoto), ante la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.

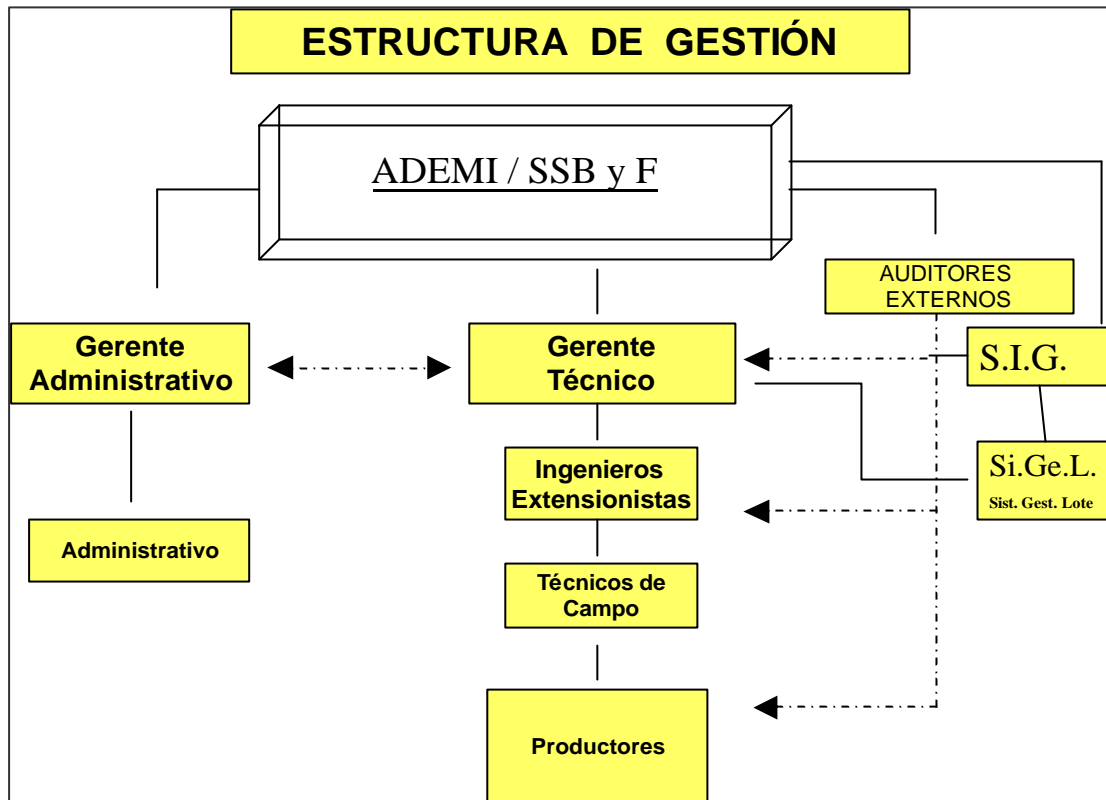
También se reforzó para 2006 la gestión GIS de todo el programa, obteniendo de esta forma trazabilidad en todos los niveles, ya que, una vez reflejada ésta en un portal de la red, se podrá consultar, bajo distintos niveles de acceso, toda la información correspondiente a cada productor. En este sentido, cabe agregar que el Plan Pequeño Silvicultor es usuario beneficiario del Proyecto “Fortalecimiento del Sistema de Información Geográfico Forestal, Incorporación de Software de Código Abierto y uso libre, Transferencia de Tecnología a Pequeñas y Medianas Empresas” (Convenio SCTIP N° 095); lo que permitirá en el futuro operar en sistemas bajo código abierto y uso libre con todos los beneficios que ello implica.

5. RECURSOS

5.2. Recursos Materiales



5.3. Estructura de Gestión



BIODIVERSIDAD VEGETAL EN UN BOSQUE DE PALO SANTO EN LA PROVINCIA DE CHACO, ARGENTINA

VEGETAL BIODIVERSITY IN A PALO SANTO FOREST OF CHACO PROVINCE, ARGENTINA

Giménez, A. M.¹;
Hernández, P.²;
Gerez, R.³
Ríos, N.A.⁴

- 1 Dendrología- INSIMA. Facultad de Ciencias Forestales. UNSE. E-mail: amig@unse.edu.ar
- 2 .Becaria PICTO Biodiversidad INSIMA. Facultad de Ciencias Forestales. UNSE: E-mail: patoh@unse.edu.ar.
- 3 Ayudante estudiantil de segunda categoría de Dendrología .E-mail ulluas@yahoo.com.ar
- 4 Dasometría-INSIMA. Facultad de Ciencias Forestales. UNSE. E-mail: nar@unse.edu.ar

SUMMARY

Is objective of the work to analyse vegetal biodiversity of Miramar, General Güemes department, Chaco Province, inter-fluvio Teuco and Bermejo. The sampling was made in two parcels of forest Inventory (1000 m²) in exclusion zone, for diversity worked in 8 parcels of 4* 25m.

The study area is a secondary forest with a structure that differentiates 4 layers: ·Fist tree dominant layer (20 m high) with *Aspidosperma quebracho-blanco* and *Bulnesia sarmientoi*, accompanied by *Pisonia zapallo* (Francisco Alvarez), *Sideroxylon obtusifolium* (guaranina). Second tree layer with species like *Ziziphus mistol*, *Prosopis ruscifolia*, *Tabebuia nodes*, *Cercidium praecox*, *Prosopis nigra*, *Diplokeleba floribunda*, with heights of 10 ms. A third shrubs layer of 3-4 m height with predominance of. *Capparis salicifolia*, *Capparis twediana*, and *Maytenus vitis- idaea* A fourth herbaceous layer, that forms a complete cover but not very dense, with predominance bromeliáceas.

Key words: vegetal biodiversity* Chaco

RESUMEN

Es objetivo analizar la biodiversidad vegetal del predio Miramar, departamento General Güemes, Provincia del Chaco, interfluvio Teuco y Bermejo. El muestreo se realizó en las parcelas de Inventario forestal de dos parcelas de 1000 m² en la zona destinada a clausura., para diversidad se trabajó en 8 parcelas 4* 25m.

El área de estudio es un bosque secundario con una estructura que diferencia 4 pisos: Un *piso arbóreo superior* formado por *Aspidosperma quebracho-blanco* (quebracho blanco) y *Bulnesia sarmientoi*, acompañado por *Pisonia zapallo* (Francisco Álvarez), *Sideroxylon obtusifolium* (guaraniná), 20 m. Un *piso arbóreo inferior*, formado por especies secundarias como *Ziziphus mistol*, *Prosopis ruscifolia*, *Tabebuia nodosa*, *Cercidium praecox*, *Prosopis nigra*, *Diplokeleba floribunda*, con alturas de 10 m.

Un *piso arbustivo ralo* de 3-4 m con predominio de *Capparis salicifolia*, *Capparis twediana*, *Maytenus vitis-idaea*. Un *estrato herbáceo* y *gramíneo*, con cobertura completa pero no muy tupida, con predominio de bromeliáceas.

Palabras clave: biodiversidad vegetal* Chaco

INTRODUCCIÓN

El bosque Chaqueño seco es de gran importancia económica, para la vida silvestre y el medio ambiente. Muchas especies de árboles son utilizadas por los productores para satisfacer sus necesidades: madera, leña y carbón, para medicina, alimento, forraje, etc. También estas especies ayudan a la conservación de un ambiente saludable y protección de la fauna. Sin embargo este ha sido fuertemente alterado .

Los ecosistemas alterados por el hombre sufren modificaciones profundas en su estructura y dinámica que reduce su diversidad biológica, su capacidad de regeneración y trae consigo desequilibrios ecológicos que afectan el territorio. El mal manejo del bosque trae como consecuencia el deterioro de la capa fértil del suelo, la disminución de las fuentes de agua, así como la disminución del oxígeno, elemento vital para la vida (Zeledón Berríos, Herrera, 2004). .

Dado el dominio que ejerce la sociedad humana sobre el mundo natural hoy en día está en condiciones de poner en peligro su propia existencia y la de muchas otras especies, cambiar la manera de utilizar los recursos naturales no es fácil, hace falta información científica y tecnológica, pero sobre todo se necesita un cambio cultural. En condiciones de aculturación la única posibilidad de retorno es un esfuerzo consciente, educativo para volver apreciar la naturaleza y recomponer su lugar (Halffter, 1992).

Un aspecto importante en los bosques es que una proporción significativa de las especies encontradas en estudios de comunidades vegetales es representada por uno o muy pocos individuos (Magurran, 1989). Tales especies, son tan importantes como las comunes en la determinación de la riqueza y diversidad de la comunidad, y dentro del contexto de la conservación de la biodiversidad, son hasta más importantes que las comunes (Meffe, Carroll, 1997).

Además del significado que tiene en si misma la biodiversidad, es también un parámetro útil en el estudio y la descripción de las comunidades ecológicas. Tomando como base que la biodiversidad en una comunidad dada depende de la forma como se reparten los recursos ambientales y la energía a través de sistemas biológicos complejos, su estudio puede ser una de las aproximaciones más útiles en el análisis comparado de comunidades o de regiones naturales. La biodiversidad es quizá el principal parámetro para medir el efecto directo o indirecto de las actividades humanas en los ecosistemas. La más llamativa transformación provocada por el hombre es la simplificación de la estructura biótica y la mejor manera de medirla es a través del análisis de la biodiversidad (Solbrig, 1991). La evolución sería así un proceso emergente de los sistemas ecológicos y, más recientemente, también de los sistemas socioculturales, en tanto que la biodiversidad el resultado de ese proceso evolutivo (Margalef, 1996).

Es objetivo del trabajo analizar la biodiversidad vegetal del predio Miramar, propiedad de la familia Vázquez, ubicado en el departamento General Güemes, Provincia del Chaco, Argentina, en la zona del interfluvio de los ríos Teuco y Bermejito.

MATERIAL Y MÉTODO

Sitio de Estudio: Consideraciones del área Interfluvio Teuco- Bermejo, Provincia de Chaco

La gran llanura chaqueña se caracteriza por sus cauces de ríos divagantes, de frecuencia temporaria, con innumerables depresiones en los terrenos más altos, acumulándose el agua de lluvias formando esteros y lagunas. El interfluvio Bermejo-Teuco en la provincia de Chaco es un sistema característico con un ambiente particular definido por la orografía y la influencia de los ríos.

Las comunidades más conspicuas y de valor económico son los bosques de dos quebrachos: *Schinopsis lorentzii* y *Aspidosperma quebracho-blanco*. Esta comunidad está siempre acompañada por *Ziziphus mistol*, por varios algarrobos del ge: *Prosopis*, *Acanthosyris falcata*, *Ximenia americana*, *Ceiba chodati* y otras especies. *Bulnesia sarmientoi* (palo santo) forma comunidades que habitan al oeste de Formosa y Chaco y este de Salta. El estrato secundario está representado por árboles y arbustos de menor magnitud como *Acacia*, *Cercidium*, *Capparis*, etc., mientras el estrato herbáceo es rico en bromeliáceas, cactáceas y pastos del ge: *Pennisetum*, *Setaria*, y otros. En todo el Chaco, con cierta frecuencia aparecen grandes claros ocupados por sabanas edáficas o inducidas por el fuego, especialmente del ge: *Elionorus*.

En suelos bajos y salobres son frecuentes los bosques de palmeras. En suelos alcalinos se desarrollan bosques de algarrobos con *Prosopis nigra*, *P. alba*, *P. kuntzie*, *P. ruscifolia* entre otros, alternando con *Trithrinax campestris*. En depresiones donde el agua se acumula en forma

permanente se desarrollan pirizales donde predominan las ciperáceas como *Fuirena robusta*, *Cyperus giganteus*, *Scirpus californicus*, asociado con matas de *Thalia geniculata* y *T. multiflora* con la totora *Typha dominguensis*.

Junto a los ríos aparecen colonias de *Tessaria integrifolia*, sauce criollo, chilcales de *Tessaria dodoneafolia* y *Baccharis salicifolia*. (Cabrera, 1970).

Miramar: El predio objeto del presente estudio, propiedad de la familia Vázquez, tiene una extensión de 200 has, se encuentra ubicado en la Provincia del Chaco, departamento General Güemes, en la zona del interfluvio de los ríos Teuco y Bermejito. Las coordenadas de la vivienda de la familia son las siguientes: S 25° 31' y W 60° 32'. La localidad mas cercana es Villa Río Bermejito, ubicada aproximadamente a 40 km hacia el SE de Miramar.

El estudio se desarrolla en el marco del proyecto PIARFON del Chaco Semiárido y continúa en el proyecto PICTO sobre Biodiversidad de Ambientes Naturales del Chaco Argentino. Una vez analizada la propiedad se seleccionaron 5 (cinco) hectáreas de monte alto donde se instaló la zona de clausura de monte nativo, y en ella se instalaron las parcelas de estudio de vegetación leñosa.

El muestreo se realizó en las parcelas de Inventario forestal de dos parcelas de 1000 m² en la zona destinada a clausura., para diversidad se trabajó en 8 parcelas 4* 25m. En cada parcela se determinó especie, número de individuos, estrato al que pertenece.

RESULTADOS

El bosque en estudio es de real interés por la presencia de la especie *Bulnesia sarmientoi* (palo santo), una de las leñosas arbóreas argentinas emblemáticas del Chaco Occidental por la bondades de su madera, con un área de distribución geográfica restringida en la región norte del país, donde es un componente poco común en el bosque chaqueño de maderas duras. El palo santo habita en diferentes ambientes al oeste de Formosa y Chaco y este de Salta.

El palo santo se encuentra en dos tipos de unidades fisionómicas: matorral o bosque bajo sobre paleocauce y en un mosaico de fisionomías sobre planicies aluviales de cursos menores. Árbol típico del Chaco Seco, crece aislado o forma rodales pequeños en sitios bien drenados, donde desempeña el papel de árbol emergente entre el estrato arbustivo espinoso. (Giménez, Moglia, 2003).

Miramar es un predio que ha sido aprovechado hace 50 años en las especies principales.

Es un bosque secundario con una estructura que diferencia 4 estratos o pisos:

- ? Un piso arbóreo superior formado por *Aspidosperma quebracho-blanco* (quebracho blanco) y *Bulnesia sarmientoi*, acompañado por *Pisonia zapallo* (Francisco Álvarez), *Sideroxylon obtusifolium* (guaraniná),, 20 m.
- ? Un piso arbóreo inferior, formado por especies secundarias como *Ziziphus mistol*, *Prosopis ruscifolia*, *Tabebuia nodosa* *Cercidium praecox*, *Prosopis nigra*, *Diplokeleba floribunda*, con alturas de 10 m.
- ? Un piso arbustivo ralo de 3-4 m altura con predominio de. *Capparis salicifolia*, *Capparis twediana*, *Maytenus vitis-idaea*
- ? Un estrato herbáceo y gramíneo, que forma una cobertura completa pero no muy tupida., con prodominio de bromeliáceas.

Según los datos del inventario forestal la especie con neto predominio en volumen es *Pisonia zapallo* 6.7 m³/ha; seguido por *Aspidosperma quebracho-blanco* (5.5 m³/ha), *Bulnesia sarmientoi* (3.31) y *Sideroxylon obtusifolium* (3.33). *Pisonia zapallo* es la especie más abundante en número y volumen, están presentes todas las clases diamétricas , pero es una especie cuya madera no tiene demasiado interés. La especie más abundante en número de pies (100 árboles/ha) es el palo santo, seguida de guaraniná (50) y mistol con 40 (Piarfón, Inventario Forestal). En referencia al volumen de fuste en m³/ha para todas las especies es de 23.338 y el área basal de 8.93 m²/ha. Se determinó la presencia de las especies leñosas, arbóreas y arbustivas, y además se identificaron algunas especies herbáceas y acuáticas; lo que suma un total de **65 especies**, agrupadas en **38 familias taxonómicas**. Los biotipos presentes en el Demostrador Miramar se indican en la Tabla 1y las especies más abundantes en Tabla 2.

Tabla 1: Biotipos del Demostrador Miramar- Chaco

Table 1: Miramar- Chaco biotypes

Biotipo	Número de especies	%
Arbol	26	40.6
Arbusto	26	40.6
Crasas	11	17.2
Palmeras	1	1.6

Tabla 2: Especies abundantes

Table 2: Abundant species

	FAMILIA	ESPECIE
1	BROMELIACEAS	<i>Bromelia serra</i>
2	BROMELIACEAS	<i>Aechmea distichanta</i>
3	ZIGOFILACEAS	<i>Bulnesia sarmientoi</i>
4	MIMOSACEAE	<i>Acacia praecox</i>
5	SOLANACEAS	<i>Solanum argentinum</i>
6	CACTACEAS	<i>Monvillea cavendishii</i>
7	ACHOTOCARPACEAS	<i>Achatocarpus praecox</i>
8	CAPARACEAS	<i>Capparis salicifolia</i>
9	CAPARACEAS	<i>Capparis twediana</i>
10	CACTACEAS	<i>Opuntia utk ilio</i>
11	APOCINACEAS	<i>Aspidosperma qcho-bco</i>
12	CELTIDACEAS	<i>Celtis tala</i>
13	SAPOTACEAS	<i>Sideroxylon obtusifolium</i>
14	SOLANACEAS	<i>Capsicum chacoense</i>
15	CAPARACEAS	<i>Capparis retusa</i>
16	CACTACEAS	<i>Cleistocactus baumani</i>
17	CACTACEAS	<i>Harrisia guelichii</i>
18	CELASTRACEAS	<i>Maytenus vitis- idaea</i>
19	RAMNACEAS	<i>Ziziphus mistol</i>
20	CELTIDACEAS	<i>Celtis pallida</i>
21	CACTACEAS	<i>Cereus forbessi</i>
22	BROMELIACEAS	<i>Deinacanthon urbanium</i>

Las especies más **abundantes** son dos bromeliáceas del estrato inferior: *Aechmea distichanta*, con hojas algo carnosas color verde claro y *Bromelia serra* con brácteas centrales

rojas en primavera y verano; ambas formas masas impenetrables que no dejan crecer a otras especies.

La leñosa arbórea de mayor abundancia es *Bulnesia sarmientoi*, esta zigofilácea tiene una zona de distribución muy reducida y este ambiente, es indudablemente, uno de los mejores para su desarrollo. Se encuentran ejemplares de gran porte, con diámetros mayores a 30 cm y edad estimada entre 75- 80 años (Giménez *et al.*, 2005). Se asocia a *Sideroxylon obtusifolium* (guaraniná), en zonas donde predominan renovales de individuos que apenas pasan los 10 cm. de diámetro asociados a *Prosopis ruscifolia* (vinal), *Stetsonia coryne* (cardón), creando paisajes poco comunes. La presencia de cactáceas es muy común, sobre todo asociadas con bromeliáceas. En la Fig. 1 se muestra la relación porcentual de las 20 especies más abundantes excluyendo las dos *Aechmea distichanta* y *Bromelia serra*, para poder visualizar el resto de las especies.

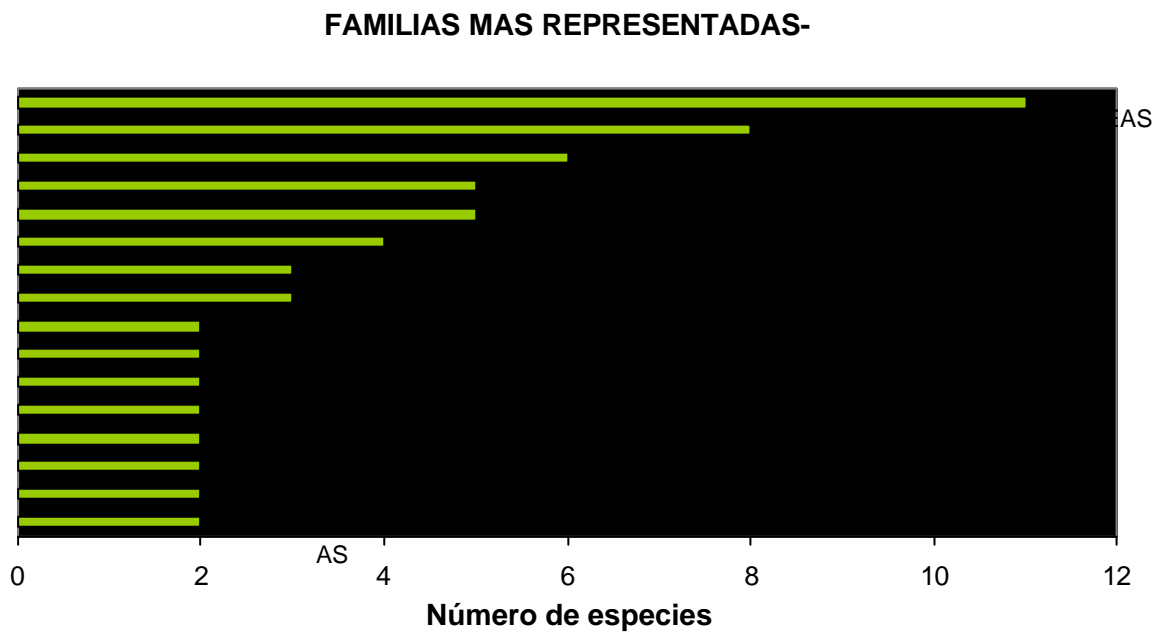


Fig. 1.- Familias más representadas

Fig 1. - More represented Families

Las especies mas frecuentes son: *Bromelia serra*, *Capparis salicifolia*, *Capparis twediana*, *Monvillea cavendishii*, *Acacia praecox*, *Aechmea distichanta*, *Bulnesia sarmientoi*, *Capparis retusa*, *Capparis speciosa*, *Harrisia guelichii*, *Maytenus vitis- idaea*, *Monvillea spegazzini*, *Achatocarpus praecox*, *Castella coccinea*, *Celtis pallida*, El total de las especies presentes pertenecen a 38 familias taxonómicas, según las que se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Listado de familias taxonómicas presentes en Miramar- Chaco

Table 3. List of taxonomic families present in Miramar

FAMILIAS TAXONOMICAS			
1	Achatocarpáceas	20	Lemnáceas
2	Anacardiáceas	21	Mimosáceas
3	Apocináceas	22	Nictagináceas
4	Asclepiadáceas	23	Palmáceas
5	Asteráceas	24	Papillonoideas
6	Bignoniáceas	25	Poáceas
7	Bombacáceas	26	Poligonáceas
8	Borragináceas	27	Pontederiáceas
9	Bromeliáceas	28	Portulacáceas
10	Cactáceas	29	Ramnáceas
11	Caparáceas	30	Ranunculáceas
12	Caricáceas	31	Santaláceas
13	Celastráceas	32	Sapindáceas
14	Celtidáceas	33	Sapotáceas
15	Cesalpináceas	34	Simarubáceas
16	Commemelidáceas	35	Solanáceas
17	Compuestas	36	Typháceas
18	Hidnoráceas	37	Verbenáceas
19	Labiadas	38	Zigofiláceas

Es notable el predominio de especies pertenecientes a la familia Mimosáceas y Cesalpináceas entre las mas representadas. De estas 38 familias, **22 incluyen especies leñosas**, de las cuales la familia **Mimosáceas** es la que cuenta con mayor número de especies, como *Acacia aroma* (tusca), *Acacia caven* (espinillo), *Prosopis alba* (algarrobo blanco); *Prosopis ruscifolia*, *Prosopis*

kuntzei, *Prosopis nigra*, *Acacia furcatispina*, *Acacia praecox*, *Arthrosamanea poliantum*,
Mimosa detinens, *Prosopis elata*

Cesalpináceas como *Cercidium praecox* (brea), *Pterogyne nitens* (tipa colorada), *Caesalpinia paraguayensis*, *Lophocarpinia aculeatifolia*, *Senna morongui*. Dentro de las **Celtidáceas** se encuentra *Celtis pallida* (talilla), *Celtis tala* (tala), *Celtis triflora*.

El 40.6 % de las especies censadas son árboles y una proporción similar arbustos. En el estrato arbustivo se presentan algunas Caparidáceas como *Capparis retusa* (sacha poroto), *Capparis speciosa* (sacha limón) al que también llaman “palo verde” por el color de la corteza, *Capparis twediana* (sacha membrillo) destacado por el color verde ceniciento de su follaje, y en primavera por sus flores amarillas; una celastrácea muy frecuente es *Maytenus vitis-idaea* (tala salada) de hojas semicarnosas y corteza muy oscura y algo corchosa; en la zona de la laguna se encontró una cesalpinácea endémica, *Lophocarpinia aculeatifolia* (brea del bordo), con grandes hojas compuestas, largas vainas muy finas y curvas, y flores amarillas muy notables. Las mimosáceas están representadas tanto por árboles como por arbustos; *Acacia aroma* (tusca), *Acacia praecox* (garabato negro), *Mimosa detinens* (garabato rubio), son algunos de los arbustos mas frecuentes.

En el estrato arbóreo la especie mas notable es *Bulnesia sarmientoi* (palo santo), una zigofilácea con área de distribución muy reducida, con follaje verde oscuro compuesto por pequeñas hojas bifolioladas, pequeñas flores blanquecinas y el fruto es un triaquenio, esta especie posee una madera color pardo- verdosa, muy pesada y de gran durabilidad natural.

Es de destacar la presencia de *Aspidosperma triternatum* (quebracho flojo o quebracho lagunero), especie con área de distribución reducida, la cual tiene gran parecido con *Aspidosperma quebracho- blanco* (quebracho blanco), diferenciándose por los brotes rojizos de sus ramas, las hojas de menores dimensiones y corteza de menor grosor. Esta especie se encuentra en un bosque bajo, abierto, de palo santo asociado con **quebracho blanco** y **vinal** como especies principales, acompañado con mistol, brea, palo negro, mistol del zorro, cosquiuyo, con un piso herbáceo muy cerrado de bromeliáceas. Es una zona de inundación, sin herbáceas.

Las Mimosáceas están representadas por algunas especies del género *Prosopis*, como *P. nigra* (algarrobo negro), *P. alba* (algarrobo blanco), *P. kuntzei* (itín o carandá); también es muy frecuente en este estrato la presencia de *Pisonia zapallo* (Francisco Alvarez), una Nictaginácea con hojas elípticas de borde entero y corteza grisácea casi lisa, la mayor particularidad de ella es su madera con floema incluso.

Es evidente la predominancia de *Bulnesia sarmientoi*, sobre las demás especies arbóreas, le siguen en número *Sideroxylon obtusifolium*, *Ziziphus mistol*, etc. En algunos casos se encontraron sólo renovales, como por ejemplo algunas especies del género *Prosopis*.

Es notable que la composición del estrato arbóreo y arbustivo expresa la presencia de una zona de transición entre el parque Chaqueño Seco y el Parque Chaqueño Húmedo, y esto se manifiesta con la presencia de especies como las mencionadas anteriormente. En Fig. 2 se muestra la proporción entre **especies arbóreas**, considerando los datos de individuos mayores a 1,30 metros de altura. *Bulnesia sarmientoi* (palo santo) alcanza casi un 37% del total de individuos arbóreos, le sigue en importancia *Sideroxylon obtusifolium* (guaraniná) con 24 %, *Ziziphus mistol* con 18% y *Pisonia zapallo* con 18%.

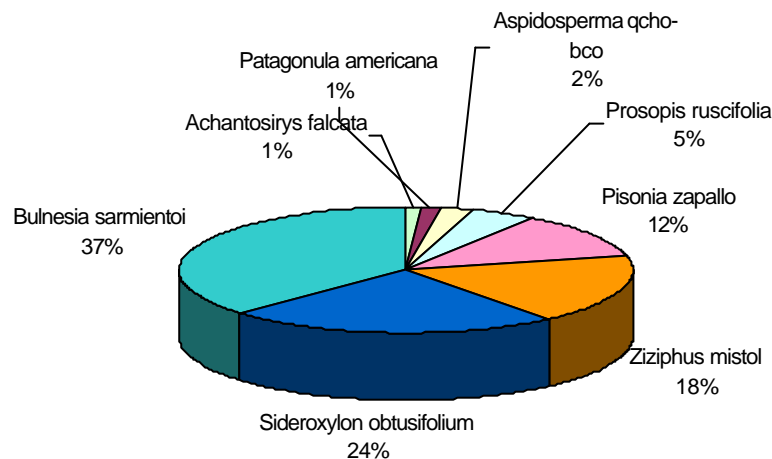


Fig. 2.- Proporción en que participan las especies arbóreas en un monte alto- Miramar

Fig. 2. - Arboreal species proportion in Miramar high forest

En cuanto a las leñosas arbustivas, *Acacia praecox*, *Achatocarpus praecox* y *Capparis salicifolia* suman el 50% del total, en partes casi iguales. Además se debe destacar que el género *Capparis* (familia Caparáceas) está representado con cuatro especies, las cuales además se encuentran en gran cantidad; algunos autores consideran que su presencia es indicadora de degradación del bosque (Fig. 3).

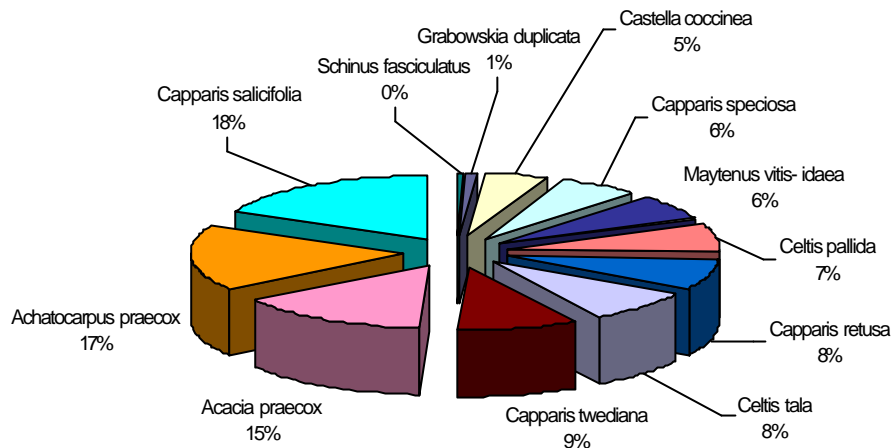


Fig. 3.- Proporción en que participan las especies arbustivas en monte alto- Miramar

Fig. 3.- Shrubs species proportion in Miramar high forest

Merece tratamiento especial la presencia de bromeliáceas formando parte del estrato inferior del bosque.

Las especies presentes son: *Aechmea distichanta* (cardo chuzo), *Bromelia serra* (cardo gancho) y *Deinacanthon urbanium* (chaguarcillo). Las dos primeras especies son las más abundantes del predio y constituyen un grave problema para el manejo del bosque ya que su presencia impide el desarrollo de plantas herbáceas y aún del sotobosque. Estas especies son apreciadas por los indios tobas por sus frutos verdes comestibles, por el cogollo también comestible y por la fibra del chaguar que tiene un valor muy importante para la fabricación de cuerdas, bolsas, artesanías y otros utensilios. Resulta necesario implementar manejo de bromeliáceas en el monte. Las cactáceas son importantes en cuanto a número de especies y presencia. Se determinaron 8 especies que a continuación se indica: *Cereus forbesii*, ucle; *Cleistocactus baumanni*, ullivinchá; *Harrisia guelichii*, ulua- pasa cana; *Monvillea cavendishii*; *Monvillea spegazzini*; *Opuntia sp.*; *Opuntia utkilio*, utquillo; *Stetsonia coryne*, cardón.

Se estimaron los siguientes Índices de diversidad en Tabla 4.

El Índice de abundancia de Margalef tiene la ventaja de eliminar el efecto del tamaño de muestra, por lo que permite comparar comunidades donde el tamaño de muestra fue diferente.

Tabla 4- Índices de Biodiversidad**Table 4 - Biodiversity Index**

Índices	MIRAMAR
N (número total de individuos)	1151
S(riqueza específica)	30
Uniformidad(E)	0,66
D Margalef	4.11
Dsp Simpson	0.22
Shanon H	2.25
Varianza Shanon	0,002
Berger Parker d	0,42
Inverso	2.35
Alfa (distr.logaritmica)	5.63

CONCLUSIONES

El predio en estudio corresponde a un bosque seco de buena biodiversidad que requiere ser conservado por su valor florístico y por la presencia de *Bulnesia sarmientoi* como elemento de interés de conservación. Mantener el área de clausura permitirá analizar la evolución de la vegetación en los próximos años.

Referencias bibliográficas

- CABRERA, A.L. 1976. Regiones fitogeográficas argentinas. Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería, 2da. Tomo II, fascículo I,.
- GIMÉNEZ, A. Moglia, J.G. 2003. Árboles del Chaco Argentino. Guía Para El Reconocimiento Dendrológico. Editorial Secretaría de Recursos Naturales de La Nación. 370 p
- GIMÉNEZ, A.; Hernández, P.; Gerez R. 2005. Anatomía de Leño y corteza de *Bulnesia sarmientoi* Lorentz ex Griseb. (Palo santo), Zigofiliaceae. XXX Jornadas Argentinas de Botánica. Rosario-Argentina.
- HALFFTER, G. 1992. La diversidad biológica de Iberoamérica I. Instituto de Ecología, AC. México.

- MAGURRAN, A. 1989. Diversidad ecológica y su medición. Ediciones Vedra. 200 pp.
- MARGALEF, R (1996) Information and uncertainty in living systems: A view from Ecology. Biosystems 38: 141-146.
- MEFFE, G.; Carroll, C. 1997. Principles of conservation biology. Sinauer Associates Inc. Sunderland Massachusetts.
- SOLBRIG, O.T. 1991. From genes to ecosystems: a research agenda for biodiversity. IUBS-SCOPE-UNESCO, Paris, France.
- ZELEDÓN BERRÍOS, A.;Herrera, M. (2004). Estado actual de las especies arboreas del bosque tropical seco y sus usos, en las comunidades de El Coyolito, El Dorado Y El Limón– Estelí. Universidad Nacional Autónoma De Nicaragua (unan-Managua). Centro Universitario Regional Del Norte (Curn-Estelí).

**RESULTADOS PRELIMINARES DE LA APLICACIÓN DE DISTINTOS METODOS
DE CORTA E INTENSIDADES DE RALEO EN UN BOSQUE
ALTO DEL CHACO**

**PRELIMINARY RESULTS FROM THE APPLICATION OF DIFFERENT
METHODS OF CUT AND OF THINNING INTENSITIES IN A NATIVE HIGH
FOREST OF CHACO**

Carlos Gómez¹

Miguel Brassiolo²

Sebastián Kees³

¹ Investigador Ing. Ftal INTA Sáenz Peña, Ruta 95 Km 1108 (3770), Sáenz Peña, Chaco
carlosgomez3536@hotmail.com. Tel fax: 03734 420426 (p)- 15400460

² Docente Facultad de Ciencias Forestales de Santiago del Estero, mikyb@unse.edu.ar Tel
Fax 0385-4509550

³ Técnico Forestal, Hipólito Irigoyen s/n (3536) Pcia. De la Plaza, Chaco
sebastiankees@hotmail.com

SUMMARY

This study presents preliminary results of a joint research Project between Estación Forestal Plaza and Facultad de Ciencias Forestales de Santiago del Estero.

The objective of the Project is to evaluate the effect of three thinning intensities and two methods of cut on the growth of the remaining trees.

The trial was established in the field of the Estación Forestal Plaza, located at the west extreme of the Oriental Chaco Subregion, at 59° 48' W, 26° 56' S and at 100 m.o.s.l.

Three intensities of cut were applied taking out 0, 20 and 33 % of the initial basal area and two criteria of cut; one based on the “ideal distribution line” (Method 1) and the other in the identification of a certain number of selected trees (Method 2).

Method 2 represented a greater increase of the remaining basal area and a minor percentage of posttreatment death compared to Method 1. At the same time in both Methods the increase in basal area (G) is greater compared to the control without intervention.

Keywords : Methods of cut. Native forest. Increase in basal area. Chaco

RESUMEN

El trabajo presenta los resultados preliminares de un proyecto de investigación conjunto entre la Estación Forestal Plaza, Campo Anexo de la EEA INTA, Sáenz Peña y la Facultad de Ciencias Forestales de Santiago del Estero.

El objetivo del proyecto es evaluar el efecto de tres intensidades de raleo y dos métodos de corta sobre el crecimiento de los árboles remanentes.

El ensayo se estableció en el predio de la Estación Forestal Plaza, ubicada geográficamente en el extremo oeste de la Subregión del Chaco Oriental, a 59° 48' Long. O., 26° 56' Lat.S. y a 100 m.s.n.m.

Se aplicaron tres intensidades de corta extrayendo 0, 20 y 33 % del área basal inicial y dos criterios de corta; uno basado en la “curva de distribución ideal” (Método 1) y el otro en la identificación de un determinado número de árboles selectos (Método 2).

El Método 2 representó mayor incremento del área basal remanente y menor porcentaje de mortandad postratamiento respecto al Método 1. A su vez en ambos Métodos el incremento del área basal (G) es mayor respecto al testigo sin intervención.

Palabras claves: Métodos de corta. Bosque nativo. Incremento en área basal. Chaco

INTRODUCCIÓN

Los bosques de la Región chaqueña llegaron a aportar el 87 % del total de madera producida en el País (PROGRAMA NACIONAL DE ESTADÍSTICAS FORESTALES, 2004), lamentablemente la mayoría de los productos obtenidos en esta región son de poco valor agregado y el esquema de explotación, caracterizado por la falta de planificación, se repite desde hace más de 100 años, intensificándose fuertemente en los últimos 20 años.

Si bien la explotación se concentró inicialmente en la extracción de *Schinopsis balansae* Engler Quebracho colorado y especies valiosas como *Tabebuia ipe* Mart. Lapacho y *Prosopis spp.* Algarrobo; también se cortaron otras “maderas duras” como *Astronium balansae* Engler Urunday, *Caesalpinia paraguariensis* Parodi-Burkart Guayacán y *Aspidosperma quebracho-blanco* Schlecht Quebracho blanco. Esto llevó a una disminución de la participación de las especies de madera valiosa en la estructura del bosque.

A esta degradación del bosque le sigue normalmente la producción de carbón intensificando la pérdida del valor del bosque remanente. Privados de sus componentes de

mayor valor económico, estos bosques degradados muchas veces carecen de interés para sus dueños y son transformados para uso agrícola o ganadero, el cual se mantiene durante algunos años y finalmente las áreas son abandonadas dando lugar a fachinales totalmente improductivos.

En la región entre los años 1998 y 2002 se deforestaron 764.000 ha (MONTENEGRO et al., 2004). Este proceso es de tal magnitud que en el Atlas de los Bosques Nativos Argentinos (2003) se escribe textualmente “La deforestación y la fragmentación que sufre la región chaqueña hacen que sea imprescindible que la sociedad en su conjunto valore adecuadamente el bosque”.

La degradación hasta la pérdida total de la cobertura boscosa significa al mismo tiempo la alteración de la base de subsistencia de una gran parte de la población que vive en la región. La disminución de los recursos madereros y del forraje obliga a las generaciones jóvenes a la migración hacia las grandes ciudades lo cual acarrea una serie de problemas sociales (BRASSIOLO, 1997).

Esta dinámica de sobreuso, transformó la cobertura boscosa de la región, en un mosaico de diferentes niveles de degradación los cuales deben ser manejados para incorporarlos nuevamente a la actividad productiva, (BRASSIOLO, 2001).

OBJETIVOS

El objetivo principal del proyecto es evaluar el efecto de tres intensidades de raleo y dos métodos de corta sobre el crecimiento de los árboles remanentes.

MATERIALES Y MÉTODOS

1) Área de estudio

El experimento se realiza en el predio de la Estación Forestal Plaza, Campo Anexo de la EEA INTA, Sáenz Peña, ubicada geográficamente en el extremo oeste de la Subregión del Chaco Oriental, a 59° 48' Long. O., 26° 56' Lat.S. y a 100 m.s.n.m.

Los suelos corresponden a la serie Plaza cuyos problemas principales son: una fuerte sodicidad, alta salinidad y penetración efectiva de raíces hasta alrededor del medio metro (LEDESMA et. A., 1992).

Es un bosque primario que presenta una situación inicial de sobremadurez con muchos individuos de grandes dimensiones, con síntomas de pudrición y gran presencia de árboles muertos (GOMEZ y KEES, 2005).

2) Metodología

El diseño experimental consiste en dos tratamientos de raleo combinado con dos métodos de raleo dispuesto en un diseño experimental de parcela dividida completamente aleatorizada y 4 repeticiones, donde los tratamientos principales ocupan la parcela de 1 ha y los métodos las subparcelas de 0,5 ha. Los tratamientos testigos (sin intervención) están dispuestos al azar con el mismo número de repeticiones. Los tratamientos principales totalizan una superficie de 4 ha.

Las intensidades de extracción representan 20% y 33% del área basal de la parcela. A su vez esta parcela contiene dos subparcelas con dos métodos diferentes para elección de los individuos a extraer. Básicamente se pretende analizar la eficiencia de la intervención al concentrar el efecto de las cortas en la promoción de árboles selectos (Método 2) o orientar los tratamientos considerando la masa como un todo (Método 1).

Para definir los árboles que se debían extraer, en el Método 1 se obtuvo la curva de distribución ideal para lo cual se aplicó el procedimiento propuesto por SCHÜTZ (1989) y luego se seleccionaron los individuos de las clases diamétricas mayores (cortables), si era necesario se completó el porcentaje preestablecido con pies sobrantes de las clases diamétricas inferiores.

En el Método 2 la selección de pies se realizó priorizando ejemplares a promocionar y se extrajo el individuo competidor más cercano, tomando la precaución de no abrir en demasía la masa.

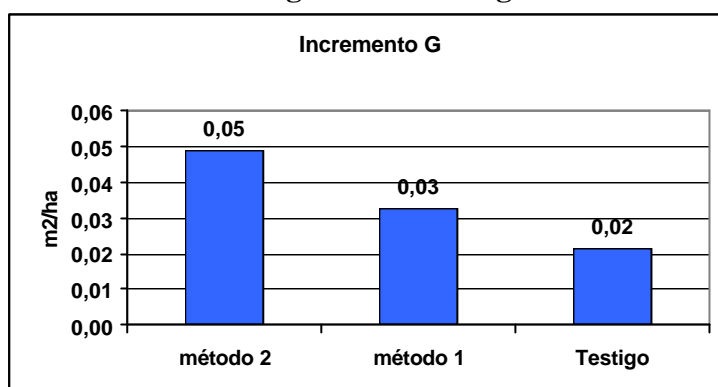
El ensayo se instaló en el año 2003, los valores presentados en este trabajo corresponden a la medición realizada luego de transcurridos 2 años desde la intervención

Una descripción de la estructura y composición florística del estrato superior del bosque se encuentra ya publicado en GOMEZ y KEES (2005).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

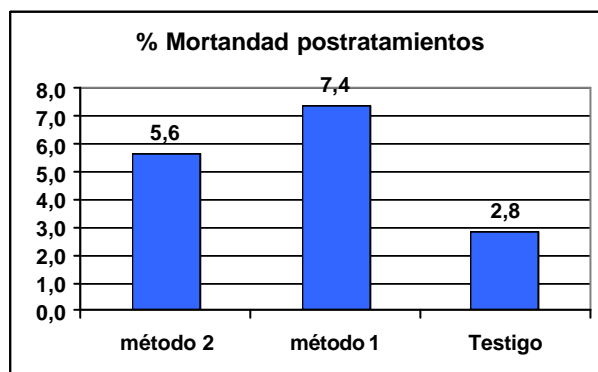
Para el análisis preliminar de los datos se trabajó con valores promedios: densidad 408 ind/ha; área basal 20,66 m²/ha. Se agrupó los tratamientos por método de selección de individuos a extraer (Método 1 o 2) y por porcentaje de extracción de área basal (20 y 33%). En las parcelas donde se previó extraer el 20 % del área basal inicial, luego de la marcación y apeo, se comprobó que se extrajo el 20,8 %; en cambio donde se pretendía extraer el 30 %, se extrajo un 33,8 %.

Gráfico 1: Incremento del Área basal según método de raleo.
Figure 1: Basal Area Increase according to the thinning method



Si bien los datos no fueron aún evaluados estadísticamente, como se puede apreciar en el Gráfico 1, existe una diferencia en el incremento del área basal; para el Método 1 el incremento es de un 50% y para el Método 2 un 130% con respecto al testigo sin intervención. Aparentemente es más eficiente la respuesta posterior a la intervención en aquellos casos donde se apunta a liberar individuos selectos que cuando la intervención se orienta considerando la masa forestal en su conjunto.

Gráfico 2: Mortandad postratamiento.
Figure 2: Posttreatment death rates



Cuando se analizó la mortandad postratamientos, como se observa en el Grafico 2 existen diferencias entre los tratamientos. Para el caso del Método 1 casi se triplica la mortandad y en el Método 2 los individuos muertos son el doble que el testigo. A su vez existe una diferencia importante entre Métodos; en el Método 1 hay un 30 % más de individuos muertos que en el Método 2. Actualmente se están analizando las posibles causas de esta mortandad.

Al analizar las diferencias entre las intensidades de raleo consideradas, se obtuvieron los resultados presentados en los Gráficos 3 y 4 para el Método 1. Los resultados para el Método 2, son presentados en los Gráficos 5 y 6.

Grafico 3: área basal según intensidad de raleo, para el Método 1.
Figure 3: Basal Area according to thinning according to intensity for Method 1

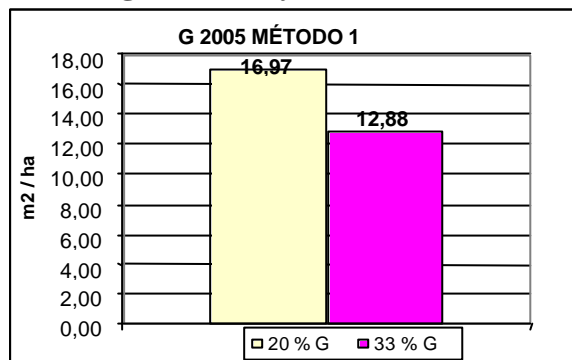
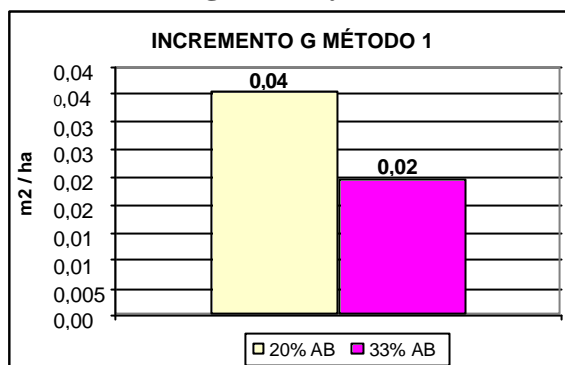


Grafico 4: incremento en área basal según intensidad de raleo, para el Método 1.
Figure 4: Basal Area increase thinning intensity for Method 1



Como se puede observar en el Grafico 3, en el año 2005 el área basal remanente del Método 1 era de 16,97 m²/ha (20%) y de 12,88 m²/ha para el 33 % de intensidad de raleo.

El Grafico 4, muestra que a diferencia de lo previsto el mayor incremento de área basal se registró con la menor intensidad de raleo. Aparentemente aunque este método de selección es más fácil de aplicar en la práctica, es necesario tener cuidado ya que se puede abrir en exceso la masa, lo cual posiblemente tenga consecuencias negativa en la reacción de la misma al tratamiento. Esta observación esta de acuerdo con lo observado por otros autores en bosques similares, (HAMPEL, 2000) respecto a que la intervención debe ser leve (alrededor del 20 % del área basal inicial). Porcentajes mayores tienen efectos negativos tanto en el incremento del área basal de la masa remanente.

Para el Método 2, el Grafico 5 muestra que el área basal remanente, era de 17,65 m²/ha para el 20% del área basal extraída y de 13,88 m²/ha para el 33%.

Grafico 5: área basal según intensidad de raleo, para el Método 2.
Figure 5: Basal Area according to thinning Intensity for Method 2

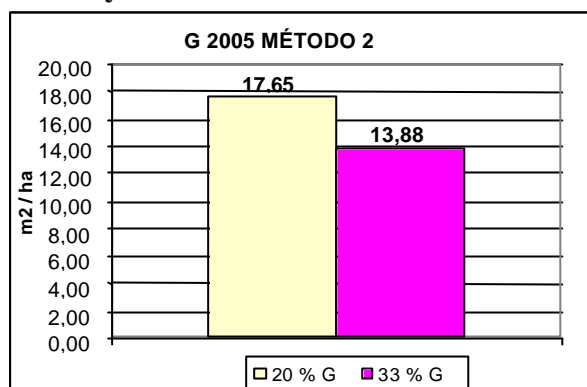
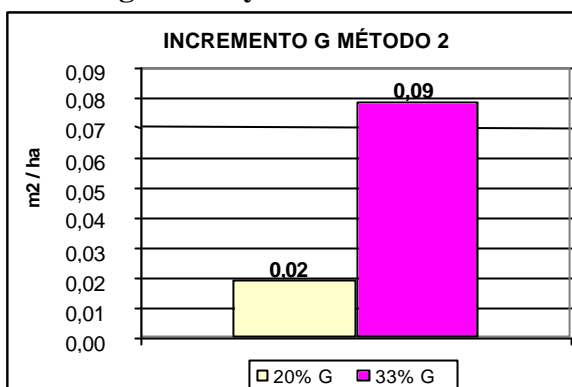


Grafico 6: incremento en área basal según intensidad de raleo, para el Método 2.
Figure 6: Basal Area increase according to Thinning intensity for Method 2



Con relación al incremento observado durante este período, en el Grafico 6 se puede observar una importante diferencia a favor de la mayor intensidad de intervención.

CONCLUSIONES

Aún con datos correspondientes a los dos primeros años de ensayo se pueden formular las siguientes observaciones como conclusiones preliminares:

La aplicación del Método 1, donde la selección de individuos a extraer se orienta en la curva de distribución ideal, confirma lo que otros autores observaron en bosques similares de la zona, respecto a que la intervención debe ser leve (alrededor del 20 % del área basal inicial). Porcentajes mayores tienen efectos negativos tanto en el incremento del área basal de la masa remanente.

La aplicación del Método 2, que consiste en la selección individual de los pies a promocionar permite una mayor extracción y a su vez la respuesta de la masa remanente es mejor, teniendo en cuenta el incremento del área basal postratamiento.

La mortandad postratamiento se duplica aplicando el Método 2 y casi se triplica cuando se aplica el Método 1, comparado con el testigo sin intervención.

La aplicación en la práctica del Método 1 es más fácil ya que esta más difundida la selección según tamaño, mientras que para aplicar el Método 2 es necesario una mayor asistencia técnica a las personas que realizan la marcación.

BIBLIOGRAFÍA

- ATLAS DE LOS BOSQUES NATIVOS ARGENTINOS. 2003. Proyecto Bosques Nativos y Áreas Protegidas BIRF 4085-AR, Dirección de Bosques, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.
- BRASSIOLO, M. M. 1997: Zur Bewirtschaftung degradierter Wälder im semiariden Chaco Nordargentiniens unter Berücksichtigung der traditionellen Waldweide. Tesis doctoral Univ. Albert-Ludwigs Freiburg, Alemania. 147 Pág.
- BRASSIOLO, M. M. 2001. Diagnóstico Socioeconómico y de Uso del Suelo en la Zona de Amortiguamiento del Parque Nacional Copo. Proyecto APN/ GEF/ BIRF. Área Protegida Copo.
- GOMEZ C; KEES M. 2005. Estructura y Composición Florística de un Bosque Alto Explotado del Chaco Oriental. Revista Idia Forestales. Pág. 29-32 .
- HAMPEL, H. 2000. Estudio de la Estructura, Dinámica y Manejo de Bosque del Chaco Húmedo Argentino. Investigación de los Bosques Tropicales. GTZ 60 Pág.
- LEDESMA L. et. al. 1992. Carta de Suelos de los Campos Anexo Lote V y Estación Forestal Plaza INTA. 90 Pág.
- MONTENEGRO, C et. al. 2004. Mapa Forestal Provincia del Chaco, Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. 30 Pág.
- PROGRAMA NACIONAL DE ESTADÍSTICAS FORESTALES. 2004. Regiones Forestales, Producción Primaria, Año 2004. Secretaria de ambiente y Desarrollo Sustentable. Dirección de Bosques.
- SCHÜTZ, J.-PH: 1989. Der Plenterbetrieb. Departamento de Silvicultura, Escuela politécnica Zurich, Suiza.

ANEXO

Tabla 1: Listado de la composición florística especies de interés industrial

Nº	Familia	Nombre científico	Nombre común
1	Sapindaceas	<i>Allophyllus edulis</i>	Cocú
2	Leguminosas	<i>Gleditsia amorphoides</i>	Espina corona
3	Borraginaceas	<i>Patagonula americana</i>	Guayaibí blanco
4	Leguminosas	<i>Caesalpinia paraguarienses</i>	Guayacán
5	Poligonaceas	<i>Ruprechtia laxiflora</i>	Ibirá puita í
6	Leguminosas	<i>Prosopis kuntzei</i>	Itin
7	Ulmaceas	<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	Palo lanza
8	Apocinaceas	<i>Aspidosperma quebracho-blanco</i>	Quebracho blanco
9	Anacardiaceas	<i>Astronium balansae</i>	Urunday
10	Leguminosa	<i>Prosopis nigra</i>	Algarrobo negro
11	Bignoniaceas	<i>Tabebuia ipe</i>	Lapacho
12	Moraceas	<i>Maclura tinctoria</i>	Mora
13	Sapindaceas	<i>Diplokeleba floribunda</i>	Palo piedra
14	Anacardiaceas	<i>Schinopsis balansae</i>	Quebracho colorado

Tabla 2: Listado de la composición florística especies variadas

Nº	Familia	Nombre científico	Nombre común
1	Sapindaceas	<i>Allophyllus edulis</i>	Cocú
2	Leguminosas	<i>Acacia praecox</i>	Garabato negro
3	Mirtaceas	<i>Eugenia uniflora</i>	Ñangapiri
4	Acatocarpaceas	<i>Achatocarpus praecox</i>	Palo tinta
5	Caparidaceas	<i>Capparis retusa</i>	Sacha poroto
6	Rutáceas	<i>Fagara rhoifolia</i>	Tembetari
7	Mirsinaceas	<i>Rapanea lorentziana</i>	Canelón
8	Nictaginaceas	<i>Pisonia zapallo</i>	Francisco Alvarez
9	Fitolacaceas	<i>Phitolaca dioica</i>	Ombú
10	Anacardiaceas	<i>Schinus sp.</i>	Molle
11	Santalaceas	<i>Acantosiris falcata</i>	Saucillo
12	Ulmaceas	<i>Celtis sp</i>	Tala
13	Meliaceas	<i>Trichilia sp</i>	Catigua

PAUTAS PARA LA CLASIFICACIÓN VISUAL DE VIGAS DE PINO PARANA
(*Araucaria angustifolia* (Bert.) O.Ktze) POR RESISTENCIA
RULES FOR THE VISUAL CLASSIFICATION OF BEAMS OF PARANA PINE
(*Araucaria angustifolia* (Bert.) O.Ktze) BY RESISTANCE

Alfredo A. Guillaumet¹

Roberto D. Manavella²

María Cecilia Filippetti³

¹ Ing. En Construcciones. Especialista en Ingeniería Gerencial. Profesor Titular Universidad Tecnológica Nacional, F. R. Venado Tuerto - H. Irigoyen 1133 (2600) Venado Tuerto
Tel: 03462 42 7863 – aaguillaumet@rec.utn.edu.ar

² Ing. Civil. Profesor Asociado Universidad Tecnológica Nacional, F. R. Venado Tuerto Colón 366 (2600) Venado Tuerto - Tel: 03462 43 0751 – rdmvt@yahoo.com

³ Ing. en Construcciones. Jefe de Trabajos Prácticos Universidad Tecnológica Nacional, F. R. Venado Tuerto – Saavedra 2224 (2600) Venado Tuerto Tel: 03462 43 1776
ceciedg@cevt.com.ar

SUMMARY

The target of this work is to relate the knottiness and the resistance to flexion in beams of *Araucaria angustifolia*, to advance in rules that allow its classification for resistance and that way to optimize its use in the design of structures. 156 beams practised to flexion in accordance with the procedures established in the Norm UNE 408. Previously there was carried out a detailed report of the valuable shortcomings to simple sight. The obtained results show a big interrelation between the knottiness, the biggest knot or group of knots, and the resistance to flexion. The presence of marrow is a parameter to bear in mind, but it is not so determinant at the time of establishes the mechanical properties of the classes 2 and 3. The knottiness that demonstrates in the faces of the element turns out to be the most categorical parameter to define the limits between resistant classes.

Key words: *Araucaria angustifolia*; structural timber; Visual classification; resistant classes; mechanical properties.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es relacionar la nudosidad y la resistencia a flexión en vigas de *Araucaria angustifolia*, para avanzar en pautas que permitan su clasificación por resistencia y de esa manera optimizar su uso en el diseño de estructuras. Se ensayaron a flexión 156 vigas de acuerdo a los procedimientos establecidos en la Norma UNE 408. Previamente se efectuó un relevamiento detallado de los defectos apreciables a simple vista. Los resultados obtenidos muestran una gran correlación entre la nudosidad, nudo mayor o grupo de nudos, y la resistencia a flexión. La presencia de médula es un parámetro a tener en cuenta, pero no es tan determinante a la hora de establecer las propiedades mecánicas de las clases 2 y 3. La nudosidad que se manifiesta en las caras del elemento resulta ser el parámetro más categórico para definir los límites entre clases resistentes.

Palabras clave: *Araucaria angustifolia*; madera estructural; clasificación visual; clases resistentes; propiedades mecánicas.

INTRODUCCIÓN

La falta de información confiable sobre las propiedades mecánicas de la madera y un sistema de comercialización que solo distingue la especie, motivó en el común de las estructuras un desaprovechamiento del material o una ejecución poco segura. La disminución de la comercialización de especies nativas de madera dura de alta prestación estructural y la necesidad de un uso racional del recurso genera la utilización de especies de reforestación.

La redacción de los esquemas IRAM de las normas 9660, 9661 y 9662 fortalece la variante del uso de vigas de madera laminada encolada como alternativa industrializada .

Las vigas de *Araucaria angustifolia* son una alternativa válida para su uso en estructuras, pero la dispersión de valores admisibles, motivada por la presencia de defectos, no permite un uso óptimo y confiable. La posibilidad de efectuar la clasificación visual de vigas por resistencia incentivará su uso en estructuras, es objetivo de este trabajo determinar, en una muestra limitada a 156 vigas, pautas para avanzar en la clasificación.

La nudosidad, manifestada habitualmente en grupo de nudos, es el parámetro de mayor significación y fácil apreciación por un operario entrenado para determinar la clase resistente.

La presencia de médula es otro parámetro que se evalúa y se determina la incidencia en cada clase.

Se plantea como límite entre clases la manifestación de grupos de nudos en las caras del elemento. El esquema de la norma IRAM 9662-1 establece parámetros para identificar 2 clases de tablas, en el caso de vigas planteamos 3 clases.

Se avanza para esta especie en la línea trazada en el trabajo "Clasificación visual de pinos resinosos para uso estructural" presentado en las Novenas Jornadas Técnicas Forestales INTA-FCF-MEYRNYT-Eldorado, Misiones, Argentina y en la Tesis Doctoral del Dr. Ing. JC Piter "Clasificación por resistencia de la madera aserrada como material estructural. Desarrollo de un método para el *Eucalyptus grandis* de Argentina.

MATERIALES Y METODOS

Los ensayos a flexión se efectuaron de acuerdo a la Norma UNE 408 en los laboratorios de Materiales y de Estructuras de la Facultad Regional Venado Tuerto de la UTN sobre tres muestras de araucaria angustifolia de acuerdo al siguiente detalle:

Muestra 1: 56 probetas de dimensiones nominales 50 mm x 75 mm x 1350 mm

Muestra 2: 50 probetas de dimensiones nominales 50 mm x 125 mm x 1350 mm

Muestra 3: 50 probetas de dimensiones nominales 50 mm x 100 mm x 1350 mm

Las muestras fueron suministradas por proveedores habituales de la Ciudad de Venado Tuerto, seleccionadas del acopio en forma aleatoria. Las muestras 1 y 2 fueron provistas por Eldorado Maderas de Daniel Zallio y la muestra 3 por Bevilacqua Maderas de Oscar Bevilacqua. Ambos proveedores se abastecen de especies cultivadas en la provincia de Misiones, Argentina.

En cada una de las probetas se relevó la nudosidad, la médula, la torcedura, el combado, el encorvado y anillos de crecimiento; y se determinó la humedad según Norma IRAM.

Se establecieron tres criterios para la medición de la nudosidad: N1: relación entre la dimensión del nudo mayor y el de la superficie externa donde se manifiesta; N2: relación entre la dimensión del nudo o grupo de nudos ubicados en un largo de 150 mm, lo que resulte mayor, y el de la superficie externa donde se manifiesta; N3: relación entre las dimensiones de los nudos que se manifiestan en un largo de 150 mm y el perímetro de la viga en la sección en estudio. En todos los casos las proyecciones superpuestas se consideran una sola vez.

Se evaluaron las deformaciones a través de 2 comparadores de precisión 0,01 mm, uno a cada lado de la viga, considerando el promedio de ambos. Se obtuvieron lecturas para 4 escalones de carga (1000, 2000, 3000 y 4000 Nw) a los efectos del cálculo del módulo de elasticidad. La carga se midió a través de una celda de 50000 Nw, con precisión 10 Nw.

RESULTADOS

En el anexo I se presentan las tablas con los resultados de los ensayos de la totalidad de las muestras.

En concordancia con las referencias bibliográficas (Piter JC 2003), se obtuvo una alta correlación entre la nudosidad y la resistencia a flexión.

CORRELACION	TODAS	MUESTRA 1	MUESTRA 3	MUESTRA 2
TENSION - DENSIDAD	48,42%	38,58%	41,16%	66,84%
TENSION-MODULO ELASTICIDAD	74,45%	71,49%	67,70%	82,07%
TENSION - NUDO MAYOR	-52,87%	-46,05%	-55,49%	-54,96%
TENSION - GRUPO NUDOS	-65,39%	-63,01%	-61,06%	-70,70%
TENSION-PERIMETRO DE NUDOS	-76,22%	-75,03%	-68,95%	-82,53%

Tabla 1 – Correlaciones entre parámetros
Table 1 - Interrelations between parameters

La mayor correlación se encuentra para la evaluación de los nudos en todo el perímetro de una sección, pero se considera que es poco práctico el criterio para clasificar, por eso se trabajará con el grupo de nudos, es decir el criterio N2.

MUESTRA 1 (2" x 3") 56 PROBETAS	clase 1	clase 2	clase 3	MUESTRA 1 (2" x 3") 56 PROBETAS	clase 1	clase 2	clase 3
	SIN MEDULA		ADMITE MEDULA		SIN MEDULA		CON MEDULA
	GN<1/3	GN<2/3	GN > 2/3		GN<1/3	GN<2/3	GN > 2/3
TENSIÓN MEDIA	68,95	39,10	28,69	TENSIÓN MEDIA	68,95	38,20	35,40
MODULO ELASTICIDAD MEDIO	16010,23	11238,19	10055,42	MODULO ELASTICIDAD MEDIO	16010,23	11978,60	10490,28
DENSIDAD MEDIA H=12 %	542,62	485,93	477,75	DENSIDAD MEDIA H=12 %	542,62	490,73	480,88
PERCENTIL 5% TENSIÓN	54,18	22,38	14,83	PERCENTIL 5% TENSIÓN	54,18	20,31	18,31
DESVIACIÓN TÍPICA	30,90	61,04	81,31	DESVIACIÓN TÍPICA	30,90	53,16	71,58
DENSIDAD PERCENTIL 5%	491,64	385,22	343,58	DENSIDAD PERCENTIL 5%	491,64	403,03	362,78
Nº DE PROBETAS POR CLASE	6	36	14	Nº DE PROBETAS POR CLASE	6	14	36
% DE PROBETAS POR CLASE	10,71%	64,29%	25,00%	% DE PROBETAS POR CLASE	10,71%	25,00%	64,29%
MUESTRA 2 (2" x 5") 50 PROBETAS	clase 1	clase 2	clase 3	MUESTRA 2 (2" x 5") 50 PROBETAS	clase 1	clase 2	clase 3
50 PROBETAS	SIN MEDULA		ADMITE MEDULA	50 PROBETAS	SIN MEDULA		CON MEDULA
	GN<1/3	GN<2/3	GN > 2/3		GN<1/3	GN<2/3	GN > 2/3
TENSIÓN MEDIA	65,06	44,73	35,91	TENSIÓN MEDIA	65,06	38,51	42,98
MODULO ELASTICIDAD MEDIO	16180,29	14422,83	12002,21	MODULO ELASTICIDAD MEDIO	16180,29	13050,43	13858,19
DENSIDAD MEDIA H=12 %	572,60	494,75	461,18	DENSIDAD MEDIA H=12 %	572,60	524,66	474,68
PERCENTIL 5% TENSIÓN	56,68	29,67	20,41	PERCENTIL 5% TENSIÓN	56,68	23,61	20,74
DESVIACIÓN TÍPICA	51,59	57,97	71,22	DESVIACIÓN TÍPICA	51,59	72,72	57,64
DENSIDAD PERCENTIL 5%	487,48	399,10	343,66	DENSIDAD PERCENTIL 5%	487,48	404,68	379,58
Nº DE PROBETAS POR CLASE	10	28	12	Nº DE PROBETAS POR CLASE	10	8	32
% DE PROBETAS POR CLASE	20,00%	56,00%	24,00%	% DE PROBETAS POR CLASE	20,00%	16,00%	64,00%
MUESTRA 3 (2" x 4") 50 PROBETAS	clase 1	clase 2	clase 3	MUESTRA 3 (2" x 4") 50 PROBETAS	clase 1	clase 2	clase 3
50 PROBETAS	SIN MEDULA		ADMITE MEDULA	50 PROBETAS	SIN MEDULA		CON MEDULA
	GN<1/3	GN<2/3	GN > 2/3		GN<1/3	GN<2/3	GN > 2/3
TENSIÓN MEDIA	63,76	46,99	36,78	TENSIÓN MEDIA	63,76	52,33	39,20
MODULO ELASTICIDAD MEDIO	14877,55	14318,95	13077,71	MODULO ELASTICIDAD MEDIO	14877,55	15907,51	12829,60
DENSIDAD MEDIA H=12 %	557,00	482,69	492,92	DENSIDAD MEDIA H=12 %	557,00	503,61	475,34
PERCENTIL 5% TENSIÓN	35,47	28,00	22,10	PERCENTIL 5% TENSIÓN	35,47	31,91	21,87
DESVIACIÓN TÍPICA	58,98	76,96	51,98	DESVIACIÓN TÍPICA	58,98	47,35	79,37
DENSIDAD PERCENTIL 5%	459,69	355,70	407,16	DENSIDAD PERCENTIL 5%	459,69	425,49	344,38
Nº DE PROBETAS POR CLASE	9	29	12	Nº DE PROBETAS POR CLASE	9	15	26
% DE PROBETAS POR CLASE	18,00%	58,00%	24,00%	% DE PROBETAS POR CLASE	18,00%	30,00%	52,00%
3 MUESTRAS 156 PROBETAS	clase 1	clase 2	clase 3	3 MUESTRAS 156 PROBETAS	clase 1	clase 2	clase 3
156 PROBETAS	SIN MEDULA		ADMITE MEDULA	156 PROBETAS	SIN MEDULA		CON MEDULA
	GN<1/3	GN<2/3	GN > 2/3		GN<1/3	GN<2/3	GN > 2/3
Nº DE PROBETAS POR CLASE	25	93	38	Nº DE PROBETAS POR CLASE	25	37	94
% DE PROBETAS POR CLASE	16,03%	59,62%	24,36%	% DE PROBETAS POR CLASE	16,03%	23,72%	60,26%

Tabla 2 – Valores por muestra según criterio 1
Table 2 - Values per sample as criterion 1

Tabla 3 – Valores por muestra según criterio 2
Table 3 - Values per sample as criterion 2

GN: Criterio de evaluación de nudosidad N2. Relación entre la dimensión del nudo o grupo de nudos ubicados en un largo de 150 mm, lo que resulte mayor, y el de la superficie externa donde se manifiesta.

Para los dos criterios de análisis que se expondrán se establece que en la clase 1 no se admite la presencia de médula, la variación se establece en las clases 2 y 3. No es objetivo de este trabajo extender el análisis al resto de los defectos.

En el criterio 1 se admite la presencia de médula en las clases 2 y 3, mientras que el criterio 2 es más restrictivo y no admite la presencia de médula en la clase 2. En las tablas 2 y 3 se detallan los valores característicos por muestras.

En las tablas 4 y 5 se presentan los valores característicos corregidos de acuerdo a las prescripciones de la norma EN 348. Se corrigió la resistencia a la flexión al canto de referencia de 150 mm (EN 348 5.3.4.3). Se consideró la corrección correspondiente al número y tamaño de las muestras con un coeficiente $k_s = 0,91$ (EN 384 5.4). El módulo de elasticidad se corrigió a la humedad de 12 % (EN 384 5.3.4.2). La densidad se corrigió a la humedad de 12% (EN 384 7.).

TENSION	clase 1	clase 2	clase 3
	SIN MEDULA	ADMITE MEDULA	
	GN<1/3	GN<2/3	GN > 2/3
Percentil 5%			
Resistencia a flexión Nw/mm2			
Muestra 1	49,31	20,37	13,49
Muestra 2	51,58	27,00	18,57
Muestra 3	32,28	25,48	20,11
Valor medio	44,39	24,28	17,39
Valor medio corregido EN 384 - 5.4	38,74	24,28	16,19
MODULO DE ELASTICIDAD	clase 1	clase 2	clase 3
	SIN MEDULA	ADMITE MEDULA	
	GN<1/3	GN<2/3	GN > 2/3
Medio			
Nw/mm2			
Muestra 1	16010,23	11238,19	10055,42
Muestra 2	16180,29	14422,83	12002,21
Muestra 3	14877,55	14318,95	13077,71
Valor medio	15689	13327	11712
DENSIDAD	clase 1	clase 2	clase 3
	SIN MEDULA	ADMITE MEDULA	
	GN<1/3	GN<2/3	GN > 2/3
Medio			
Kg/m3			
Muestra 1	491,64	385,22	343,58
Muestra 2	487,48	399,10	343,66
Muestra 3	459,69	355,70	407,16
Valor medio	480	380	365
POBLACION	clase 1	clase 2	clase 3
	SIN MEDULA	ADMITE MEDULA	
	GN<1/3	GN<2/3	GN > 2/3
Nº DE PROBETAS POR CLASE	25	93	38
% DE PROBETAS POR CLASE	16,03%	59,62%	24,36%

Tabla 4 – Valores característicos según criterio 1
Table 4 - Typical values as criterion 1

TENSION	clase 1	clase 2	clase 3
	SIN MEDULA	CON MEDULA	
	GN<1/3	GN<2/3	GN > 2/3
Percentil 5%			
Resistencia a flexión Nw/mm2			
Muestra 1	49,31	18,48	16,66
Muestra 2	51,58	21,48	18,87
Muestra 3	32,28	29,04	19,90
Valor medio	44,39	23,00	18,48
Valor medio corregido EN 384 - 5.4	38,74	22,18	18,48
MODULO DE ELASTICIDAD	clase 1	clase 2	clase 3
	SIN MEDULA	CON MEDULA	
	GN<1/3	GN<2/3	GN > 2/3
Medio			
Nw/mm2			
Muestra 1	16010,23	11978,60	10490,28
Muestra 2	16180,29	13050,43	13858,19
Muestra 3	14877,55	15907,51	12829,60
Valor medio	15689	13646	12393
DENSIDAD	clase 1	clase 2	clase 3
	SIN MEDULA	ADMITE MEDULA	
	GN<1/3	GN<2/3	GN > 2/3
Medio			
Kg/m3			
Muestra 1	491,64	403,03	362,78
Muestra 2	487,48	404,68	379,58
Muestra 3	459,69	425,49	344,38
Valor medio	480	411	362
POBLACION	clase 1	clase 2	clase 3
	SIN MEDULA	CON MEDULA	
	GN<1/3	GN<2/3	GN > 2/3
Nº DE PROBETAS POR CLASE	25	37	94
% DE PROBETAS POR CLASE	16,03%	23,72%	60,26%

Tabla 5 – Valores característicos según criterio 2
Table 5 - Typical values as criterion 2

Se observan claramente los escalones entre las distintas clases, especialmente entre la clase 1 y la clase 2. Se puede apreciar que los valores característicos no varían significativamente entre ambos criterios. Solo el 16% de las probetas clasifican para la clase 1, con este bajo porcentaje toma gran importancia la clase 2. En el criterio 1, la clase 2 contiene al 60% de las probetas, mientras que para el criterio 2, la clase 2 solo contiene el 24%, quedando un 60% en la clase 3.

De acuerdo a la información obrante en la tabla 6 sólo el 48% de las probetas no evidencia presencia de médula. Comparando los datos de las tablas 5 y 6 surge que el 8% de

las vigas que no tienen médula presentan grupos de nudos mayores a los $2/3$ de la dimensión de la cara en que manifiestan, eso reduce sensiblemente la clase 2 en el criterio 2. No se debe olvidar que para escuadrías más grandes, 150 mm de canto, es posible que aumente la presencia de médula en las vigas, esta circunstancia fortalecería el criterio 1 para un mejor aprovechamiento comercial del lote, sin gran variación de las propiedades mecánicas. Se debería considerar la presencia de médula expuesta en las caras.

	muestra 1	muestra 2	muestra 3	todas
	2" x 3"	2" x 5"	2" x 4"	
con medula	55%	56%	44%	52%
sin medula	45%	44%	56%	48%

Tabla 6. Presencia de médula
Table 6 - Presence of marrow

CONCLUSIONES

La clasificación visual de vigas de pino paraná por resistencia permite un mejor aprovechamiento de sus propiedades mecánicas para el uso en estructuras de madera.

La característica de la especie en el crecimiento de sus ramas produce rara vez nudos aislados, y el criterio de valorar por la relación entre la dimensión del agrupamiento y la de la cara donde se manifiesta es correcta, criterio N2.

La evaluación de la nudosidad en todo el perímetro, criterio N3 ofrece una mayor correlación que el anterior criterio, pero no se presenta como práctica para una clasificación visual rápida por un operario entrenado.

La aparición de médula en al menos el 50% de las probetas condiciona el aprovechamiento del lote. Por esta razón el criterio de permitir la presencia de médula en la clase 2 aparece como razonable y las propiedades mecánicas son muy aptas para su aplicación al cálculo de estructuras.

La clase 1 representa las piezas que permitirían un diseño y cálculo en condiciones óptimas.

Los valores característicos y las condiciones expresadas en la tabla 4 se presentan como los propuestos para la clasificación.

Se debe tener en cuenta que solo se analizaron 3 muestras, 156 probetas, mientras que la Norma EN 384 establece un mínimo de 5 muestras de 40 probetas para no aplicar un coeficiente de corrección, por lo que es recomendable ensayar dos muestras más, en lo posible con el canto de referencia de 150 mm.

La fuerte correlación que existe entre la tensión de rotura a flexión estática y el módulo de elasticidad permite realizar ensayos no destructivos para obtener dicho módulo y a partir de él calcular la tensión esperable.

AGRADECIMIENTOS

A los alumnos de Ingeniería Civil de la F.R. Venado Tuerto de la UTN, integrantes del CIDECE (Centro de Investigación y Desarrollo de Estructuras Civiles), que trabajaron con responsabilidad y conocimiento en la clasificación de los defectos y el ensayo de los elementos: Miguel Quinodóz, Perla Viglioni, Ileana Moreno, Guillermo Caporaletti, Lucrecia Dutto, José Ibarra, Yanina Macerata, Natalia Romero, Carolina Gomez, Mario Soldini, Eric Suárez, Aldana Venturini, Marianela Gianinni, Mariana Quiroga y Román Criado.

BIBLIOGRAFIA

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN. 2001 *Manual de normas UNE-EN Serie Construcción. Estructuras de madera.*

Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. Normas IRAM.

PITER, JC. 2003 Tesis Doctoral. Clasificación por Resistencia de la madera aserrada como material estructural. Desarrollo de un método para el *Eucalyptus grandis* de Argentina.

RITIM Clasificación visual de madera de pinos resinosos (*Pinus taeda* y *elliotti*) para uso estructural. Novenas Jornadas Técnicas Forestales. INTA-FCF-MEYRNRYT-Eldorado, Misiones, Argentina.

Anexo 1

SERIE	N°	LARGO	BASE	CANTO	MOD. E. 12 %	TENSION	DEN. 12%	MEDULA	N1	N2	N3	DEFORM		
N°	VIGA	mm	mm	mm	Nw/mm2	Nw/mm2	Kg/m3		%	%	%	TO	EN	CO
1	1	1350	51,6	77,2	6.602,01	37,47	495,08	SI	26,0%	26,0%	15,2%	2	3	2
1	2	1350	51,0	77,4	8.167,05	26,40	463,07	SI	39,0%	50,6%	33,2%	2	0	3
1	3	1350	48,1	76,4	13.003,67	45,95	443,44	NO	38,0%	38,0%	25,2%	8	0	1
1	4	1350	51,0	75,6	10.416,43	40,00	430,71	SI	49,0%	49,0%	18,8%	7	0	1
1	5	1350	50,8	74,5	9.280,80	35,87	461,49	NO	34,9%	73,8%	47,2%	0	3	9
1	6	1350	59,3	74,9	8.889,45	23,32	456,81	NO	37,3%	56,0%	45,6%	5	0	0
1	7	1350	49,3	73,5	18.616,32	79,80	547,96	NO	8,0%	8,0%	2,4%	0	6	6
1	8	1350	50,4	74,7	8.106,43	11,28	436,74	NO	44,2%	66,7%	62,0%	0	3	7
1	9	1350	49,7	73,3	15.591,59	77,04	582,44	NO	4,0%	4,0%	4,4%	6	4	2
1	10	1350	49,8	74,7	8.203,63	31,22	404,93	SI	44,0%	54,7%	45,2%	27	13	0
1	11	1350	50,0	74,0	8.156,24	37,23	560,03	SI	25,3%	64,0%	30,4%	6	12	0
1	12	1350	49,6	72,9	8.457,82	32,29	431,19	SI	66,0%	66,0%	46,8%	3	3	0
1	13	1350	49,6	74,5	8.338,35	16,74	430,59	SI	48,0%	68,0%	40,4%	17	0	0
1	14	1350	48,3	73,6	15.075,40	74,98	561,33	NO	16,0%	28,0%	8,0%	6	0	0
1	15	1350	49,8	74,6	10.410,34	29,05	419,72	SI	37,0%	68,7%	48,8%	0	16	8
1	16	1350	50,0	74,0	9.312,29	23,42	444,76	SI	56,0%	76,0%	56,8%	4	0	0
1	17	1350	49,5	74,1	10.423,72	21,62	591,32	SI	42,0%	62,7%	44,0%	0	4	5
1	18	1350	49,3	73,7	4.188,16	16,00	521,71	NO	44,0%	64,0%	60,0%	11	7	0
1	19	1350	46,2	75,9	6.600,39	18,83	420,21	SI	32,0%	74,7%	63,6%	14	0	10
1	20	1350	49,5	74,8	8.580,88	29,44	528,28	SI	37,3%	58,7%	46,0%	9	0	0
1	21	1350	49,5	73,7	17.116,15	22,63	524,65	NO	30,7%	50,7%	33,2%	0	2	3
1	22	1350	49,6	74,2	10.535,28	27,97	717,24	SI	44,0%	68,0%	54,0%	10	0	0
1	23	1350	49,4	74,8	19.391,19	47,45	490,06	NO	31,3%	50,0%	33,6%	2	0	5
1	24	1350	49,2	73,7	21.003,98	68,20	521,33	NO	9,3%	9,3%	8,0%	4	0	1
1	25	1350	49,9	73,5	12.619,70	32,47	480,37	NO	78,0%	68,0%	50,0%	12	0	8
1	26	1350	49,6	74,1	8.511,36	23,36	468,86	SI	46,7%	81,3%	51,2%	0	0	0
1	27	1350	46,0	72,0	12.537,09	27,74	446,84	SI	38,7%	38,7%	29,6%	0	4	0
1	28	1350	46,7	74,1	10.160,72	39,60	647,55	SI	12,0%	24,0%	9,2%	0	13	14
1	29	1350	47,0	73,8	15.031,09	51,53	494,42	NO	18,7%	18,7%	5,6%	0	0	2
1	30	1350	46,3	74,4	16.485,58	53,88	548,14	NO	37,3%	42,7%	30,0%	0	1	6
1	31	1350	49,9	73,3	13.833,39	62,15	548,22	NO	13,3%	30,0%	12,0%	0	7	8
1	32	1350	45,6	73,1	10.352,89	42,76	398,75	SI	26,0%	65,3%	42,0%	4	0	0
1	33	1350	45,7	73,8	11.452,79	44,89	443,66	NO	46,0%	45,3%	28,4%	0	0	0
1	34	1350	45,7	73,2	12.146,94	76,52	553,95	SI	38,0%	38,0%	7,6%	0	7	6
1	35	1350	45,2	72,6	14.871,82	50,07	488,12	NO	34,0%	65,3%	33,6%	4	1	4
1	36	1350	45,5	73,4	10.109,84	35,38	407,51	SI	38,0%	45,3%	31,6%	0	2	3
1	37	1350	45,8	72,0	12.287,34	49,70	556,11	NO	78,0%	88,0%	44,0%	8	0	5
1	38	1350	44,4	71,7	7.928,35	28,71	536,38	NO	64,0%	64,0%	36,8%	0	2	5
1	39	1350	45,5	71,6	12.157,52	47,18	506,79	NO	61,3%	61,3%	30,4%	0	2	2
1	40	1350	46,1	73,9	8.969,84	38,19	533,28	SI	48,0%	82,0%	49,6%	6	0	0
1	41	1350	46,1	72,2	13.407,78	48,22	490,61	SI	24,0%	30,0%	32,8%	0	0	0
1	42	1350	45,7	72,0	12.380,22	55,00	588,11	NO	25,3%	46,7%	34,4%	0	4	12
1	43	1350	46,4	72,3	14.631,90	57,94	539,30	SI	50,7%	50,7%	22,0%	0	4	17
1	44	1350	44,8	72,4	17.343,91	48,09	467,65	SI	48,0%	48,0%	23,6%	0	0	5
1	45	1350	45,6	72,6	9.235,25	32,67	384,28	NO	50,0%	50,0%	35,6%	7	16	9
1	46	1350	45,5	72,5	14.155,29	55,58	542,54	SI	52,0%	52,0%	33,6%	0	11	12
1	47	1350	46,0	74,0	7.779,67	25,55	497,54	NO	33,3%	46,7%	18,0%	8	4	0
1	48	1350	46,4	73,0	8.192,92	28,10	437,95	SI	38,0%	56,0%	40,8%	7	5	10
1	49	1350	45,0	72,4	9.495,95	18,98	398,05	SI	60,0%	68,0%	42,8%	6	6	0
1	50	1350	46,0	73,0	9.579,19	28,38	422,64	SI	44,0%	60,0%	47,6%	4	8	8
1	51	1350	45,2	72,8	12.355,14	42,45	456,62	SI	38,0%	64,0%	36,8%	0	0	0
1	52	1350	45,5	72,9	12.820,62	41,50	440,59	NO	40,0%	54,7%	32,8%	6	0	0
1	53	1350	46,0	73,0	10.529,37	26,70	446,27	SI	40,0%	70,7%	45,6%	11	0	0
1	54	1350	45,2	72,9	10.754,82	47,12	456,09	SI	36,0%	50,7%	40,8%	0	9	6
1	55	1350	45,7	72,3	12.138,10	39,21	450,57	SI	32,0%	32,0%	16,8%	10	0	0
1	56	1350	45,6	73,6	15.778,39	49,07	474,76	NO	28,0%	73,3%	36,8%	3	5	9

Tabla 5.1. Valores obtenidos en los ensayos de la muestra 1

Table 5.1. Values obtained in the essays of the sample 1

Anexo 1

SERIE N°	N° VIGA	LARGO mm	BASE mm	CANTO mm	MOD. E. 12 % Nw/mm2	TENSION Nw/mm2	DEN. 12% Kg/m3	MEDULA	N1	N2	N3	DEFORM		
									%	%	%	TO	EN	CO
2	101	2250	43,1	124,7	14.407,32	64,93	570,53	NO	9,6%	12,8%	5,7%	0	20	8
2	102	2250	46,7	120,5	6.577,04	20,62	376,49	SI	78,0%	78,0%	50,6%	20	3	0
2	103	2250	47,1	121,1	15.374,73	40,66	447,88	SI	46,0%	46,0%	27,4%	6	7	5
2	104	2250	45,9	120,7	6.951,80	20,84	377,04	SI	51,2%	70,4%	39,4%	19	0	6
2	105	2250	41,5	117,5	14.582,33	62,88	665,42	NO	0,0%	0,0%	0,0%	0	4	3
2	106	2250	42,8	122,2	16.420,38	62,23	546,19	NO	32,0%	32,0%	18,9%	13	0	3
2	107	2250	45,4	117,4	10.034,87	33,45	499,69	NO	31,2%	49,6%	41,7%	0	9	9
2	108	2250	43,9	122,0	15.722,39	29,86	358,48	NO	16,8%	72,8%	44,3%	0	3	4
2	109	2250	44,4	122,0	4.631,28	20,16	508,97	SI	52,0%	82,4%	50,6%	13	0	0
2	110	2250	49,7	122,0	11.762,99	35,16	514,76	SI	56,0%	58,4%	38,9%	15	0	8
2	111	2250	48,5	123,5	7.397,26	23,89	394,04	SI	29,6%	73,6%	38,3%	0	5	3
2	112	2250	48,0	122,5	10.303,03	38,65	418,27	NO	24,8%	36,0%	37,4%	2	3	3
2	113	2250	48,6	122,2	12.327,88	36,85	461,29	SI	26,4%	56,8%	41,1%	4	0	1
2	114	2250	47,8	122,0	14.758,69	31,09	513,03	NO	46,0%	60,0%	40,0%	0	0	0
2	115	2250	48,8	127,1	11.203,71	36,41	489,87	SI	20,8%	48,0%	39,1%	0	0	4
2	116	2250	49,1	126,5	15.541,74	49,96	493,96	SI	46,0%	46,0%	19,1%	0	3	3
2	117	2250	49,0	126,3	14.039,80	37,30	452,01	SI	40,0%	52,0%	39,1%	0	2	3
2	118	2250	49,1	126,7	17.274,66	62,17	501,04	SI	28,8%	37,6%	18,9%	0	0	3
2	119	2250	48,3	127,4	9.228,11	20,75	575,10	NO	28,8%	48,0%	41,7%	0	1	0
2	120	2250	41,4	122,5	8.590,90	29,71	430,71	NO	26,4%	72,0%	46,3%	0	3	2
2	121	2250	49,1	127,3	10.454,39	31,84	406,07	SI	64,0%	64,8%	47,1%	5	0	0
2	122	2250	49,0	126,8	14.887,55	52,11	463,47	SI	15,2%	36,0%	24,3%	0	0	4
2	123	2250	46,0	127,0	16.028,40	41,16	569,91	SI	34,4%	91,2%	58,0%	0	0	0
2	124	2250	48,8	126,4	13.631,58	37,63	480,02	SI	60,0%	69,6%	38,3%	0	3	2
2	125	2250	49,3	127,0	14.090,97	41,86	459,30	SI	44,0%	55,2%	40,0%	0	0	2
2	126	2250	49,4	127,0	15.271,63	37,64	475,65	SI	60,0%	60,0%	30,3%	0	3	0
2	127	2250	49,1	127,0	16.926,92	58,11	519,78	SI	34,0%	75,2%	37,1%	0	0	0
2	128	2250	49,3	127,0	12.771,81	35,21	492,05	NO	80,0%	80,0%	33,7%	0	2	0
2	129	2250	49,0	127,3	12.715,53	28,90	510,29	NO	48,3%	52,0%	44,6%	0	4	2
2	130	2250	48,6	127,0	13.297,20	59,56	522,14	NO	18,4%	23,2%	10,3%	0	2	0
2	131	2250	42,8	130,9	12.611,34	54,32	574,57	NO	6,4%	12,0%	4,3%	8	3	14
2	132	2250	46,7	130,6	16.182,36	62,57	482,32	NO	24,0%	24,0%	15,4%	0	3	13
2	133	2250	48,3	131,0	13.438,08	37,08	449,81	NO	42,0%	42,0%	16,0%	0	4	6
2	134	2250	46,4	130,6	17.293,87	53,77	620,94	NO	34,0%	34,0%	13,4%	8	2	5
2	135	2250	42,8	130,4	15.785,09	49,98	453,37	SI	23,2%	43,2%	20,6%	7	6	6
2	136	2250	46,4	131,0	14.270,80	34,93	467,08	SI	16,9%	62,4%	42,3%	0	5	3
2	137	2250	45,2	130,3	19.176,31	57,31	538,61	NO	34,0%	72,8%	40,3%	4	0	0
2	138	2250	46,6	129,2	20.949,02	74,06	561,95	NO	6,4%	6,4%	2,3%	0	1	5
2	139	2250	44,7	130,6	18.438,06	65,23	543,46	SI	48,8%	48,8%	20,9%	3	1	5
2	140	2250	42,2	127,8	21.269,14	72,48	604,90	SI	20,0%	20,0%	9,4%	14	2	8
2	141	2250	42,8	130,2	14.106,81	44,89	438,64	SI	28,0%	52,8%	32,9%	0	0	0
2	142	2250	46,3	130,3	13.045,88	41,23	469,68	SI	42,0%	56,8%	30,0%	15	0	5
2	143	2250	46,2	130,0	16.590,51	62,41	571,46	NO	13,6%	24,8%	8,9%	2	0	1
2	144	2250	46,0	129,0	17.119,49	77,48	622,95	NO	16,0%	24,8%	11,4%	5	0	2
2	145	2250	46,0	129,9	16.631,31	64,36	610,19	NO	50,0%	50,0%	14,3%	0	0	2
2	146	2250	49,7	121,8	16.051,17	44,49	453,49	SI	40,0%	40,0%	28,6%	4	1	0
2	147	2250	49,9	122,4	14.800,20	65,20	582,55	SI	32,8%	32,8%	11,7%	0	10	8
2	148	2250	50,0	122,6	15.620,87	56,37	488,09	SI	39,2%	67,2%	33,1%	7	0	3
2	149	2250	50,0	120,1	19.642,92	70,13	608,47	NO	0,0%	0,0%	0,0%	0	7	4
2	150	2250	49,8	121,1	19.438,44	64,02	477,14	SI	12,0%	15,2%	7,4%	9	0	3

Tabla 5.2. Valores obtenidos en los ensayos de la muestra 2
Table 5.2. Values obtained in the essays of the sample2

Anexo 1

SERIE Nº	Nº VIGA	LARGO mm	BASE mm	CANTO mm	MOD. E. 12 % Nw/mm2	TENSION Nw/mm2	DEN. 12% Kg/m3	MEDULA	N1 %	N2 %	N3 %	DEFORM		
												TO	EN	CO
3	201	1620	44,6	91,3	9.858,69	30,89	472,19	NO	62,0%	46,0%	32,0%	0	1	0
3	202	1620	44,6	91,5	15.808,65	61,54	575,64	NO	32,0%	37,0%	18,0%	2	1	1
3	203	1620	45,0	91,7	14.541,67	36,44	492,26	NO	35,0%	35,0%	11,7%	4	0	1
3	204	1630	44,8	91,6	13.001,58	44,54	417,58	NO	36,0%	36,0%	20,0%	2	0	0
3	205	1630	45,2	91,6	15.427,47	60,55	490,36	NO	25,0%	25,0%	10,0%	1	2	2
3	206	1630	44,6	91,4	14.871,80	35,97	472,56	NO	28,0%	49,0%	43,0%	0	0	0
3	207	1630	44,6	91,8	8.768,25	29,41	488,05	SI	64,0%	64,0%	47,7%	0	3	5
3	208	1630	45,0	91,5	12.193,01	30,43	463,01	SI	60,0%	60,0%	39,7%	0	0	0
3	209	1630	44,2	91,4	11.961,19	45,13	456,41	SI	32,0%	32,0%	36,0%	3	3	1
3	210	1630	44,5	91,3	15.584,00	51,15	493,15	NO	25,0%	50,0%	30,3%	0	0	1
3	211	1630	44,4	91,2	10.826,20	29,88	478,00	SI	55,0%	81,0%	41,0%	0	0	3
3	212	1630	44,1	90,0	9.014,87	28,68	488,77	SI	88,0%	88,0%	52,7%	6	2	8
3	213	1630	44,7	91,0	18.962,79	56,42	539,56	NO	27,0%	48,0%	34,0%	0	0	2,5
3	214	1800	44,7	91,2	21.717,43	70,05	503,52	NO	19,0%	60,0%	34,7%	3	0	0
3	215	1800	44,4	91,3	19.941,01	80,64	580,70	NO	28,0%	35,0%	18,7%	0	2	0
3	216	1800	44,1	91,6	16.872,18	45,30	487,20	SI	76,0%	76,0%	23,3%	2	0	1
3	217	1800	44,8	91,4	13.654,35	44,63	458,58	NO	52,0%	60,0%	51,3%	12	0	3
3	218	1800	45,4	91,7	17.063,54	68,91	462,27	NO	49,0%	63,0%	36,0%	6	1	0
3	219	1800	44,3	91,6	14.949,66	55,07	550,99	NO	58,0%	68,0%	26,7%	2	0	3
3	220	1800	44,6	91,4	12.789,88	45,93	559,44	SI	38,0%	45,0%	20,0%	0	3	6
3	221	1800	44,0	105,9	14.872,25	52,15	529,71	NO	26,0%	26,0%	8,7%	0	2	7
3	222	1800	44,0	100,2	12.086,76	25,42	518,71	SI	38,0%	72,0%	56,3%	0	0	4
3	223	1800	43,9	100,0	14.330,09	32,35	499,09	NO	28,0%	50,0%	38,0%	0	3	2
3	224	1800	43,8	100,6	9.003,42	37,88	400,41	SI	46,0%	86,0%	44,0%	3	2	0
3	225	1800	43,3	99,4	9.758,80	21,67	458,94	SI	44,0%	76,0%	43,0%	16	0	5,5
3	226	1800	43,6	97,0	15.937,50	44,53	520,39	NO	19,0%	88,0%	22,7%	4	2,5	0
3	227	1800	43,6	98,4	16.328,59	41,87	532,33	NO	54,0%	68,0%	39,3%	5,5	0	1,5
3	228	1800	44,0	99,2	13.920,60	22,46	500,22	NO	28,0%	78,0%	43,0%	3	5	0
3	229	1800	44,1	99,1	15.317,71	34,32	493,82	SI	27,0%	47,0%	19,7%	0	0	7
3	230	1800	43,3	99,5	15.856,05	82,85	632,91	NO	0,0%	0,0%	0,0%	5	3,5	3
3	231	1800	43,9	98,7	13.274,92	73,01	576,93	NO	7,0%	7,0%	4,0%	0	0	6
3	232	1800	44,0	99,8	17.695,61	58,66	161,15	SI	9,0%	31,0%	14,7%	0	2	2
3	233	1800	43,8	99,0	16.143,96	60,21	481,41	NO	31,0%	37,0%	18,0%	0	2	2
3	234	1800	43,4	99,8	13.145,70	27,06	494,40	SI	32,0%	63,0%	55,7%	14	2,5	4,5
3	235	1800	44,0	99,3	11.507,04	36,12	456,72	SI	34,0%	40,0%	19,7%	15	5	0
3	236	1800	44,1	98,8	18.011,56	75,02	570,27	SI	12,0%	12,0%	7,3%	0	0	3,5
3	237	1800	43,6	100,1	10.100,81	40,85	473,59	SI	38,0%	45,0%	44,3%	3,5	5	0
3	238	1800	43,8	99,7	10.988,10	46,02	430,31	SI	34,0%	54,0%	31,3%	4	0	0
3	239	1800	43,4	98,7	18.677,57	51,96	564,55	NO	36,0%	36,0%	9,7%	3	4	4
3	240	1800	44,4	98,8	11.957,26	47,71	595,14	NO	0,0%	0,0%	0,0%	16	0	5,5
3	241	1800	44,6	98,2	14.778,53	27,32	482,44	NO	28,0%	28,0%	23,3%	0	1	2
3	242	1800	43,4	98,3	18.596,16	63,09	571,15	SI	48,0%	73,0%	30,7%	0	3	2
3	243	1800	43,9	100,0	8.863,99	21,23	408,31	SI	39,0%	60,0%	50,7%	0	6	0
3	244	1800	44,2	98,3	14.455,52	59,20	541,11	NO	26,0%	37,0%	15,0%	2	4	0
3	245	1800	43,9	99,0	14.105,45	86,13	547,37	NO	6,0%	6,0%	2,3%	0	3	0
3	246	1800	43,6	99,2	17.141,65	72,68	514,28	NO	17,0%	17,0%	10,3%	6	2	0
3	247	1800	44,0	99,3	15.272,09	52,06	506,26	SI	18,0%	18,0%	11,0%	5	1	0
3	248	1800	44,3	99,8	9.637,82	25,56	407,98	SI	56,0%	77,0%	55,3%	5	6	0
3	249	1800	43,3	101,0	16.484,41	71,43	643,90	NO	0,0%	0,0%	0,0%	6	3	3
3	250	1800	43,9	100,4	10.022,03	35,52	482,04	SI	42,0%	42,0%	19,0%	6	1	0

Tabla 5.3. Valores obtenidos en los ensayos de la muestra 3

Table 5.3. Values obtained in the essays of the sample 3

**ESTIMACIÓN DEL VOLUMEN CON CORTEZA DE ÁRBOLES INDIVIDUALES
DE *Pinus taeda* L. PARA LAS ZONAS ALTA Y NORTE DE LA PROVINCIA DE
MISIONES, ARGENTINA[?].**

**INDIVIDUAL OVER BARK VOLUME ESTIMATION OF *Pinus taeda* L. IN HIGH
AND NORTHERN MISIONES, ARGENTINA.**

Aldo Keller¹
Ernesto Crechi¹
Hugo Fassola¹
Sara Barth²

¹. Ings. Ftales. Técnicos Área Forestal. INTA EEA Montecarlo. Av. Libertador n° 2472.
C. P. 3384. Montecarlo, Misiones, Argentina. TE y FAX: 54-03751-480057/480512.
e-mail: akeller@montecarlo.inta.gov.ar

². Ing. Ftal. Cátedra Dasometría. Fac. de Cs. Ftales. (UNaM). Bertoni 124. C. P. 3380.
Eldorado. Misiones. e-mail: sbarth@arnet.com.ar

SUMMARY

Volume over bark prediction models were fitted on the basis of stem analysis from *Pinus taeda* L. plantations, located in the agroecological zones Northern Misiones-High Misiones. Data base for the zone High and Northern Misiones included 578 trees, of witch 279 was selected for an independent sample for validation of the fitted model. The best Model was selected considering statistics like R^2 (determination coefficient), S_{y_x} (standard error of the estimation), MAE (mean absolute error) and residual distribution. Prodan modified model was selected and its mathematical expression, including a correction factor for logarithmic discrepancy, was:

$$\ln(vcc) = (-8,42788 + 1,73914 \cdot \ln(dap) + 0,04152 \cdot \ln^2(dap) + 0,17972 \cdot \ln^2(h)) \cdot 1,0047531$$

The validation against the independent sample showed an error of $-0,001 \text{ ms}^3$ for total volume over bark, with relative error of $-1,26\%$. Taking into account the goodness of fitness of the selected model, is feasible to employ it in the prediction of the total volume between the diametric range considered in the present work.

Key words : Estimation, volume over bark, *Pinus taeda*, Misiones.

[?] Trabajo Financiado por PAN 571. Funciones y Algoritmos dasométricos para manejo silvícola intensivo, de aplicación en plantaciones forestales orientadas a producción de madera de alto valor agregado.

RESUMEN

Con datos provenientes de plantaciones de *Pinus Taeda* L. localizadas en las zonas agroecológicas Alta Misiones-Misiones Norte se procedió al ajuste de modelos de estimación del volumen con corteza. La base de datos contó con 578 individuos, dejándose 279 de ellos como muestra independiente de validación del modelo ajustado. La selección del mejor modelo se efectuó en base al análisis de los estadísticos R^2 (coeficiente de determinación), S_{yx} (error estándar de la estimación), EAM (error absoluto medio) y evaluación gráfica de residuales. El modelo Prodan modificado mostró el mejor desempeño y su validación arrojó errores de $-0,001 \text{ m}^3$ y $-1,26 \%$. El uso del modelo seleccionado es factible para la estimación del volumen total de árboles individuales dentro del rango diamétrico utilizado en el presente trabajo. La expresión matemática del modelo seleccionado, considerando el factor de corrección por discrepancia logarítmica, es:

$$\ln(vcc) = (-8,42788 + 1,73914 \cdot \ln(dap) + 0,04152 \cdot \ln^2(dap) + 0,17972 \cdot \ln^2(h)) \cdot 1,0047531$$

Palabras clave: Estimación, volumen con corteza, *Pinus taeda*, Misiones.

INTRODUCCIÓN

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. Para la determinación del volumen de árboles individuales se utilizan mediciones de diámetros a lo largo del fuste.

En la zona existen antecedentes de tablas de volúmenes individuales de diferentes especies implantadas, entre ellos podemos citar a KOLLN y VIOLA (1987, 1988) que construyeron tablas de volúmenes de simple y doble entrada para *Pinus elliottii*, *Pinus taeda* y *Araucaria angustifolia*. Entre 1997 y 1999 se presentó el Simulador Forestal de *Pinus taeda*, *Pinus elliottii*, y *Araucaria angustifolia* en un convenio entre INTA EEA Montecarlo, la Facultad de Ciencias Forestales perteneciente a la Universidad Nacional de Misiones y empresas privadas del medio, en esa oportunidad se consideró modelos conjuntos para las provincias de Misiones y Corrientes. (FRIEDL et al, 1997 a, b, c). La base de datos empleada en el trabajo antes mencionado fue ampliada en el proyecto PAN 571 (INTA, 2006), en el marco del cual se determinó que los datos de las zonas Alta y Norte de Misiones y NE Corrientes – S Misiones (PAPADAKIS, 1974) no podían ser considerados en forma conjunta. (CRECHI et al, 2006).

MATERIALES Y METODOS

La base general (Misiones y Corrientes) estuvo conformada por datos provenientes de mediciones efectuadas por la empresas Alto Paraná S. A., Lipsia S. A., Celulosa Argentina S. A., Las Marías S. A., Bosques del Plata S. A., Fiplasto S. A, los Ings. Mutarelli E., Mariott V., Friedl R., e instituciones como el ex IFONA e INTA EEA Montecarlo y es descripta por FASSOLA et al., 2006.

Descripción de los datos de la base empleada en el ajuste

En tablas 1 a 3 se pueden observar los diámetros a altura de pecho (dap), alturas (h) y edad máximos, mínimos y promedios, como así también el número de ejemplares de la misma y su distribución diamétrica.

Los volúmenes con corteza (vcc) de las porciones basales del fuste fueron calculados mediante la fórmula de Smalian, mientras que el volumen de la porción apical fue calculado mediante la fórmula del cono y el volumen total se obtuvo por la sumatoria de los anteriores. Dicho procesamiento fue realizado con el Sistema de Procesamiento de Datos de Árboles Individuales, INTA EEA Montecarlo (KECK et al.,1997).

Tabla 1: Valores observados para las variables descriptoras de la base de datos empleada.

Table 1: Observed values for the descriptors variables general data base.

	dap (cm)	h (m)	edad (años)
Mín.	6,55	4,27	2
Máx.	64	32,20	38
Prom.	25,17	18.29	14

Tabla 2: Valores observados para las variables descriptoras de la muestra independiente de validación del modelo

Table 2: Observed values for the descriptors variables for the independent sample.

	dap (cm)	h (m)	edad (años)
Mín.	3,1	2,69	5
Máx.	42,5	29,10	21
Prom.	18,6	14,60	9

Tabla 3: Distribución diamétrica de la base de datos empleada.

Table 3: Diametric distribution for the used data base.

Clase Diamétrica	N	n ajuste	n muestra independiente
0-9,9	25	22	3
10-19,9	266	89	177
20-29,9	177	87	90
30-39,9	74	67	7
40-49,9	26	24	2
50-59,9	9	9	
60-69,9	1	1	
Total	578	299	279

Donde:

N: Número total de individuos que integran la base de datos considerada

n ajuste: Número de ejemplares empleados en el ajuste de los modelos

n muestra independiente: Número de árboles separados como muestra independiente de validación

Al considerar en la base de datos disponible todos los ejemplares medidos con corteza, sin considerar la restricción de que tengan a la vez datos de diámetro con y sin corteza, se duplica el número de individuos considerados en los ajustes realizados paralelamente en base al condicionamiento anteriormente mencionado. En base a ello, el objetivo del presente trabajo es proporcionar un modelo alternativo para la estimación de volumen con corteza de individuos de *Pinus taeda* implantados en las zonas Alta y Norte de la provincia de Misiones.

Ajuste de modelos

Tras una revisión de los modelos más utilizados, citados en la bibliografía forestal, para la estimación de volúmenes individuales, se decidió trabajar con los presentados en la tabla 4.

Tabla 4: Modelos ajustados.**Table 4:** Fitted models.

Modelo	Autor	Función
1	Prodan modificado	$\ln(v) \cdot b_0 \cdot b_1 \cdot \ln(dap) \cdot b_2 \cdot \ln(dap^2) \cdot b_3 \cdot \ln(h^2)$
2	Schumacher – Hall	$\ln(v) \cdot b_0 \cdot b_1 \cdot \ln(dap) \cdot b_2 \cdot \ln(h)$
3	Spurr logaritmizado	$\ln(v) \cdot b_0 \cdot b_1 \cdot \ln(dap^2 \cdot h)$
4	Naslund	$v \cdot b_0 \cdot b_1 \cdot dap^2 \cdot b_2 \cdot dap^2 \cdot h \cdot b_3 \cdot dap \cdot h^2 \cdot b_4 \cdot h^2$
5	Stoate	$v \cdot b_0 \cdot b_1 \cdot dap^2 \cdot b_2 \cdot (dap^2 \cdot h) \cdot b_3 \cdot h$
6	Meyer	$v \cdot b_0 \cdot b_1 \cdot dap \cdot b_2 \cdot (dap^2) \cdot b_3 \cdot dap \cdot h$

Para estimar los volúmenes a partir de los modelos logarítmicos, se aplicó el factor de corrección de discrepancia logarítmica propuesto por Meyer (1941).

$$Fc = \exp(0,5 \cdot S_{yx}^2)$$

La selección del mejor modelo se efectuó en base al análisis de los estadísticos R^2 (coeficiente de determinación), S_{yx} (error estándar de la estimación), EAM (error absoluto medio) y evaluación gráfica de residuales. El nivel de significación fue del 5%.

Teniendo en cuenta que se utilizaron modelos con y sin transformación logarítmica, se utilizó el Índice de Furnival (IF) (SILVA et al., 1991) para realizar la comparación entre modelos. Con posterioridad se procedió a estimar la bondad del ajuste de los mejores modelos contrastando las estimaciones con los valores observados en una muestra independiente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tras la evaluación de los indicadores estadísticos de los ajustes de los diferentes modelos, se escogieron los modelos Prodan Modificado y Schumacher – Hall por su mejor desempeño. Del análisis gráfico de los residuales se desprende que, aunque los estadísticos denotaron buen ajuste en todos los modelos evaluados, solamente los modelos Prodan modificado y Schumacher –Hall no presentaron tendenciosidad en su distribución.

A continuación se presentan los modelos definitivos con sus coeficientes.

Modelo Prodan modificado

La expresión matemática del modelo para la estimación del volumen con corteza, considerando el factor de corrección por discrepancia logarítmica, es:

$$\ln(vcc) = (-8,42788 + 1,73914 \cdot \ln(dap) + 0,04152 \cdot \ln^2(dap) + 0,17972 \cdot \ln^2(h)) \cdot 1,0047531$$

Modelo Schumacher – Hall

La expresión matemática del modelo para la estimación del volumen con corteza, considerando el factor de corrección por discrepancia logarítmica, es:

$$\ln(vcc) = (-10,05830 + 2,03339 \cdot \ln(dap) + 0,91910 \cdot \ln(h)) \cdot 1,0053979$$

Los estadísticos correspondientes a los modelos seleccionados para la estimación del volumen total con corteza son presentados en tabla 5.

Tabla 5. Estadísticos de los modelos seleccionados para la estimación volumen con corteza.

Table 5: Statistics for selected models.

Modelo	R ² (%)	S _{yx}	F – ratio	P	EAM
Prodan modificado	99,5553	0,0973846	22461,16	0,0000	0,0756488
Schumacher – Hall	99,4382	0,1037630	26019,11	0,0000	0,0820188

En la tabla 5 puede observarse que el estadístico F fue altamente significativo para los modelos presentados y los coeficientes de determinación resultaron superiores a 0,99. El mayor R² lo presentó el modelo Prodan modificado que a su vez arrojó el menor error estándar de la estimación.

Validación de los modelos considerados.

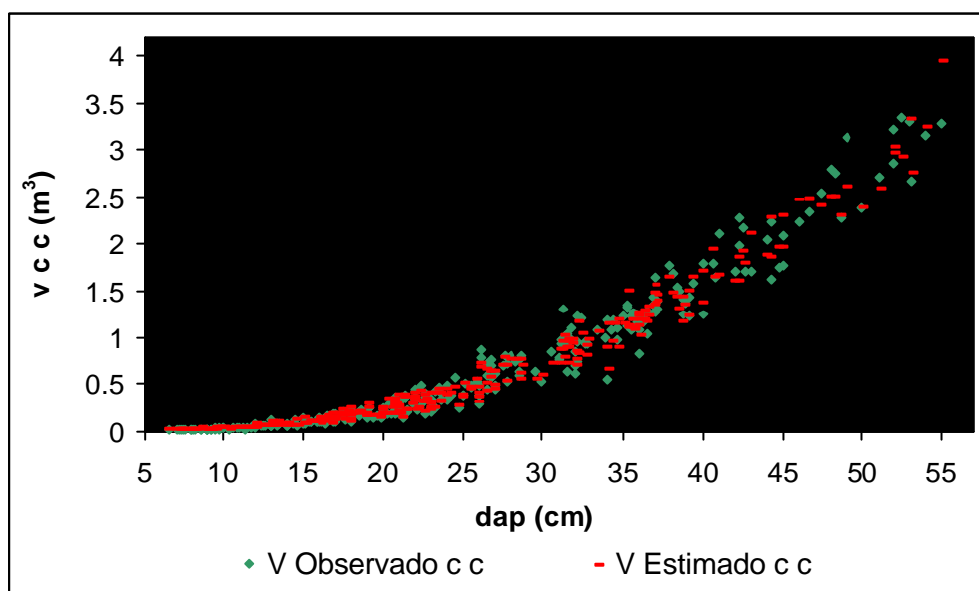
En la tabla 6 se presentan los errores surgidos de la validación de los modelos seleccionados al ser contrastadas las estimaciones con los valores observados en la muestra independiente.

Tabla 6. Errores promedios provenientes de la validación de los modelos.**Table 6:** Average error validation models.

Modelo	Error (m ³)	Error relativo (%)
Prodan modificado	-0,001	-1,259
Schumacher – Hall	-0,006	-3,395

Donde:
 Error = (? Valor Observado – Esperado)/n
 Error relativo = (? ((Valor Observado – Esperado)/Valor observado * 100))/n

En los gráficos 1 y 2 se muestran los datos observados versus los estimados con los modelos seleccionados para la estimación del volumen total con corteza.

**Gráfico 1.** Volúmenes totales con corteza observados y estimados. Mod. Prodan modificado**Graphic 1:** Observed and estimated over bark total volumes. Prodan modified model.

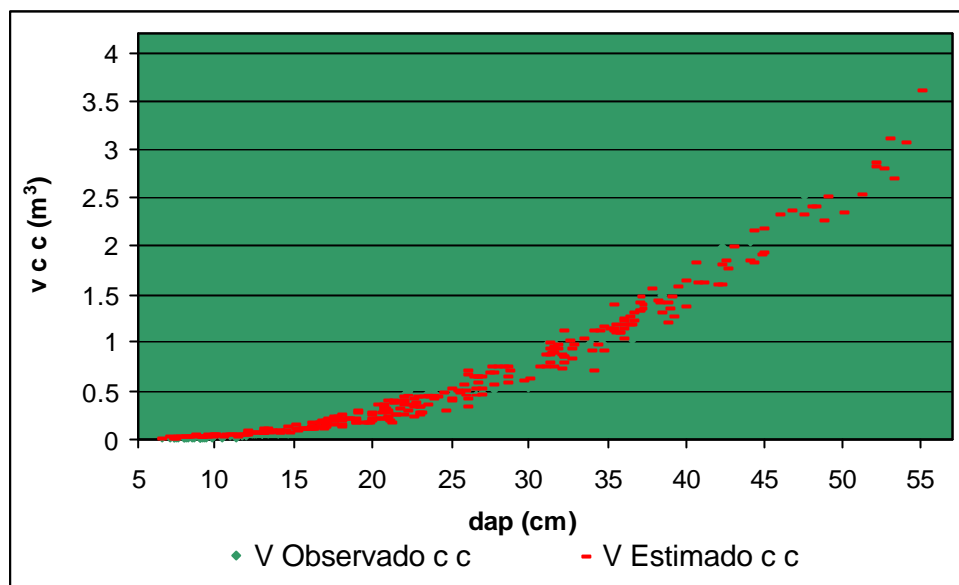


Gráfico 2. Volúmenes totales con corteza observados y estimados. Modelo Schumacher – Hall

Graphic 2: Observed and estimated over bark total volumes. Schumacher – Hall model.

En el gráfico 3 se presenta la distribución porcentual de los residuales de los modelos Prodan modificado y Schumacher –Hall producto de la aplicación de los mismos sobre la base de datos. Son éstos los que presentan menor tendenciosidad.

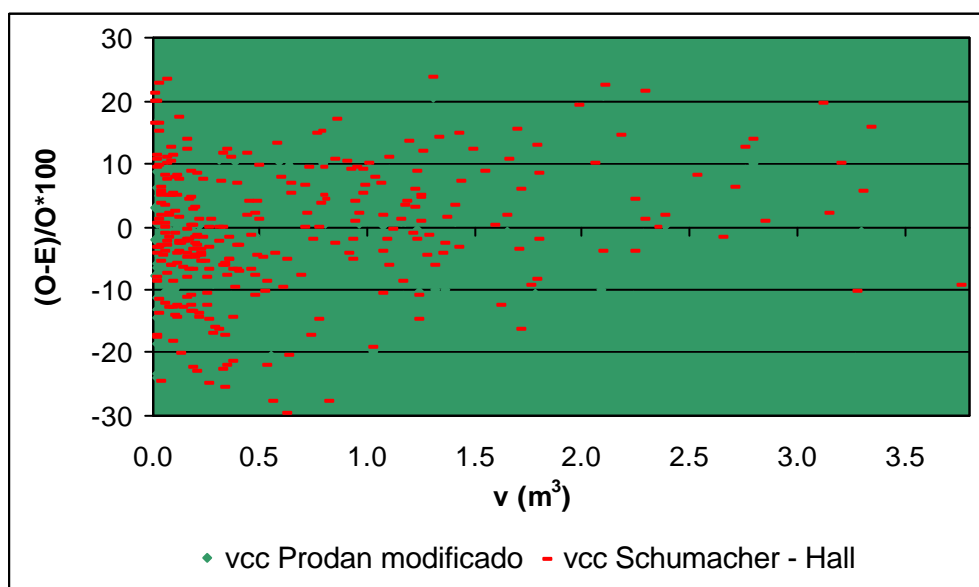


Gráfico 3. Diferencias porcentuales entre valores de volumen total con corteza observados y estimados con los modelos seleccionados.

Graphic 3: Percentage differences between observed and estimated total volume over bark for selected models.

CONCLUSIONES

Del análisis de pendientes e interceptos realizado para las zonas en estudio surgieron diferencias significativas entre éstas, por lo que no fue posible agrupar los datos de volumetría para realizar ajustes de modelos generales.

De acuerdo a los estadísticos utilizados para la comparación de los modelos, fueron posibles de definir varios para la estimación del volumen individual con corteza de *Pinus taeda* implantado en las zonas Alta y Norte de la Provincia de Misiones, pero el modelo Prodan modificado fue seleccionado como el mejor ya que presentó los mejores indicadores estadísticos y distribución de residuales. Validado dicho modelo a través de una muestra independiente arrojó un error relativo promedio de $-1,26\%$.

Mediante un análisis gráfico de los puntos generados a través del empleo de los modelos seleccionados frente a los datos reales se pudo observar que los mismos siguen un agrupamiento similar a los datos observados pasando por el centro del diagrama de dispersión.

El modelo seleccionado no manifestó tendencias marcadas respecto a los datos observados y para su utilización fuera del rango diamétrico considerado en el presente trabajo se sugiere una evaluación previa.

Como el modelo propuesto requiere de datos de dap y altura total es aconsejable proceder al ajuste previo de una relación hipsométrica de empleo local.

BIBLIOGRAFÍA

- CRECHI E.; Fassola H., Keller, A., Barth S. Modelos de estimación del volumen individual con y sin corteza de *Pinus taeda* L. cultivado en la zona N de la Provincia de Misiones, Argentina. En: XII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. FCF Eldorado – INTA EEA Montecarlo. Eldorado. Misiones.
- FASSOLA, H. E.; Crechi, E. H.; Barth, S.; Keller, A. 2006. Estimación del volumen con corteza en *Pinus taeda* L. implantado en la zona NE de Corrientes – S de Misiones, Argentina. Trabajo presentado en las XII Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. FCF-INTA. Eldorado. 12 p.
- FRIEDL, R. A.; Crechi, E.; Fassola, H. 1997 (a). Manual de Descripción Técnica del Simulador Forestal de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. INTA EEA Montecarlo – Facultad de Ciencias Forestales. 14 p.
- FRIEDL, R. A.; Crechi, E.; Fassola, H. 1997 (b). Manual de Descripción Técnica del Simulador Forestal de *Pinus taeda* 1.0. INTA EEA Montecarlo – Facultad de Ciencias Forestales. 15 p.

- FRIEDL, R. A.; Crechi, E.; Fassola, H. 1997 (c), Manual de Descripción Técnica del Simulador Forestal de *Pinus elliottii* 1.0. INTA EEA Montecarlo – Facultad de Ciencias Forestales. 15 p.
- FRIEDL, R. A.; Crechi, E.; Fassola, H. 1999, Manual de Descripción Técnica del Simulador Forestal de *Pinus taeda* 2.0. INTA EEA Montecarlo – Facultad de Ciencias Forestales. 16 p.
- INTA. 2006. Inédito. Informe Proyecto PAN 571. Funciones y Algoritmos dasométricos para manejo silvícola intensivo, de aplicación en plantaciones forestales orientadas a producción de madera de alto valor agregado.
- KECK, A.; Fassola H, Crechi, E.;. 1997. INTA EEA Montecarlo. Sistema de procesamiento de datos de árboles individuales.
- 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, p.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, p.316-328.
- MEYER, H. A. 1941. Correction for a systematic error occurring in the application of the logarithmic volume equation. Pennsylvania Forest School Research. Paper. 7. 3 p.
- PAPADAKIS, J. 1974. Ecología, posibilidades agropecuarias de las provincias argentinas. 2da ed. Bs.As. Enciclopedia de Agricultura y Jardinería. Tomo II. Fascículo 3 86p. Ed. Acme.
- SILVA, J.A.; Bailey, R.L. 1991. Considerações teóricas sobre o uso correto do Índice de Furnival na seleção de equações volumétricas. Rev. Àrv., Viçosa, 15 (3): 323-327.

Anexo 1: Tabla de volumen total con corteza para *Pinus taeda* implantado en la zona N de la Provincia de Misiones, expresado en metros cúbicos (m³)*

Append 1: Table of total volumes over and under bark for *Pinus taeda* L. planted in the High and North Misiones, expressed in cubic meters (m³).

dap (cm)	Altura (m)							
	6	10	14	18	22	26	30	34
5	0,0072	0,0104	0,0141	0,0180	0,0224	0,0271	0,0321	0,0376
7,5	0,0154	0,0224	0,0302	0,0388	0,0482	0,0583	0,0692	0,0808
10	0,0267	0,0389	0,0525	0,0674	0,0836	0,1012	0,1201	0,1403
12,5	0,0412	0,0600	0,0809	0,1039	0,1289	0,1560	0,1851	0,2164
15	0,0589	0,0858	0,1156	0,1484	0,1842	0,2229	0,2645	0,3091
17,5	0,0798	0,1162	0,1567	0,2011	0,2496	0,3020	0,3584	0,4188
20	0,1040	0,1514	0,2042	0,2621	0,3252	0,3935	0,4670	0,5457
22,5	0,1315	0,1915	0,2582	0,3314	0,4112	0,4976	0,5905	0,6901
25	0,1624	0,2365	0,3188	0,4092	0,5078	0,6144	0,7292	0,8521
27,5	0,1967	0,2864	0,3861	0,4957	0,6150	0,7442	0,8832	1,0321
30	0,2344	0,3414	0,4602	0,5908	0,7331	0,8870	1,0527	1,2302
32,5	0,2757	0,4014	0,5412	0,6948	0,8620	1,0431	1,2379	1,4467
35	0,3204	0,4666	0,6292	0,8076	1,0021	1,2125	1,4390	1,6817
37,5	0,3688	0,5371	0,7241	0,9295	1,1533	1,3955	1,6562	1,9355
40	0,4208	0,6127	0,8261	1,0605	1,3158	1,5922	1,8896	2,2082
42,5	0,4764	0,6937	0,9354	1,2007	1,4898	1,8026	2,1394	2,5002
45	0,5357	0,7801	1,0518	1,3502	1,6753	2,0271	2,4057	2,8114
47,5	0,5987	0,8719	1,1756	1,5091	1,8724	2,2656	2,6888	3,1422
50	0,6655	0,9692	1,3067	1,6774	2,0813	2,5183	2,9888	3,4928
52,5	0,7361	1,0720	1,4453	1,8553	2,3020	2,7854	3,3058	3,8632
55	0,8105	1,1803	1,5914	2,0429	2,5347	3,0670	3,6399	4,2537

* Valores en letra negrita corresponden a rango diamétrico observado.

* Values in bold belong to the observed diametric range.

**FUNCIONES DE VOLUMEN INDIVIDUAL CON Y SIN CORTEZA PARA *Pinus
elliottii* Engelm. IMPLANTADO EN LAS ZONAS ALTA Y NORTE DE LA
PROVINCIA DE MISIONES, ARGENTINA[?].**

**INDIVIDUAL OVER AND UNDER BARK VOLUME FUNCTIONS, OF *Pinus elliottii*
Engelm. PLANTED IN THE HIGH AND NORTHERN MISIONES, ARGENTINA.**

Aldo Keller¹
Hugo Fassola¹
Ernesto Crechi¹
Sara Barth²

¹. Ings. Ftal. Técnicos Área Forestal. INTA EEA Montecarlo. Av. Libertador n° 2472.
C. P. 3384. Montecarlo, Misiones, Argentina. TE y FAX: 54-03751-480057/480512.
e-mail: akeller@montecarlo.inta.gov.ar

². Ing. Ftal. Cátedra Dasometría. Fac. de Cs. Ftal. (UNaM). Bertoni 124. C. P. 3380.
Eldorado. Misiones. e-mail: sbarth@arnet.com.ar

SUMMARY

Volume models, over and under bark (o.b. and u.b.), for trees from plantations of *Pinus elliottii* Engelm. distributed in the zones Northern Misiones-High Misiones and North Eastern Corrientes – Southern Misiones were fitted. Analysis of the intercepts and slopes of models for both zones established the need of individual functions of each one. Individual models for the zone Northern Misiones-High Misiones included 353 trees with data of diameter o.b. and u.b., 106 of which was selected as independent sample for validation purpose. The best Model was selected considering statistics like R^2 (determination coefficient), S_{y_x} (standard error of the estimation), MAE (mean absolute error) and residual distribution. Prodan modified model was selected and its mathematical expression, including a correction factor for logarithmic discrepancy, was:

$$\ln(vcc) = (-8,42879 + 1,80928 \cdot \ln(dap) + 0,01852 \cdot \ln^2(dap) + 0,18965 \cdot \ln^2(h)) \cdot 1,003689136$$

$$\ln(vsc) = (-8,96546 + 1,86674 \cdot \ln(dap) + 0,01480 \cdot \ln^2(dap) + 0,21185 \cdot \ln^2(h)) \cdot 1,004794198$$

The validation against an independent sample showed an error of $-0,001 \text{ ms}^3$ for both, volume over and under bark, with a relative error of $-1,47\%$ and $-1,71\%$ respectively. Taking account

[?] Trabajo Financiado por PAN 571. Funciones y Algoritmos dasométricos para manejo silvícola intensivo, de aplicación en plantaciones forestales orientadas a producción de madera de alto valor agregado.

the goodness of the adjustment of the selected models, is feasible to employ it in the prediction of the total volume between the diametric range considered in the present work.

Key words : Volume estimation, *Pinus elliottii*, Northern Misiones

RESUMEN

Con datos de árboles obtenidos de plantaciones de *Pinus elliottii* Engelm. de las zonas Norte de Misiones y NE Corrientes - Sur de Misiones se ajustaron modelos de predicción volumétrica con y sin corteza. De la comparación de interceptos y pendientes de funciones generadas para ambas zonas surgieron diferencias significativas, por lo que se consideraron las mismas en forma independiente, presentándose aquí los modelos para la zona norte de la Provincia de Misiones. La base de datos estuvo compuesta por 353 individuos con mediciones con y sin corteza, de los cuales 106 conformaron la muestra independiente de validación. Los modelos fueron evaluados en base al análisis de los estadísticos R^2 (coeficiente de determinación), S_{yx} (error estándar de la estimación), EAM (error absoluto medio) y distribución de residuales. Prodan modificado fue seleccionado por su comportamiento. Validado contra la muestra independiente su error fue de $-0,001 \text{ m}^3$ tanto para volumen con corteza como sin ella, con un error relativo de $-1,47\%$ y $-1,71\%$, respectivamente. Por los ajustes observados, los modelos seleccionados pueden utilizarse para estimar el volumen total dentro del rango diamétrico considerado. Las expresiones matemáticas de los modelos seleccionados, incorporando el factor de corrección por discrepancia logarítmica, son las siguientes:

$$\ln(vcc) = (-8,42879 + 1,80928 \cdot \ln(dap) + 0,01852 \cdot \ln^2(dap) + 0,18965 \cdot \ln^2(h)) \cdot 1,003689136$$

$$\ln(vsc) = (-8,96546 + 1,86674 \cdot \ln(dap) + 0,01480 \cdot \ln^2(dap) + 0,21185 \cdot \ln^2(h)) \cdot 1,004794198$$

Palabras clave: Estimación volumen, *Pinus elliottii*, Norte de Misiones.

INTRODUCCIÓN

La cuantificación del recurso bosque es de vital importancia en la planificación forestal, éste es estimado a través de inventarios en los que una de las herramientas principales es la función de volumen, que permite cubicar árboles individuales a través de variables predictoras como diámetro a altura de pecho (dap) y altura (h).

En la región existen antecedentes de tablas de volúmenes individuales de especies implantadas, entre ellos podemos citar a MARIOT y DE DIO (1982) quienes construyeron tablas de simple entrada para *Araucaria angustifolia* y *Pinus elliottii*, KOLLN y VIOLA (1987) construyeron tablas de volúmenes de simple y doble entrada para *Pinus elliottii*, *Pinus taeda* y *Araucaria angustifolia*. Entre los años 1997 y 1999 fue presentado el Simulador Forestal de *Pinus elliottii*, *Pinus taeda* y *Araucaria angustifolia*. en un convenio entre INTA EEA Montecarlo, la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones y empresas privadas del medio, en esa oportunidad se consideró modelos de volumen conjuntos para las provincias de Misiones y NE Corrientes. (FRIEDL et al, 1997 a, b, c).

Dado que dicha base de datos fue ampliada, uno de los objetivos del presente trabajo fue verificar si las bases de datos correspondientes a las zonas Alta y Norte de Misiones y, Sur de Misiones y NE Corrientes, podían unificarse en un solo modelo general, o bien si debían ajustarse modelos de estimación de los volúmenes individuales con y sin corteza para *Pinus elliottii* para cada una de las zonas de manera independiente.

MATERIALES Y METODOS

Los datos de la base general (Misiones y NE Corrientes) provinieron de mediciones realizadas por diferentes empresas, entre ellas, Alto Paraná S. A., Celulosa Argentina S. A., Puerto Laharrague S. A., Las Marías S. A., Forestal, los Ings. Mutarelli E., Mariott V., Friedl R., e instituciones como el ex IFONA e INTA EEA Montecarlo.

La base de datos general quedó conformada por 779 individuos, de los cuales, 698 correspondían a las zonas Alta Misiones – Misiones Norte (PAPADAKIS, 1974) y 81 a la zona NE de Corrientes – Sur de Misiones (PAPADAKIS, 1974). 353 árboles de la zona Alta Misiones y Misiones Norte poseían a la vez datos con y sin corteza, no contando la región NE Corrientes – Sur Misiones con este último dato, siendo utilizados para el ajuste de los modelos aquellos que contaban tanto con las mediciones con corteza como sin corteza.

Comparación de interceptos y pendientes por zona.

Se procedió a la comparación de interceptos (ordenadas al origen) y pendientes mediante un análisis de relaciones lineales que consideraron como variable dependiente al volumen observado y como variable independiente a $((dap^2)*h)$, ajustadas para las zonas Alta Misiones – Misiones Norte y NE Corrientes – Sur de Misiones, definidas agroecológicamente como de clima Subtropical sin Estación seca (PAPADAKIS, 1974).

Descripción de los datos de la base empleada

En tablas 1 a 9 se pueden observar los dap, alturas y edades máximos, mínimos y promedios, como así también el número de árboles de la misma y su distribución diamétrica.

Los volúmenes con y sin corteza (vcc y vsc, respectivamente) de las porciones basales del fuste fueron calculados mediante la fórmula de Smalian, mientras que el volumen de la porción apical fue calculado mediante la fórmula del cono y el volumen total se obtuvo por la sumatoria de los anteriores. Dicho procesamiento fue realizado con el Sistema de Procesamiento de Datos de Árboles Individuales, INTA EEA Montecarlo (KECK et al.,1997).

Tabla 1: Valores observados para las variables descriptoras de la base de datos general.

Table1: Observed values for the descriptors variables general data base.

	dap (cm)	h (m)	edad (años)
Mín.	6,03	3,7	5
Máx.	42,25	31,6	39
Prom.	23,91	16,9	15

Tabla 2: Valores observados para las variables descriptoras de la muestra independiente de validación relacionada a la base de datos general.

Table 2: Observed values for the descriptors variables for the independent sample, related to the general data base.

	dap (cm)	h (m)	edad (años)
Mín.	5,95	4,9	5
Máx.	51	27,5	34
Prom.	17,80	13,7	11

Tabla 3: Distribución diamétrica de la base general de datos empleada

Table 3: General data base diametric distribution.

Clase diamétrica	N	n ajuste	n muestra independiente
0-9,9	55	49	6
10-19,9	173	87	91
20-29,9	87	76	10
30-39,9	80	71	5
40-49,9	31	29	2
50-59,9	8	7	1
Total	434	319	115

Donde:

N: Número total de individuos que integran la base de datos considerada

n ajuste: Número de ejemplares empleados en el ajuste de los modelos

n muestra independiente: Número de árboles separados como muestra independiente de validación

Tabla 4: Valores observados para las variables descriptoras de la base de datos empleada en el ajuste del modelo presentado para las zonas Alta y Norte de la provincia de Misiones.

Table 4: Observed values for the descriptors variables on the High and North Misiones fitted model.

	dap (cm)	h (m)	edad (años)
Mín.	6,03	3,7	5
Máx.	55,50	31,6	39
Prom.	22,42	15,5	14

Tabla 5: Valores observados para las variables descriptoras de la muestra independiente de validación del modelo para las zonas Alta y Norte de Misiones

Table 5: Observed values for the descriptors variables of independent sample for the High and North Misiones data base.

	dap (cm)	h (m)	edad (años)
Mín.	5,95	4,9	5
Máx.	51,00	27,5	34
Prom.	28,48	16,3	20

Tabla 6: Distribución diamétrica de la base de datos empleada para las zonas Alta y Norte de Misiones

Table 6: Diametric distribution for High and North Misiones data base.

Clase Diamétrica	N	n ajuste	n muestra independiente
0-9,9	55	49	6
10-19,9	169	83	86
20-29,9	47	41	6
30-39,9	45	40	5
40-49,9	29	27	2
50-59,9	8	7	1
Total	353	247	106

Tabla 7: Valores observados para las variables descriptoras de la base de datos empleada en el ajuste del modelo presentado para la zona NE Corrientes – Sur de Misiones.

Table 7: Observed values for the descriptors variables for NE Corrientes – S Misiones data base.

	dap (cm)	h (m)	edad (años)
Mín.	16,25	16,2	14
Máx.	42,25	27,8	19
Prom.	29,03	21,5	14

Tabla 8: Valores observados para las variables descriptoras de la muestra independiente de validación del modelo para la zona NE de Corrientes – S Misiones.

Table 8: Observed values for the descriptors variables of independent sample for NE Corrientes – S Misiones data base.

	dap (cm)	h (m)	edad (años)
Mín.	20,25	17,8	14
Máx.	37,25	24,2	19
Prom.	28,92	21,6	17

Tabla 9: Distribución diamétrica de la base de datos empleada para la zona NE de Corrientes – S Misiones

Table 9: Diametric distribution for NE Corrientes - S Misiones data base.

Clase Diamétrica	N	n ajuste	n muestra independiente
10-19,9	4	4	5
20-29,9	40	35	4
30-39,9	35	31	
40-49,9	2	2	
Total	81	72	9

Ajuste de modelos

Realizada la comparación de interceptos y pendientes, y tras una revisión de los modelos más utilizados para la estimación volumétrica, citados en la bibliografía forestal, se procedió al ajuste de los modelos seleccionados para la estimación de los volúmenes con y sin corteza, presentándose éstos en la tabla 10.

Tabla 10: Modelos ajustados.**Table 10:** Fitted models.

Modelo	Autor	Función
1	Prodan modificado	$\ln(v) ? b_0 ? b_1 ? \ln dap ? b_2 \cdot \ln dap^2 ? b_3 ? \ln h^2$
2	Schumacher – Hall	$\ln(v) ? b_0 ? b_1 ? \ln(dap) ? b_2 ? \ln(h)$
3	Spurr logaritmizado	$\ln(v) ? b_0 ? b_1 ? \ln(dap^2 \cdot h)$
4	Naslund	$v ? b_0 ? b_1 ? dap^2 ? b_2 ? dap^2 \cdot h ? b_3 \cdot dap \cdot h^2 ? b_4 \cdot h^2$
5	Stoate	$v ? b_0 ? b_1 \cdot dap^2 ? b_2 \cdot (dap^2 \cdot h) ? b_3 \cdot h$
6	Meyer	$v ? b_0 ? b_1 \cdot dap ? b_2 \cdot (dap^2) ? b_3 \cdot dap \cdot h$

Para estimar los volúmenes a partir de los modelos logarítmicos, se aplicó el factor de corrección de discrepancia logarítmica propuesto por MEYER (1941).

$$Fc ? \exp(0,5 \cdot S_{yx}^2)$$

La selección del modelo se efectuó en base al análisis de los estadísticos R^2 (coeficiente de determinación), S_{yx} (error estándar de la estimación), EAM (error absoluto medio) y evaluación de la distribución de residuales. El nivel de significación fue del 5%.

Teniendo en cuenta que se utilizaron modelos con y sin transformación logarítmica, se utilizó el Índice de Furnival (IF) (SILVA et al., 1991) para realizar la comparación entre éstos.

Los modelos de mejor desempeño fueron validados con una muestra independiente seleccionada al azar (VANCLAY, 1994). Esta validación consistió en tomar los modelos seleccionados y utilizarlos para la estimación de los volúmenes con y sin corteza de árboles que no formaron parte de la base de datos con las que se ajustaron los modelos (muestra independiente). Una vez obtenidos los volúmenes, se calcularon los errores de las estimaciones a través de las siguientes fórmulas:

$$\text{Error promedio} = (\sum \text{Valor Observado} - \text{Estimado})/n \quad [\text{m}^3]$$

$$\text{Error relativo promedio} = (\sum ((\text{Valor Observado} - \text{Estimado})/\text{Valor observado} * 100))/n \quad [\%]$$

Donde: n : es el número de árboles de la muestra independiente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comparación de interceptos y pendientes de modelos por zona

De la base de datos empleada surgió que las zonas Alta y Norte Misiones y NE Corrientes – S Misiones no pueden ser consideradas en forma conjunta, dado que si bien no existe diferencias significativas entre las pendientes de los modelos ajustados para cada una de ellas, sí las existen entre los interceptos de los mismos (Tabla 11). Por esta razón se ajustó un modelo para cada zona.

Tabla 11: ANOVA de las funciones generadas para las zonas consideradas.

Table 11: ANOVA of the functions generated for the considered zones.

	Suma de cuadrados	F	Valor P
(Dap ²)*H	207,642	23420,31	0,0000
Interceptos	0,186733	21,06	0,0000
Pendientes	0,00386955	0,44	0,5091
Modelo	207,832		

Ajuste de modelos para las zonas Alta y Norte de Misiones

Tras evaluar los ajustes de los diferentes modelos, se seleccionaron Prodan Modificado y Schumacher – Hall como los de mejor desempeño.

A continuación se presentan los modelos definitivos con sus coeficientes.

Modelo Prodan modificado

Las expresiones matemáticas de los modelos seleccionados, incorporando el factor de corrección por discrepancia logarítmica, son las siguientes:

$$\ln(vcc) = (-8,42879 + 1,80928 * \ln(dap) + 0,01852 * \ln^2(dap) + 0,18965 * \ln^2(h)) * 1,003689136$$

$$\ln(vsc) = (-8,96546 + 1,86674 * \ln(dap) + 0,01480 * \ln^2(dap) + 0,21185 * \ln^2(h)) * 1,004794198$$

Los estadísticos correspondientes al modelo Prodan modificado para estimación de volúmenes con y sin corteza son presentados en tabla 12.

Tabla 12: Estadísticos del modelo Prodan modificado para estimación de volumen con y sin corteza.

Table 12: Statistics for Prodan modified models (estimation of volume o.b. and u.b.)

Variable	R2 (%)	S_{yx}	F – ratio	P	EAM
Vcc	99,7223	0,0858178	28724,5	0,0000	0,0673217
Vsc	99,6713	0,0978033	24258,91	0,0000	0,0768057

Mediante un análisis gráfico de los puntos generados a través del empleo de los modelos seleccionados frente a los datos observados se pudo observar que los mismos siguen un agrupamiento similar a los datos observados pasando por el centro del diagrama de dispersión.

En los gráficos 1 y 2 se muestran los datos observados versus los estimados a través del modelo Prodan modificado, tanto para la estimación de volumen con como sin corteza.

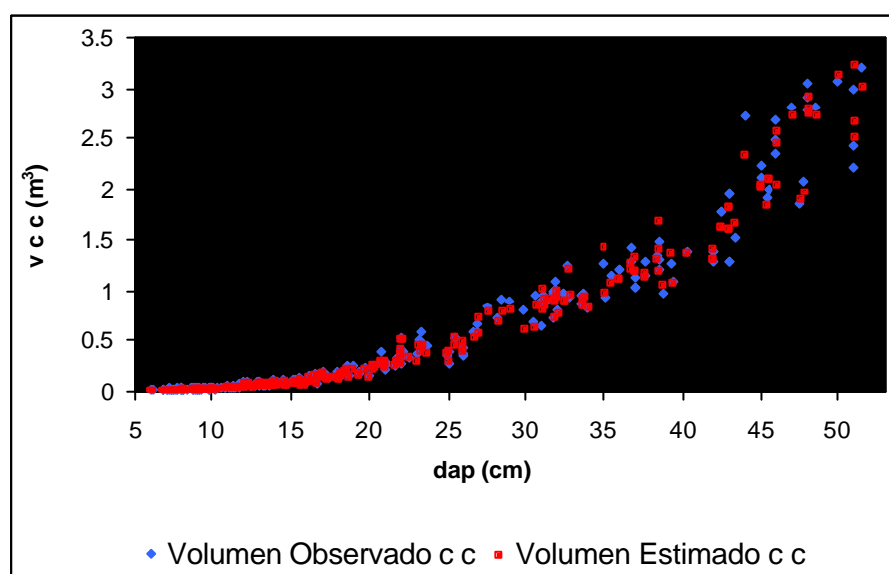


Gráfico 1: Volúmenes totales con corteza observados y estimados. Mod. Prodan modificado

Graphic 1: Observed and estimated over bark total volumes. Prodan modified model.

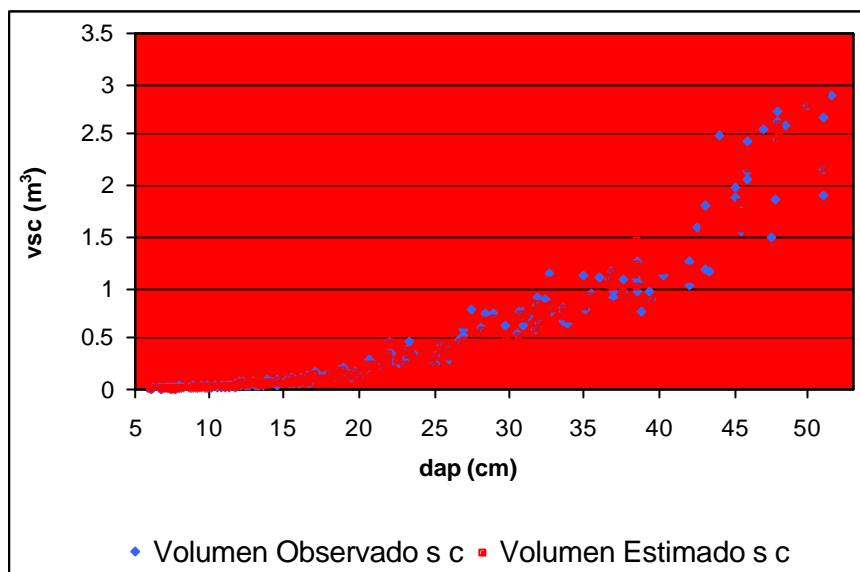


Gráfico 2: Volúmenes totales sin corteza observados y estimados. Mod. Prodan modificado.

Graphic 2: Observed and estimated under bark total volumes. Prodan modified model.

En el gráfico 3 se presenta la distribución porcentual de los residuales del modelo Prodan modificado para estimar volumen con y sin corteza.

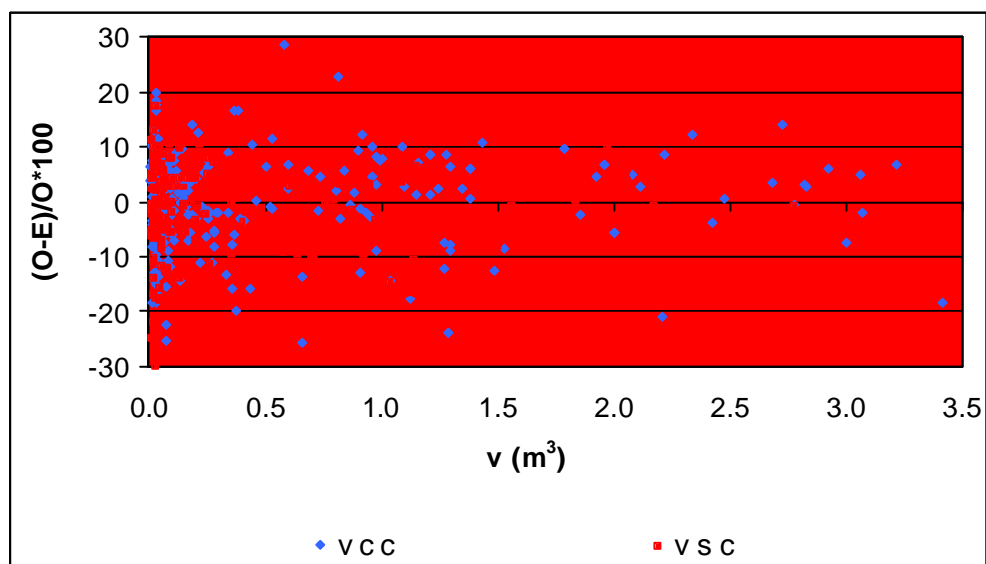


Gráfico 3 Diferencias porcentuales entre valores observados y estimados para volúmenes totales con y sin corteza. Modelo Prodan modificado.

Graphic 3: Percentage differences between observed and estimated total volume over and under bark values. Prodan modified model.

Del análisis gráfico de los puntos generados a través del empleo del modelo seleccionado frente a los datos observados se pudo apreciar que los mismos siguen un agrupamiento similar a los datos observados pasando por el centro del diagrama de dispersión.

Modelo Schumacher – Hall

Las expresiones matemáticas del modelo para estimación de volúmenes con y sin corteza, incorporando el factor de corrección por discrepancia logarítmica, son las siguientes:

$$\ln(vcc) = (-9,74967 + 2,01449 \cdot \ln(dap) + 0,85310 \cdot \ln(h)) \cdot 1,00506886$$

$$\ln(vsc) = (-10,39240 + 2,0641 \cdot \ln(dap) + 0,95421 \cdot \ln(h)) \cdot 1,006475743$$

Los estadísticos correspondientes al modelo Schumacher - Hall para estimación de volúmenes con y sin corteza son presentados en la tabla 13.

Tabla 13. Estadísticos del modelo de Schumacher – Hall para estimación de volumen con y sin corteza.

Table 13: Statistics for Schumacher-Hall model (estimation of volume o.b. and u.b.)

	R2 (%)	syx	F – ratio	P	EAM
vcc	99,6158	0,1005590	31369,05	0,0000	0,0795612
vsc	99,5531	0,1136210	26952,36	0,0000	0,0906429

En las tablas 12 y 13 se puede observar que el estadístico F fue altamente significativo para todas las funciones, los coeficientes de determinación ajustados resultaron todos superiores a 0,99. El modelo Prodan modificado fue el que presentó el mayor valor de R^2 ; siendo además la que presentó el menor error estándar de la estimación y la mejor distribución de residuales.

Validación de los mejores modelos para la estimación de vcc y vsc.

En la tabla 14 se presentan los errores que surgen de la validación de los modelos seleccionados a través de su aplicación y al ser contrastados contra la muestra independiente.

Tabla 14. Errores promedios provenientes de la validación de los modelos.

Table 14: Average error validation models.

Modelo		Error (m³)	Error relativo (%)
Prodan modificado	vcc	-0,001	-1,47
	vsc	-0,001	-1,71

CONCLUSIONES

Se determinó que no es posible agrupar los datos de volumetría de árboles provenientes de las zonas Alta y Norte de Misiones con aquellos provenientes de la zona sur de la provincia de Misiones y noreste de la provincia de Corrientes para modelarlos en conjunto.

Los buenos ajustes obtenidos para los modelos presentados permiten su utilización con bajos errores esperables en la predicción de volúmenes con y sin corteza para árboles de *Pinus elliottii* implantados en las zonas alta y norte de la Provincia de Misiones.

Por los estadísticos que presenta y la distribución más homogénea de sus residuales, el modelo Prodan modificado fue seleccionado como el mejor para la estimación del volumen total de árboles individuales, tanto con como sin corteza.

Validado dicho modelo a través de una muestra independiente arrojó un error relativo promedio de -1,47 % para volumen con corteza y -1,71 % para volumen sin corteza.

Como los modelos seleccionados llevan implícita la medición de diámetros y altura total, se recomienda el ajuste previo de una relación hipsométrica para su empleo local.

Para la utilización de los modelos presentados fuera de los rangos diamétricos considerados se recomienda recurrir a una evaluación previa.

BIBLIOGRAFÍA

- FRIEDL, R. A.; Crechi, E.; Fassola, H. 1997 (a). Manual de Descripción Técnica del Simulador Forestal de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. INTA EEA Montecarlo – Facultad de Ciencias Forestales. 14 p.
- FRIEDL, R. A.; Crechi, E.; Fassola, H. 1997 (b). Manual de Descripción Técnica del Simulador Forestal de *Pinus taeda* 1.0. INTA EEA Montecarlo – Facultad de Ciencias Forestales. 15 p.
- FRIEDL, R. A.; Crechi, E.; Fassola, H. 1997 (c), Manual de Descripción Técnica del Simulador Forestal de *Pinus elliottii* 1.0. INTA EEA Montecarlo – Facultad de Ciencias Forestales. 15 p.
- KECK, A.; Fassola H, Crechi, E.. 1997. INTA EEA Montecarlo. Sistema de procesamiento de datos de árboles individuales.
- 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, p.134-152.
- MARIOTT, V.; De Dio, A. 1982. 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, p.181-194. 9
- MEYER, H. A. 1941. Correction for a systematic error occurring in the application of the logarithmic volume equation. Pennsylvania Forest School Research. Paper. 7. 3 p.
- PAPADAKIS, J. 1974. Ecología, posibilidades agropecuarias de las provincias argentinas. 2da ed. Bs.As. Enciclopedia de Agricultura y Jardinería. Tomo II. Fascículo 3 86p. Ed. Acme.
- SILVA, J.A.; Bailey, R.L. 1991. Considerações teóricas sobre o uso correto do Índice de Furnival na seleção de equações volumétricas. Rev. Àrv., Viçosa, 15 (3): 323-327.
- VANCLAY, J. (1994). Model evaluation and Re-calibration. En: Modelling Forest Growth and Yield. Applications to mixed Tropical Forest. CAB International. Pp. 204-221.

Anexo 1: Tabla de volúmenes totales con y sin corteza para *Pinus elliottii* Engelm. implantado en las zonas Alta y Norte de la Provincia de Misiones, expresado en metros cúbicos (m³)*

Append 1: Table of total volumes over and under bark for *Pinus elliottii* Engelm. implanted in the High and North Misiones, expressed in cubic meters (m³)

dap (cm)	Altura (m)								
		6	10	14	18	22	26	30	34
5	Vcc	0,0078	0,0116	0,0159	0,0206	0,0259	0,0317	0,0380	0,0447
	Vsc	0,0053	0,0083	0,0118	0,0158	0,0204	0,0255	0,0312	0,0375
7,5	Vcc	0,0166	0,0248	0,0339	0,0442	0,0554	0,0678	0,0812	0,0957
	Vsc	0,0116	0,0180	0,0256	0,0344	0,0444	0,0555	0,0680	0,0817
10	Vcc	0,0287	0,0426	0,0584	0,0760	0,0955	0,1167	0,1399	0,1649
	Vsc	0,0202	0,0314	0,0447	0,0600	0,0773	0,0968	0,1185	0,1423
12,5	Vcc	0,0438	0,0651	0,0892	0,1161	0,1458	0,1783	0,2137	0,2518
	Vsc	0,0311	0,0484	0,0688	0,0924	0,1192	0,1492	0,1826	0,2194
15	Vcc	0,0620	0,0922	0,1263	0,1644	0,2064	0,2524	0,3024	0,3565
	Vsc	0,0443	0,0690	0,0981	0,1317	0,1699	0,2127	0,2602	0,3127
17,5	Vcc	0,0832	0,1238	0,1696	0,2208	0,2772	0,3390	0,4061	0,4787
	Vsc	0,0598	0,0932	0,1325	0,1779	0,2294	0,2872	0,3514	0,4223
20	Vcc	0,1075	0,1599	0,2191	0,2852	0,3581	0,4379	0,5247	0,6185
	Vsc	0,0777	0,1209	0,1720	0,2309	0,2978	0,3728	0,4562	0,5481
22,5	Vcc	0,1349	0,2005	0,2748	0,3577	0,4491	0,5492	0,6580	0,7756
	Vsc	0,0978	0,1523	0,2166	0,2908	0,3749	0,4694	0,5744	0,6902
25	Vcc	0,1652	0,2456	0,3367	0,4382	0,5502	0,6728	0,8061	0,9502
	Vsc	0,1202	0,1872	0,2663	0,3575	0,4610	0,5771	0,7062	0,8486
27,5	Vcc	0,1986	0,2952	0,4047	0,5267	0,6614	0,8087	0,9689	1,1421
	Vsc	0,1450	0,2258	0,3211	0,4310	0,5558	0,6959	0,8515	1,0232
30	Vcc	0,2350	0,3493	0,4788	0,6232	0,7825	0,9569	1,1464	1,3513
	Vsc	0,1720	0,2679	0,3810	0,5115	0,6595	0,8257	1,0104	1,2142
32,5	Vcc	0,2744	0,4079	0,5591	0,7277	0,9138	1,1173	1,3387	1,5779
	Vsc	0,2014	0,3136	0,4461	0,5987	0,7721	0,9666	1,1829	1,4214
35	Vcc	0,3168	0,4710	0,6456	0,8402	1,0550	1,2901	1,5456	1,8219
	Vsc	0,2330	0,3629	0,5162	0,6929	0,8935	1,1186	1,3689	1,6449
37,5	Vcc	0,3622	0,5385	0,7381	0,9607	1,2063	1,4751	1,7672	2,0831
	Vsc	0,2670	0,4159	0,5915	0,7939	1,0238	1,2818	1,5685	1,8848
40	Vcc	0,4106	0,6105	0,8368	1,0892	1,3676	1,6723	2,0036	2,3617
	Vsc	0,3033	0,4724	0,6719	0,9019	1,1630	1,4560	1,7817	2,1410
42,5	Vcc	0,4621	0,6870	0,9417	1,2256	1,5389	1,8818	2,2546	2,6575
	Vsc	0,3419	0,5326	0,7574	1,0167	1,3111	1,6414	2,0086	2,4136
45	Vcc	0,5165	0,7680	1,0527	1,3701	1,7203	2,1036	2,5203	2,9707
	Vsc	0,3829	0,5963	0,8481	1,1384	1,4681	1,8379	2,2491	2,7026
47,5	Vcc	0,5740	0,8534	1,1698	1,5225	1,9117	2,3377	2,8007	3,3013
	Vsc	0,4261	0,6637	0,9440	1,2671	1,6339	2,0456	2,5032	3,0080
50	Vcc	0,6345	0,9434	1,2931	1,6830	2,1132	2,5840	3,0958	3,6492
	Vsc	0,4717	0,7347	1,0450	1,4027	1,8088	2,2645	2,7711	3,3298
52,5	Vcc	0,6980	1,0378	1,4225	1,8514	2,3247	2,8426	3,4057	4,0144
	Vsc	0,5197	0,8094	1,1511	1,5452	1,9925	2,4946	3,0526	3,6681
55	Vcc	0,7645	1,1367	1,5580	2,0278	2,5462	3,1135	3,7303	4,3970
57,5	Vsc	0,5699	0,8876	1,2625	1,6946	2,1853	2,7358	3,3479	4,0229

* Valores en letra negra corresponden a rango de diámetros y alturas observados.

* Values in bold belong to the observed range of diameters and heights.

12^{as} Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales – FCF, UNAM – EEA Montecarlo, INTA
8, 9 y 10 de Junio de 2006 – Eldorado, Misiones. Argentina

**LAS PLANTAS MEDICINALES UTILIZADAS POR PEQUEÑOS AGRICULTORES
DE UN SECTOR DEL ÁREA DE INFLUENCIA DE LA RESERVA DE BIOSFERA
YABOTÍ, MISIONES, ARGENTINA**

**MEDICINAL PLANTS USED FOR POOR FARMERS OF A SECTOR OF THE
INFLUENCE ÁREA OF THE YABOTÍ BIOSPHERE RESERVE, MISIONES,
ARGENTINA**

Héctor A. Keller¹
Héctor F. Romero¹
Fabián E. Gatti²
Vanesa Maciel²
Olga Villalba²
Mariana Welter²
María Rojas²
Julián Rivero¹
Cristian Roberti¹

¹ Reserva Guaraní. Facultad de Ciencias Forestales (UNaM) Bertoni 124 (3380) Eldorado, Misiones, Argentina. E-mail: hakeller2000@yahoo.com.ar

² Tecnicatura Universitaria en Guardaparques, San Pedro, Misiones, Argentina. E-mail: Guardaol07@yahoo.com.ar

SUMMARY

The results of a ethnobotanical study of the medicinal plants used by small farmers near to the Reserva de Biósfera Yabotí, are presented. Sixty-five semi structured interviews were made to men and women of different age. The number of medicinal species reaches the 179 vascular plants, of which 81 are cultivated and 93 are gathered in its wild state. Only five medicinal species are obtained of the market. The cultivated and spontaneous species are very similar as for richness, mention frequency and diversity expressed by Shannon index (H').

Key words : Ethnobotany, poor farmers, medicinal plants

RESUMEN

Se presentan los resultados de un estudio etnobotánico de las plantas medicinales utilizadas por pequeños agricultores de un sector del área de influencia de la Reserva de Biósfera Yabotí. Se efectuaron 65 entrevistas semi-estructuradas a hombres y mujeres de distinta edad. El número de especies medicinales relevadas alcanza un total de 179 plantas vasculares, de las cuales 81 son cultivadas y 93 se recolectan en su estado silvestre de distintas situaciones de vegetación. Solamente 5 especies medicinales son obtenidas del

mercado. Las especies cultivadas y espontáneas son muy similares en cuanto a riqueza, frecuencia de mención y diversidad expresada por medio del índice de Shannon.

Palabras clave: Etnobotánica, pequeños agricultores, plantas medicinales

INTRODUCCIÓN

La población local de muchas partes del mundo ha favorecido ciertas especies útiles mediante prácticas tradicionales de conservación, dispersión y plantación (CUNNINGHAM, 2001). Sin embargo la dinámica de este proceso no alcanza a neutralizar la vertiginosa demanda de recursos naturales. Por ejemplo en Europa al menos 2000 especies medicinales y aromáticas son usadas comercialmente, se calcula que alrededor del 90% de las mismas son directamente colectadas de su estado silvestre. Como resultado de esto muchas plantas se encuentran hoy en peligro (LEWINGTON, 2003).

Entre los objetivos de la Reserva de Uso Múltiple Guaraní (RUMG), dependiente de la Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de Misiones, se encuentran la conservación de la biodiversidad, la protección de los recursos tradicionales de la comunidad mbya guaraní Caramelito y la educación ambiental. Dentro del programa establecido para cumplir con estos objetivos se está llevando a cabo el proyecto “Producción de plantas destinadas al fortalecimiento de los recursos medicinales de comunidades guaraníes y rurales”, el mismo surge de un convenio de colaboración académica, científica y cultural firmado el 22 de Diciembre de 2004, entre el Centro de Orientación Educacional (Italia), La Asociación Argentina de Fitomedicina (Argentina), y la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones (Argentina). El proyecto establece la producción y donación de plantas de interés medicinal a comunidades guaraníes y rurales, ya sea para la restauración de áreas degradadas o la conformación de huertos medicinales. Para el caso de las comunidades rurales del área de influencia de la RUMG, previo a la producción de plantines, se ha efectuado un diagnóstico preliminar de los recursos medicinales (plantas) utilizados por los agricultores a través de encuestas, con el objetivo de visualizar el interés de los potenciales beneficiarios y recabar información acerca de las especies cultivables menos accesibles. La riqueza de información obtenida a partir de dichas encuestas ha permitido la elaboración del presente manuscrito.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se entrevistaron a pequeños agricultores de Colonia Nueva, C. La Flor y C. La Bonita, situadas sobre un sector de la Ruta Provincial N° 15, en su tramo adyacente a la Reserva de Biósfera Yabotí (Figura 1).

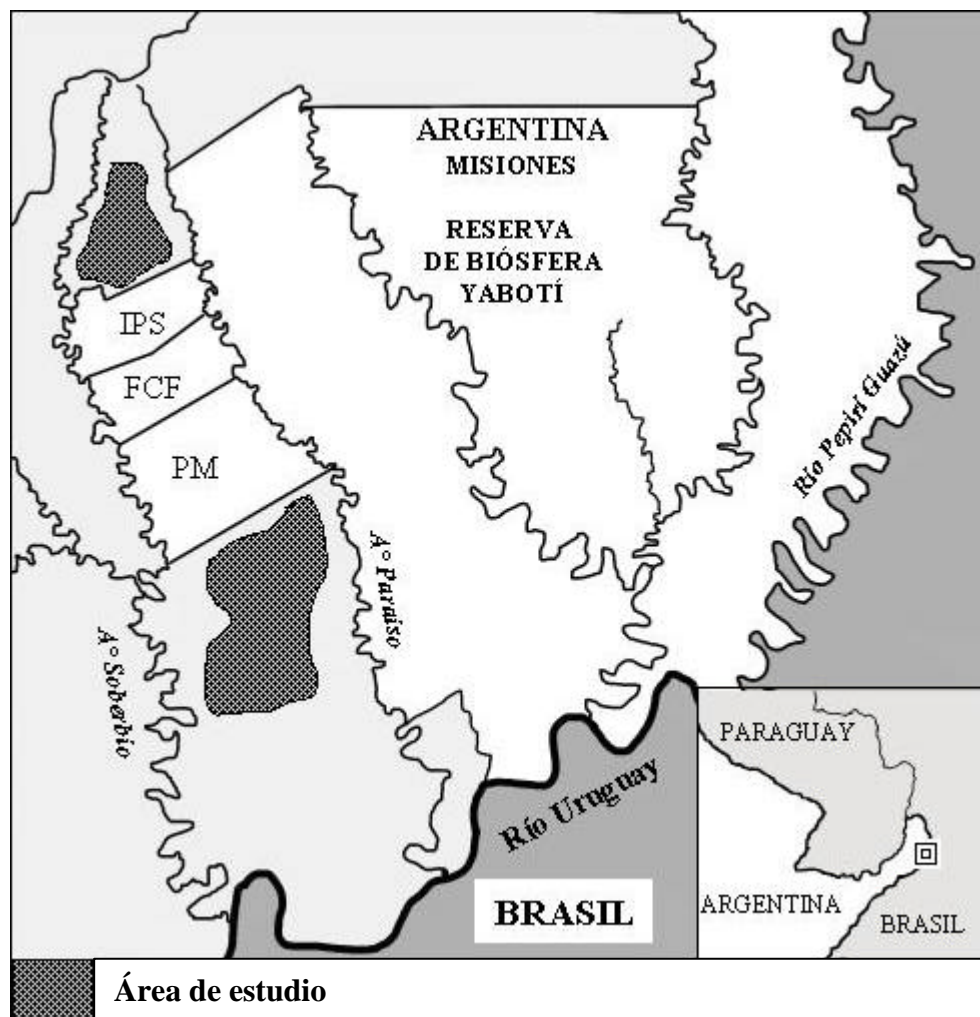


Figura 1: Localización del área estudiada

Figure 1: Localization of the studied area

Las entrevistas fueron personales (un informante por vez) y semi-estructuradas. Las entrevistas semi-estructuradas se basan en el uso de una guía de entrevista: una lista de cuestiones y tópicos que deben ser abordados por el entrevistador. Son especialmente útiles cuando algunas cuestiones específicas de una investigación requieren ser profundizadas (ALEXIADES, 1996). Se distinguen de las entrevistas estructuradas al no conformar cuestionarios fijos y de las entrevistas no-estructuradas por poseer una lista de tópicos específicos que deben ser tratados.

De cada informante se obtuvo una lista de plantas medicinales, cultivadas o espontáneas, su/s uso/s específico/s, modo de preparación y parte empleada.

Se coleccionó material de herbario de las especies mencionadas que se hallaban con flor o fruto al momento de la entrevista. Dicho material fue depositado en el herbario del Instituto de Botánica del Nordeste (CTES). También se coleccionaron ejemplares estériles (hojas, ramas, etc) con el objeto de ser identificados taxonómicamente, dichos ejemplares se conservarán hasta que pueda obtenerse material testigo fértil de las especies en cuestión.

La información obtenida fue cargada a un archivo del programa Microsoft Excell 2000 que permitió procesar la información y obtener los gráficos.

Con el fin de garantizar la suficiencia muestral se obtuvo la curva de rarefacción, equivalente a la curva especie-área de los relevamientos florísticos.

Los índices de diversidad empleados frecuentemente en investigaciones ecológicas, han sido adaptados a los estudios etnobotánicos a fin de comparar diversos aspectos de la diversidad de plantas útiles (BEGOSSI, 1996; DE LIMA, 2001; FIGUEREDO et al., 1993; FIGUEREDO & LEITÃO FILHO 1997; ROSSATO et al, 1999). Para calcular dichos índices se empleó el programa Diver.exe (PEREZ-LÓPEZ & SOLÁ-FERNÁNDEZ, 1993).

Se emplearon las fórmulas de HUTCHESON (1970) que permiten detectar diferencias significativas entre los índices de diversidad de Shannon (H'), en este caso correspondientes a los tres tipos de recursos medicinales planteados; cultivados, espontáneos y obtenidos del mercado.

RESULTADOS

Se entrevistaron a un total de 65 informantes, 31 mujeres y 34 hombres. La curva de rarefacción expresada en el gráfico 1, demuestra que con menos de 30 informantes se alcanza la llanura de suficiencia muestral, por lo cual el muestreo efectuado puede considerarse exhaustivo.

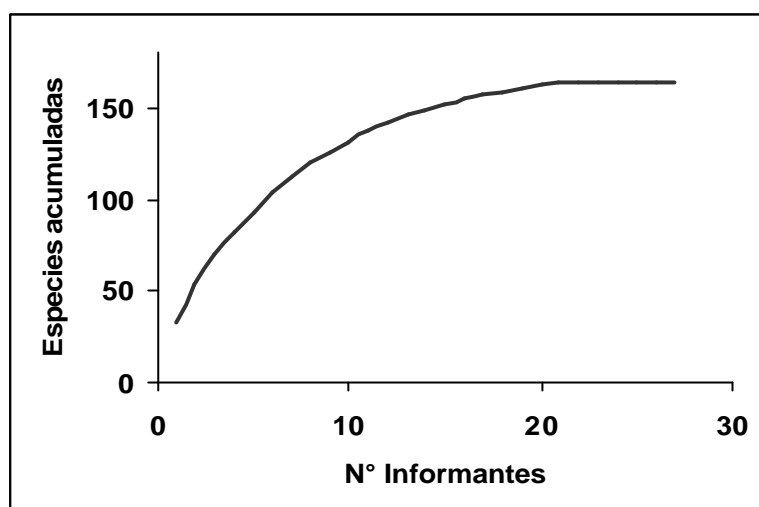


Gráfico 1: Rarefacción sp. medicinales/informantes
Graph 1: Rarefaction, medicinal sp. / informant

Puesto que en su mayor parte se trata de descendientes de inmigrantes de Brasil, la fitonimia empleada en las colonias estudiadas es mayormente de habla portuguesa, apareciendo algunos nombres idénticos a los asignados a plantas en Brasil, e inclusive Portugal. Por ejemplo a *Leonotis nepetaefolia* se la conoce como “Cordão de São Fransisco” en Colonia La Flor, Dpto. Guaraní, Misiones, Argentina, empleándose también dicha denominación para la misma especie en la Comunidad de San Benedicto, Campo Grande, Estado de Mato Grosso, Brasil. Lo mismo ocurre con especies del género *Bidens*, conocidas como picão tanto por nuestros informantes como por los pobladores del cerrado Brasileño (GUARIM NETO & GIL DE MORAIS, 2003). El nombre “erva bicha” o “erva de bicho” aplicado por nuestros informantes a *Polygonum punctatum*, se emplea en Portugal para designar a *Aristolochia paucinervis* (CAMEJO RODRÍGUEZ ET AL, 2003).

Otro aspecto muy curioso en la nomenclatura vernácula es el empleo de nombres que hacen alusión a medicamentos comerciales o al efecto curativo que producen las plantas, por ejemplo: “Sipó Insulina” (*Cissus verticillata*), utilizada como hipoglucémico; “Penicilina” (*Althernanthera philoxeroides*) empleada como antibiótico; “Multín” (*Achillea millefolium*) empleada como febrífugo; “Geniolito” (*Salvia sp.*), “Pronto alivio” (*Género indeterminado*) y “Calmol” (*Althernanthera sp.*) empleadas como analgésicos. También se ha mencionado en muchas entrevistas a la “Infalibina”, que probablemente hace alusión a algún misterioso principio activo “infalible” de *Calea pinnatifida*.

Son también frecuentes nombres que provienen de otras lenguas, como la “Granada” (*Punica granatum*) y el “Aloe” (*Aloe sp.*) que son antiguos nombres latinos. La “Alhucema” (*Lavándula latifolia*) que proviene del árabe al-juzama. El “Caré” (*Chenopodium ambrossioides*) del Tupí-Guaraní “Ka’a r?” (hierba olorosa). La “Cresiuma” (*Chusquea ramosissima*) del Kaingangue “kre” (cortar), haciendo referencia a las filosas astillas que se desprenden de sus tallos y que aún hoy día son empleadas como navajas por etnias nativas.

Como resultado de las encuestas se determinó el empleo de 179 especies vegetales; 93 de las cuales (52%) corresponden a plantas espontáneas, que pueden ser nativas o adventicias. Entretanto las especies medicinales cultivadas alcanzan cerca del 45%, con 81 representantes. Finalmente las plantas medicinales que se mencionaron como obtenidas del mercado apenas representan el 3%, con 5 especies (gráfico 2).

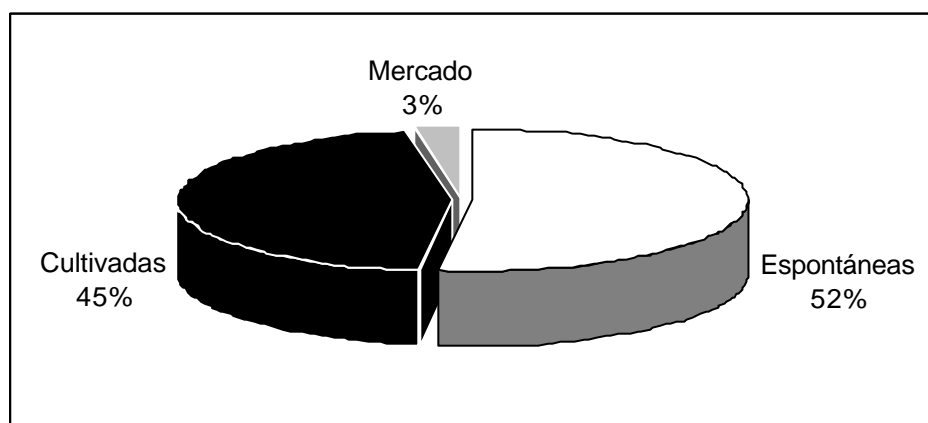


Gráfico 2: Proporción de especies medicinales según origen

Graph 2: Proportion of medicinal species according to origin

Puede apreciarse en el gráfico 3, que las especies cultivadas, aunque sean menos en cantidad que las espontáneas, son más frecuentemente mencionadas en las entrevistas; esto probablemente se explique por el hecho de que al estar disponibles en el hogar, sean aprovechadas más regularmente y para un mayor número de padecimientos.

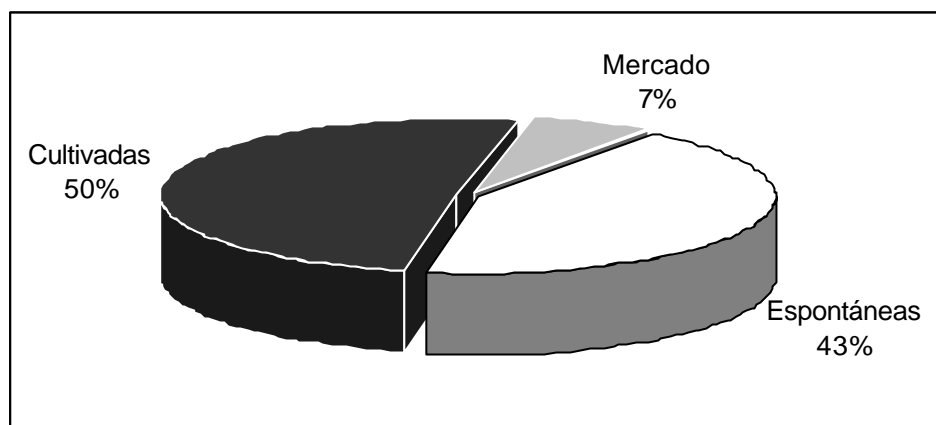


Gráfico 3: Menciones de plantas medicinales según origen
Graph 3: Mentions of medicinal species according to origin

En las tablas 1, 2 y 3 se presentan las especies espontáneas, cultivadas y obtenidas del mercado, más frecuentemente mencionadas. Entre las especies que crecen espontáneamente en la zona se destaca la “Marcela” (*Achyrocline satureoides*), mencionada por 28 informantes, le siguen otras tres especies ruderales; el “Llantén” (*Plantago australis*), la carqueja (*Baccharis gaudichaudiana*) y la “Verbena” o “Yervão” (*Verbena montevidensis*). Obtenidas de ambientes selváticos también se destacan el “Pão amargo” (*Picrasma crenata*) y la “Concorosa” (*Maytenus ilicifolia*). Estas dos últimas especies, de las cuales se emplea la corteza y la raíz, respectivamente, son particularmente escasas en la selva local y exigen medidas de protección, tales como incentivar su cultivo para evitar el extractivismo.

Tabla 1: Especies espontáneas más frecuentemente mencionadas
Table 1: More frequently mentioned spontaneous species

Especies nativas	N. vernáculo	Frec. %
<i>Achyrocline satureoides</i>	Marcela	7.2
<i>Plantago australis</i>	Llantén	5.1
<i>Baccharis gaudichaudiana</i>	Carqueja	4.6
<i>Verbena montevidensis</i>	Yervão	4.4
<i>Picrasma crenata</i>	Pão amargo	4.4
<i>Maytenus ilicifolia</i>	Concorosa	3.3

Entre las especies cultivadas se destaca la “Manzanilla” (*Matricaria recutita*) con 22 menciones, le siguen la “Salvia” (*Lippia alba*), el “Cedrón” (*Cymbopogon citratus*) y el

“aloé” pintado (*Aloe saponaria*) con 19 menciones. También es muy frecuente el uso del “tilo de campo” (*Heteropterys glabra*).

Tabla 2: Especies cultivadas más frecuentemente mencionadas
Table 2: More frequently mentioned cultivate species

Especies cultivadas	N. vernáculo	Frec. %
<i>Matricaria recutita</i>	Manzanilla	4,9
<i>Artemisia absinthium</i>	Losma	4,3
<i>Lippia alba</i>	Salvia	4,3
<i>Cymbopogon citratus</i>	Cedrón	4,3
<i>Aloe saponaria</i>	Aloé	4,0
<i>Heteropterys glabra</i>	Tilo	4,0

Las cinco especies medicinales mencionadas que se obtienen del mercado son las que se listan en la tabla 3, siendo la “yerba mate” (*Ilex paraguariensis*) la de mayor frecuencia. Su uso como infusión estimulante es cotidiano en prácticamente todas las familias de agricultores locales.

Tabla 3: Especies comerciales más frecuentemente mencionadas
Table 3: Species of the market, more frequently mentioned

Especies merc.	N. vernáculo	Frec. %
<i>Ilex paraguariensis</i>	Yerba mate	91,5
<i>Pneumus boldus</i>	Boldo	4,2
<i>Aesculus hippocastanum</i>	Castaño de Indias	1,4
<i>Olea europea</i>	Olivo	1,4
<i>Valeriana officinalis</i>	Valeriana	1,4

Respecto al índice de diversidad de Shannon (H') correspondiente al uso de plantas medicinales en la zona estudiada, se obtuvo un valor total de 4,67, que es muy similar al valor obtenido entre agricultores de una región de Portugal por CAMEJO-RODRÍGUEZ ET AL. (2003). La diversidad de uso de plantas medicinales cultivadas ($H' = 4,00$) es apenas menor que la diversidad de especies espontáneas ($H' = 4,06$) y no se manifiestan diferencias significativas con niveles menores al 1%. Entretanto el valor de diversidad de las plantas

obtenidas del mercado ($H' = 0.39$) es significativamente menor que las cultivadas o espontáneas (Tabla 4).

Tabla 4: Test de Student para el índice H'

		Cultivadas	Espontáneas
Mercado	t	31.51**	32.98**
	gl	57.93	51.78
Cultivadas	t		2.49*
	gl		31.54

** altamente significativo con $p < 0.001$

* $p < 0.01$

CONCLUSIÓN

Se concluye que los agricultores de las colonias estudiadas utilizan un amplio y variado acervo de plantas curativas, tanto cultivadas como espontáneas. Probablemente a esta razón se deba la baja proporción de especies medicinales que obtienen en el mercado.

Dada la gran riqueza de especies medicinales cultivadas, se evidencian condiciones óptimas para afrontar lineamientos de diversificación rural sostenible, en caso de que se generen mercados para este tipo de recursos. La vecindad con una importante área protegida (Reserva de Biósfera Yabotí) plantea la posibilidad de desarrollar programas de preservación y fortalecimiento del vínculo entre la comunidad y su entorno natural, protegiendo a las especies que pudieran hallarse en peligro.

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestro agradecimiento al Centro de Orientación Educacional (Italia) por financiar el proyecto del cual forma parte este diagnóstico. A los 65 informantes que gentilmente nos cedieron su tiempo para las entrevistas. A los voluntarios estudiantes de la carrera de guardaparques que participan en otras actividades del proyecto. A los especialistas del Instituto de Botánica del Nordeste que identificaron material de herbario correspondiente a nuestras campañas.

BIBLIOGRAFÍA

- ALEXIADES, M. N. 1996. Colleting Ethnobotanical Data: An Introduction to Basic Concept and Techniques. Pages 54-94, in Alexiades, M. N. & J. Wood Sheldon, eds. (1996). Selected Guidelines for Ethnobotanical Research. A Field Manual. The New York Botanical Garden
- BEGOSSI, A. 1996. Use of ecological metods in ethnobotany diversity indices. *Economic Botany* 50 (3): 280-289.
- CAMEJO-RODRÍGUEZ, J., L. ASCENSÃO, M. ANGELS BONET & J. VALLES. 2003. An ethnobotanical study of medicinal and aromatic plants in the Natural Park of “Serra de São Mamede” (Portugal). *Journal of Ethnopharmacology* 89:199-209.
- CUNNINGHAM, A. B. 2001. Etnobotánica aplicada. Pueblos, uso de plantas silvestres y conservación. Manuales de conservación. Serie pueblos y plantas. Ed. Nordan-Comunidad, Montevideo, 310 pp.
- FIGUEIREDO, N. R.&- H. F. LEITÃO FILHO. 1997. Ethnobotany of Atlantic Forest communities II. Diversity of plants uses at Sepetiba Bay (SE- Brazil). *Human Ecology* 25: 353-360.
- FIGUEIREDO, N. R., H. F. LEITÃO FILHO, & A. BEGOSSI. 1993. Ethnobotany of Atlantic Forest coastal communities diversity of uses in Gamboa (Itacuruca Island, Brazil). *Human Ecology* 21: 419-430.
- FREIRE SCHARDONG R. M. & A. C. CERVI. 2000. Estudos etnobotânicos das plantas de uso medicinal e místico na comunidade de São Benedito, Bairro São Francisco, Campo Grande, MS, Brasil *Acta Biol. Par., Curitiba*, 29 (1, 2, 3, 4): 187-217.
- GUARIM NETO & GIL DE MORAIS, 2003. Recursos medicinais de espécies do Cerrado de Mato Grosso: um estudo bibliográfico. *Acta bot. bras.* 17(4): 561-584.
- HUTCHESON, K. 1970. A test for comparing diversities based on the Shannon formula. *J. Theor. Biol.*, 29: 151-400 LEWINGTON, A. 2003. *Plants for People*. Eden Project Books. Cornwall, U.K. 304 pp.
- LIMA, R. X., S. M. SILVA, Y. S. KUNIYOSHI & L. B. SILVA, 2001. Etnobiología de comunidades continentais da área de protecao ambiental de Guaraquecaba- Parana- Brasil. *Etnoecológica*. V
- PEREZ-LÓPEZ F.J. & F.M. SOLÁ-FERNÁNDEZ. 1993. Divers: Programa para el cálculo de los índices de diversidad. <http://perso.wanadoo.es/jp1/descargas.htm>
- ROSSATO, S. C., H. DE F. LEITÃO FILHO & A. BEGOSSI. 1999. Ethnobotany of Caicaras of the Atlantic Forest Coast (Brazil). *Economic Botany* 53 (4): 387-395.

**EFFECTOS DE LA INTENSIDAD DEL 1^{er} RALEO EN *Grevillea robusta* A. SOBRE EL
CRECIMIENTO Y LA PRODUCCIÓN EN EL SUR DE MISIONES, ARGENTINA¹**

**EFFECTS OF INTENSITY OF THE FIRST THINNING IN *Grevillea robusta* A. ON THE
GROWTH AND THE PRODUCTION IN THE SOUTH MISIONES PROVINCE,
ARGENTINA**

Aldo Keller¹

Ernesto Crechi²

Hugo Fassola²

Roberto Fernández²

Fabio Moscovich²

¹ Becario “Crecimiento y Producción Forestal”. INTA EEA Montecarlo. Av. El Libertador 2472 (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina. TEL/FAX: 54-03751-480057/480512. E-mail: akeller@montecarlo.inta.gov.ar

² Técnicos Área Forestal. INTA EEA Montecarlo. Av. El Libertador 2472 (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina. TEL/FAX: 54-03751-480057/480512. E-mail: ecrechi@ceel.com.ar

SUMMARY

The objective of this work was to analyze an experiment of thinning modalities with *Grevillea robusta* A. installed in complete random blocks with 2 levels of intensity and witnesses and 3 of opportunity in 3 repetitions.

The intensity treatments were defined by the basal area, and characterized in: without thinning (witness) and 20 and 40 % thinning of the total basal area.

The 3 opportunity treatments were defined with thinning at 2, 4 and 6 years intervals.

Significant differences were observed on the increase and the yield at the 6 and 8 years, consequence of the application of different intensities of thinning at 4th year. The absolute increase in volume was proportional to the density, whereas the percentage relative increase was inversely proportional to the density.

Key words: *Grevillea robusta* A., thinning, intensity, growth and production.

¹ Trabajo Parcialmente Financiado por PR 1202 Innovación y transferencia de tecnología forestal como
12^{as} Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales – FCF, UNAM – EEA Montecarlo, INTA
8, 9 y 10 de Junio de 2006 – Eldorado, Misiones. Argentina

RESUMEN

El ensayo de intensidad y oportunidad de raleo fue instalado con el objetivo de analizar distintas modalidades de raleo en *Grevillea robusta* A., el diseño corresponde a bloques completos al azar con 2 niveles de intensidad y testigos, con 3 niveles de oportunidad y 3 repeticiones.

Los tratamientos de intensidad fueron definidos por el área basal, y caracterizados en: sin raleo (testigo) y raleos del 20 y 40% del área basal del testigo; los 3 tratamientos de oportunidad fueron definidos con una periodicidad de 2, 4 y 6 años.

Se observaron diferencias significativas sobre el incremento y la producción total a los 6 y 8 años, consecuencia de la aplicación de diferentes intensidades de raleo al 4º año. El incremento absoluto en volumen fue proporcional a la densidad, en tanto que el incremento relativo porcentual resultó inversamente proporcional a la densidad.

Palabras clave: *Grevillea robusta* A., raleo, intensidad, crecimiento y producción.

INTRODUCCIÓN

Grevillea robusta A., es una especie que crece naturalmente en el NE de Australia, en pequeños rodales de los estados de Queensland y Nueva Gales del Sur (Harwood, 1992). Este género comprende más de 260 especies, donde *Grevillea robusta* alcanza el mayor porte con hasta 40 m de altura total (h) y 1,2 m de diámetro a la altura del pecho (dap). La especie reúne una serie de características deseables, tales como: óptimo porte forestal, buena calidad de madera y un mercado potencialmente favorable. Aunque existen ya superficies interesantes en la región con dicha especie, son pocas las herramientas de que se dispone para analizar dichas inversiones. Uno de los principales objetivos del manejo es dirigir la producción de un rodal de tal modo de maximizar la producción de los bienes establecidos como objetivos (maximizar volumen total, volumen de madera gruesa, de forraje bajo cubierta forestal, etc.).

En 1994 se instaló en Posadas, Misiones, un ensayo de densidades de plantación de *Grevillea robusta*. La información generada hasta el año 2001 inclusive combinada con otras experiencias ha permitido generar simulaciones preliminares que abarcan todo el ciclo forestal. Así, mediante el empleo de los Factores de Espaciamientos (FE) e Índices de Densidad de Reineke

(IDR), se determinó las líneas de mortalidad inminente por competencia, de disponibilidad de forraje, de presencia de brotes adventicios y daños mecánicos debido al manejo y al viento. A partir de ellas, se establecieron zonas de manejo para regular la densidad con objetivos forestales y/o silvopastoriles, Colcombet et al. (2002).

Con dichos antecedentes, se procedió a analizar posibles estrategias de manejo, forestal y silvopastoril, con el objetivo de orientar posibles inversiones que contemplen el empleo de esta especie en la región. En lo que hace a esquemas de manejo orientados a la producción de madera para las industrias del aserrado y debobinado, aún no se tiene certeza para la zona de qué intensidad de raleos aplicar y con qué frecuencia, por lo que en el año 2001 se instaló un ensayo de raleo para la cuantificación del crecimiento y la producción bajo distintos esquemas de manejo. Aunque existan algunas experiencias de raleos y de diferentes densidades de plantación en la zona (VOLKART, 1972) (COZZO, 1970, 1972) (CRECHI et al., 1991; 1992; 1996; 2001 a, 2001 b; 2003, 2004) (FRIEDL et al., 1991) (FERNÁNDEZ et al., 1991), FASSOLA et al. (2004), podríamos afirmar que para esta especie en Misiones estamos en la etapa inicial en este tipo de estudios. El ensayo instalado es una adaptación de lo sugerido por FISHWICK (1974). El objetivo general del presente trabajo es presentar los resultados de crecimiento al 6º y 8º año de plantación, como consecuencia del 1º raleo realizado al 4º año.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del ensayo

El ensayo se encuentra ubicado en el campo El Porvenir, propiedad de la empresa Danzer Forestaciones, Posadas, Misiones, Argentina.

Descripción del ensayo

El ensayo, realizado para evaluar el efecto de la intensidad y oportunidad de los raleos, fue instalado en 2001, en una plantación de *Grevillea robusta*, de 4 años de edad, con una densidad de plantación de 1111 pl/ha (3 m x 3 m). El tamaño de las parcelas netas es de 567 m², con borduras perimetrales cuádruples, internas entre parcelas dobles y entre bloques triples, ocupando una superficie total de 3 has. El diseño empleado responde a bloques completos al azar, con 3 repeticiones.

Los tratamientos de raleo aplicados fueron:

Intensidades de raleo (Thinning intensities)


Tratamientos	Intensidad Aplicada
T0	0% sin raleo (testigo, área basal máxima)
T1	20% de T0 (del valor de T0 determinado previamente)
T2	40% de T0, de modo que se mantengan condiciones de crecimiento libre.

Oportunidades de raleo (Thinning opportunities)

Tratamiento	Intervalo (años)
F1	2
F2	4
F3	6

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

3 T0	2 T2 F3	1 T2 F1	Bloque I
4 T1 F1	5 T1 F2	6 T0	
9 T1 F2	8 T2 F2	7 T1 F3	
10 T0	11 T2 F3	12 T2 F3	Bloque II
15 T2 F1	14 T0	13 T1 F1	
16 T1 F3	17 T2 F3	18 T1 F1	
21 T1 F2	20 T2 F2	19 T0	Bloque III
22 T1 F3	23 T0	24 T2 F1	



cortina

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

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

Medición, análisis de datos y ejecución de raleos

A los 4, 6 y 8 años, se midieron los dap de todos los árboles vivos y la altura total correspondiente a una muestra de 10 árboles por parcela, con la finalidad de ajustar una ecuación que permita estimar la altura de todos los árboles de la parcela. También se ajustó una ecuación a los efectos de describir la evolución de la altura total de todos los individuos del ensayo en función del dap y la edad (Curtis, 1967).

Para la determinación del volumen de madera existente se utilizó la tabla de volumen para *Grevillea robusta* desarrollada por Crechi et al, (2003).

Al 4° año, el tipo de raleo fue por lo bajo, con el siguiente orden de extracción: árboles muertos y moribundos, árboles dominados, árboles sub-dominantes competitivos, árboles codominantes defectuosos (bifurcados y quebrados) y en las parcelas más intensamente raleadas se extrajeron también algunos co-dominantes competitivos y algunos dominantes. Los raleos fueron efectuados en forma inmediata ó como máximo hasta un mes después de las mediciones.

Los datos de dap, altura y volumen total al 4°, 6° y 8° año, se analizaron a través de los análisis de variancias correspondientes al diseño utilizado. Dicho análisis se realizó con un programa estadístico empleando en la prueba de “F”, valores críticos al 5 %. Posteriormente se aplicó la prueba de Duncan para probar la significación de todos los contrastes entre pares de promedios por tratamiento, con valores críticos al 5 %. En los gráficos abajo presentados, los tratamientos con igual letra, no presentan diferencias significativas.

RESULTADOS

En el Gráfico 1 se observa el número de árboles por hectárea para cada tratamiento, producto del raleo efectuado al 4° año. Las diferencias altamente significativas, muestran el efecto que tuvo el raleo sobre esta variable.

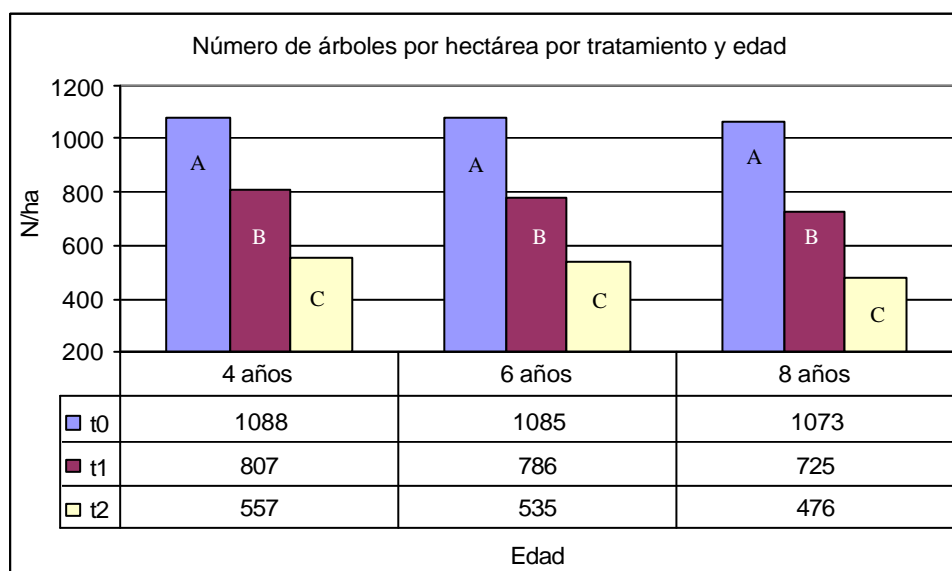


Gráfico 1: Número de árboles por hectárea por tratamiento a los 4, 6 y 8 años de edad.

Graphic 1: Number of trees per hectare by treatment at 4, 6 and 8 years of age.

En el Gráfico 2, se observa el dap por tratamiento, como consecuencia del raleo efectuado al 4º año y el incremento experimentado del 4º al 6º y del 6º al 8º año. Las diferencias altamente significativas, muestran el efecto que tuvo el raleo sobre esta variable.

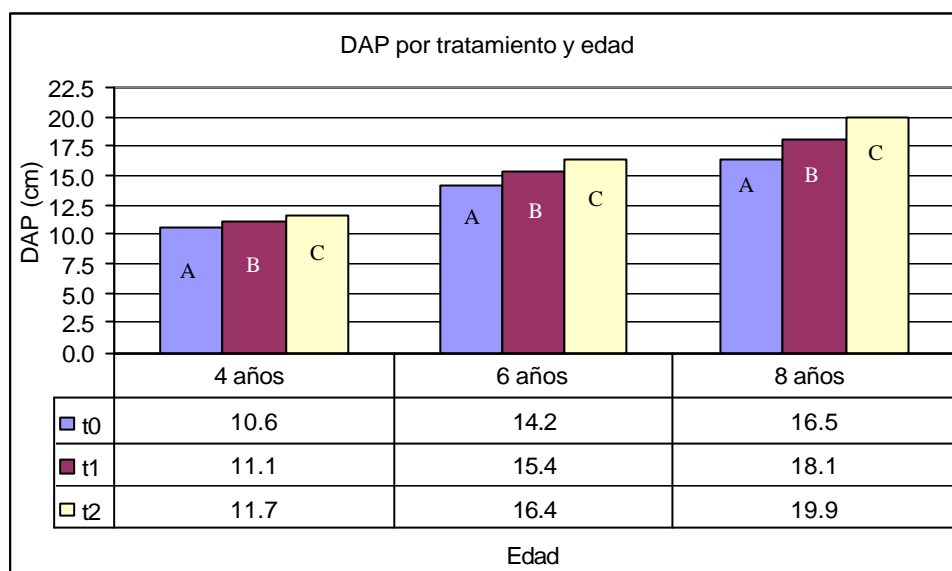


Gráfico 2: Diámetro a la altura del pecho (cm) por tratamiento a los 4, 6 y 8 años de edad.

Graphic 2: Diameter at breast height (cm) by treatment at 4, 6 and 8 years of age.

Relación hipsométrica

Por no haberse observado para la variable altura promedio diferencias significativas entre tratamientos, entre las edades de 4 a 8 años, se ajustó a través del modelo de Curtis (1967), una ecuación general para todos los árboles, la misma resultó:

$$h = \exp(3.39499 - 6.98885/\text{dap} - 4.01191/\text{edad} + 15.347/(\text{dap}*\text{edad}))$$

donde:

h: altura total (m)

dap: diámetro a 1,3 m (cm)

edad (años)

En el Gráfico 3, se observa la evolución de la altura promedio estimada por tratamiento a los 4, 6 y 8 años de edad. No se observaron diferencias significativas entre tratamientos, lo que significa que el raleo efectuado al 4º año no afectó el crecimiento de esta variable hasta los 8 años de edad.

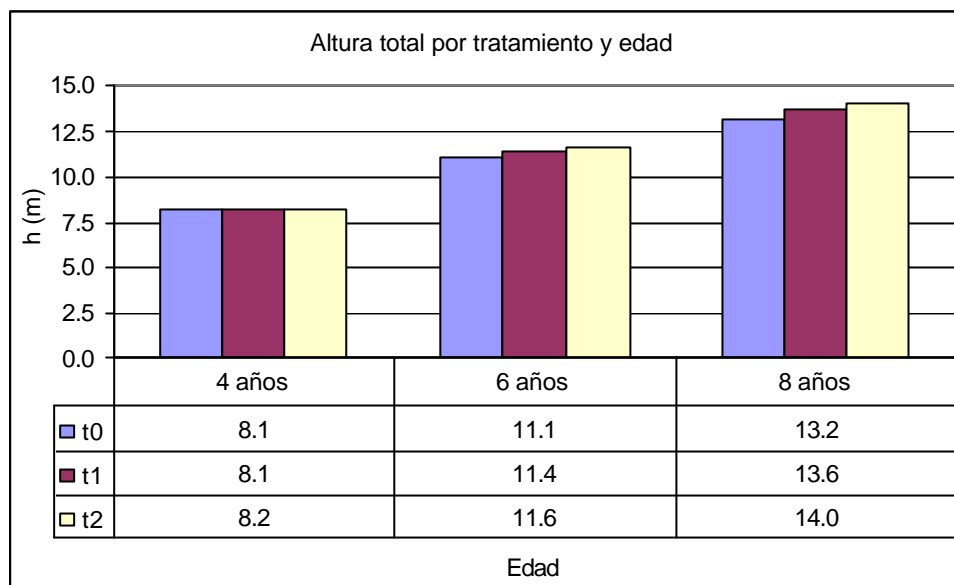


Gráfico 3: Altura total (m) por tratamiento a los 4, 6 y 8 años de edad.

Graphic 3: Total height (m) by treatment at 4, 6 and 8 years of age.

El volumen total surge de la utilización de la tabla de volumen de doble entrada desarrollada por Crechi et. al, 2003 y del número de plantas vivas por hectárea.

En el Gráfico 4 puede observarse la evolución del volumen total con corteza por hectárea a los 4, 6 y 8 años. Se observa en cada edad, que las existencias en volumen total son directamente proporcionales a la densidad (pl/ha).

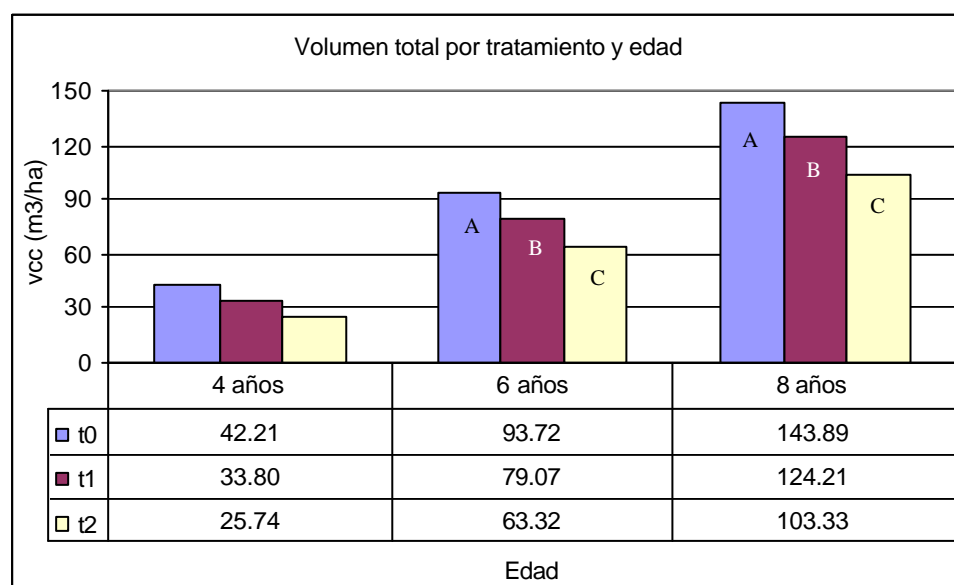


Gráfico 4: Volumen total (m^3/ha) por tratamiento a los 4, 6 y 8 años de edad.

Graphic 4: Total volume (m^3/ha) by treatment at 4, 6 and 8 years of age.

En el Gráfico 5, se observan los incrementos absolutos logrados entre diferentes períodos (4-6, 6-8, 4-8 años). En el mismo, también al igual que lo observado en el Gráfico 4, los incrementos absolutos en volumen total también son directamente proporcionales a la densidad (pl/ha).

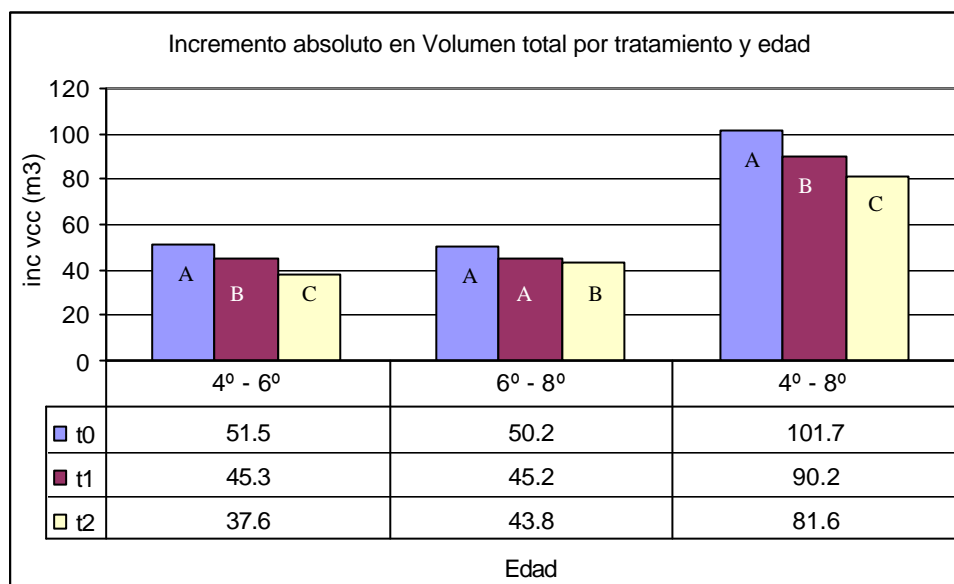


Gráfico 5: Incremento absoluto en volumen (m^3) por tratamiento al pasar de los 4-6, 6-8 y 4-8 años de edad.

Graphic 5: Absolute increase in volume (m^3) by treatment when happening of 4-6, 6-8 and 4-8 years of age.

En el Gráfico 6, se observan los incrementos relativos porcentuales (incrementos experimentados al 6° y 8° año con referencia a la cantidad de crecimiento vivo acumulado al 4° año, expresado en porcentaje), logrados entre diferentes períodos (4-6, 6-8, 4-8 años). En el mismo, contrariamente a lo observado en los gráficos 4 y 5, estos incrementos son inversamente proporcionales a la densidad (pl/ha). Esto significa que la mayor apertura al 4° año como consecuencia de raleos más fuertes dio como respuesta una mayor velocidad proporcional de crecimiento (aceleración), tal lo citado por SCHNEIDER et al. (1991).

Las diferencias significativas observadas para los incrementos relativos en volumen total, se dieron comparando los tratamientos de intensidad de raleo con relación al testigo, quien presentó el menor valor (Gráfico 6). Observando los incrementos relativos puede verse que estos son mayores

a edades tempranas (período de 4-6 años comparativamente a 6-8 años), lo que demuestra la importancia de realizarlos en esa etapa de la vida de la plantación (en la fase juvenil, o sea, antes del punto culminante del incremento corriente en volumen, ya que producen mayor reacción de crecimiento. Posteriormente el incremento pasa a tener tasas decrecientes) cuando el objetivo es maximizar el incremento individual de los árboles.

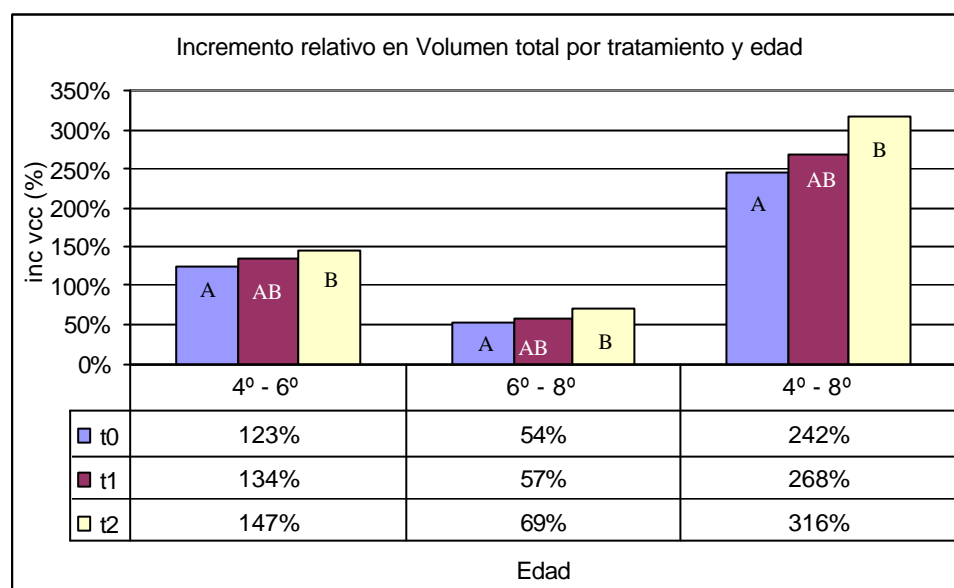


Gráfico 6: Incremento relativo en volumen (%) por tratamiento al pasar de los 4-6, 6-8 y 4-8 años de edad.

Graphic 6: Relative increase in volume (%) by treatment when happening of 4-6, 6-8 and 4-8 years of age.

CONCLUSIONES

Los máximos incrementos observados en la etapa juvenil (4-6 años), producto de que el ICA en volumen aun no disminuye, muestran la importancia de la realización del 1º raleo en este período, eliminando los árboles dominados y defectuosos, y concentrando así, este potencial de crecimiento en los mejores.

La intensidad y la oportunidad del 1º raleo, es función del sitio, de la densidad inicial de plantación y del objetivo de producción propuesto.

El crecimiento absoluto al 6º y 8º año resultó proporcional a la densidad, mientras que el incremento relativo resultó inversamente proporcional.

Esto significa que la mayor apertura al 4º año como consecuencia de raleos más fuertes dio como respuesta una mayor velocidad proporcional de crecimiento (aceleración).

Esto estaría demostrando, que los árboles remanentes aumentan rápidamente su incremento, debido al mejor aprovechamiento de los factores ambientales (efecto de aceleración del crecimiento), siendo este hecho, dependiente de la época de aplicación del raleo y de su intensidad.

Si el objetivo de producción es madera gruesa (aserrado, laminado, etc), la práctica de realizar el 1º raleo fuerte y temprano es beneficiosa, tal lo demuestran los incrementos relativos observados.

En condiciones similares a la del ensayo, la intensidad adecuada para un primer raleo a los 4 años de edad si el objetivo es maximizar el incremento individual de los árboles, es la que deja una existencia remanente de 26 m³/ha (aproximadamente 500 árboles por hectárea).

La generalización de esta conclusión es válida si además de darse las condiciones semejante a las del ensayo en lo relativo a masa y sitio, se cumple con la finalidad principal de los raleos, favorecer el crecimiento de cierta cantidad de árboles selectos destinados a producir madera de dimensiones grandes, y que el método de raleo adoptado sea, como en el ensayo, una combinación de raleo por lo bajo y de distribución relativamente equidistante de las copas.

BIBLIOGRAFÍA

- COLCOMBET L.; E. Crechi; H. Fassola; S. Lacorte; M. San José. Diagrama de manejo de *Grevillea robusta* en Misiones. Posibilidades de la introducción del ganado. 2002.
- COZZO, D. 1970. Diez años de ensayos con raleos en una nueva parcela experimental de *Araucaria angustifolia* en Misiones, Argentina. Revista Forestal Argentina 14(2): 39-45.
- COZZO, D. 1972. Resultados de un segundo período de raleos de 5 años en *Araucaria angustifolia*. Revista Forestal Argentina 16(1):5-12.
- CRECHI, E.H., Friedl, R.A., Fernández, R.A. 1991. El efecto de la densidad de plantación sobre el crecimiento en *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze. parte III: volúmenes de la masa. En:

Actas VI Jornadas Técnicas Inventarios, Modelos de Producción y Crecimiento Forestales, 306-321.

CRECHI, E. H. 1996. Efeitos da densidade de plantação sobre a produção, crescimento e sobrevivência de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. em Misiones, Argentina. Curitiba, 1996. 172 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

CRECHI, E.H.; Friedl R.A.; Fernández R.A. 1992. Efecto de la densidad de plantación sobre el crecimiento de *Pinus taeda* L. Actas Jornadas sobre pinos subtropicales. Tomo I, 92:110. CIEF. Eldorado, Misiones Argentina.

CRECHI E. H.; Friedl R. A.; Fernández R. A.; Dalprá L. 2001 a. Efectos de la intensidad y oportunidad de raleo en *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. sobre el crecimiento y la producción en el noroeste de Misiones, Argentina". 2º Simposio Latino-Americano Sobre Manejo Forestal. UFSM. Pós Graduação en Ingeniería Forestal. Santa María, Rs, Brasil. Actas p. 153-172.

CRECHI E. H.; Friedl R. A.; Fernández R. A.; Fahler J. C. 2001 b. Efectos de la intensidad y oportunidad de raleo en *Pinus taeda* L. sobre el crecimiento y la producción en el noroeste de Misiones, Argentina". 2º Simposio Latino-Americano Sobre Manejo Forestal. UFSM. Pós Graduação en Ingeniería Forestal. Santa María, Rs, Brasil. Actas p. 189-210.

CRECHI E.; Moscovich F.; Fassola H.; Hennig A.; Hampel H.; Domecq C.; Maletti C. 2003. Tabla de volumen para *Grevillea robusta* A. en Misiones, Argentina. En Actas CD: 10º Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. FCF Eldorado – INTA EEA Montecarlo. Eldorado, Misiones. 10 p.

CRECHI E., Fassola H., Moscovich F., Fernández R., Domecq C., Hennig A., Hampel H., Maletti C., Pachas N., Keller A., Knebel O. 2004. Intensidad y oportunidad de raleo en *Grevillea robusta* A. Mejoramiento, silvicultura, manejo e industrialización de *Grevillea robusta*. Posadas, Mnes. INTA EEA Montecarlo y Bella Vista – Danzer Forestación S.A.

CRECHI E; Moscovich.; F.; Friedl R.; Fassola H.; Fahler J. 2004. Efectos de la intensidad del 1º raleo en *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis* sobre el incremento y la producción en el noroeste de Misiones, Argentina. En Actas CD: 11º Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. FCF Eldorado – INTA EEA Montecarlo. Eldorado, Misiones. 8 p.

- CURTIS, R. O. 1967. Height-Diameter and Height-Diameter-Age Equations for Second – Growth Douglas-Fir. *Forest Science*, Bethesda, v.13, n. 4, p. 365-375.
- FASSOLA, H; Domecq C.; Moscovich F.; Lacorte S.; Hampel H.; Maletti C.; Pachas N.; Keller A. 2004. Distintas densidades iniciales de plantación en *Grevillea robusta* A. Mejoramiento, silvicultura, manejo e industrialización de *Grevillea robusta*. Posadas, Mnes. 26 de Marzo de 2004. INTA EEA Montecarlo y Bella Vista – Danzer Forestación S.A.
- FERNÁNDEZ, R.A., Crechi, E.H., Friedl, R.A. El efecto de la densidad de plantación sobre el crecimiento en *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze. parte III: número de árboles, mortandad, área basal y altura dominante. *Actas VI Jornadas Técnicas Inventarios Modelos de Producción y Crecimiento Forestales*, 291 305. Facultad de Ciencias Forestales. UNaM. Eldorado 9 al 11 de octubre de 1991.
- FISHWICK, R. Pesquisa de intensidade de desbaste. *Revista Floresta*, Vol. 5, número 1, año 1974, pág. 35-45. Proyecto BRA-45(FAO/IBDF).
- FRIEDL, R.A., Fernández, R.A., Crechi, E.H. El efecto de la densidad de plantación sobre el crecimiento en *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze. parte I: dimensiones del árbol medio. *Actas VI Jornadas Técnicas “Inventarios, Modelos de Producción y Crecimiento Forestales”*, 277 290. Facultad de Ciencias Forestales. UNaM. Eldorado 9 al 11 de octubre de 1991.
- HARWOOD, C.E., ed. 1992. *Grevillea robusta* in agroforestry and forestry. Nairobi, ICRAF.
- SCHNEIDER, P.R., Finger, C.A.G., Cozer, E. 1991. Efeito da intensidade de desbaste sobre o crescimento e produção de povoamentos de *Pinus elliottii* E. In: SIMPOSIO DE MANEJO DE FLORESTAS PLANTADAS, Santa María. Anais Esteio: UFSM. P.150-167.
- VOLKART, C. M. 1972. Raleos en *Araucaria angustifolia*. Segunda contribución sobre un ensayo realizado en Misiones, Argentina. *Actas del Séptimo Congreso Forestal Mundial*. Argentina. Pág. 1876-1885.

DESARROLLO DE HERRAMIENTAS MOLECULARES PARA ESTUDIOS POSTGENOMICOS EN ECTOMICORRIZAS

DEVELOPMENT OF MOLECULAR TOOLS FOR POST-GENOMIC STUDIES IN ECTOMYCORRHIZA

Minna Kemppainen¹
Sebastien Duplessis²
Francis Martin²
Alejandro G. Pardo¹

¹ Laboratorio de Interacciones Microorganismos-Plantas, Programa de Investigación en Interacciones Biológicas, Universidad Nacional de Quilmes. Roque Saen Peña 180, (B1876BXD) Bernal, Provincia de Buenos Aires, Argentina. apardo@unq.edu.ar

² UMR INRA-UHP "Interactions Arbres/Micro-Organismes" IFR 110 "Genomique, Ecophysiologie et Ecologie Fonctionnelles" INRA-Nancy. 54280 Champenoux, France

SUMMARY

We have developed and tested different molecular tools for transformation of *Laccaria bicolor* by *Agrobacterium tumefaciens*. Among them: a binary vector which allows the rescue of T-DNA together with fungal flanking genomic sequences and built a library of transgenic strains by selection marker insertion (hygromycin resistance), a binary vector for cloning sequences coding self complementary hairpin RNA for RNA interference, and proved the expression of GFP in a homokaryotic strain of *L. bicolor*. These tools together with the complete genome sequence of *L. bicolor* will allow us the functional validation of selected annotated genes in the ectomycorrhizal symbiont *L. bicolor* for the first time.

Keywords: post-genomics, transformation, *Agrobacterium*, *Laccaria*, ectomycorrhiza

RESUMEN

Hemos desarrollado distintas herramientas moleculares y probado su funcionalidad luego de transformar *Laccaria bicolor* por medio de *Agrobacterium tumefaciens*. Entre ellas: un vector binario que permite la recuperación del TDNA junto con secuencias flanqueantes del genoma fúngico y una biblioteca de cepas transgénicas por inserción del marcador de selección (resistencia a higromicina), un vector binario que permite el clonado de construcciones

codificando RNA autocomplementario para interferencia por RNA, y hemos comprobado la expresión del gen reportero GFP en una cepa homocariótica de *L. bicolor*. Estas herramientas, junto con la secuencia completa del genoma de *Laccaria*, nos permitirán por primera vez la validación funcional de genes anotados selectos en el simbionte ectomicorrícico *L. bicolor*.

Palabras clave: postgenómica, transformación, *Agrobacterium*, *Laccaria*, ectomicorrizas

INTRODUCCION

Las ectomicorrizas son una forma de simbiosis mutualista muy importante desde el punto de vista biotecnológico, económico y ecológico formada entre las raíces finas de plantas superiores, incluyendo la mayoría de las especies forestales pertenecientes a las familias Dipterocarpaceae, Pinaceae, Fagaceae, Myrtaceae, Salicaceae y Betulaceae, y el micelio de una amplia variedad de hongos pertenecientes principalmente a los basidiomicetes. Esta simbiosis juega un rol esencial desde el punto de vista trófico en ecosistemas forestales, tanto por la nutrición mineral de los árboles como por la biología de las comunidades fúngicas asociadas. (Duplessis et al. 2002).

La caracterización de los rasgos genéticos primarios que controlan el desarrollo de la simbiosis y su actividad metabólica, como la toma, transporte y asimilación de nutrientes, ayudará a entender el rol ecológico de la simbiosis ectomicorrícica (Martin 2001, Wiemken y Boller 2002). Para comprender las complejas interacciones que controlan el desarrollo ectomicorrícico se han llevado a cabo la secuenciación de EST a gran escala, análisis de la expresión génica por ordenamientos de cDNA y proteómica en diferentes asociaciones simbióticas (Laurent et al. 1999, Voiblet et al. 2001, Podila et al. 2002, Peter et al. 2003, Johanson et al. 2004, Duplessis et al. 2005). La comparación de la expresión génica en los simbiontes separados y en los tejidos simbióticos ha revelado diferencias significativas en la expresión de ~150 genes fúngicos regulados durante la simbiosis (Martin et al. 2004).

Laccaria bicolor es un basidiomicete ectomicorrícico común de distintos árboles forestales, entre ellos *Populus trichocarpa*, la primer planta perenne cuyo genoma ha sido secuenciado (Tuscan et al., resultados no publicados; <http://genome.jgi-psf.org/Poptr1.home.html>). En la naturaleza y en el laboratorio *L. bicolor* crece normalmente

como un heterocarión compuesto por dos núcleos, cada uno perteneciente a distinto tipo de apareamiento (mating type), aunque se dispone de cepas haploides, aisladas a partir de basidiosporas (Di Batista et al. 1996). En la actualidad se cuenta con aproximadamente 2000 EST y con fragmentos genómicos al azar, cuyas secuencias se hallan depositadas en GenBank (Podila et al. 2002, Peter et al. 2003). El "Joint Genome Institute (JGI)" del Departamento de Energía norteamericano decidió secuenciar el genoma completo del basidiomicetes ectomicorrícico modelo *Laccaria bicolor* (Lammers et al 2004, Martin et al. 2004). La secuencia del genoma de *L. bicolor*, de un tamaño de 60 Mb, ha sido generada y ensamblada en 2005 en el JGI, siendo esta la primera de un simbiote micorrícico. En estos momentos la secuencia esta siendo anotada con la ayuda de diferentes herramientas bioinformáticas en el INRA de Nancy (Martín et al., resultados no publicados; <http://mycorr.nancy.inra.fr/IMGC/index.html>).

El acceso al genoma es una oportunidad sin precedentes para profundizar nuestra comprensión respecto de los mecanismos que rigen esta simbiosis mutualista típica de ecosistemas forestales. Sin embargo, a fin de ensayar y verificar el rol de distintas funciones biológicas en *L. bicolor* es necesario disponer de herramientas de transformación genética que permitan la alteración de las mismas y así demostrar su rol esencial en el establecimiento de la simbiosis. Sin embargo, la generación de mutantes fúngicos nulos para genes regulados durante la simbiosis se ha visto imposibilitada hasta el momento por la ausencia de un método eficiente de transformación genética. El "screening" de transformantes de *Laccaria* obtenidos por transformación de protoplastos fúngicos utilizando PEG (Barret et al. 1999) o por balística (Bills et al. 1999) han mostrado un patrón de integraciones múltiples del transgén, lo que es muy problemático para el análisis y caracterización molecular posterior de los genes endógenos interrumpidos.

Nosotros hemos logrado, por primera vez, la transformación de basidiomicetes ectomicorrícicos por medio de *Agrobacterium tumefaciens* (Pardo et al. 2002, 2005, Hanif et al. 2002, Kemppainen et al., 2005). Recientemente se ha puesto a punto la técnica de transformación genética mediada por *Agrobacterium* del micelio vegetativo de *Laccaria bicolor* S238N por resistencia a higromicina (Kemppainen et al. 2005). Los análisis por Southern blot han indicado que la mayoría de los transformantes poseen una única copia del transgén, integrada posiblemente al azar en el genoma fúngico (Kemppainen et al. 2005).

Hemos desarrollado distintas herramientas moleculares y probado su funcionalidad luego de transformar *L. bicolor* por medio de *A. tumefaciens*. Entre ellas: un vector binario que permite la recuperación del T-DNA junto con el sitio de inserción en el genoma fúngico y una biblioteca de cepas transgénicas por inserción del marcador de selección (resistencia a higromicina), un vector binario que permite el clonado de construcciones codificando RNA autocomplementario para interferencia por RNA, la expresión del gen reportero GFP en una cepa homocariótica de *L. bicolor*. Estas herramientas, junto con la secuencia completa del genoma de *Laccaria*, nos permitirán por primera vez la validación funcional de genes anotados selectos en el simbionte ectomicorrízico *L. bicolor*.

MATERIALES Y METODOS

Se trabajó con *Laccaria bicolor* (Maire) Orton cepa S238N heterocariótica descrita previamente (Di Batista et al. 1996) y utilizada para la secuenciación del genoma, y con la cepa homocariótica C11H82 (secuenciada). La metodología de transformación de *L. bicolor* por medio de *Agrobacterium tumefaciens* (cepa AGL-1), la extracción de DNA genómico, la estrategia de PCR y el análisis por Southern blot se llevó a cabo según el trabajo de Kemppainen et al. (2005) y procedimientos estandar (Sambrook et al. 1989). Para la construcción de la biblioteca de mutantes de *L. bicolor* para el fenotipo micorrízico por "gene tagging" desarrollamos un vector binario el cuál confiere resistencia a higromicina (gen *hph* de *E. coli*) bajo el promotor del gen de la gliceraldehido-3-fosfato deshidrogenasa de *Agaricus bisporus* (*PgpdAb*). Además del marcador de selección fúngico este vector posee como parte de su T-DNA el origen de replicación y el gen de resistencia a ampicilina para *E. coli*. Esto permite, luego de obtener cepas fúngicas transgénicas la recuperación del sitio de inserción en el genoma en forma de plásmido replicable en *E. coli* (TOP 10 electrocompetentes) por "plasmid rescue" (Leclerque et al. 2004). El elemento rescatable fue clonado en el vector binario pBGgHg (Chen et al. 2000) en la forma de pBluescript KS+ completo reemplazando el cassette sGFP. Este vector binario rescatable, al cuál nombramos pHg/pBsk, permite la selección de líneas de *Laccaria* transgénicas por resistencia a higromicina, el rescate del borde derecho del T-DNA (RB) por un sitio SacI único y el rescate del borde izquierdo del TDNA con varias enzimas de restricción, todos bajo la selección de ampicilina en *E. coli*. La cepa heterocariótica de *L. bicolor* S238N fue transformada

con *A. tumefaciens* AGL-1 portando el vector pHg/pBsk de acuerdo al protocolo previamente establecido (Kemppainen et al. 2005). Las líneas de *L. bicolor* resistentes a higromicina fueron repicadas 3 veces bajo presión de selección del antibiótico antes de extraer DNA genómico para el análisis por PCR y Southern blot. Las cepas transgénicas de *L. bicolor* fueron analizadas molecularmente por “plasmid rescue” y secuenciación del RB del T-DNA utilizando el primer Post-RB. Este primer fue diseñado para hibridizar cerca del RB del T-DNA, una secuencia que debería estar presente en los plásmidos rescatados si los RBs no hubieran sufrido truncaciones durante el proceso de integración en el genoma de *L. bicolor*. Esto nos permitió conocer el lugar de inserción del transgén en el genoma fúngico (localización de la secuencia amplificada en el genoma de *Laccaria*, al cuál tenemos acceso) y realizar búsquedas de secuencias homólogas en bases de datos. La secuenciación de los fragmentos genómicos obtenidos fueron llevadas a cabo en el INRA de Nancy (CEQ2000XL automated sequencer, Bekman). Para los ensayos de expresión de GFP se utilizó la cepa homocariótica H82 de *L. bicolor* y el vector binario pBGgHg descrito previamente (Hanif et al. 2002). Se construyó un vector binario que permite el clonado de construcciones codificando “self-complementary hairpin RNA (hpRNA)” de genes regulados durante la simbiosis con la finalidad de proceder al silenciamiento de los mismos por RNAi. El T-DNA posee un marcador de selección fúngico (*hph* de *E. coli* bajo el control del promotor de un transportador de nitrato de *Tuber borchii* y el terminador *trpC* de *Aspergillus niger*). Además, se encuentra el gen de resistencia a fleomicina de *Streptoallothecium hidustanus* *Sble* (bajo promotor y terminador GPD de *Schizophyllum commune*) cuya secuencia codificante posee un único sitio Sma I. Esta secuencia Sma I permitirá clonar construcciones codificando RNAs de doble cadena. La construcción, que nombramos pSchRNA, posee, además, la posibilidad de poder ser rescatada de su sitio de inserción en el genoma fúngico como plásmido replicable en *E. coli*, ya que el T-DNA cuenta con un ORI y un marcador de resistencia bacteriano (*amp^r*). Luego de la obtención de transformantes de *L. bicolor* se comprobó la funcionalidad del promotor GPD de *Schizophyllum commune* por RT-PCR según procedimientos estándar (Promega, <http://www.promega.com>).

RESULTADOS

Quince líneas fúngicas transgénicas independientes tomadas al azar fueron analizadas por PCR para ambos, los genes de resistencia a higromicina y a ampicilina. Catorce de las quince líneas mostraron señal para ambos genes. Las cepas positivas para el marcador de resistencia a ampicilina fueron analizadas por Southern blot para conocer el patrón de integración del T-DNA. La hibridación fue realizada con una sonda correspondiente al marcador de selección para ampicilina con el propósito de detectar también integraciones parciales del T-DNA que pudieran ser rescatadas en *E. coli*. Todas las líneas transgénicas analizadas mostraron un patrón de integración simple excepto una que presentó dos integraciones, correspondiendo una de las bandas a una integración parcial del T-DNA. El patrón de integración observado en los Southern blots fue variable y no indicó que el T-DNA se hubiera integrado en un sitio específico del genoma fúngico como fuera previamente reportado para otras construcciones (Kempainen et al. 2005).

El DNA genómico de las líneas fúngicas transgénicas fue digerido con SacI para rescatar el borde derecho del T-DNA, autoligado y electroporado en *E. coli*. Las células fueron plaqueadas con ampicilina y en general fueron recuperadas entre 10-50 colonias bacterianas por línea fúngica. De las 14 líneas fúngicas en 3 no pudo rescatarse su T-DNA a pesar de varios intentos. Un máximo de 10 colonias bacterianas procedentes de cada rescate fueron crecidas, y los plásmidos fueron purificados y linealizados con SacI. Los mismos presentaron una sola banda y el DNA genómico recuperado osciló entre 3-10 kb (el tamaño del plásmido pBluescript es <3kb). Tomados en su conjunto en 11 de 14 líneas transgénicas de *Laccaria* fue posible rescatar el T-DNA con secuencias genómicas.

Fue posible secuenciar 9 de los plásmidos rescatados utilizando el primer PostRB. Estas secuencias correspondieron a las uniones T-DNA RB – gDNA procedentes de las integraciones del T-DNA en el genoma de *L. bicolor*. En el caso de las líneas transgénicas en las cuáles no fue posible secuenciar la zona de integración esto puede deberse a truncaciones en el RB luego de la integración. Por lo tanto se diseñó un segundo primer que hibridiza en una posición más interna en el T-DNA (hacia el LB), sin resultados. Las secuencias obtenidas fueron analizadas respecto del RB y de la secuencia genómica. La conservación del RB fue comparada entre las muestras y los sitios de integración localizados en la secuencia genómica de *Laccaria bicolor*. Los diferentes

sitios de integración fueron alineados con el programa ClustalIW con la finalidad de determinar si existía homología entre los distintos sitios de integración del T-DNA. El programa Eugene fue utilizado para evaluar si los T-DNAs habían interrumpido genes putativos en el genoma de *Laccaria*. En el caso de detectar la interrupción se realizaron búsquedas con BlastX con la finalidad de encontrar proteínas homologas en el GenBank. Ocho de nueve secuencias poseían una secuencia flanqueante correspondiente al genoma de *Laccaria* las cuáles fueron identificadas. Las mismas correspondieron a ORFs con homología a proteínas en bases de datos con funciones putativas, elementos “upstream”, secuencias con homología a proteínas de elementos transponibles y zonas del genoma altamente repetitivas.

Por otra parte, fue posible transformar la cepa homocariótica C11H82 de *L. bicolor* por medio de *A. tumefaciens* portadora del vector pBGgHg y comprobar la expresión de GFP en el citoplasma de las líneas transformadas.

Luego de transformar *L. bicolor* con *A. tumefaciens* portando el vector binario pSchRNA fue posible confirmar su utilidad en transformación de *L. bicolor* así como la funcionalidad del promotor GPD de *Schizophyllum commune* la cuál fue comprobada por RT-PCR.

CONCLUSIONES

La utilización del vector binario pHg/pBsk para la transformación de *L. bicolor* por medio de *A. tumefaciens* permitió rescatar secuencias genómicas flanqueantes al T-DNA, su secuenciación y la ubicación del mismo en el genoma fúngico. El análisis de un número mayor de líneas transgénicas nos permitirá evaluar si el evento de integración ocurre al azar o con una determinada desviación hacia zonas del genoma que presentan activa transcripción o presencia de elementos transponibles. Esto posibilitará la evaluación de este método para su utilización en esquemas de mutagénesis por saturación con la finalidad de determinar las funciones esenciales en el establecimiento de la simbiosis ectomicorrícica. Adicionalmente, el haber construido y comprobado la funcionalidad del vector pSchRNA en *Laccaria* permitirá avanzar en el desarrollo de la tecnología de silenciamiento por RNA en ectomicorrizas y proceder a la comprobación de la función de genes fúngicos selectos. Además, el contar con expresión del gen reportero GFP en *L. bicolor* permitirá la obtención de proteínas de fusión de interés para determinar su localización celular.

BIBLIOGRAFÍA

- Barrett V, Dixon RK, Lemke PA (1990) Genetic transformation of a mycorrhizal fungus. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 33: 313-316
- Bills S, Podila G, Hiremath S (1999) Genetic engineering of a fungus *Laccaria bicolor* for use as a biological control agent. *Mycologia* 9: 237-242
- Chen X, Stone M, Schlaghauser C, Romaine CP (2000) A fruiting body tissue method for efficient *Agrobacterium*-mediated transformation of *Agaricus bisporus*. *Appl. Environ. Microbiol.* 66: 4510-4513
- Combier JP, Melayah D, Raffier C, Gay G, Marmeisse R (2003) *Agrobacterium tumefaciens*-mediated transformation as a tool for insertional mutagenesis in the symbiotic ectomycorrhizal fungus *Hebeloma cylindrosporum*. *FEMS Microbiol. Lett.* 220: 141-148
- Di Battista C, Selosse MA, Bouchard D, Stenström E, Le Tacon F (1996) Variation in symbiotic efficiency, phenotypic characters and ploidy level among different isolates of the ectomycorrhizal basidiomycete *Laccaria bicolor* strain S238. *Mycol. Res.* 100: 1315-1324
- Duplessis S, Courty P, Tagu D, Martin F (2005) Transcript patterns associated with ectomycorrhiza development in *Eucalyptus globulus* and *Pisolithus microcarpus*. *New Phytol.* 165: 599-611
- Duplessis S, tagu D, Martin F. 2002. Living together underground: a molecular glimpse of the ectomycorrhizal symbiosis. In *Molecular biology of fungal development* (Osiewacz ed.). *Mycology Series*, Dekker & Dekker, New York, pp 297-323
- Fitzgerald A, van Kan J, Plummer K (2004) Simultaneous silencing of multiple genes in the apple scab fungus, *Venturia inaequalis*, by expression of RNA with chimeric inverted repeats. *Fungal Genet. Biol.* 41: 963-971

- Hanif M, Pardo AG, Gorfer M, Raudaskoski M (2002) T-DNA transfer and integration in the ectomycorrhizal fungus *Suillus bovinus* using hygromycin B as a selectable marker. *Curr. Genet.* 41: 183-188
- Johansson T, Le Quéré A, Ahren D, Söderström B, Erlandsson R, Lundeberg J, Uhlén M, Tunlid A. (2004) Transcriptional responses of *Paxillus involutus* and *Betula pendula* during Formation of Ectomycorrhizal Root Tissue. *Mol. Plant-Microb. Interact.* 17: 202-215
- Kadotani N, Nakayashiki H, Tosa Y, Mayama S (2003) RNA silencing in the phytopathogenic fungus *Magnaporthe oryzae*. *Mol Plant-Microb Interact* 16: 769-776
- Kemppainen M, Circosta A, Tagu D, Martin F, Pardo AG. (2005). *Agrobacterium* – mediated transformation of the ectomycorrhizal symbiont *Laccaria bicolor* S238N. *Mycorrhiza* 16: 19-22
- Laurent P, Voilet C, Tagu D, de Carvalho D, Nehls U, De Bellis R, Ballestrini R, Bauw G, bonfante P, Martin F (1999) A novel class of ectomycorrhiza-regulated cell wall polypeptides in *Pisolithus tinctorius*. *Mol. Plant-Microb. Interact.* 12: 862-871
- Lammers P, Tuskan G, DiFazio S, Podila G, Martin F (2004) Mycorrhizal symbionts of *Populus* to be sequenced by the United States Department of Energy's Joint Genome Institute. *Mycorrhiza* 14: 63-64
- Leclerque A, Wan H, Abschütz A, Chen S, Mitina G, Zimmermann H, Schairer H (2004) *Agrobacterium*-mediated insertional mutagenesis (AIM) of the entomophatogenic fungus *Beauveria bassiana*. *Curr. Genet.* 45: 111-119
- Martin F (2001) Frontiers in molecular mycorrhizal research – genes, bci, dots and spins. *New Phytol* 150: 499-505

- Martin F, Tuskan GA, DiFazio SP, Lammers P, Newcombe G, Podila GK (2004) Symbiotic sequencing for the *Populus* mesocosm. *New Phytol.* 161:330-335
- Pardo AG, Hanif M, Raudaskoski M, Gorfer M (2002) Genetic transformation of ectomycorrhizal fungi mediated by *Agrobacterium tumefaciens*. *Mycol. Res.* 106: 132-137
- Pardo AG, Kemppainen M, Valdemoros D, Duplessis S, Martin F, Tagu D. 2005. T-DNA transfer from *Agrobacterium tumefaciens* to the ectomycorrhizal fungus *Pisolithus microcarpus*. *Rev Argent. Microbiol.* 37: 69-72
- Peter M, Courty PE, Kohler A, Delaruelle C, Martin D, Tagu D, Frey-Klett P, Duplessis S, Chalot M, Podila G, Martin F (2003) Analysis of expressed sequence tags from the ectomycorrhizal basidiomycetes *Laccaria bicolor* and *Pisolithus microcarpus*. *New Phytol.* 159: 117-129
- Podila GK, Zheng J, Balasubramanian S, Sundaram S, Hieremath S, Brand J, Hymes M, 2002. Molecular interactions in ectomycorrhizas: identification of fungal genes involved in early symbiotic interactions between *Laccaria bicolor* and red pine. *Plant and Soil* 244: 117-128
- Voiblet C, Duplessis S, Encelot N, Martin F (2001) Identification of symbiosis-regulated genes in *Eucalyptus globulus-Pisolithus tinctorius* ectomycorrhiza by differential hybridization of arrayed cDNAs. *Plant J.* 25: 181-191
- Wesley S, Helliwell C, Smith N, Wang M, Rouse D, Liu Q, Gooding P, Singh S, Abbott D, Stoutjesdijk P, Robinson S, Gleave A, Green A, Waterhouse P (2001) Construct design for efficient, effective and highthroughput gene silencing in plants. *Plant J.* 27: 581-590
- Wiemken V, Boller T (2002) Ectomycorrhiza: gene expression, metabolism and the wood-wide web. *Curr. Opin. Plant. Biol.* 5:355-361

**INTERSIEMBRA DE LEGUMINOSAS FORRAJERAS CULTIVADAS EN PASTIZALES
BAJO DOSEL ARBOREO de *Pinus elliottii* var *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis*
EN EL SUR DE MISIONES, ARGENTINA.[?]**

**INTER SOWING OF FORAGE LEGUMES IN A GRASSLAND UNDER CANOPY OF
Pinus elliottii var *elliottii* x *Pinus caribaea* var. IN SOUTH MISIONES, ARGENTINA**

Santiago María Lacorte ¹

Alberto Hennig ²

Cecilia Domecq ³

A. Nahuel A. Pachas ⁴

Hugo E. Fassola ⁵

Aldo E. Keller ⁶

¹ Ing. Agr.-MSc. INTA CR Misiones - Campo Anexo Zaimán. CC 152-3300 Posadas-Misiones. TE 03752-480735, FAX 03752-480640, e-mail: intasml@arnet.com.ar

² Ing. Agr. Danzer Forestación SA. CC449-3300 Posadas -Misiones. TE 03752-480295, e-mail: ahennig@arnet.com.ar

³ Lic. Genética. Danzer Forestación SA. CC449-3300 Posadas-Misiones. TE 03752-480295, e-mail: cdomecq@danfor.com.ar

⁴ Ing. Agr. INTA EEA Montecarlo. Av. El Libertador 2472 (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina TE y FAX 03751-48051/480057, e-mail: npachas@montecarlo.inta.gov.ar

⁵ Ing. Ftal. MBA. INTA EEA Montecarlo. Av. El Libertador 2472 (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina TE y FAX 03751-48051/480057, e-mail: hfassola@ceel.com.ar

⁶ Ing. Ftal. INTA EEA Montecarlo. Av. El Libertador 2472 (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina TE y FAX 03751-48051/480057, e-mail: akeller@montecarlo.inta.gov.ar

SUMMARY

In silvopastoral systems of Misiones y NE of Corrientes, Argentina forage grasses are under use with similar or higher yields than those obtained in traditional systems, but it is not available information about forage legumes in this condition. The objective of the study was to identify forage legume species that could be able to grow and persist under *Pinus elliottii* var *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (F2) canopy, of 4 years old, with a stand density of 1250 s.p.ha and an herbaceous strata dominated by the presence of *Axonopus compressus*. Five species were inter sowing and 2 were planted in lines in the grassland. The evaluation methodology was based in the observation of some vegetative parameters (Germination-survival, degree of cover, growth-volume, frost resistance, seed production and dispersal). PAR under forest canopy varied between 80 % at the beginning of the study (2003) up to 23.7 % at the end (2006). *Chamaecrista rotundifolia* had the best performance in cover degree, growth-volume, expansion-dispersal and

[?] Trabajo Parcialmente Financiado por el Proyecto de Ambito Nacional (PAN) "Sistemas silvopastoriles en la República Argentina"

an acceptable seed production. Similar results were obtained with *Arachis pintoii* diploid y triploid, but with a minor degree of expansion-dispersal and difficult seed production evaluation.

Key words: *Chamaecrista rotundifolia*, *Arachis pintoii*, silvopastoral systems.

RESUMEN

En sistemas silvopastoriles de Misiones y Norte de Corrientes, Argentina, se utilizan gramíneas forrajeras con crecimientos similares o superiores a los registrados a cielo abierto, pero no se dispone de información sobre leguminosas forrajeras para dichas condiciones. El objetivo de esta experiencia fue identificar especies de leguminosas que se desarrollen y persistan bajo dosel arbóreo de *Pinus elliottii* var *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (F2) de 4 años de edad y 1250 plantas/ha, con un tapiz vegetal compuesto principalmente por *Axonopus compressus*. Se intersembraron cinco especies y se interplantaron dos, utilizándose una metodología de evaluación basada en observaciones de parámetros (Germinación-implantación, Cobertura, Crecimiento-volumen, Resistencia a heladas, Producción de semillas, Difusión-dispersión). La radiación fotosintéticamente activa varió desde 80 % al comienzo del ensayo (2003) hasta 23,7 % al finalizar el mismo (2006). *Chamaecrista rotundifolia* se destacó en Cobertura, Crecimiento-volumen, Difusión-dispersión y aceptable producción de semillas; similar comportamiento tuvieron *Arachis pintoii* diploide y triploide, pero con menor Difusión-dispersión y difícil evaluación de producción de semillas.

Palabras clave: *Chamaecrista rotundifolia*, *Arachis pintoii*, sistemas silvopastoriles.

INTRODUCCIÓN

En los sistemas silvopastoriles (SSP) en Misiones y NE de Corrientes, de acuerdo a la energía fotosintéticamente activa que permite pasar el dosel arbóreo, se obtienen producciones de gramíneas forrajeras subtropicales comparables a las de cielo abierto e incluso con algunas de ellas, los rendimientos fueron superiores hasta cierto rango de sombra (PAVETTI *et al.*, 2004; LACORTE *et al.*, 2003 y 2004). Varias de estas gramíneas ya están difundidas a nivel productor.

Sin embargo la información sobre leguminosas forrajeras de “nueva generación” (COOK, B., 1999, com. pers.) -denominadas así por su crecimiento rastrero o erecto y de bajo porte a diferencia de las clásicas trepadoras -como *Pueraria thumbergiana*, *P. phaseoloides*, *Phaseolus atropurpureum*, *Desmodium uncinatum*, *Desmodium intortum*, *Neonotonia wighti* y otras- es escasa y dispersa y el uso actual de estas especies no es habitual por los productores de la zona.

La producción animal depende de la cantidad de alimento consumido y de su digestibilidad. El valor nutritivo de una pastura está determinado entre otras cosas, por el contenido de proteína de la misma que afecta el consumo voluntario en condiciones de pastoreo (WHITEMAN, 1980a, citando a varios autores). HUMPHREYS (1980), citando a varios autores, presenta información de cómo con ovinos, al incrementar el contenido de proteína bruta (PB) (alfalfa) en la dieta compuesta por “pasto pangola”, incrementa en forma significativa el consumo. Por otro lado, el contenido de PB de las gramíneas tropicales declina marcadamente con el estado de madurez del forraje comparado con el de las leguminosas. Estas son independientes del nitrógeno del suelo, obteniendo el mismo a través de la fijación simbiótica y su contenido es usualmente más alto que el de la gramínea asociada a similar edad o estado de crecimiento (WHITEMAN, 1980b).

El nitrógeno fijado por las leguminosas a través de la simbiosis es incorporado a las plantas y posteriormente liberado, haciéndolo disponible al sistema pastura. El material vegetal es retornado al suelo por la ingestión de los animales que pastorean, incluyendo también insectos, o por senescencia, donde para ambos casos es mineralizado por la microfauna, hongos y bacterias. En ausencia de animales pastoreando y utilizando las leguminosas como cobertura verde del suelo, la senescencia es la principal fuente de transferencia de nitrógeno al mismo, especialmente después de la acción de las heladas sobre el material verde. En menor escala hay una transferencia de nitrógeno hacia el suelo desde nódulos y raicillas que se desprenden de la raíz principal mientras la leguminosa está en activo crecimiento (WHITEMAN, 1980c).

A fin de evaluar el comportamiento de leguminosas forrajeras bajo dosel arbóreo, que puedan ser destinadas tanto a mejorar la calidad de la dieta animal en condiciones de pastoreo en SSP como ser utilizadas en coberturas verdes en especies industriales o frutales, se realizó esta experiencia introduciendo una serie de especies discutidas previamente con técnicos del Department of Primary Industries de Queensland (DPI QLD) de Australia (COOK, B., 1999, com. pers.).

El objetivo del siguiente ensayo fue evaluar el comportamiento de especies de leguminosas introducidas en un pastizal con predominio de *Axonopus compressus* bajo dosel arbóreo de pino híbrido (*Pinus elliottii* var *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* F2).

MATERIALES Y METODOS

Localización del ensayo

La experiencia se realizó en el Establecimiento “El Cardenal” propiedad de Danzer Forestación S. A., situado en las proximidades de la ciudad de Posadas, provincia de Misiones (Lat Sur 30° 34' 58'' Long W 52° 13' 24''). Los datos climáticos se caracterizan por poseer temperatura media 21,1 °C y una amplitud térmica promedio de 10,5 °C. Las temperaturas máximas absolutas oscilan entre 36.3 °C y 40.3 °C, mientras que la temperatura mínima absoluta es de -3,9 °C. El régimen pluviométrico es isohigro, con totales anuales que van desde 1.054 a los 2.089 mm (GALEANO *cit. op.* FERNÁNDEZ *et al.*, 1996). La precipitación registrada durante la realización del ensayo se presenta en el anexo.

Componente Forestal

El ensayo se dispuso bajo el dosel de pino híbrido (*Pinus elliottii* var *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis*) de 4 años de edad. La plantación forestal se realizó en la primavera de 1999, en líneas con orientación E – W distanciadas entre si 4 m y un espaciamiento entre plantas de 2 m, logrando una densidad inicial de 1250 plantas/ha, Los diámetro a la altura del pecho (dap), altura total (ht) y altura a la base de copa verde (Hbcv) fueron medidas al momento de inicio y finalización del ensayo. Previo al ciclo forestal, el suelo tuvo aproximadamente 8 campañas agrícolas con soja, presentando signos evidentes de erosión hídrica laminar y presencia de pequeñas cárcavas.

Tratamientos

Especies leguminosas ensayadas

Las especies leguminosas introducidas se presentan en el cuadro 1. Las primeras cinco, de origen comercial, fueron importadas desde Australia por una firma privada argentina, aunque sin conocerse la fecha de dicha operación. Se estima que la misma fue con una prolongada antelación que habría repercutido en la calidad de las semillas (Cuadro 3), dada esta circunstancia se decidió

utilizar una alta densidad de siembra. Por otro lado, las dos líneas de *Arachis pintoi* provenían de introducciones hechas previamente desde Brasil y se contó solamente con material vegetativo para su multiplicación.

Cuadro 1: Especies de leguminosas forrajeras introducidas bajo dosel arbóreo de pino híbrido (*Pinus elliottii* var *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en el Sur de Misiones.

Table 1: Forage legumes species inter sowing under canopy of hybrid pine (*Pinus elliottii* var *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis*) in S Misiones.

Nombre científico	C.V.	Origen	Densidad de siembra recomendada (kg/ha)	Semilla sembrada en 104m lineales (2 rep.) (kg)
1- <i>Stylosanthes scabra</i> *	Seca	IAMA, Frank Sauer & Sons PTY. LTD. PO BOX 117, Rockhampton Q 4700, Australia Tel 079 273333	5	22
2- <i>Aeschynomene villosa</i> *		IAMA, Frank Sauer & Sons PTY. LTD. PO BOX 117, Rockhampton Q 4700, Australia Tel 079 273333	5	22
3- <i>Aeschynomene falcata</i> *	Lee Joint Vetch	IAMA, Frank Sauer & Sons PTY. LTD. PO BOX 117, Rockhampton Q 4700, Australia Tel 079 273333	5	17
4- <i>Chamaecrista rotundifolia</i> *	Win cassia	Qsld., Australia	5	20
5- <i>Desmanthus virgatus</i> *	Jaribu ??	WRIGHTSON SEEDS (AUSTR.) Pty Ltd 22B Reginald Street, Rockiea QLD 4106 PO BOX124, Brisbane Maiksds QLD 4800	5	22

6- <i>Arachis pintoi</i> (6S)	SUR Diploide ***	2n=2x= 20 cromosomas, colectado en Cruz das Almas, Bahia, (Brasil), por Geraldo C. P. Pinto y Paulo D.T. Alvim, en abril de 1954. Posteriormente fue colectado por Gregory & Krapovickas, ejemplar de herbario No. 12787 depositado en CTES (Krapovicas et al. 1994).
7- <i>Arachis pintoi</i> (7N)	NORTE Triploide.** *	citotipo triploide= 2n=3x=30 cromosomas fue caracterizado por Peñaloza <i>et al.</i> (1996). Se coleccionó en Brasil.

?? Tres CV son corrientemente disponibles para formar parte de "Jaribu Desmanthus Blend"

CV	Floración	Altura	Difusión (diámetro)	Origen
Mayo	Temprana	30-60 cm	120-130cm	Argentina
Bayano	Media	40-100cm	120-200cm	Cuba
Uman	Tardía	40-100cm	230-280cm	México

Provistas por: * Ing. Agr. Carlos Olano, Semillas Argentinas S. A.; *** Ing. Agr. Rodolfo Goth Loreto, Corrientes.

Cuadro 2: Poder germinativo de las semillas de las especies de leguminosas del cuadro 2, obtenida a 26-28°C, durante 25 días (Lab. del Est. Danzar Forestación S.A.).

Table 2: Germination power of legumes seeds obtain at 26 – 28 °C during 25 days. (Lab of Danzer Forestación S.A)

Especie (Ref. en Cuadro 2)	Semillas/kg	Germinación (%)	Semillas viables/kg
1	475.000	19	90.250
2	275.000	8	22.000
3	235.000	17	39.950
4	295.000	8	23.600
5	450.000	15	67.500

Intersiembr / interplantación

Previa a las mismas se realizó una apreciación visual de las principales especies presentes en el pastizal.

Se hicieron dos repeticiones con surcos simples de 52 m de longitud entre líneas alternadas de pino (Figura 1), coincidiendo la unidad de muestreo con la unidad experimental.

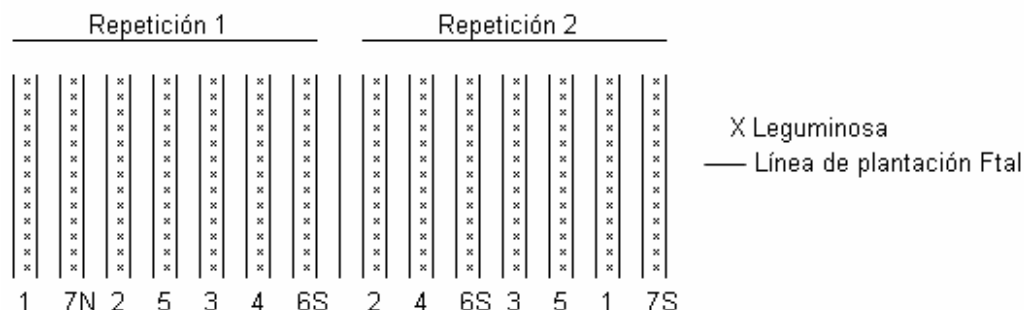


Figura 1: Esquema de la disposición de las especies leguminosas forrajeras en el ensayo, bajo dosel arbóreo de pino híbrido *Pinus elliottii* var *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis* en el Sur de Misiones.

Figure 1: Schedule of legumes intersowing under hybrid pine *Pinus elliottii* var *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *Hondurensis*) canopy in S Misiones.

La intersiembra se realizó el 13 de noviembre de 2003, en surcos de 10-15 cm de profundidad, en la misma orientación E – W de la plantación forestal, abiertos con un elemento surcador que simuló una sembradora. La siembra se realizó en forma manual, a cho rillo y tapado superficial con elementos manuales (rastrillo). Se hicieron dos repeticiones con surcos de 52 m de longitud entre las líneas alternadas de pino (13 líneas de pinos, plantados a 2 m de distancia entre si).

Del germoplasma de *Arachis pintoii* diploide (6S) y triploide (7N) se hicieron previamente plantines en bandejas de 40 cavidades (93 cc) con sustrato utilizado para siembra de especies forestales y con fertilizante de liberación lenta OSMOCOTE^R (15-9-12) el 11 de Octubre de 2003. En la misma fecha de realización de la intersiembra se procedió a plantar las mudas de *Arachis*, siendo su disposición de 54 plantines de cada una por repetición, a 1 m de distancia entre c/u en los surcos. Dichos plantines tenían 31 días al momento de la plantación. En todos los casos no se utilizaron fertilizantes ni se inocularon las semillas. Se le aplicaron dos cortes con guadañadora rotativa a 25 cm de altura, uno el 17 de Diciembre de 2004 y el otro el 31 de Enero de 2006.

Parámetros evaluados

Para evaluar el comportamiento de las diferentes especies se utilizó una metodología adaptada de dos antecedentes previos. Por un lado la utilizada por ALTUVE et al. (1992), para la introducción y evaluación de especies forrajeras en suelos bajos de la zona Norte de Corrientes, basada en una cuantificación numérica de observaciones visuales de varios parámetros y por otro la metodología utilizada por COOK B. (1999, com. pers.) para la evaluación primaria en la introducción de germoplasma por el DPI de Queensland, Australia. Esta última se basa en observaciones de tres parámetros -persistencia, vigor y difusión- en siembras o plantaciones hechas en surcos y no en cuadros, ya que esto permite cubrir una mayor heterogeneidad de los suelos.

Para la evaluación de las especies introducidas en el ensayo se utilizaron seis parámetros de evaluación, las cuales se los definió de la siguiente manera:

Germinación - implantación: involucra energía germinativa, tiempo de aparición de plántulas, vigor de las mismas.

Cobertura: grado de cubrimiento por la especie.

Crecimiento-volumen: desarrollo de las plantas medido en vigor, altura y volumen.

Resistencia a heladas: evaluado a través del material verde remanente después de las heladas.

Producción de semillas: época, concentración y abundancia.

Difusión-dispersión: incremento de la superficie cubierta por la especie, en base a generación de nuevas plantas provenientes de resiembra y/o estolones enraizados.

En cada fecha de observación se asignó un puntaje a los parámetros con escala de 0 a 4 según el estado de las plantas leguminosas (Cuadro 3).

Parámetros	Puntaje
Germinación - implantación	0 a 4
Cobertura	0 a 4
Crecimiento - volumen	0 a 4
Resistencia a heladas	0 a 4
Producción de semillas	0 a 4
Difusión - dispersión	0 a 4

Cuadro 3: Parámetros evaluados. Escala: 0 Nulo – 1 Regular – 2 Bueno – 3 Muy bueno – 4 Excelente. Máximo valor a obtener por una especie = 24.

Table 3: Parameter evaluation. Scale: 0 Null – 1 Regular – 2 Good – 3 Very Good – 4 Excellent. Maximum value possible to obtain by a specie = 24.

En total se realizaron 11 mediciones desde diciembre de 2003 hasta marzo de 2006.

Radiación fotosintéticamente activa (RFA)

A los fines de caracterizar la cobertura arbórea se midió la radiación fotosintéticamente activa disponible para el estrato herbáceo durante la estación estival en dos oportunidades, enero de 2004 y marzo de 2006. Para ello se utilizó un ceptómetro de barra (Decagon devices, Inc - Cavadevices.com.) con el cual se efectuaron mediciones de RFA en la línea de plantación de las leguminosas forrajeras (100 lecturas como mínimo) en el cenit, a 1 metro de altura en paralelo a la superficie del suelo, orientando el instrumento de modo de integrar todas las situaciones de radiación bajo la canopia. Las mediciones de RFA en la situación de cielo abierto se realizaron al inicio y al final de las mediciones bajo dosel arbóreo (20 lecturas como mínimo), de modo de poder comparar la interceptación del componente forestal y la radiación disponible para el estrato herbáceo.

Análisis de la información

Para la realización del análisis de los parámetros observados en las 11 mediciones a campo, se conformó una base de datos general. Para cada especie y su repetición se calculó el puntaje total obtenido, realizando la suma de los puntajes de los parámetros evaluados. A su vez se determinó el valor promedio por especie y el desvío estándar en cada momento de observación.

RESULTADOS

La determinación visual de la frecuencia de las principales especies componentes del pastizal bajo dosel arbóreo al comienzo de la experiencia, indicó un fuerte predominio de *Axonopus compressus*, hecho similar al encontrado previamente por LACORTE *et al.*(2003). Otra especie presente, pero de mucha menor importancia fue *Digitaria insularis*. Posteriormente y probablemente como producto de la perturbación del suelo por el elemento surcador, aparecieron leguminosas forrajeras como *Arachis* sp (maní forrajero silvestre) y *Desmodium cannum* (pega-pega) y malezas de hoja ancha como *Solanum sicimbrifolium* (espina colorada), observándose en ciertas áreas *Convolvulus* sp (batatilla) e *Ipomoea grandifolia* posiblemente como malezas residuales de la agricultura. Las malezas leñosas –*Solanum verbascifolium* (fumo

bravo) y *Baccharis coridifolia* (chirca ó chilca) estuvieron siempre presentes, disminuyendo gradualmente la primera de ellas y secándose la segunda a medida que se incrementó la sombra.

Las precipitaciones totales anuales durante los años 2003-2005 fueron inferiores al promedio del período 1994-2002 (Cuadro A1 del Anexo). Durante el período de implantación (Noviembre y Diciembre/03) la precipitaciones registradas fueron superiores, mientras que en los meses estivales (Enero a Marzo) de los años siguientes los valores obtenidos fueron inferiores a la media.

Las variables de estado del componente arbóreo tanto en la fase inicial y final del ensayo se presentan en el Cuadro 5.

Cuadro 5: Valores promedios del diámetro a la altura del pecho (Dap), altura total (Ht), altura a la base de la copa verde (Hbcv), densidad (pl/ha) e incrementos de pino híbrido (*Pinus elliottii* var *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis*) en el Sur de Misiones.

Table 5: Average values of D.B.H., H, green crown base height and mean annual increment of hybrid pine.

Var.\Año	2003	2006	Incremento/año
DAP (cm)	13,4	21,1	2,6 cm
Ht (m)	6,7	11,69	1,7 m
Hbcv (m) *	2,5	5,14	---
Densidad (pl/ha)	1250	1200	---

* el 50 % de árboles fueron podados

Los incrementos observados en diámetros y altura denotan las altas tasas de crecimiento del pino híbrido. El desarrollo del dosel arbóreo quedó evidenciado al analizar las mediciones de radiación fotosintéticamente activa (Figura1). Al inicio del ensayo el promedio de RFA disponible para el estrato herbáceo fue del 83% respecto a la situación de cielo abierto, sin embargo, en marzo de 2006 la RFA disponible para las leguminosas fue en promedio de 24,7%.

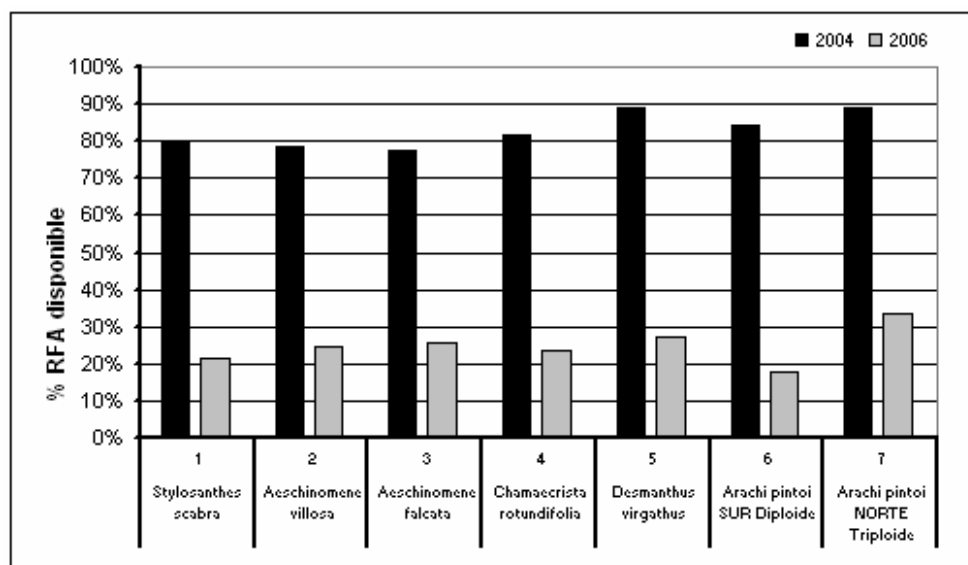


Figura 1: Porcentaje de RFA disponible para el estrato herbáceo bajo canopia, comparada con la de cielo abierto (100%). Enero de 2004 y marzo de 2006.

Figure 1: PAR percentage available for herbaceous strata under tree canopy, in relation to open conditions. January 2004 and march 2006

El número de plantas iniciales fue alto (Anexo), con un puntaje elevado para todas las especies en el parámetro Germinación – Implantación, excepto una repetición de *Stylosanthes scabra* (1) y las dos repeticiones de *Arachis pintoí* triploide.

Se observó que en los primeros estadios (Noviembre/03) hubo ataque severo de hormigas en *Desmanthus virgatus* y posteriormente (Diciembre/03) las especies sembradas fueron afectadas levemente por hormigas y comidas por liebres y venados, detectados estos últimos por las huellas. Los *Arachis* inicialmente manifestaron síntomas de clorosis, pero cuando comenzaron a rebrotar las nuevas hojas presentaron un aspecto vigoroso y sin el síntoma mencionado. En Marzo/2004 se observó en estas especies, así como también en las leguminosas nativas mencionadas anteriormente, la presencia de huevos y adultos vivos de ácaro rojo (*Tetranychus* sp., *Tetranychidae*, *Acari*), que se manifiesta en épocas de sequías.

Como resultado de las observaciones y valoraciones a campo se presenta la evolución de los parámetros de cobertura y crecimiento para cada una de las especies evaluadas (Figura 2). De las especies estudiadas se destaca en primer término en Cobertura y Crecimiento-Volumen - *Chamaecrista rotundifolia*. A su vez tuvo una fuerte difusión-dispersión en las dos últimas

observaciones (Cuadro AII del Anexo), donde se constató que plantas ubicadas en el centro del surco alcanzaron la línea de pinos (2 m). Las plantas de *Arachis pintoii* diploide y triploide, en forma individual, tuvieron también una aceptable Cobertura y Crecimiento–Volumen y la Difusión-Dispersión fue menor que en el caso anterior por sus características morfológicas, superando sin embargo al resto de las otras especies. Cabe destacar que en el proceso de multiplicación vegetativa de esta especie no se utilizó el sustrato adecuado, que por su composición permitió un fuerte crecimiento de la parte aérea y muy pobre enraizamiento. Este desbalance hizo que al implantarlas, no todas las plantas soportaran las sequías registradas, hecho que redujo el número de las mismas a un 20 % aproximadamente (Cuadro A II del Anexo). Al tener estas especies los mayores valores establecidos para los parámetros Desarrollo y Crecimiento – Volumen como Dispersión – Difusión, es indicativo de que compitieron con las especies del tapiz vegetal y que tienen condiciones para desarrollarse en estos ambientes sombríos.

De acuerdo a TROPICAL GRASSLAND SOCIETY (2005) los *Arachis* son los que mejor se desempeñan en condiciones similares a las del presente ensayo, seguidos por *Chamaecrista rotundifolia*. La primera de ellas es una excelente forrajera, pero la última mencionada en ciertas condiciones de climas húmedos no resultaría lo suficientemente palatable. Sin embargo, la calidad de la dieta se incrementa por una mayor calidad de la gramínea asociada (TGS news & views, 2005; COOK, 1999, com .pers.).

Ambas especies producen semillas; observándose el inicio de floración en Septiembre/04 y presentando *Chamaecrista* vainas verdes y maduras desde Febrero hasta Mayo/04. Debido a los cortes realizados no se pudo constatar la subsiguiente evolución. No se observó resiembra en todos los casos, habiendo situaciones dudosas en *Arachis* (estolones enraizados o plantas nuevas de resiembra).

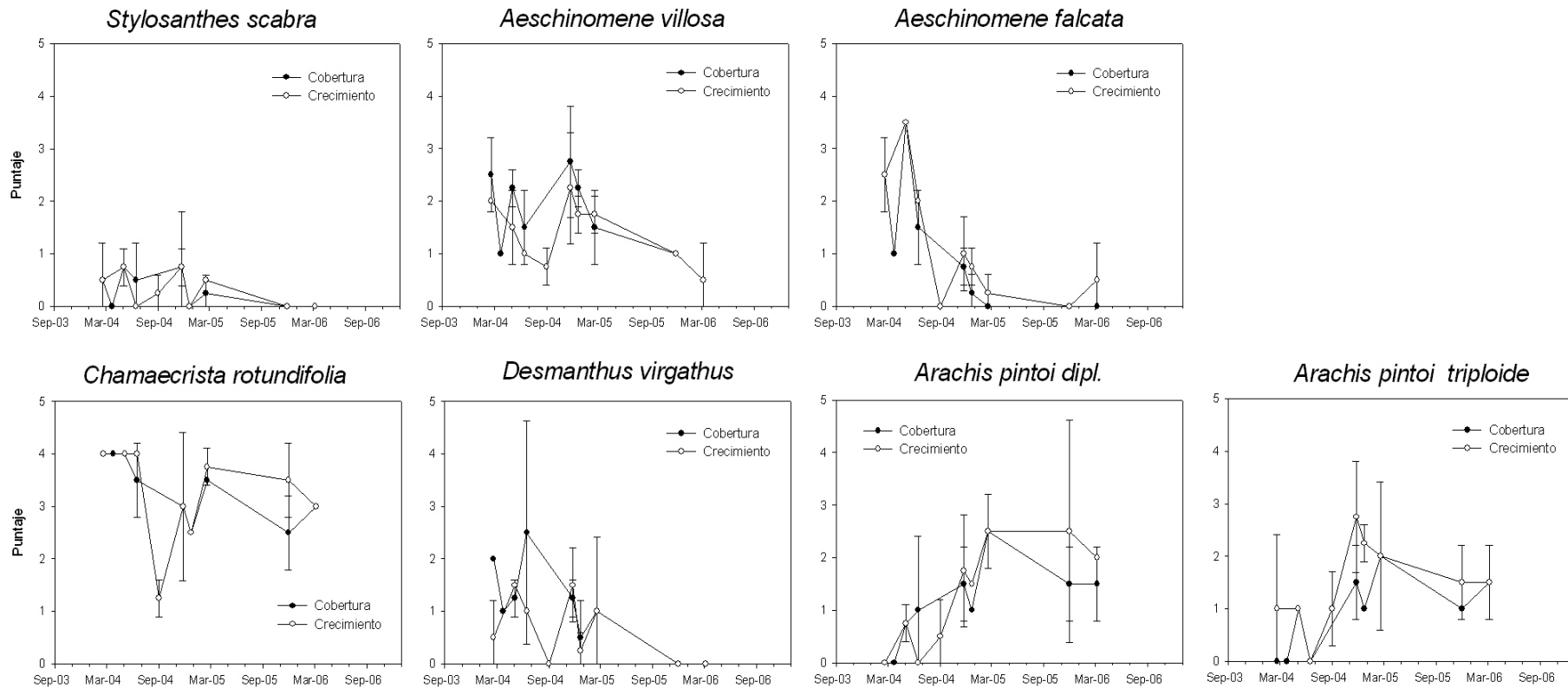


Figura 2: Evolución del puntaje promedio asignado y su desvío estándar en cada momento de observación de los parámetros Cobertura (círculos llenos) y Crecimiento - Volumen (círculos vacíos) para todas las especies evaluadas

Figure 2: Mean and standard deviation of assigned punctuation in each parameter observation period. Cover degree, (fill circle) and Growth-volume (empty circles) for each specie under evaluation

En cuanto a resistencia a heladas, *Chamaecrista* presentó cierta tolerancia inicial, pero ninguna resistió a las siguientes heladas. Posteriormente, con el incremento de la temperatura hubo rebrote de las plantas originales.

CONCLUSIONES

En una primera etapa de introducción de especies forrajeras, la metodología utilizada permitió establecer las que fueron promisorias.

Las condiciones en que se desarrolló la experiencia fueron severas, sin inoculación ni fertilización, competencia del pastizal nativo, fuerte sequía e incremento sustantivo del nivel de sombra.

De las especies de leguminosas forrajeras utilizadas, *Chamaecrista rotundifolia* se destacó en Cobertura, Crecimiento–Volumen, Difusión–Dispersión y aceptable producción de semillas, lo que permitiría realizar cosechas en la zona y no depender de otras fuentes de provisión. Similar comportamiento tuvieron *Arachis pintoii* diploide y triploide pero con menor, Difusión–Dispersión y si bien es probable la producción de semillas, las mismas son de difícil cosecha y servirían más bien como una forma de Difusión–Dispersión, hecho comprobado anteriormente a cielo abierto (LACORTE, 2004, inf. sin publicar). A su vez presentan la característica de poder ser multiplicadas vegetativamente, tecnología que convendría desarrollar.

Los ataques de insectos y enfermedades fueron de escasa significancia.

Estas especies, además de ser promisorias para los SSP, podrían ser tenidas en cuenta para coberturas verdes de verano en yerbales, citrus y otros cultivos perennes.

La continuación de esta experiencia debería contemplar el uso de inoculantes específicos, ajustadas tecnologías de implantación por siembra o vegetativamente, formas de cosecha de semillas y la evaluación bajo pastoreo, si es posible con medición de la producción animal. Como también iniciar el rescate y estudio de las especies de estos géneros propios de nuestra región.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Ing. Agr. Carlos Olano de Semillas Argentinas S. A. la provisión de semillas y al Ing. Agr. Rodolfo Goth de Loreto Forestal (Corrientes) el material vegetativo para la realización de este ensayo.

BIBLIOGRAFÍA

- ALTUVE S., Burtnik O., Ramírez M. (1992)- Evaluación de Forrajeras introducidas en Malezales de la cuenca del Aguapey, Noticias y Comentarios N° 280, Mayo/92, INTA, EEA Mercedes (Ctes.)
- FERNÁNDEZ, R. A.; Lupi, A. M.; Pahr, N. M.; Domecq, C. (1996)- Respuesta del Kiri (*Paulownia* spp.) a la fertilización y al encalado. Informe Técnico N 7, INTA-EEA , Montecarlo, Misiones.
- HUMPREYS, L. R. (1980)- Part 3, News and improved pasture plants. En: Tropical Pastures And Fodder Crops, Longman Group Ltd., London, pag.16.
- LACORTE S, Fassola H. E., Domecq C., San José M., Hennig A, Correa M., Ferrere P., Moscovich F. (2003)- Efecto del pastoreo en el crecimiento de *Grevillea robusta* A. cunn. y la dinámica del pastizal en Misiones, Argentina. RIA vol 32 n°2: 79-97, Ago./03.
- LACORTE, S. M., Fassola H. E., Pachas N., Colcombet L (2004)- Efecto de diferentes grados de sombreado , con y sin fertilización fosfórica, sobre la producción de un pastizal modificado con predominio de *Axonopus compressus* (Swartz) Beauv. en el Sur de Misiones, Argentina. 11as. Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales -7 a 9 de Octubre de 2004- Ciudad de Eldorado, Provincia de Misiones, Argentina. Org.: Facultad de Ciencias Forestales (UnaM)- EEA Montecarlo-INTA, 9 pág. (Disponible en CD).
- KRAPOVICKAS A, Gregory, W. C. (1994)- Taxonomía del género *Arachis* (*Leguminosae*). Bonplandia 8: 1-186, 1994.
- PAVETTI D. R., Benvenuti M. A., Moreno F. (2004)- Evaluación de forrajeras promisorias bajo *Pinus taeda*. En: Informe Anual 2004, INTA Centro Regional Misiones, pág.32:36.
- PEÑALOZA A.P., Pozzobon, M.T., Valls, J.F.M. (1996)- Cytogenetic findings in wild species of *Arachis* (*Leguminosae*). Revista brasileira de Genética 19: 129, 1996.
- TROPICAL GRASSLAND SOC. (2005). T. G. S news & views. Vol. 21, N° 2, June/05, pag.3:5.
- T. G. S news & views. Forages – an interactive selection tool . Disponible en: [http/ www.tropicalforages.info](http://www.tropicalforages.info), acceso 27/04/06.
- T. G. S news & views. (2005)- Wynn cassia –eaten or rejected?, Vol. 21, N° 3, pag. 6, Oct./05.

WHITEMAN P. C. (1980a)- Ch. 4 – Management of tropical pastures, The legume as a component in animal nutrition. En: Tropical Pasture Science, Oxford University Press, pag. 206.

WHITEMAN P. C. (1980b)- Ch. 4 – Management of tropical pastures, Protein content. En: Tropical Pasture Science, Oxford University Press, pag. 206-7.

WHITEMAN P. C. (1980c)- Ch. 4 – Management of tropical pastures, Nitrogen transfer and losses. En: Tropical Pasture Science, Oxford University Press, pag. 232:235.

Anexo

Cuadro AI: Precipitaciones registradas (mm) en Danzer Forestación. S. A. durante la experiencia.

Table AI: Precipitation observed (mm) in Danzer Forestación S.A. during the study period

1994-2002	2003	2004	2005	2006
E 166,01	222	57,5	92	108
F 168,58	204	67,5	48	37,5
M 169,36	146,5	143	102,6	60,0
A 190,43	170,2	217	348,2	287,1
M 134,34	0	52	196,3	
J 122,19	60,1	56,6	235,6	
J 96,83	30,1	41,5	50,4	
A 107,31	72,5	63,5	67	
S 172,50	59,7	147,3	117,9	
O 287,23	195,2	199,7	123	
N 137,12	226,7	225	132,9	
D 224,29	358,1	88,4	101	
1976,20	1745,1	1359	1614,9	

Cuadro All- Germinación, Difusión-Dispersión de la especies leguminosas y número de plantas de *Arachis pintoii*, bajo dosel de pino híbrido.

Especies	13-Nov-03		30/Nov./05		7/Mz/06		7/Mz/06	
	Parámetro Germ.-Impl.		Difus.-Disper.		Difus.-Disper.		Plantas/50m	
	Repetición I II		I II		I II		I II	
1- <i>Stylosanthes scabra</i>	4	1	0	0	0	0		
2- <i>Aeschynomene villosa</i>	4	4	0	0	0	1		
3- <i>Aeschynomene falcata</i>	4	4	0	0	0	0		
4- <i>Chamaecrista rotundifolia</i>	4	4	4	4	2	3		
5- <i>Desmanthus virgatus</i>	3	4	0	0	0	0		
6- <i>Arachis pintoii</i> SUR dipl.	4	4	3	1	1	1	12	10
7- <i>Arachis pintoii</i> Norte trip.	2	2	1	1	0	2	9	8

QUANTIFICAÇÃO DA BIOMASSA DE RAÍZES DE UMA FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL NA REGIÃO DE ITAÁRA – RS – BRASIL

ROOTS BIOMASS QUANTIFICATION IN A SEASONAL DECIDUAL FOREST IN ITAÁRA – RS – BRAZIL

Vicente Guilherme Lopes¹
Cristiane Azzolin Lopes²
Mauro Valdir Schumacher³
Peter Trueby⁴
Francine Neves Calil⁵

¹Acadêmico do Curso de Engenharia Florestal, Bolsista-CNPQ. Laboratório de Ecologia Florestal - UFSM. Santa Maria, RS, Brasil. viguilopes@yahoo.com.br

²Acadêmica do Curso de Engenharia Florestal. Laboratório de Ecologia Florestal - UFSM. Santa Maria, RS, Brasil. cris_a_lopes@yahoo.com.br

³Eng. Ftal. Prof. Dr. nat. techn. Dpto. Ciências Florestais – CCR – UFSM. Laboratório de Ecologia Florestal - UFSM. Santa Maria, RS, Brasil. schumacher@pesquisador.cnpq.br

⁴Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i.Br., Institut für Bodenkunde und Waldernährungslehre. Freiburg i.Br., Deutschland.
peter.trueby@bodenkunde.uni-freiburg.de

⁵Eng.^a Ftal. M.Sc. Doutoranda PPGEF-CCR-UFSM. Laboratório de Ecologia Florestal UFSM. Santa Maria, RS, Brasil. francine.calil@terra.com.br

SUMMARY: This study had as objective to estimate the roots biomass divided in five diametric classes: fine (= 2 mm), thin (2-5 mm), medium (5-10 mm), large (10-20 mm) and very large (> 20 mm), in different soil depths, in a Seasonal Decidual Forest. The sampling was done through eight (25 x 25 x 35 cm) monoliths excavation. The monoliths were divided in seven geometric profiles, in the following depths: 0-5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-25, 25-30 and 30-35 cm. The total roots biomass in the soil profile (until 35 cm) was 13.578,00 kg ha⁻¹.

Key-words: Biomass, roots, Seasonal Decidual Forest.

RESUMO: Este trabalho teve por objetivo estimar a biomassa de raízes divididas em cinco classes de diâmetro distintas, sendo assim, finas (= 2 mm), pequenas (2-5 mm), médias (5-10 mm), grandes (10-20 mm) e muito grandes (> 20 mm), em diferentes profundidades do solo, para uma Floresta Estacional Decidual. A amostragem foi realizada através da escavação de oito monolitos de 25 x 25 x 35 cm. Os monolitos foram divididos em sete perfis geométricos, nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-25, 25-30 e 30-35 cm. A biomassa total de raízes finas encontradas no perfil de solo (até 35 cm) foi de 13.578,00 kg ha⁻¹.

Palavras-chave: Biomassa, raízes, Floresta Estacional Decidual.

INTRODUÇÃO

Estudos sobre as características do sistema radicular e dos princípios da sustentabilidade nas florestas nativas são de fundamental importância, para o entendimento do equilíbrio ecológico desses ecossistemas. As informações da configuração do sistema radicular servem como subsídio para elucidar os processos ecofisiológicos básicos, principalmente aqueles relacionados com a nutrição e o balanço hídrico das árvores, fornecendo-nos informações para a manutenção da capacidade produtiva desses sítios, sendo de extrema relevância no planejamento da atividade florestal.

O principal fator envolvido na distribuição das raízes no solo é o genótipo da espécie, porém ele pode ser influenciado por outros fatores que estão ligados ao solo, tais como, fertilidade, densidade, disponibilidade de oxigênio, efeito do pH, textura, temperatura e, juntamente pelas circunstâncias nas quais a espécie se desenvolve, por exemplo, competição entre árvores (Gonçalves & Mello, 2000). Segundo os mesmos autores, a maioria das raízes finas está concentrada nos primeiros 30 cm de solo, dependendo, fundamentalmente, da aeração e fertilidade do solo. Porém, as raízes encontradas nas camadas mais profundas podem responder pela absorção de grandes quantidades de água e nutrientes.

Originalmente a Fralda da Serra Geral era coberta por Floresta Estacional, caracterizada por apresentar grande diversidade de espécies florestais e animais, sendo de grande importância para o ecossistema da região Sul do Brasil. Com o avanço da ocupação humana, observa-se dentro das molduras da floresta nativa escura uma vegetação verde-clara, ainda baixa denominada de capoeira, que com idade avançada, depois das sucessões vegetais, vão se assemelhar as condições originais (Lindman & Ferri, 1974).

As raízes podem ser divididas em duas classes: raízes grossas ou de sustentação e raízes finas ou de absorção, que apresentam intensa atividade metabólica e são as principais responsáveis pela captação de água e nutrientes. Raízes de sustentação são mais espessas e suberificadas, sendo assim menos impermeáveis, estas são responsáveis pela sustentação estrutural das árvores (Witschoreck, 2001).

Não obstante, existem poucos estudos sobre o sistema radicular e, na maioria dos trabalhos realizados neste compartimento das plantas, considera apenas as raízes de sustentação, constituído pelas raízes de maiores diâmetros. A não amostragem de raízes finas deve-se a complexidade desses estudos, que envolvem grande demanda de tempo e mão-de-obra, o que representa pesquisas caras e morosas (Witschoreck *et al.*, 2003).

A carência de estudos sobre esta temática, especialmente em florestas nativas, dificulta a realização de práticas que garantam a sustentabilidade desses ecossistemas. O objetivo do presente trabalho foi estimar a biomassa de raízes em diferentes profundidades do solo, para uma Floresta Estacional Decidual.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado na fazenda da Brigada Militar no município de Itaara-RS, localizada na serra de São Martinho, na região fisiográfica do Planalto Médio, tendo as coordenadas geográficas "centrais" de 29°30'12,2" de latitude Sul e 53°46'06" de longitude Oeste, com altitude média de 400 m.

Segundo a classificação climática de Köppen, o Rio Grande do Sul enquadra-se na zona temperada e no tipo temperado úmido. A região em que o município de Itaara está inserido apresenta a variedade climática Cfa, caracterizada pela ocorrência de chuvas durante todos os meses do ano, possuindo a temperatura do mês mais quente superior a 22°C e a do mês mais frio superior a -3°C, com precipitação variando entre 1700 e 1800 milímetros anuais (Moreno, 1961).

O solo é do tipo Neosolo Litótico eutrófico típico, conforme a classificação atual brasileira (Streck et al., 2002).

Para a escolha da área, foi utilizado o seguinte critério: menor variação de solo possível, mesma exposição, média de declividade semelhante e mesmo estrato. A floresta escolhida caracteriza-se como secundária intermediária.

A amostragem foi realizada nos meses de agosto e setembro/2004 através da escavação de oito monolitos de 25 cm x 25 cm x 35 cm, distribuídos aleatoriamente no interior da área escolhida. Os monolitos foram divididos em sete perfis geométricos de 25 cm x 25 cm x 5 cm, nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-25, 25-30, 30-35 cm. Inicialmente procedeu-se a abertura de uma trincheira de 40 cm de profundidade, na qual, promoveu-se o acesso a vista lateral do monolito. Posteriormente, foram eliminadas irregularidades na parede, deixando-a perfeitamente no prumo, após foi coletada a primeira camada de solo, de 0-5 cm de profundidade. A mesma metodologia foi utilizada na obtenção das demais camadas. O solo coletado foi armazenado em saco plástico, devidamente identificado, e mantido em câmara fria ($\pm 5^{\circ}\text{C}$).

Posteriormente à coleta do material, ocorrida nos meses de agosto e setembro/2004, este foi encaminhado ao Laboratório de Ecologia Florestal do Departamento de Ciências Florestais da UFSM, no qual procedeu-se a lavagem do mesmo. A separação das raízes do solo foi executada por meio de um conjunto de duas peneiras sobrepostas; a superior com malha de 2 mm e a inferior de 1 mm. O material foi depositado na peneira superior, em pequenas porções, e mediante sucessivos jatos d'água e com o auxílio de uma espátula para retirada do solo, permanecendo somente as raízes. Quase a totalidade das raízes ficava depositada na peneira de 2 mm, em quantidade menor eram encontradas segunda peneira de 1 mm de malha. Após a separação das raízes do solo, com o auxílio de um gabarito, realizou-se a devida classificação nas cinco classes de diâmetro, finas (≤ 2 mm), pequenas (2-5 mm), médias (5-10 mm), grandes (10-20 mm) e muito grandes (> 20 mm), elas foram armazenadas sob refrigeração ($\pm 5^{\circ}\text{C}$), dentro de vidros com solução de álcool (10%), devidamente fechados e identificados. Após as raízes foram secas em estufa de circulação e renovação de ar a 70°C , por um período de 72 horas, e depois pesadas em balança analítica com 0,01 g de precisão.

RESULTADOS

Após a análise dos resultados contidos na **tabela 1**, constata-se que grande parte da biomassa de raízes finas (0-2 mm) está concentrada nos primeiros 10 cm de solo com $1.768,20 \text{ kg ha}^{-1}$, onde perfazem 67,2% da biomassa radicular média. Ao passo que, com o aumento da profundidade houve considerável redução na biomassa de raízes, em virtude de estar relacionada com a matéria orgânica, maior aeração e disponibilidade de nutrientes nas primeiras camadas de solo, assim como, o adensamento e presença de rochas nas camadas mais profundas.

Os resultados do presente estudo assemelham-se aos obtidos por Ordinola *et al.* (2005), que avaliou a biomassa e dinâmica de raízes em sistemas agroflorestais implantados em áreas de pastagens abandonadas na Amazônia central, onde foram encontradas maiores quantidades de raízes finas nos primeiros 10 cm de solo (60-84% do total de raízes).

Witschoreck *et al.* (2003) em um estudo sobre estimativa da biomassa e do comprimento de raízes finas em *Eucalyptus urophylla* no município de Santa Maria-RS, encontrou nos primeiros 30 cm de solo a concentração de 72,8% da biomassa radicular média, indicando ser as raízes dessa espessura as principais responsáveis pelos processos de absorção de água e nutrientes.

Schumacher *et al.*, (2002), em um estudo com *Araucária angustifolia*, constatou que 53,4% da biomassa total de raízes finas encontrava-se na camada de 0-30 cm do solo, e ainda, que entre estas camadas houve uma distribuição mais uniforme do sistema radicular. Da mesma forma, Schumacher *et al.* (2005), em um estudo com *Pinus taeda* encontrou aproximadamente 84,6% da biomassa de raízes finas nos primeiros 30 cm de solo.

Gaitán *et al.* (2005) trabalhando com raízes finas de *Eucalyptus globulus* ssp. *Maidenii* verificou que a maior parte das raízes se localizaram nos primeiros 20 cm de profundidade do solo, onde as condições edáficas são mais favoráveis. Neste contexto, Martins *et al.* (2004), afirma que a densidade de raízes finas pode ser um fator relacionado com a característica do genótipo bem como, comportamento nutricional, potencial produtivo e capacidade de adaptação às condições de estresse ambiental.

Tabela 1 – Biomassa de raízes finas (kg ha^{-1}), nas diferentes profundidades do solo, para uma Floresta Estacional Decidual.

Table 1 – Fine roots biomass (kg ha^{-1}), in different soil depths, in a Seasonal Deciduous Forest.

Profundidade (cm)	Monolitos (kg ha^{-1}) ^{1/}								Média ^{2/}	Desvio- padrão	CV (%) ^{3/}
	A	B	C	D	E	F	G	H			
0-5	993,60 (46,3) ^{4/}	814,40 (40,6)	1225,60 (44,5)	1233,60 (45,2)	2240,00 (67,5)	913,60 (42,6)	1364,80 (38,5)	1108,80 (46,0)	1236,80 a (47,0)	415,53	33,6
5-10	505,60 (23,5)	432,00 (21,5)	617,60 (22,4)	344,00 (12,6)	403,20 (12,1)	785,60 (36,6)	700,80 (19,8)	462,40 (19,2)	531,40 b (20,2)	144,74	27,2
10-15	342,40 (15,9)	256,00 (12,7)	374,40 (13,6)	432,00 (15,8)	86,40 (2,6)	139,20 (6,5)	433,60 (12,2)	313,60 (13,0)	297,20 bc (11,3)	120,49	40,5
15-20	140,80 (6,6)	193,60 (9,6)	171,20 (6,2)	297,60 (10,9)	144,00 (4,3)	123,20 (5,7)	403,20 (11,4)	180,80 (7,5)	206,80 c (7,9)	89,60	43,3
20-25	164,80 (7,7)	83,20 (4,1)	142,40 (5,2)	155,20 (5,7)	284,80 (8,6)	129,60 (6,0)	291,20 (8,2)	91,20 (3,8)	167,80 c (6,4)	74,34	44,3
25-30	0,00 (0,0)	84,80 (4,2)	147,20 (5,3)	105,60 (3,9)	94,40 (2,8)	54,40 (2,5)	193,60 (5,5)	115,20 (4,8)	99,40 c (3,8)	54,30	54,6
30-35	0,00 (0,0)	144,00 (7,2)	76,80 (2,8)	163,20 (6,0)	67,20 (2,0)	0,00 (0,0)	158,40 (4,5)	139,20 (5,8)	93,60 c (3,6)	63,41	67,7
Total	2147,20	2008,00	2755,20	2731,20	3320,00	2145,60	3545,60	2411,20	2633,00	529,48	20,1

^{1/} monolitos amostrados até a profundidade de 35 cm; ^{2/} médias não ligadas por mesma letra, na vertical, diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro; ^{3/} coeficiente de variação; ^{4/} valores entre parênteses referem-se à porcentagem de raízes na respectiva camada, em relação ao total.

Nas **tabelas 2 e 3**, pode-se verificar a biomassa de raízes pequenas (2-5 mm) e médias (5-10 mm) respectivamente. Nestas classes de diâmetro a biomassa apresentou valores próximos a metade da biomassa de raízes finas, contudo sua distribuição ao longo do perfil do

solo segue comportamento semelhante, apresentando maiores concentrações nas camadas mais superficiais.

Tabela 2 – Biomassa de raízes pequenas (kg ha^{-1}), nas diferentes profundidades do solo, para uma Floresta Estacional Decidual.

Table 2 – Thin roots biomass (kg ha^{-1}), in different soil depths, in a Seasonal Decidual Forest.

Profundidade (cm)	Monólitos (kg ha^{-1}) ^{1/}								Média ^{2/}	Desvio-padrão	CV (%) ^{3/}
	A	B	C	D	E	F	G	H			
0-5	192,00 (26,5) ^{4/}	236,80 (47,6)	380,80 (41,2)	326,40 (36,4)	619,20 (68,7)	364,80 (61,6)	510,40 (39,5)	390,40 (50,4)	377,60 (45,7)	129,05	34,2
5-10	217,60 (30,0)	96,00 (19,3)	222,40 (24,0)	163,20 (18,2)	20,80 (2,3)	147,20 (24,9)	264,00 (20,4)	132,80 (17,1)	158,00 (19,1)	72,79	46,1
10-15	206,40 (28,5)	60,80 (12,2)	196,80 (21,3)	134,40 (15,0)	33,60 (3,7)	14,40 (2,4)	91,20 (7,1)	59,20 (7,6)	99,60 (12,1)	67,90	68,2
15-20	19,20 (2,6)	80,00 (16,1)	88,00 (9,5)	195,20 (21,7)	28,80 (3,2)	14,40 (2,4)	99,20 (7,7)	48,00 (6,2)	71,60 (8,7)	55,66	77,7
20-25	89,60 (12,4)	0,00 (0,0)	0,00 (0,0)	30,40 (3,4)	102,40 (11,4)	43,20 (7,3)	219,20 (17,0)	20,80 (2,7)	63,20 (7,7)	68,77	108,8
25-30	0,00 (0,0)	0,00 (0,0)	9,60 (1,0)	0,00 (0,0)	70,40 (7,8)	8,00 (1,4)	57,60 (4,5)	59,20 (7,6)	25,60 (3,1)	28,92	113,0
30-35	0,00 (0,0)	24,00 (4,8)	27,20 (2,9)	48,00 (5,3)	25,60 (2,8)	0,00 (0,0)	51,20 (4,0)	64,00 (8,3)	30,00 (3,6)	21,77	72,6
Total	724,80	497,60	924,80	897,60	900,80	592,00	1292,80	774,40	928,80	227,46	27,6

^{1/} monólitos amostrados até a profundidade de 35 cm; ^{2/} médias não ligadas por mesma letra, na vertical, diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro; ^{3/} coeficiente de variação; ^{4/} valores entre parênteses referem-se à porcentagem de raízes na respectiva camada, em relação ao total.

Tabela 3 – Biomassa de raízes médias (kg ha^{-1}), nas diferentes profundidades do solo, para uma Floresta Estacional Decidual.

Table 3 – Medium roots biomass (kg ha^{-1}), in different soil depths in a Seasonal Decidual Forest.

Profundidade (cm)	Monólitos (kg ha^{-1}) ^{1/}								Média ^{2/}	Desvio-padrão	CV (%) ^{3/}
	A	B	C	D	E	F	G	H			
0-5	248,00 (30,6) ^{4/}	291,20 (55,0)	555,20 (32,5)	566,40 (25,9)	952,00 (85,2)	478,40 (59,0)	564,80 (41,3)	416,00 (34,2)	509,00 a (41,8)	203,08	39,9
5-10	324,80 (40,0)	198,40 (37,5)	387,20 (22,7)	518,40 (23,7)	68,80 (6,2)	120,00 (14,8)	139,20 (10,2)	248,00 (20,4)	250,60 b (20,6)	141,92	56,6

...Continua

...Continua

10-15	225,60 (27,8)	40,00 (7,6)	40,00 (2,3)	726,40 (33,2)	52,80 (4,7)	166,40 (20,5)	371,20 (27,1)	204,80 (16,8)	228,40 bc (18,7)	216,40	94,7
15-20	12,80 (1,6)	0,00 (0,0)	38,40 (2,2)	340,80 (15,6)	0,00 (0,0)	43,20 (5,3)	248,00 (18,1)	232,00 (19,1)	114,40 bc (9,4)	127,61	111,5
20-25	0,00 (0,0)	0,00 (0,0)	116,80 (6,8)	38,40 (1,8)	0,00 (0,0)	3,20 (0,4)	36,80 (2,7)	46,40 (3,8)	30,20 bc (2,5)	37,65	124,7
25-30	0,00 (0,0)	0,00 (0,0)	494,40 (29,0)	0,00 (0,0)	8,00 (0,7)	0,00 (0,0)	8,00 (0,6)	49,60 (4,1)	70,00 c (5,7)	161,18	230,3
30-35	0,00 (0,0)	0,00 (0,0)	75,20 (4,4)	0,00 (0,0)	35,20 (3,2)	0,00 (0,0)	0,00 (0,0)	20,80 (1,7)	16,40 c (1,3)	25,43	155,1
Total	811,20	529,60	1707,20	2190,40	1116,80	811,20	1368,00	1217,60	1219,00	502,80	41,2

^{1/} monolitos amostrados até a profundidade de 35 cm; ^{2/} médias não ligadas por mesma letra, na vertical, diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro; ^{3/} coeficiente de variação; ^{4/} valores entre parênteses referem-se à porcentagem de raízes na respectiva camada, em relação ao total.

No **gráfico 1**, pode-se verificar a distribuição da biomassa das raízes finas, pequenas, médias, grandes e muito grandes distribuídas no perfil de solo até 35 cm de profundidade.

As raízes finas, predominantemente, encontram-se localizadas nos primeiros 10 cm de profundidade, apresentando uma distribuição homogênea, onde à medida que aumenta a profundidade, diminui a biomassa.

As raízes pequenas e médias apresentam um comportamento semelhante, concentrando-se nos primeiros 10 cm, diferindo apenas na quantidade de biomassa acumulada.

As raízes grandes localizam-se, em sua maioria, nos primeiros 15 cm da camada de solo.

As raízes muito grandes (> 20 mm) de diâmetro apresentam comportamento bastante diferenciado das demais classes, apresentando distribuição da biomassa bastante heterogênea não diferindo estatisticamente ao longo do perfil de solo estudado.

Cabe aqui destacar a importância das raízes finas para a absorção de água e nutrientes do solo, além destas, as raízes de diâmetro superiores assumem papel fundamental na sustentação mecânica que suporta a estrutura vertical da árvore.

Para novos trabalhos de quantificação de raízes, sugere-se aumentar a intensidade e a área da unidade amostral, visando interceptar de maneira satisfatória as raízes de maiores diâmetros.

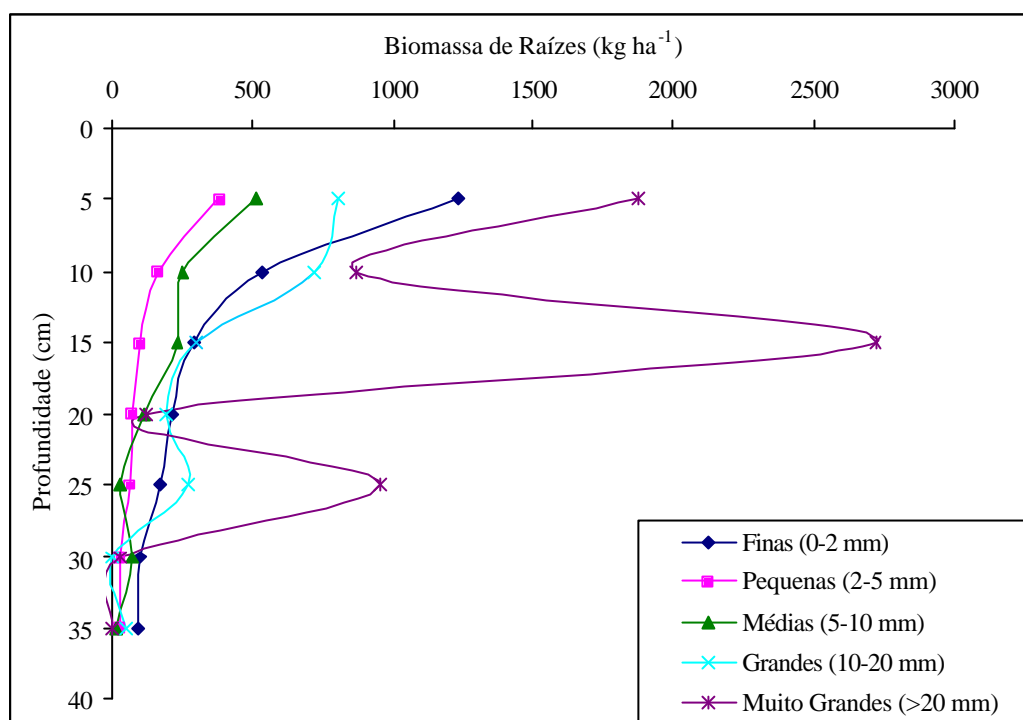


Gráfico 1: Biomassa de raízes finas, pequenas, médias, grandes e muito grandes distribuídas até 35 cm de profundidade no solo.

Graphic 1: Fine, thin, medium, large and very large roots biomass distributed until 35 cm depth in soil profile.

CONCLUSÕES

A proteção da camada superficial do solo onde se encontram as florestas nativas é fundamental para assegurar a perpetuidade da produtividade e manutenção destes ecossistemas.

Grande parte da biomassa de raízes finas (0-2 mm) está concentrada nos primeiros 10 cm de solo com 1.768,20 kg ha⁻¹, onde perfazem 67,2% da biomassa radicular média.

A biomassa total de raízes encontradas no perfil de solo (até 35 cm) foi de 13.578,00 kg ha⁻¹ (19,4% nas finas, 6,1% nas pequenas, 9,0% nas médias, 17,2 nas grossas e 48,3% nas muito grossas).

BIBLIOGRAFÍA

- GAITÁN, J. J.; PERÓN, E. A.; COSTA, M. C. Distribución de raíces finas de *Eucalyptus globulus* ssp. Maidenii y su relación con algunas propiedades del suelo. **Ciência Florestal**, Santa Maria-RS, v.15, n.1, p.33-41, 2005.
- GONÇALVES, J. L. M.; MELLO, S. L. M. **O sistema radicular das árvores**. In: Nutrição e fertilização de florestas. Piracicaba: IPEF, 2000. cap.8, p.221-267.
- LINDMAN, C. A. M. & FERRI, M. G. **A vegetação no Rio Grande do Sul**. Belo Horizonte, 1974. 390 p.
- MARTINS, L. F. S. *et al.* Característica do sistema radicular das árvores de *Eucalyptus grandis* em resposta a aplicação de doses crescentes de bio-sólido. **Scientia forestalis**, Piracicaba-SP, n.65, p.207-218, jun. 2004.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande de Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 83 p.
- ORDINOLA, J. L. E. G. *et al.* **Biomassa e dinâmica de raízes em Sistemas Agroflorestais Implantados em Áreas de Pastagens abandonadas da Amazônia Central**. Disponível em: http://www.lbaconferencia.org/cgi-bin/manaus_conf_2005/stud05_ab_press_report.pl. Acessado em: 04/08/2005
- SCHUMACHER, M.V.; HOPPE, J.M.; BARBIERI, S.J. *et al.* **Quantificação da biomassa e do conteúdo de nutrientes no corte raso de uma floresta de Araucária angustifólia (Bert.) O. Ktze. na região de Quedas do Iguaçu-PR**. Santa Maria: UFSM/FATC, 2002. 78p. (Relatório Técnico).
- SCHUMACHER, M.V.; WITSCHORECK, R.; PISSININ, L. Z. *et al.* **estimativa do comprimento e biomassa de raízes finas em uma floresta de Pinus taeda L. no estado do Rio Grande do Sul**. Santa Maria: UFSM/FATC, 2005. 15p. (Relatório Técnico).
- STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; *et al.* **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS, UFRGS, 2002. 107p.
- WITSCHORECK, R. Quantificação da biomassa e comprimento de raízes finas em povoamentos de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maid. E *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake no município de Santa Maria (RS). **Relatório de estágio**: UFSM, Santa Maria, 2001.
- WITSCHORECK, R.; SCHUMACHER, M. V.; CALDEIRA, M. V. W. Estimativa da biomassa e do comprimento de raízes finas em *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake no município de Santa Maria-RS. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.27, n.2, p.177-183, 2003.

**QUANTIFICAÇÃO DO MATERIAL COMBUSTÍVEL EM PLANTIO DE
Platanus X acerifolia (Ait.) Wild., NO MUNICÍPIO DE SANTA MARIA-RS**

**QUANTIFICATION OF THE COMBUSTIBLE MATERIAL IN *Platanus X acerifolia*
(Ait.) Wild. STANDS, IN SANTA MARIA-RS**

**Vicente G. Lopes¹
Micheli A. Horbach²
Pablo Signor³
Samira M. Kuwar⁴
Tiago F. Wayhs⁵
Mauro Valdir Schumacher⁶
Francine Neves Calil⁷**

¹Acadêmico do Curso de Engenharia Florestal, Bolsista-CNPQ. Laboratório de Ecologia Florestal - UFSM. Santa Maria, RS, Brasil. viguilopes@yahoo.com.br

²Acadêmica do Curso de Engenharia Florestal. Laboratório de Ecologia Florestal - UFSM. Santa Maria, RS, Brasil. micheliorback@yahoo.com.br

³Acadêmico do Curso de Engenharia Florestal. Laboratório de Ecologia Florestal - UFSM. Santa Maria, RS, Brasil. viguilopes@yahoo.com.br

⁴Acadêmico do Curso de Engenharia Florestal. Laboratório de Ecologia Florestal - UFSM. Santa Maria, RS, Brasil. samirakuwar@yahoo.com.br

⁵Acadêmico do Curso de Engenharia Florestal. Laboratório de Ecologia Florestal - UFSM. Santa Maria, RS, Brasil. tiago.friedrichways@hotmail.com

⁶Professor do Departamento de Ciências Florestais – UFSM. Santa Maria, RS, Brasil. schuma@ccr.ufsm.br

⁷Eng. Florestal. Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal – UFSM. Santa Maria, RS, Brasil. francine.calil@terra.com.br

RESUMO

Neste trabalho, objetivou-se quantificar o material combustível presente no sub-bosque em um povoamento de *Platanus x acerifolia* (Ait.) Wild. com aproximadamente 5-7 anos, localizado no campus da UFSM no município de Santa Maria, RS. Foram coletadas cinco amostras, em um molde de 2 x 2 m (4 m²), as quais foram separadas em quatro classes de diâmetro (Classe 1: < 7mm; Classe 2: de 7,1 a 25 mm; Classe 3: de 25,1 a 75 mm e Classe 4: > 70 mm). De cada amostra foram coletadas sub-amostras para a determinação do peso seco. A biomassa total verificada no povoamento foi de 21,3 Mg.ha⁻¹. A maior quantidade de material combustível foi encontrada na classe 1, com 17,0 Mg.ha⁻¹, seguida pela classe 2 com 3,4 Mg.ha⁻¹. Já a classe 3 apresentou 0,9 Mg.ha⁻¹ e na classe 4 não foi encontrada amostras.

Palavras-chave: *Platanus x acerifolia*, material combustível, incêndios florestais.

SUMMARY

The objective of this study was to quantify the combustible material present in an understorey of a 5 to 7 years *Platanus X acerifolia* (Ait) Wild. stand, located at UFSM, Santa Maria, RS. Five samples were collected, in 2 x 2 m (4 m²) frame, which were separated in four diameter classes (Class 1: = 7 mm; Class 2: of 7,1 to 25 mm; Class 3: of 25,1 to 75 mm and Class 4: > 70 mm). From each sample, sub-samples were collected for dry weight determination. The total biomass was 21,3 Mg ha⁻¹. The largest amount of combustible material was found in Class 1, with 17,0 Mg ha⁻¹, followed by Class 2 with 3,4 Mg.ha⁻¹. Class 3 presented 0,9 Mg ha⁻¹ and Class 4 was not find in the samples.

Key words: *Platanus x acerifolia*, combustible material, forest fires.

INTRODUÇÃO

Os incêndios florestais provocam sérios danos a estrutura de uma floresta e ao seu desenvolvimento. De acordo com Soares & Santos (2002), os incêndios florestais no Brasil, são causados em sua grande maioria por incendiários. Porém, quando se analisa a extensão da área atingida, o principal agente causal é a queima para limpeza.

Apesar de algumas atividades humanas provocarem um aumento nos danos causados pelos incêndios, outras medidas podem ser tomadas para se evitar que os mesmos sejam maiores.

Para que estas medidas sejam efetivas, faz-se necessário conhecer o comportamento do fogo. Com esta avaliação percebe-se que os fatores associados com a combustão têm o material combustível como determinante de todo o processo de queima (Saldanha *et al.*, 2004). Assim, a adoção de medidas preventivas inclui a diminuição de material de combustão dentro dos povoamentos.

A redução ou eliminação dos combustíveis existentes em uma determinada área pode ser associada à utilização de queimas controladas, manejo silvipastoril, uso de herbicidas e à construção de aceiros (Soares, 2000).

Como o acúmulo de material combustível em povoamentos florestais aumenta o risco de incêndios, é indispensável conhecer o tipo de material existente sobre o solo da floresta, a sua quantidade e inflamabilidade (Costa *et al.*, 2002), para que programas de prevenção e controle de incêndios possam ser implantados.

Portanto, o objetivo deste estudo é a quantificação do material combustível presente sob um povoamento de *Platanus x acerifolia* (Ait.) Wild., com 5-7 anos, para uma maior eficácia nas medidas preventivas e de controle de incêndios na área.

O *Platanus x acerifolia* (Ait.) Wild é um híbrido, resultante do cruzamento entre o *Platanus occidentalis* e o *Platanus orientalis*, pertencente à família das Platanaceae. Este híbrido produz árvores de grande porte que podem atingir de 20 a 30 m de altura (Lorenzi *et al.*, 2003).

O Plátano é uma espécie exótica e de fácil adaptação no sul do Brasil, e mesmo com poucos estudos desenvolvidos esta espécie vem sendo cada vez mais utilizada na carpintaria, fabricação de móveis, pisos e também na ornamentação de ruas e avenidas (Hoppe, 2003).

As florestas tendem a acumular sobre o solo e no sub-bosque uma grande quantidade de material combustível (Schumacher & Calil, 2002), que pode ser definido como qualquer material orgânico, vivo ou morto, no solo ou acima deste, capaz de entrar em ignição e queimar (Batista, 2000).

Assim, materiais finos, que perdem umidade muito rapidamente, apresentam menor temperatura de ignição e dessa forma facilitam o início do fogo e aceleram a sua propagação (Batista & Soares, 2003).

Outros elementos tais como a temperatura, a umidade relativa, o vento e a precipitação, também têm um efeito definido no comportamento do fogo, influenciando decisivamente a ignição e a propagação dos incêndios (Batista & Soares, 2003).

O conteúdo de umidade do material vivo é mais estável e maior do que o material morto, que é mais seco e responde mais rapidamente às variações meteorológicas, sendo, portanto o principal responsável pela propagação dos incêndios (Batista & Soares, 2003).

O fogo afeta o solo de três maneiras distintas: pela exposição, pelo aquecimento e pela liberação de nutrientes (Batista *et al.*, 2000).

De acordo com Soares (2000), é recomendável, para efeito de proteção contra o fogo, diversificar-se a vegetação, evitando-se superfícies muito extensas cobertas por uma única espécie, para criar áreas de inflamabilidade diferenciada, que alterem a intensidade do fogo facilitando seu combate.

MATERIAIS E MÉTODOS

O povoamento avaliado encontra-se em uma área no campus da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), localizado a 29° 41' de latitude sul, 53° 42' de longitude oeste e com altitude média de 110 m. O clima, segundo a classificação de Köppen (Moreno, 1961), é do

tipo Cfa, com uma temperatura média anual de 19° C. As chuvas são bem distribuídas ao longo do ano, com precipitação média anual em torno de 1400 a 1760 mm. O solo é do tipo Argissolo Vermelho Distrófico, geralmente profundos a muito profundos e bem drenados (Streck *et al.*, 2002).

O povoamento de plátano conta com aproximadamente 5-7 anos, e tem de 2,0 a 2,5 m de altura. Instalaram-se 5 parcelas de 2 x 2 m (4 m²) de forma aleatória.

Em seguida toda vegetação viva existente dentro de cada parcela foi cortada rente ao piso florestal desta, sendo separado e classificado o material baseando-se nos seguintes padrões de espessura: < 7 mm; de 7,1 a 25 mm; de 25,1 a 75 mm e > 70 mm. Para tal classificação foi utilizado um gabarito.

Após a separação, o material foi pesado com uma balança levada a campo. De cada amostra foram coletadas sub-amostras para determinação do peso seco no Laboratório de Ecologia Florestal (UFSM), onde foram acondicionadas em estufa por 72 horas a 75° C.

Com o peso seco das sub-amostras definido, determinou-se o peso seco de cada uma das classes diamétricas dentro das parcelas amostradas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostras coletadas a campo foram analisadas conforme a classe diamétrica a qual pertenciam. Nesta análise observou-se que a classe 1 e 2 (= 7 mm e de 7,1 a 25 mm respectivamente) foram as que apresentaram uma maior quantidade de material combustível, com cerca 20,4 Mg.ha⁻¹ de todo material amostrado (21,3 Mg.ha⁻¹). Já a classe 3 (de 25,1 a 75 mm) foi encontrada somente na parcela 4, com 0,9 Mg.ha⁻¹, e a classe 4 (> 70 mm) não foi encontrada em nenhuma amostra.

A biomassa seca total encontrada no povoamento foi de 21,3 Mg.ha⁻¹, destes 17,0 Mg.ha⁻¹ foram encontrados na primeira classe de diâmetro (**Tabela 1**). Isto ocorreu devido ao povoamento ser jovem, e, portanto com indivíduos de dimensões menores, o que permite um maior desenvolvimento da vegetação herbácea pela incidência de maior radiação solar.

Souza *et al.* (2003a), avaliando o material combustível em um povoamento de *Pinus taeda* em diferentes idades, observou que a ocorrência de vegetação herbácea viva diminuía com o aumento da idade do povoamento, enquanto que ocorre um aumento do material morto do piso florestal, o qual chega a contribuir com até 97 % do material combustível presente no sub-bosque (Brender *et al.*, 1976, *apud* Souza *et al.*, 2003a).

Já em estudo com *Eucalyptus dunii* em diferentes idades, Souza *et al.* (2003b) quantificou o material combustível, verificando que os combustíveis mortos apresentaram

maior contribuição a partir do fechamento do dossel do povoamento, enquanto que os combustíveis vivos, constituídos da vegetação do sub-bosque, foram observados na idade mais jovens, decrescendo conforme a idade do povoamento.

Tabela 1: Peso úmido e peso seco do material combustível por classe de diâmetro.

Table 1: Wet and dry weight from the combustible material in each diameter classes.

Classe	Peso Úmido (Mg/ha)	Teor de Umidade (%)	Peso Seco (Mg/ha)
1 (< 7,0 mm)	32,56	30	9,64
	38,06	50	17,78
	24,06	40	9,33
	29,06	40	12,65
	64,56	60	35,56
Média	37,70	44	16,99
Desvio Padrão	15,88	11,40	10,92
CV %	42,17	25,91	64,27
2 (7,1 - 25 mm)	2,28	40	0,84
	4,46	60	2,82
	12,06	50	6,25
	10,06	50	5,00
	3,06	70	2,22
	Media	6,40	54
Desvio Padrão	4,40	11,40	2,18
CV %	68,87	21,11	63,55
3 (25,1 - 75 mm)	0,00	0	0,00
	0,00	0	0,00
	0,00	0	0,00
	8,20	50	4,39
	0,00	0	0,00
	Média	1,64	10
Desvio Padrão	3,67	22,36	1,96
CV %	223,61	223,61	223,61
4 (> 75 mm)	0,00	0	0,00
	0,00	0	0,00
	0,00	0	0,00
	0,00	0	0,00
	0,00	0	0,00
	Média	0,00	0
Total	45,7	108,0	21,3

A amostragem também apresentava grande quantidade de umidade, devido à ocorrência de precipitação um dia antes da coleta. De acordo com Batista (2000), as precipitações são importantes porque ao manter o material florestal úmido, dificultam ou tornam impossível o início e a propagação do fogo. Existindo, assim, uma forte correlação

entre períodos de seca e a propagação do fogo. Assim, devido às condições ambientais em que foram coletadas as amostras, seria mínima a possibilidade de ocorrência de um incêndio na área.

Durante a amostragem, houve grande presença de *Andropogon bicornis* (capim rabo-de-burro), *Baccharis* sp., e de folhas e galhos de plátano.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos é possível concluir:

- O material combustível total encontrado foi 21,3 Mg.ha⁻¹.
- Deste, a maior quantidade encontrava-se na menor classe de diâmetro (= 7 mm), com 16,99 Mg.ha⁻¹, o que ocorreu devido a pouca idade do povoamento, que propicia uma maior vegetação no sub-bosque.
- O material combustível encontrado foi diminuindo conforme aumentava a classe de diâmetro (Classe 2: 3,43 Mg.ha⁻¹, Classe 3: 0,88 Mg.ha⁻¹ e Classe 4: 0,00 Mg.ha⁻¹), sendo que na classe 4 (> 70 mm) não foi encontrado amostras.
- A biomassa era composta principalmente por material vivo, com grandes concentrações de umidade.
- A maior parte da amostra era constituída por vegetação herbácea (*Andropogon bicornis* e *Baccharis* sp.) e folhas e galhos de plátano.

BIBLIOGRAFIA

- BATISTA, A. C.; SOARES, R. V. **Manual de prevenção e combate a incêndios florestais**. FUFEP. Curitiba, PR, 2003. 50p.
- BATISTA, A. C. Mapas de risco: uma alternativa para o planejamento de controle de incêndios florestais. **Revista Floresta**, vol. 30, nº 1 e 2, FUFEP. Curitiba-PR, 2000.
- BATISTA, A. C.; REISSMANN, C. B.; SOARES, R. V. Efeitos da queima controlada sobre algumas propriedades químicas do solo em um povoamento de *Pinus taeda* no município de Sênges-PR. **Revista Floresta**, vol. 27, nº 1 e 2. Curitiba-PR, 2000.
- COSTA, C. F.; SCHUMACHER, M. V. ;FREDDO, A. R. ; MURARI, A. B.; PAULESKIL, D. T. ; GUNTZEL, D. Biomassa de material combustível acumulado sobre o solo em florestas de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus cloeziana* plantadas no município de Santa Maria-RS. In: 2º Simpósio Brasileiro de Pós Graduação em Engenharia Florestal. **Anais...** Viçosa-MG, 2002.

- HOPPE, J. M. Biomassa e Nutrientes em *Platanus acerifolia* (Aiton) Wild Estabelecido em Dom Feliciano-RS. Tese de doutorado, UFSM. Santa Maria, 2003.
- IENSEN, E. A. M.; JUCOSKI, G.; MEDEIROS, J. G.; OLIVEIRA, J. Quantificação do material combustível da vegetação do sub-bosque de uma floresta de *Pinus elliottii* Engelm aos 9 anos de idade. In: 2º Simpósio Brasileiro de Pós Graduação em Engenharia Florestal. **Anais...** Viçosa-MG, 2002.
- LORENZI, H.; SOUZA, H. M.; TORRES, M. A. V.; BACHER, L. B. **Árvores exóticas no Brasil: madeiras, ornamentais e aromáticas.** Editora Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2003.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul.** Secretaria da Agricultura. Porto Alegre, 1961. 41p.
- SALDANHA, C. W.; KANIESKI, A. J.; SCHUMACHER, M. V. Quantificação do material combustível do sub-bosque em uma floresta de *Platanus x acerifolia* aos 4 anos. In: 3º Simpósio Latino-Americano sobre Manejo Florestal. **Anais...** Santa Maria, RS, 2004.
- SCHUMACHER, M. V.; CALIL, F. N., **Proteção Florestal.** Apostila didática, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2002, 57p.
- SOARES, R. V.; SANTOS, J. F. Perfil dos incêndios florestais no Brasil de 1994 a 1997. **Revista Floresta**, vol. 32, nº 2, FUPEF. Curitiba-PR, 2002.
- SOARES, R. V. Novas tendências no controle de incêndios florestais. **Revista Floresta**, vol. 30, nº 1 e 2, FUPEF. Curitiba-PR, 2000.
- SOUZA, L. J. B.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. Modelagem de material combustível em plantações de *Pinus taeda* no Norte de Santa Catarina. **Revista Floresta**, vol. 33, nº 2, FUPEF. Curitiba-PR, 2003a.
- SOUZA, L. J. B.; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. Modelagem de material combustível superficial em povoamentos de *Eucalyptus dunii*, em Três Barras, SC. **Revista Cerne**, vol. 09, nº 2., 2003b.
- STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: UFRGS, 2002. 107p.

EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE FRUTOS DE *Prosopis alba* Griseb.
EVALUATION OF THE FRUITS PRODUCTION OF *Prosopis alba* Griseb.

Lopez, J. (7)
Romano, M. (1);
Ayala, M. (2)
Gonzalez, M. (3)
Cánepa, L. (4)
Godoy, C. (5)
Cappello, E. (6)

(1), (2), (3), (4), (5) y (6). Universidad Nacional de Formosa. Facultad de Recursos Naturales.
facrecursosnat@unf.edu.ar . TE y FAX 03717-452241.
(7) Universidad Nacional de Santiago del Estero. Facultad de Ciencias Forestales.
carlos@unse.edu.ar . TE 0385-4509550.

RESUMEN

Prosopis alba Griseb. (Algarrobo blanco) se encuentra en toda la Zona Húmeda de la Provincia de Formosa, como componente fundamental de las formaciones de Colonizadoras, también en el Bosque Bajo y periferia del Bosque Alto y en la Zona Semi-seca. El algarrobo es una especie arbórea que se caracteriza por sus múltiples usos relacionados principalmente con la extracción de productos maderables y no maderables. Dentro de estos últimos podemos mencionar la utilización de sus frutos para la fabricación de harina. Por esta razón y teniendo en cuenta las bondades de este producto en cuanto a sus propiedades nutritivas y por la trayectoria y vigencia de su consumo en las comunidades indígenas es que se hace necesaria la existencia de datos precisos en cuanto a la producción de frutos por clase diamétrica para predecir de alguna manera la cantidad de productos (harina) que podría obtenerse por cada cosecha.

Palabras claves: *Prosopis alba* - Productividad – Silvicultura en *Prosopis*

SUMMARY

The *Prosopis alba* is an arboreal species that is characterized mainly by its multiple related uses with the extraction of products maderables and non maderables. Inside these last ones we can mention the use of their fruits for the production of flour. For this reason and keeping in mind the kindness of this product as for their nutritious properties and for the trajectory and validity of their consumption in the indigenous communities is that it becomes necessary the

existence of precise data as for the production of fruits for each diametric class to predict the quantity of products somehow (flour) that could be obtained by each crop.

Key words: *Prosopis alba* - Productivity - Forestry in *Prosopis*

INTRODUCCIÓN

Prosopis alba Griseb. (Algarrobo blanco), pertenece a la Familia de las Leguminosas. Se encuentra en toda la Zona Húmeda de la Provincia de Formosa, como componente fundamental de las formaciones de Colonizadoras, también en el Bosque Bajo y periferia del Bosque Alto y en la Zona Semi-seca, puede estar asociada a los “Quebrachales”, como también en formaciones puras o semipuras, asociadas a cursos de agua. Es un árbol espinoso, de 5 a 12 m. de altura, con el tronco de hasta 90 cm. de diámetro, ramas y ramitas glabras. Sus hojas son alternas, compuestas bipinnadas, raquis primario escasamente pubescente de 2 a 10 cm. de largo, incluido el pecíolo, con 1 a 3 pares de raquis secundarios opuestos, escasamente pubescentes, inflorescencia en racimos espiciformes cilíndricos, multifloros, amarillentos, péndulos, generalmente reunidos en fascículos de hasta 10 sobre braquiblastos, que dan origen también a hojas. Su fruto es una legumbre o vaina coriácea o subleñosa, de color amarillo, generalmente falcada o semicircular, a veces recta, aplanada, semillas castañas, lisas, lúcidas, generalmente 15 a 30 por vaina. El algarrobo es una especie arbórea que se caracteriza por sus múltiples usos relacionados principalmente con la extracción de productos maderables y no maderables. Dentro de estos últimos podemos mencionar la utilización de sus frutos para la fabricación de harina. Por esta razón y teniendo en cuenta las bondades de este producto en cuanto a sus propiedades nutritivas y por la trayectoria y vigencia de su consumo en las comunidades indígenas es que se hace necesaria la existencia de datos precisos en cuanto a la producción de frutos por clase diamétrica para predecir de alguna manera la cantidad de productos (harina) que podría obtenerse por cada cosecha. Como consecuencia de dichas potencialidades, el desarrollo y la posterior comercialización de la harina de algarrobo, como producto forestal no maderero, ofrecería amplias oportunidades para mejorar las condiciones socioeconómicas de la población vinculada al recurso y contribuir asimismo a la conservación del bosque nativo. Debe resaltarse que el bosque constituye el medio de vida de muchas poblaciones. Además, en las plantaciones que se efectúen con destino final de aprovechamiento maderero, se podrían obtener beneficios

adicionales por la comercialización de la harina. Es preciso agregar que la harina de algarrobo, ofrece las siguientes cualidades:

- Es un producto con alto poder nutritivo.
- Es un producto de origen natural que se obtiene sin agregados químicos.
- Es un producto apto para celíacos.
- Su consumo a nivel masivo podría generar una actividad vinculada en las zonas productoras que contribuyeran al empleo rural del área y al mantenimiento del bosque nativo.

Frente a las posibilidades que ofrece la harina de algarrobo, es preciso conocer la cantidad de frutos promedio que produce cada planta de algarrobo, por clase diamétrica preestablecida de ante mano en el bosque nativo. El desconocimiento de dicha información tiene marcada influencia en la discontinuidad del abastecimiento lo cual repercute en los procesos productivos. Para un emprendimiento productivo es preciso contar con información referida a la materia prima, en este caso cantidad de frutos promedio producida por árbol como de otras características que darían a conocer la variabilidad fenotípica de la especie.

OBJETIVOS

Objetivos Principales

- Determinar la cantidad de frutos que produce el algarrobo blanco por clase diamétrica
- Analizar la variabilidad fenotípica en los árboles candidatos de *Prosopis alba*.

Objetivos Secundarios

- Analizar la relación existente entre el diámetro de copa, el diámetro normal y la producción de frutos.
- Evaluar características morfológicas de los árboles candidatos.
- Estimar la producción de frutos en cada árbol y su variación a través de los diferentes años.
- Evaluar la calidad de los frutos.
- Estudiar las características de las semillas.

MATERIALES Y MÉTODOS

En primer lugar, se identificará el área del proyecto, basándose en mapas, imágenes satelitales y fotografías aéreas y con la ayuda del GPS y brújula se llegará al lugar de estudio. Se realizarán visitas de reconocimiento a fin de facilitar la selección de los ejemplares que se considerarán en la muestra, los que deberán ser árboles que cumplan con las condiciones deseadas como ser: buena forma, en cuanto a su fuste y copa; aparentemente sano; de fuste

recto independientemente de su longitud; además para una mayor representatividad se elegirán aquellos que se aproximen al punto medio de la clase diamétrica establecida o por lo menos tomando la precaución de que la representación sea balanceada. Estos se marcarán con números utilizando pintura en aerosol, cabe destacar que dichas marcaciones se realizarán antes de la floración para que no influya en la selección de los individuos. Como un indicador del tamaño del árbol se agruparán según las clases diamétricas establecidas, al estar relacionada con el diámetro de copa. Las clases diamétricas se medirán empleando cinta dendrométrica. La unidad de observación comprende al árbol. Se definirán 7 grupos de 5 árboles potencialmente aptos. De los 5 árboles candidatos que se encontrarán en cada grupo, se cosecharán los frutos y se determinará la cantidad promedio de producción por árbol. Los grupos básicamente consistirán en diferentes clases diamétricas:

G1 = clase diamétrica de 5 – 10 cm.

G2 = clase diamétrica de 10 – 20 cm.

G3 = clase diamétrica de 20 - 30 cm.

G4 = clase diamétrica de 30 - 40 cm.

G5 = clase diamétrica de 40 - 50 cm.

G6 = clase diamétrica de 50 - 60 cm.

G7 = clase diamétrica > de 60 cm.

De esos frutos, se tomarán al azar 120 semillas por árbol, las que se sembrarán dos por macetín. Dado el caso en que germinen las dos semillas, se seleccionará al azar una de las dos. Las variables a evaluar serán:

- a) En cada árbol candidato: diámetro a la altura de pecho (cm), altura de fuste (m), diámetro de copa (m).
- b) En fruto: peso de 100 frutos (g), cantidad de semillas por frutos
- c) En semillas: peso de 120 por árbol (g), porcentaje de germinación, capacidad germinativa y energía germinativa.

Las variables serán analizadas a través de un análisis de variancia a un criterio de clasificación (Falconer y Mackay, 1996). Los valores promedios se compararán por medio de la prueba de Waller-Duncan del programa SAS (SAS Institute Inc., 2000). Con los datos obtenidos del análisis de variancia se calcularán las heredabilidades en sentido amplio. La heredabilidad en sentido amplio o grado de determinación genética mide el grado en que la variación genotípica es responsable de la variación del fenotipo, y puede variar en distintos caracteres del mismo organismo, para el mismo carácter en organismos distintos e incluso

para el mismo carácter en poblaciones distintas del mismo organismo. El análisis de componentes principales de la variancia se realizará mediante el método Factor Analysis, Principal Components sobre descriptores cualitativos y cuantitativos a partir de la matriz de correlación.

BENEFICIOS ESPERADOS

Las posibilidades de la ejecución del Proyecto están garantizadas por medio de la acción coordinada y conjunta de la Universidad Nacional de Formosa (UNaF) y la implementación del Proyecto Fabricación comunitaria de harina de algarrobo presentado al Programa PROSOBO (Programa Social de Bosques) de la Secretaría de Desarrollo Social de la Nación. Desde el punto de vista de las posibilidades teórico-metodológicas y técnicas vale informar que el equipo técnico de investigadores del presente proyecto contará con el apoyo de investigadores y docentes de la Facultad de Recursos Naturales, de amplia trayectoria y con amplios conocimientos sobre la temática, obtenidos a partir del ejercicio de la docencia universitaria en la Cátedra de Ordenación de Montes y Dasometría.

A través de este trabajo se pretende generar información teórica-práctica sobre los rendimientos de frutos por planta a los efectos de contar con datos que permitan planificar el desarrollo de productos forestales no madereros como es la harina de algarrobo de excelentes propiedades nutritivas y producto alternativo para el desarrollo de microemprendimientos, generadores de mano de obra en la zona del proyecto. De esta forma, los usuarios directos de estos resultados serán las instituciones que llevan adelante la promoción comunitaria en la zona y los mismos pobladores quienes podrían encarar la producción de harina de algarrobo a escala a partir de la información que pudiere generarse.

BIBLIOGRAFÍA

FALCONER D. S. y MACKAY T. F. C. 1996. Introduction to Quantitative Genetics. Fourth Edition. Longman Group Ltd.

MONGES YAGO DE MIGUEL GARCIA. 2000. Situación actual y posibilidades del mercado de la harina de algarrobo (*Prosopis alba*) en la Argentina. Informe preliminar. Argentina.

SAS INSTITUTE INC. 1982. SAS User's Guide: Statistics. 5. Ed. Cary, NC: SAS Institute Inc.

SOKAL R. R. y ROHLF F. J. 1969. Biometry. The principles and practice of statistics in biological research. Freeman and Company, United States of America, pp. 62-543.

**CONTROL GENETICO DEL VOLUMEN Y EFICIENCIA DE LA SELECCION
TEMPRANA EN *Pinus elliottii* ENGELM. var. *elliottii***

**GENETIC CONTROL OF VOLUME AND EFFICIENCIES OF EARLY SELECTION
IN *Pinus elliottii* ENGELM. var. *elliottii***

Juan Adolfo López (h.)¹

¹ INTA. EEA Bella Vista. Colonia 3 de Abril (3432) Bella Vista, Corrientes, Argentina.
Teléfono 03777 451 923 email: jlopez@correo.inta.gov.ar

RESUMEN

Con el objetivo de estimar para diferentes edades de crecimiento los coeficientes de variación genético aditivo, heredabilidades, correlaciones genéticas y la eficiencia de la selección temprana a nivel individual y familiar, se analizó el volumen medio individual de 72 familias de medio-hermanos de *P. elliottii* al 3?, 4?, 5?, 9? y 15? año de edad. Los resultados muestran que *i*) los coeficientes de variación genético aditivo aumentaron con la edad desde 17,79% a 20,79% evidenciando una considerable variación genética; *ii*) las heredabilidades individuales oscilaron entre 0,247-0,332 y las familiares entre 0,525-0,655 indicando un moderado a alto control genético; *iii*) las correlaciones genéticas aditivas entre las diferentes edades fueron altas (entre 0,667 y 0,998). Similares coeficientes de correlación fenotípicos fueron observados a nivel de medias familiares y a nivel individual y *iv*) el 5? año se destacó como la edad óptima para realizar la selección temprana y capturar el máximo de ganancia genética del volumen al 15° año.

Palabras clave: parámetros genéticos, selección temprana, *Pinus elliottii*, Argentina.

ABSTRACT

With the aim to estimate for different ages of growth the additive genetic coefficient of variation, heritabilities, genetic correlations and the efficiency of early selection to individual and family level, the individual-tree volume was considered to 3?, 4?, 5?, 9? y 15? aged of growth of 72 half-sib family of *P. elliottii*. The result show that *i*) the additive genetic coefficient of variation increased with the age from 17,79% to 20,79% demonstrating a considerable genetic variation *ii*) the individual heritabilities ranged between 0,247-0,332 and the family between 0,525-0,655 indicated a moderated to high genetic control *iii*) the additive genetic correlations between the different ages were high (between 0,667 and 0,998). Similar

coefficients of phenotypic correlation were observed to family-means and to individual level, and *iv*) the 5^o year was outlined as optimal age to make the early selection and capture the maximum of the genetic gains of the volume to 15^o year.

Key words : genetic parameters, early selection, *Pinus elliottii*, Argentina.

INTRODUCCION

Suficiente variación genética en las poblaciones de mejoramiento, moderados a altos valores predictivos del fenotipo como indicador del valor reproductivo y correlaciones genéticas favorables entre caracteres y propiedades responsables del rendimiento o la calidad, permiten inferir que a través de la selección dirigida podrá lograrse un cambio significativo en la media poblacional de la siguiente generación (FALCONER, 1983; MARIOTTI, 1986). Dichas propiedades, sumadas a un acortamiento del intervalo entre generaciones contribuyen a maximizar la ganancia genética por unidad de tiempo, cuestión ésta, de particular importancia en los programas de mejoramiento forestal.

Según FALCONER (1983) el intervalo de generación es el intervalo de tiempo entre etapas correspondientes del ciclo de vida en generaciones sucesivas y se determina como la edad promedio de los progenitores cuando producen las progenies que serán destinadas a ser progenitores en la siguiente generación. RESENDE (2002) define como intervalo entre generaciones al tiempo transcurrido entre la plantación de los candidatos a seleccionar y la plantación de los descendientes de los individuos seleccionados. La longitud de ese intervalo según BORRALLO *et al* (1992) depende de la fase de ensayo (tiempo transcurrido entre el establecimiento de los árboles en el terreno y la selección de los parentales para la próxima generación) y de la fase de mejoramiento (tiempo requerido para cruzar los selectos y viverizar la nueva generación de progenies).

Estimar el potencial de la selección a edades juveniles con relación a edades adultas es motivo de estudio en numerosos programas y especies, entre ellos, los realizados por HODGE and WHITE (1992); PSWARAYI *et al* (1996) en *Pinus elliottii* y LAMBETH *et al* (1983); GWAZE *et al* (1997); RALEY *et al* (2003); XIANG *et al* (2003) en *Pinus taeda*, por citar algunos.

En la Mesopotamia Argentina el INTA tiene en marcha un programa de mejoramiento genético para *P. elliottii* var. *elliottii*, *P. taeda* y, recientemente, se han iniciado las primeras etapas para implementar un programa de hibridación de *P. elliottii* x *P. caribaea* var. *hondurensis* (RODRIGUEZ y GAUCHAT, 2005; GAUCHAT *et al*, 2005).

En cuanto a *P. elliotii*, en 1996 sobre la base de 17 ensayos y 329 familias (F_1) se realizó la selección de los mejores genotipos en crecimiento volumétrico (HUBER *et al*, 1996). En el año 2004 cerca del 60% de la población de mejoramiento (F_2) fue implantada en diferentes sitios de las provincias de Misiones y Corrientes (RODRIGUEZ y GAUCHAT, 2005).

Dada la importancia de contar con información local en relación con algunos de los aspectos enunciados anteriormente y si bien, tal lo comentado en el párrafo precedente, los mejores genotipos de la F_1 ya fueron elegidos y gran parte de la F_2 implantada, en este trabajo se analiza un ensayo de familias de medio-hermanos de *P. elliotii* var. *elliotii* de la población F_1 con el objetivo de *i*) estimar los coeficientes de variación genético aditivo, la heredabilidad y las correlaciones genéticas del volumen individual a diferentes edades de crecimiento y *ii*) evaluar la eficiencia de la selección temprana a nivel individual y familiar.

MATERIALES Y METODOS

a. Material genético y mediciones

El material evaluado pertenece a un ensayo de familias de medio-hermanos implantado en 1990 en la EEA del INTA Bella Vista, Corrientes, Argentina. En la **Tabla 1** se consignan las características generales del sitio.

Tabla 1. Características generales del sitio.

Table 1. General characteristics of the site.

Latitud Sur	Longitud Oeste	Altitud (msnm)	Suelo	PMA (mm)	TMA (° C)	MaxA (° C)	MinA (° C)
28° 26'	58° 55'	70	Arenoso (serie Lomas)	1244	20,6	42,0	-2,0

PMA: Precipitación media anual
MaxA: Temperatura máxima absoluta

TMA: Temperatura media anual
MinA: Temperatura mínima absoluta

El material seminal (orígenes Florida y Mississippi) fue provisto por el U.S. Forest Service, introducido por el Ing. Martín A. Marcó y viverizado en la EEA INTA Concordia, Entre Ríos, Argentina. Dicho ensayo, originalmente estuvo constituido por 72 familias distribuidas en un DBCA con 5 repeticiones, unidades experimentales de 5 plantas en fila y un distanciamiento inicial de 3 m x 3 m. Sin embargo, dado que al 10° año en las unidades experimentales donde fue identificado un individuo sobresaliente se eliminaron todos los medio-hermanos (para la posterior cosecha de semillas), 6 familias quedaron con 4

repeticiones, 9 familias con 3 repeticiones y 1 familia con 2 repeticiones. Dichas parcelas faltantes fueron consideradas para el análisis como unidades experimentales perdidas.

La preparación del terreno de plantación fue total y se realizó con rastra de discos. El control de malezas fue intensivo y se mantuvo durante los dos primeros años. Al 4º año de edad se realizó el primer levante de poda hasta 2,5 m en todos los individuos, siendo ésta la única actividad silvícola realizada en el ensayo hasta el 15º año.

La información analizada considera las evaluaciones realizadas al 3º, 4º, 5º, 9º y 15º año de edad. A dichas edades el DAPcc se midió con cinta diamétrica de 1 mm de precisión. Al 3º, 4º y 5º año la altura total se midió con una regla telescópica de 1 cm de precisión, al 9º año con un alfilerómetro Haga de 25 cm de precisión (a 15 m de distancia) y al 15º año con un hipsómetro Vertex III de 10 cm de precisión.

En todos los casos el volumen individual (con corteza) fue calculado utilizando la ecuación del volumen cónico y un coeficiente mórfico de 0,5. De esa manera las características analizadas fueron: volumen medio individual al 3º, 4º, 5º, 9º y 15º año de edad (VOL3, VOL4, VOL5, VOL9 y VOL15 respectivamente).

b. Procedimientos estadísticos y de estimación de parámetros genéticos

El modelo lineal asumido para el procesamiento del análisis de la varianza y la estimación de los componentes de varianza considerando a todos los efectos aleatorios, fue el siguiente:

$$y_{ijk} = \mu + f_i + b_j + (fb)_{ij} + e_{ijk} \quad (1)$$

donde: μ representa a la media, f_i al efecto de familias, b_j al efecto de los bloques, $(fb)_{ij}$ a la interacción familias por bloques y e_{ijk} al residuo asociado a dichos efectos.

El análisis de la varianza se realizó utilizando el procedimiento GLM (SAS, 2002) y la suma de cuadrados Tipo III. Los componentes de varianza y covarianza fueron estimados usando el procedimiento VARCOMP método REML (SAS, 2002). Las correlaciones fenotípicas individuales fueron obtenidas a través del procedimiento CORR (SAS, 2002).

Las ecuaciones utilizadas para la estimación de la heredabilidad en sentido estricto a nivel individual (2), familiar (4) y sus respectivas estimaciones del error estándar (3 y 5), las correlaciones genéticas aditivas entre caracteres (6) el error estándar de las mismas (7) y el coeficiente de variación genético aditivo (8) fueron las siguientes:

$$h^2_i = \frac{3,3 s^2_f}{s^2_f + s^2_{fb} + s^2_e} \quad (2)$$

$$s h^2_i = \sqrt{\frac{10,89 \text{Var}(s^2_f)}{(s^2_f + s^2_{fb} + s^2_e)^2}} \quad (3)$$

$$h^2_f = \frac{s^2_f}{s^2_f + \frac{s^2_{fb}}{b} + \frac{s^2_e}{b \cdot n_i}} \quad (4)$$

$$s h^2_f = \sqrt{\frac{\text{Var}(s^2_f)}{\left\{ s^2_f + \frac{s^2_{fb}}{b} + \frac{s^2_e}{b \cdot n_i} \right\}^2}} \quad (5)$$

$$r_A = \frac{\text{Cov}_f(xy)}{\sqrt{s^2_f(x) s^2_f(y)}} \quad (6)$$

$$s r_A = \frac{(1-r_A^2)}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{s h^2_i(x) s h^2_i(y)}{h^2_i(x) h^2_i(y)}} \quad (7)$$

$$\text{CVA}\% = \sqrt{\frac{3,3 s^2_f}{\bar{x}_p}} \cdot 100 \quad (8)$$

En las ecuaciones (2) y (3) se consideró un coeficiente de parentesco conservador de 0,3 asumiendo 10% de endogamia entre familias de medio-hermanos y la contribución polínica de al menos 30 individuos no relacionados. En (4) y (5) n_i es la media armónica del número de plantas por unidad experimental.

La eficiencia por generación de la selección temprana a una edad juvenil (selección indirecta) para capturar el máximo de ganancia de un determinado carácter a una edad adulta, asumiendo igual intensidad de selección, fue calculada siguiendo a COTTERILL and DEAN (1988) con la ecuación (9) donde h_j y h_a corresponden a la raíz cuadrada de la heredabilidad a nivel individual o familiar del carácter juvenil (VOL3, VOL4, VOL5 y VOL9) y adulto (VOL15) y r_A a la correlación genética aditiva. La eficiencia de la ganancia por año fue estimada utilizando la ecuación (10) propuesta por LAMBETH (1980) donde L_1 y L_2 son los intervalos de generación (en años) de la indirecta y directa selección. En este trabajo, los intervalos de generación fueron calculados teniendo en cuenta la edad de los árboles al momento de la selección (t) más el agregado de una constante de 5 ó 10 años para el establecimiento de la población seleccionada ($L = t+5$ ó $L = t+10$). De esta manera L_2 en la ecuación (10) fue de 20 ó 25 años ($L_2 = 15+5$ ó $15+10$).

$$Q_{gen} = \frac{r_A h_j}{h_a} \cdot 100 \quad (9)$$

$$Q_{año} = \frac{r_A h_j L_2}{h_a L_1} \cdot 100 \quad (10)$$

RESULTADOS Y DISCUSION

Entre las 72 familias analizadas (**Tabla 2**) las diferencias resultaron altamente significativas a todas las edades de evaluación ($P < 0,0001$). Allí también se destaca que, en cuanto al rango de variación familiar, entre la familia de mayor y menor volumen medio individual (VOL en $\text{dm}^3/\text{árbol}$), en general, existió más del doble de crecimiento en cualquiera de las cinco edades consideradas, mostrando la existencia de familias con un potencial de más de $600 \text{ m}^3/\text{ha}$ de madera sólida con corteza al 15º año de edad.

Tabla 2. Diferencias entre familias, promedio general del ensayo (\bar{x}) y rango familiar del volumen medio individual.

Table 2. Family differences, general average of the test (\bar{x}) and family range of the average individual volume.

Caracteres	P	\bar{x}	Rango Familiar
		volumen medio individual (dm^3)	
VOL3	0,0001	10,9	6,4 – 15,6
VOL4	0,0001	28,7	16,9 – 43,4
VOL5	0,0001	45,6	28,1 – 68,6
VOL9	0,0001	199,9	135,1 – 287,7
VOL15	0,0001	419,5	259,1 – 637,9

Los parámetros genéticos estimados en un solo sitio pueden estar sobrestimados ya que la varianza genética incluye los efectos de la varianza de la interacción con el sitio ($\sigma_f^2 + \sigma_{fs}^2$). No obstante, la información preexistente permite inferir que el componente de interacción no es de gran importancia en esta especie. En relación a ello, la información presentada por HUBER *et al*, 1996 considerando el volumen al 4º-5º año de la Serie “F” y “S” de la población de selección del programa de mejoramiento del INTA (la Serie “S” incluye al ensayo aquí considerado) muestra que la interacción genotipo-ambiente fue muy baja (r_{GB} : 0,82- 0,97) y que por ejemplo, la sobrestimación promedio por sitio de la heredabilidad osciló entre 6% y 30% (estimada en base a: $(\sigma_{fs}^2 / (\sigma_f^2 + \sigma_{fs}^2)) \cdot 100$). Así mismo, LOPEZ *et al* (2004) al analizar la densidad de la madera de un grupo de familias de la Serie “S”, obtuvo similares resultados (r_{GB} : 0,80). Ambas informaciones permiten inferir una baja sobrestimación de los parámetros estimados en este sitio y adicionalmente, destacan la plasticidad que caracteriza a la especie.

Teniendo en cuenta lo anteriormente discutido, en la **Tabla 3** se observa que el coeficiente de variación genético aditivo (CVA%) aumentó consistentemente con el incremento de las edades de evaluación evidenciando que, en relación a la media del ensayo, la varianza genética aditiva fue mayor a edades adultas. No obstante, teniendo en cuenta lo informado por CORNELIUS (1994) la dimensión de la variación genética aditiva consignada, tanto a edades juveniles como a edades adultas, indica que es factible obtener una considerable ganancia genética a través de la selección (? 32% aplicando una intensidad de selección de 3,0). De hecho, en este ensayo y utilizando la información del 5? año de edad HUBER *et al* (1996) identificaron 28 individuos con una ganancia genética en volumen entre 30% y 38%. Estos individuos se ubicaron entre los 300 mejores candidatos sobre una población de selección de 17.000 ejemplares distribuidos en 17 ensayos en el NE de Argentina.

Tabla 3. Coeficiente de variación genético aditivo (CVA%), heredabilidad en sentido estricto a nivel individual (h^2_i), familiar (h^2_f) y error estándar de ambas estimaciones (entre paréntesis) para las cinco edades de evaluación.

Table 3. Additive genetic coefficient of variation (CVA%), individual (h^2_i) and family (h^2_f) narrow-sense heritability and standard errors (in bracket) for five ages of evaluation.

	CVA%	h^2_i (?)	h^2_f (?)
VOL3	17,79	0,247 (0,084)	0,525 (0,180)
VOL4	17,92	0,284 (0,091)	0,574 (0,183)
VOL5	18,60	0,330 (0,096)	0,631 (0,184)
VOL9	18,76	0,332 (0,094)	0,654 (0,185)
VOL15	20,78	0,302 (0,086)	0,655 (0,188)

La h^2_i del volumen medio individual acumulado hasta el 3?, 4?, 5?, 9? y 15? año fue de 0,247; 0,284; 0,330; 0,332 y 0,302 respectivamente (**Tabla 3**). Estos valores indican un moderado a alto control genético de dichas características, con un leve aumento hasta el 9? año y un decrecimiento hacia el 15? año. Resultados inferiores en cuanto a la magnitud de estos parámetros fueron obtenidos en *P. elliottii* por HODGE and WHITE (1992) al 5?, 10? y 15? año en EEUU a nivel de sitios individuales (h^2_i : ? 0,21). Estimaciones de mayor magnitud fueron informadas por PASWARAYI, *et al* (1996) para el 5?, 8? y 15? año en Zimbabwe (h^2_i : ? 0,36).

Por su parte, la magnitud de la h^2_f aumentó con las edades de evaluación (desde 0,525 al 5? año a 0,655 al 15? año). La dimensión de dichos coeficientes fue aproximadamente el

doble que la obtenida para las h^2_i . Heredabilidades familiares más altas para *P. elliottii* fueron obtenidas por BUNSE *et al* (1992) al 5º año de crecimiento en 2 sitios del norte Misiones (Altura: ? 0,78 y DAP: ? 0,82). Por su parte RALEY *et al* (2003) al analizar varias pruebas de progenie de *P. taeda* en el sur de Arkansas obtuvo h^2_f que oscilaron entre 0,39 y 0,79 al 5º año y entre 0,57 y 0,84 al 10º y 15º año respectivamente.

La **Tabla 4** muestra que las correlaciones genéticas aditivas (r_A) entre las diferentes edades de evaluación, en su mayoría, fueron altas (entre 0,667 y 0,998). No obstante, puede advertirse una clara disminución del nivel de asociación a medida que aumenta el intervalo entre los años de evaluación. Así, por ejemplo, la r_A entre VOL3 x VOL4 fue 0,956; VOL3 x VOL5 fue 0,918; VOL3 x VOL9 fue 0,740 y VOL3 x VOL15 fue 0,667. La misma tendencia se puede apreciar en los coeficientes de correlación fenotípicos (r_p) al considerar los valores medios de las 72 familias ó considerando los 1458 ejemplares en forma individual. Si bien los r_p a nivel familiar o individual en todos los casos resultaron altamente significativos ($P < 0,0001$) siempre fueron de menor magnitud que los genéticos. Altos valores de correlación genética y fenotípica entre edades juveniles-adultas en *P. elliottii* y *P. taeda* fueron reportados por numerosos autores (LAMBETH *et al*, 1983; HODGE and WHITE, 1992; PSWARAYI *et al*, 1996; RALEY *et al*, 2003; XIANG *et al*, 2003).

Tabla 4. Correlación genética aditiva (r_A), correlación fenotípica a nivel de medias familiares (r_{pF}) y a nivel individual (r_{pi}).

Table 4. Additive genetic correlation (r_A), family-means (r_{pF}) and individual (r_{pi}) phenotypic correlation.

Edades correlacionadas	r_A (?)	r_{pF} (n: 72 familias)	r_{pi} (n: 1458 indiv.)	
VOL4	0,956 (0,0200)	0,934 **	0,911 **	
VOL3	VOL5	0,918 (0,0349)	0,889 **	0,859 **
	VOL9	0,740 (0,0992)	0,713 **	0,690 **
	VOL15	0,667 (0,1221)	0,629 **	0,579 **
VOL4	VOL5	0,998 (0,0008)	0,983 **	0,960 **
	VOL9	0,886 (0,0458)	0,852 **	0,808 **
	VOL15	0,810 (0,0734)	0,763 **	0,674 **
VOL5	VOL9	0,930 (0,0274)	0,907 **	0,877 **
	VOL15	0,871 (0,0491)	0,827 **	0,744 **
VOL9	VOL15	0,976 (0,0095)	0,941 **	0,913 **

** $P < 0,0001$

Los resultados presentados en la **Tabla 5** revelan que la eficiencia por generación (Q_{gen}) al realizar la selección de los mejores individuos ó de las mejores familias a edades juveniles (VOL3 a VOL9) aumentó a medida que se acortó el período entre edad juvenil y adulta, inclusive la Q_{gen} a nivel individual entre VOL9-VOL15 sobrepasó al 100% de la selección directa (102,3%). Con relación a este último resultado -mayor eficiencia de la selección indirecta que la directa- FALCONER (1982) menciona que solo puede esperarse que la selección indirecta sea superior a la selección directa cuando el carácter secundario (en este caso VOL9) tiene una heredabilidad más alta que el carácter objetivo (en este caso VOL15) y que la correlación entre ambos caracteres sea alta. En coincidencia con ello, en las **Tablas 3 y 4** se puede observar que la h^2_i del VOL9 fue 0,332 y que la del VOL15 fue 0,302. Así también que la r_A entre ambos caracteres fue de 0,976.

Tabla 5. Eficiencia de la selección indirecta por generación (Q_{gen}) y eficiencia por año considerando un intervalo de generación adicional de 5 y 10 años ($Q_{año5}$ y $Q_{año10}$) a nivel de individuos y familias en relación a la selección directa del VOL15.

Table 5. Efficiency of the indirect selection per generation (Q_{gen}) and efficiency per year considering an additional generation interval of 5 and 10 year ($Q_{año5}$ y $Q_{año10}$) to individuals and families level in relation to the direct selection of the VOL15

Edad de la selección temprana	Individual			Familiar		
	Q_{gen} (%)	$Q_{año5}$ (%)	$Q_{año10}$ (%)	Q_{gen} (%)	$Q_{año5}$ (%)	$Q_{año10}$ (%)
VOL3	60,3	150,8	116,0	59,7	149,3	114,8
VOL4	78,5	174,6	140,3	75,8	168,5	135,4
VOL5	91,0	182,9	152,4	85,5	170,9	142,5
VOL9	102,3	146,1	134,7	97,5	139,3	128,3
VOL15	100	100	100	100	100	100

Por otro lado, el progreso por unidad de tiempo es usualmente más importante en la práctica que el progreso por generación, de manera que el intervalo entre generaciones es el factor de mayor importancia para estimar la respuesta a la selección (FALCONER, 1982). En relación a ello en la **Tabla 5** se consignan los resultados obtenidos respecto a la eficiencia por año expresada en porcentaje ($Q_{año5}$ y $Q_{año10}$) sobre la base de selecciones individuales y familiares. Cabe recordar que en este trabajo se tomó como intervalo entre generaciones la edad de los individuos al momento de realizar la selección más un adicional de 5 ó 10 años. En dicha tabla los resultados evidencian que, en todos los casos, la selección indirecta a nivel individual evidenció una tendencia de mayor efectividad que la familiar. Así también, que es

esperable que la selección indirecta (VOL3 a VOL9) produzca más ganancia genética por año que si se realizara la selección directamente sobre el carácter adulto (VOL15). Sumado a ello, cabe resaltar que el volumen medio individual al 5º año (VOL5) se destaca como la edad óptima para realizar la selección temprana tanto a nivel individual como familiar (*Qaño5*: 182,9% - 170,9% y *Qaño10*: 152,4% - 142,5%. **Tabla 5**). En otras palabras esto significa que, por ejemplo, al realizar la selección temprana al 5º año (VOL5) y considerando un adicional de 5 años (tiempo estimado para multiplicar e implantar la nueva generación) es esperable que se produzca entre 82,9% y 70,9% de mayor ganancia por año en el volumen medio individual o familiar que si se dilatara la selección y se realizara al 15º año de edad (**Tabla 5**).

Los resultados hasta aquí presentados tienen una aplicación práctica relevante aunque, deben ser tomados con cautela ya que las estimaciones se realizaron solo en un sitio y la edad adulta u objetivo fue el 15º año de edad (entre 65% a 75% del turno de aprovechamiento). No obstante, permiten inferir que la profundización de estudios de este tipo en la región y muchos otros que escapen al presente trabajo deben ser abordados a efectos de desarrollar estrategias de selección que faciliten la captura de la mayoría de las ganancias genéticas esperadas en el menor tiempo posible, tal lo realizado en otros programas de mejoramiento con mayor desarrollo. En relación a ello, McKEAND, 1988 y BRAMLETT *et al*, 1995 ambos citados por GWAZE *et al* (2002) informan que la fase de mejoramiento para *P. taeda* en EEUU hasta la década del 80 era de 10 años y posteriormente se redujo a 5 años con el uso de la tecnología de “injerto terminal” (top grafting). Dicha tecnología también está siendo desarrollada en el Brasil para el acortamiento del intervalo entre generaciones de mejoramiento con excelentes resultados (SANTOS, 2005). Así mismo, considerando la necesidad de incorporar propiedades de la madera dentro de las estrategias selectivas, la literatura muestra que es factible un tratamiento similar al adoptado con variables de crecimiento. En este sentido, GWAZE *et al* (2002) al estudiar la variación radial de la densidad de la madera desde el 5º hasta 25º año en *P. taeda* indican que la edad óptima para la selección temprana de esta propiedad fue el 5º año. Por su parte LI and WU (2005) considerando una edad adulta u objetivo entre 27 y 31 años en *P. radiata* concluyen que la edad de mayor eficiencia para la selección temprana de la densidad de la madera estuvo entre el 4º y 6º año de edad.

CONCLUSIONES

- La magnitud de los coeficientes de variación genético aditivo del VOL aumentaron con la edad desde 17,79% a 20,79% evidenciado una considerable variación genética explorable a través de la selección.
- La heredabilidad individual del VOL acumulado hasta el 3º, 4º, 5º, 9º y 15º año indican un moderado a alto control genético de dichas características (entre 0,247 y 0,332). Las heredabilidades familiares oscilaron entre 0,525 y 0,655.
- Las correlaciones genéticas aditivas entre las diferentes edades de evaluación, en su mayoría, fueron altas (entre 0,667 y 0,998). Similares coeficientes fueron observados a nivel fenotípico considerando los valores medios familiares e individuales.
- El volumen medio individual al 5º año (VOL5) se destacó como la edad óptima para realizar la selección temprana y capturar el máximo de ganancia genética del volumen al 15º año, tanto a nivel individual como familiar.
- Los resultados indican la importancia de ampliar y profundizar el conocimiento de las relaciones juvenil-adulto y la necesidad de sumar otras líneas de trabajo que faciliten la captura de la mayoría de las ganancias genéticas esperadas en el menor tiempo posible.

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece especialmente al Ing. Martín A. MARCO por la introducción de los materiales genéticos y a los Auxiliares del vivero de la EEA INTA Concordia por la producción de las plantas para el ensayo. Así también a los Ings. Ftales. Gabriela STAFFIERI, Yolanda GENES y Federico CANIZA y a los Auxiliares José CHELOTTI, José RUIZ DIAZ y Juan SANCHEZ por su colaboración en las mediciones realizadas.

BIBLIOGRAFIA

- BORRALHO, N. M. G.; P. P. COTTERILL and P. J. KANOWSKI. 1992. Genetic control of growth of *Eucalyptus globulus* in Portugal. II. Efficiencies of early selection. *Silvae Genetica*. 41: 70-77
- BUNSE, G. C., M. G. de RUIBAL y A. J. MORALES. 1992. Progenies de *Pinus taeda* y *Pinus elliottii* en el noreste de la Provincia de Misiones. Jornadas sobre pinos subtropicales. CIEF. Tomo I. Pp: 65-74
- CORNELIUS, J. 1994. Heritabilities and additive genetic coefficients of variation in forest trees. *Can. J. For. Res.* 24: 372-379
- COTTERILL, P. P. and C. A. DEAN. 1988. Changes in the genetic control of growth of *Radiata* pine to 16 years and efficiencies of early selection. *Silvae Genetica*. 37: 138-146
- FALCONER, D. S. 1983. Introducción a la Genética Cuantitativa. Cia. Editorial Continental, S.A. de C.V. Mexico 22, D.F. 430 p.
- GAUCHAT, M. E.; G. H. RODRIGUEZ ; E. BELABER y D. BISCHOFF. 2005. *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *P. caibaea* var. *hondurensis*. Híbridos de alta productividad combinando crecimiento y forma. *Revista IDIA XXI*: 168-170
- GWAZE, D. P.; K. J. HARDING; R. C. PURNEL and F. E. BRIDGWATER. 2002. Optimum selection age for density in loblolly pine. *Can. J. For. Res.*: 1393-1399
- HODGE, G. R. and T. L. WHITE. 1992. Genetic parameter estimates for growth traits at different ages in slash pine and some implications for breeding. *Silvae Genetica*. 41: 252-262
- HUBER, D. A.; T. L. WHITE and G. L. POWELL. 1996. Genetic analysis of *Pinus elliottii* var. *elliottii*: Estimate of genetic parameters, breeding value predictions and forward selection candidates. Informe de consultoría para INTA. (no publicado)
- PSWARAYI, I. Z.; R. D. BARNES; J. S. BIRKS and P. J. KANOWSKI. 1996. Genetic parameter estimates for production and quality traits of *Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii* in Zimbabwe. *Silvae Genetica*. 45: 216-222
- RALEY, E. M.; D. P. GWAZE and T. D. BYRAM. 2003. An evaluation of height as an early selection criterion for volume and predictor of site index gain in the Western Gulf. In: Proceedings of the 27 th Southern Forest Tree Improvement Conference. June 24-27. Stillwater, Oklahoma. Ed. Mc Kinley, Craig R. : 45-55
- SANTOS, G. A. 2005. Melhoramento florestal na Klabin. En: Reunión Técnica: Tópicos em Conservação e Melhoramento Genético de Espécies Arbóreas. Piracicaba (ESALQ-USP). 10 y 11 de Agosto de 2005.
- RESENDE, M. D. V. 2002. Genética biométrica y estadística no melhoramento de plantas perenes. Marcos Deon Vilela de Resende. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 975 p.
- RODRIGUEZ, G. y M. E. GAUCHAT. 2005. *Pinus taeda* y *P. elliottii*. Producción de semilla de alta calidad. *Revista IDIA XXI*: 164-167

- LAMBETH, C. C. 1980. Juvenile-mature correlations in *Pinaceae* and implications for early selection. *Forest Science*. 26: 571-580
- LAMBETH, C. C.; J. P. VAN BUIJTENEN; S. D. DUKE and R. B. Mc CULLOUGH. 1983. Early selection is effective in 20-year-old genetic test of Loblolly pine. *Silvae Genetica*. 32: 210-215
- LI, L. and H. X. WU. 2005. Efficiency of early selection for rotation-aged growth and wood density traits in *Pinus radiata*. *Ca. J. For. Res.* 35(8): 2019-2029
- LOPEZ (h.), J. A.; G. M. STAFFIERI; G. H. RODRIGUEZ; L. M. PARISI y J. L. APARICIO. 2004. Calidad de la madera de familias e individuos sobresalientes de *Pinus elliotti* var. *elliotti* en el Noreste de Argentina. Informe Final. Proyecto de Investigación Aplicada N° 48/98 (SAGPyA-BIRF) Convenio de préstamo N° 3948A-AR. 59 p.
- MARIOTTI, J. A. 1986. Fundamentos de genética biométrica. Aplicaciones al mejoramiento genético vegetal. Secretaría General de la OEA. Programa Regional de desarrollo científico y tecnológico. Monografía N°32. 152 p.
- SAS Institute Inc. 2002. SAS/STAT User's Guide. Release 8.00 Edition. Sitio: INTA 14759001.
- XIANG, B.; B. LI and F. ISIK. 2003. Time trend of genetic parameters in growth traits of *Pinus taeda* L. *Silvae Genetica*. 52: 114-121

COMPARACIÓN DE LA DINÁMICA DE DOS BOSQUES SECUNDARIOS DE LA SELVA PARANAENSE

DYNAMICS COMPARISON OF TWO SECONDARY FORESTS OF THE PARANAENSE FOREST

López Cristóbal, Lidia M. ¹
Vera, Norma E. ¹
López Mónica V. ²
Sosa, Graciela C. ²
Gauto, Oscar A. ¹
Maiocco, Domingo C. ¹
Perié, Juan D. ³

¹ Docentes investigadores de la Facultad de Ciencias Forestales, UNaM. Calle Bertoni n° 124, (3380), Eldorado, Misiones. lidia@facfor.unam.edu.ar

² Becarias de investigación. Estudiantes de Ingeniería Forestal, UNaM. Calle Bertoni n° 124, (3380), Eldorado, Misiones.

³ Auxiliar docente e investigador de la Facultad de Ciencias Forestales, UNaM. Calle Bertoni n° 124, (3380), Eldorado, Misiones.

SUMMARY

This work presents the results through the analysis of the evolution of two secondary forests with different location, ages and management describe.

The forest analyzed were one located in Guaraní (Misiones) with 33 years old, coming from shifting cultivation, surrounded by primary forest, and the second located in 9 de Julio (Misiones), with 53 years old without management, surrounded by plantations.

Were measured permanent plots of 0,7 hectares, where were census all trees of 5 dbh cm; were calculated the Simpson index of diversity, the structural parameters by ha and by species.

The results showed an important difference of the richness, being the Guaraní forest the younger and with more species. The structure were similar in abundance, but the forest of 9 de Julio presents a grade of occupation of the place corresponding with its higher age.

The species of more structural weight in both forests were different. In Guaraní forest it was founded a bigger proportion of commercial species contrary to 9 de Julio.

Key Words: Secondary Forest, Evolution, Guaraní Reserve, 9 de Julio.

RESUMEN

El trabajo presenta los resultados obtenidos en el análisis de la evolución durante tres años de dos bosques Secundarios de diferente localización, edad y uso previo para comprender su dinámica. Se analiza un bosque secundario de 33 años de edad, proveniente de uso agrícola, ubicado en Guaraní, rodeado de bosque primario y otro de 53 años, sin uso previo, rodeado de plantaciones forestales y bosques protectores y ubicado en la localidad de 9 de julio, Eldorado, ambos en la provincia de Misiones. Se relevaron datos de parcelas permanentes de 0,7 ha en las que se realizó un censo de árboles mayores a 5 cm de dap; se calculó el índice de diversidad de Simpson, los parámetros estructurales totales y por especie para cada sitio. Los resultados más relevantes al analizar el grado de evolución de los dos bosques, son una importante diferencia en la riqueza, siendo el bosque de Guaraní más joven y con mayor número de especies. Estructuralmente son similares en su elevada abundancia pero el bosque de 9 de Julio presenta un grado de ocupación del sitio mayor correspondiente con su edad más elevada de desarrollo y similar al bosque primario de alta productividad. Las especies de mayor peso estructural en ambos bosques son diferentes. En el bosque de Guaraní existe una mayor proporción con importancia comercial a diferencia de 9 de Julio.

Palabras claves: bosque secundario, evolución, Reserva de Guaraní, 9 de julio

INTRODUCCION

En la Provincia de Misiones, los bosques Secundarios junto con los bosques primarios degradados poseen una superficie aproximada de 762000 ha (INVENTARIO NACIONAL DE BOSQUES NATIVOS, 1998-2001). Estos dos ecosistemas reúnen más de la mitad de la superficie de bosques en la provincia (1453000 ha) y son los más susceptibles de ser convertidos a plantaciones de especies forestales exóticas u otros usos productivos.

El interés por el estudio de estos ecosistemas es bastante reciente y aporta datos de estructura, composición y dinámica, algunos trabajos como los de LOPEZ CRISTOBAL *et al*, 1999, estudiaron la composición florística y estructura; HOLZ y Placcí, 2003, la dinámica de la regeneración en bosques secundarios Subtropicales del norte de Misiones; BACALINI y Srur, 2003, determinaron algunos índices de recuperación de atributos del bosque nativo para bosques secundarios en el Noroeste de Misiones.

En año 2003, se iniciaron trabajos de caracterización de dos bosques secundarios con diferente uso previo, edad y ubicación respecto a fuentes de semillas que marcan las diferencias en ambos ecosistemas en su estructura y diversidad. Concluyendo ser más

determinante para la recuperación la disponibilidad de semillas que el uso previo del lugar (LÓPEZ CRISTÓBAL *et al*, 2004). A partir de los estudios realizados en estos bosques, los cuales presentan diferentes tiempos de recuperación y conociendo la falta la continuidad de estudios de evolución del bosque secundario a lo largo del tiempo, el presente trabajo tiene como objetivo analizar la evolución ocurrida durante tres años de cada uno de estos dos bosques para comprender su dinámica.

MATERIALES Y METODOS

Descripción del sitio

Los dos bosques secundarios en estudio se ubican en distintos sitios. Uno de ellos de aproximadamente 33 años de edad en la Reserva de Uso Múltiple Guaraní, Departamento de Guaraní, Misiones, perteneciente a la Facultad de Ciencias Forestales, dependiente de la UNAM. Su uso anterior fue agricultura de subsistencia desarrollada por los aborígenes; presenta una superficie de 3 ha y se encuentra rodeado de un bosque primario maduro con un alto grado de conservación.

El otro sitio se encuentra en la Localidad de 9 de Julio, Departamento de Eldorado, Misiones. Este bosque presenta una edad aproximada de 53 años, proviene de un desmonte realizado para reforestar, pero esta superficie fue abandonada. Se encuentra rodeado de plantaciones forestales con especies exóticas, predominando *Eucalyptus*, también existe bosque nativo en forma fragmentada como parches y bosques protectores de arroyos.

Metodología

En cada sitio se instaló una parcela permanente de 0.75 Has de superficie; cada una fue subdividida en seis bloques de 12.5 x 100 m; para el censo cada bloque se subdividió en sub-bloques de 12.5 x 25 m, totalizando 24 sub-bloques en cada parcela.

Se realizó un censo de todos los árboles mayores o iguales a 5 cm de dap; se registraron especie, dap y las coordenadas geográficas de cada árbol para su remediación. Las mediciones fueron realizadas anualmente entre el año 2003 y 2005.

Se utilizó el índice de Simpson para medir la diversidad y la estructura por medio de la densidad, la dominancia, la frecuencia, el índice de valor de importancia (IVI) y el Valor de Cobertura (VC) por especie. Además se calcularon los parámetros totales para cada bosque.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evolución del Bosque secundario de 9 de Julio

En el bosque de 9 de julio, la evaluación de los cambios florísticos ocurridos entre los años 2003 y 2005 señalan un pequeño aumento en la riqueza en especies y ausencia de cambios en el número de familias taxonómicas encontradas; tampoco se produjo variación en la representatividad de las familias más importantes.

En las dos ocasiones, las familias taxonómicas que reunían el mayor número de especies fueron las Leguminosas y las Myrtaceas, seguidas por las Sapindáceas y las Rutáceas.

El listado de las especies encontradas, los nombres científicos, los comunes y las familias taxonómicas respectivas, en los dos bosques en estudio, en ambas oportunidades de medición se presentan en el anexo 1.

Acorde con los escasos cambios encontrados a nivel florístico, en la tabla 1 se observa que la variación de la diversidad arbórea -medida a través del índice de Simpson - en el período evaluado-, fue baja.

Al analizar la estructura total, durante el periodo evaluado se produjo un aumento del área basal total de 2 m² por ha, lo que significa un incremento medio anual de árboles (igual o mayor de 5 cm de diámetro) de 1 m²/ha (tabla1).

La densidad registró entre el 2003 y el 2005 una disminución de 31 individuos; esta pequeña variación se debe a que en el año 2004 se produjo una gran mortalidad de individuos causada por repetidas tormentas; entre el año 2004 y el 2005 este efecto fue compensado por el elevado ingreso registrado en la última medición.

Tabla 1. Datos estructurales y de diversidad del bosque secundario.

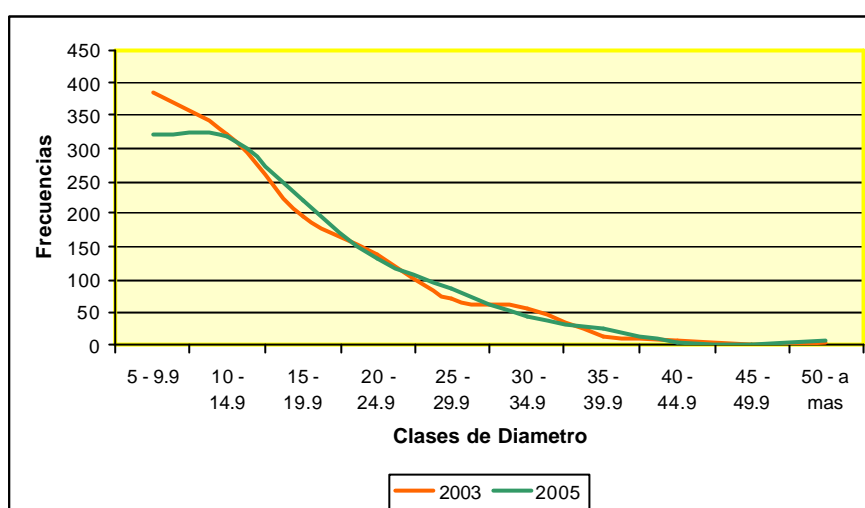
Table 1. Structural and diversity dates of the secondary forest

Año	Riqueza	N° árboles/ha	Área basal (m ² /ha)	Índice de Simpson
2003	47	1192	28.45	0.918
2005	48	1161	30.45	0.9

La estructura total del bosque evaluada a través de la curva de distribución de frecuencias muestra cambios muy pequeños en la tendencia general de la misma; la variación más importante es la que se presenta en el ingreso a las clases de tamaño comprendidas entre 5 y 15 cm de dap que continua siendo mayor que en las otras clases, aunque con una tasa menor en el año 2005, sobre todo entre 5 y 10 cm de dap (gráfico 1).

Gráfico 1. Evolución de la distribución de frecuencias diamétricas (cm) para el bosque secundario de 9 de Julio.

Graph 1. Evolution of the distribution of diameter (cm) frequency to the 9 de Julio secondary forest.



Entre las especies que presentaron mayores ingresos a las clases de tamaño de entre 5 cm de dap a 15 cm se encuentran el Rabo Itá y el Isapuy, seguidos por el Incienso y el Niño azote, en cantidades mucho menores. En las dos mediciones dichas especies fueron las que estuvieron presentes en mayores proporciones en el reclutamiento a las clases de tamaño mencionadas. La composición florística de esta fracción de tamaño del componente arbóreo señala una tendencia a la mayor regeneración de especies de temperamento intermedio, algunas tolerantes arbustivas y heliófitas durables; se observa en este bosque una incorporación gradual de las especies más tolerantes y de especies de estadíos sucesionales más avanzados.

En la tabla 2 se presentan los datos de estructura por especie, de las diez especies con mayor IVI, para el año 2005 y los valores correspondientes para el 2003. Se destacan por sus valores de IVI y valor de cobertura el Isapuy, Rabo itá, Camboatá colorado, Camboatá blanco y Guayubira.

Tabla 2. IVI y valor de cobertura de las 10 especies de mayor IVI para el año 2003 y 2005.

Table 2. IVI and covering value of the 10 species of major IVI for the year 2003 and 2005.

Especie	Año 2003		Año 2005	
	I.V.I	VC	I. V. I.	VC
Isapuy	54.21	46.3	53,97	46,13
Rabo ita	36.17	28.29	38,18	30,34
Camboata colorado	24.93	19.1	25,16	19,28
Camboata blanco	19.91	14.8	19,48	14,26
Guayubira	13.91	9.8	14,26	10,01
Guatambu	13.44	7.6	12,68	7,13
Isapuy para	13.98	9.8	12,36	8,11
Marmelero	8.19	4.5	8,65	4,73
Maria preta	8.66	5.23	8,30	4,71
Cocu	8.33	3.9	8,11	3,87

Independientemente de las variaciones que se pueden observar en el IVI, en el período 2003-2005 se mantienen como de mayor peso en la estructura del bosque, las mismas especies; Isapuy , Rabo itá y Camboatá colorado, en los dos primeros casos, con aumentos importantes para el 2005. Las demás especies, a excepción de Camboatá colorado y Cocú, sufrieron variaciones en el IVI, en todos los casos aumentos, mientras que Camboatá blanco disminuyó su valor fundamentalmente debido a la disminución de su abundancia y frecuencia en el bosque.

Evolución del Bosque secundario de Guaraní

No se encontró variación en la riqueza entre el año 2003 y 2005; en ambas oportunidades se encontraron 56 especies pertenecientes a 25 familias taxonómicas, entre las cuales las *Leguminosas* y las *Lauráceas* contenían el mayor número de especies en ambas mediciones (Tabla 3 y anexo 1).

Florísticamente los cambios en el bosque de Guaraní fueron muy pequeños, manteniéndose una composición de especies muy similar y pocos cambios en la diversidad debido a variaciones en la representatividad de las especies (índice de Simpson 2003 de 0,91 y 2005 de 0,92) (Tabla 3).

Tabla 3: Evolución de la riqueza y la diversidad del bosque secundario de Guaraní.**Table 3: Richness and the diversity evolution of the Guaraní secondary forest.**

Parámetro	Año 2003	Año 2005
Riqueza (N° de especies)	56	56
N° de familias	25	25
Familias con más especies	<i>Leguminosas y Lauráceas</i>	<i>Leguminosas y Lauráceas</i>
Diversidad (Índice de Simpson)	0,918	0,921

Al analizar la estructura encontramos un área basal total en el año 2005 de 21,95 m²/ha, registrando un aumento en este parámetro de 0,874 m²/ha entre el 2003 y el 2005, significando un incremento periódico anual de 0,437 m²/ha (Tabla 4).

Tabla 4: Evolución de los parámetros de estructura total entre 2003 y 2005**Table 4: Total structure parameters evolution between 2003 and 2005**

Parámetros	B.S 2003	B.S 2005
Area Basal Media	21.956 m ² ha ⁻¹	22.830 m ² ha ⁻¹
Densidad Media	1473.33 árboles ha ⁻¹	1386.67 árboles ha ⁻¹

*Árboles mayor o igual a 5 cm. de dap.

La densidad de árboles de dap mayor o igual a 5 cm, registró una disminución de 5,9 % en el período mencionado, significando una disminución de 87 árboles/ha.

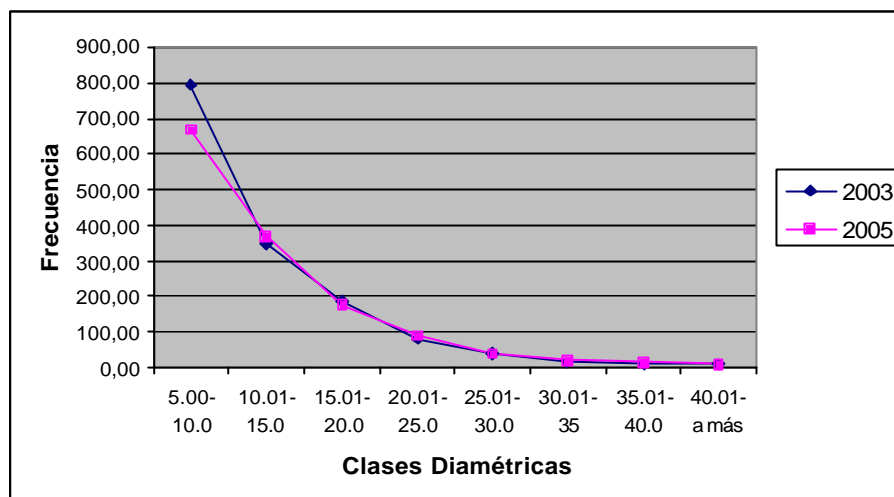
De la densidad actual el 54,23 % de los individuos pertenecen a especies con aceptación comercial en la provincia de Misiones, proporción similar a la obtenida en el 2003.

En el Gráfico 2 se observa que la disminución de la densidad total que muestran los datos del año 2005, corresponde casi en su totalidad a la clase diamétrica entre 5 -15 cm., indicando un menor reclutamiento que el correspondiente al año 2003.

Comparando las curvas de distribución diamétrica para los dos años de medición no se observa variación en cuanto a la forma de la misma.

Gráfico 2: Distribución de Frecuencias Diamétricas (cm) del Bosque Secundario de Guaraní.

Graph 2: Distribution of diameter (cm) frequency of Guarani Secondary Forest.



En la tabla 5 se presentan los valores del I.V.I. y VC correspondientes a las 10 especies de mayor Valor de Cobertura que componen el bosque secundario en estudio.

Tabla 5. I.V.I. y Valor de Cobertura, medidos en 2003 y 2005, de las 10 especies de mayor VC en el año 2005 del bosque secundario de Guaraní.

Table 5. I.V.I. and Covering Value, measured in 2003 and 2005, of the 10 species of major VC in the year 2005 of Guarani secondary forest.

Especie	Año 2003		Año 2005	
	I.V.I	VC	I. V. I.	VC
Laurel guaica	39.49	33.86	41,40	35,79
Timbo blanco	37.56	30.44	36,27	29,10
Sota caballo	28.79	22.26	29,28	22,42
Camboata blanco	25.96	20.02	26,30	20,07
Yerba mate	24.10	17.58	25,60	18,74
Laurel ayui	9.83	5.68	13,34	8,05
Mamica de cadela	13.50	7.86	12,45	6,85
Caona	13.33	10.66	8,73	5,92
Persiguero	8.83	4.96	10,52	5,84
Rabo ita	7.90	3.74	9,35	4,99

Al analizar los cambios en la estructura para las especies más importantes, se observa que el Laurel Guaicá es la especie que se mantiene con el mayor Valor de Cobertura, seguida de la Yerba Mate, el Laurel ayuí, el Rabo itá, el Azota caballo y el Persiguero.

El Timbó blanco, la Caona y la Mamica de cadela sufrieron disminuciones en el valor de cobertura para el año 2005, aunque siguen presentando valores de cobertura importantes. Entre las especies que presentan una mayor importancia en el ecosistema por sus valores de abundancia y dominancia relativa combinadas, predominan las heliofitas durables.

Al analizar las especies que ingresaron a las clases diamétricas inferiores de medición, con respecto al año 2003, no se encuentra variación en aquellas que presentan mayores ingresos, sin embargo si se presentan algunos cambios en las abundancias encontradas. El grupo de especies que predomina indica que en el futuro la composición del bosque no presentará grandes variaciones, continuando con la etapa de heliófitas durables.

CONCLUSIONES

Los aspectos más importantes que se pueden resaltar al analizar el grado de evolución de los dos bosques, basado en la riqueza, composición y estructura total son una importante diferencia en la riqueza, siendo el bosque de Guaraní más joven y con mayor número de especies. Estructuralmente son similares en su elevada abundancia pero el bosque de 9 de Julio presenta un grado de ocupación del sitio mayor; este rasgo se corresponde con su mayor edad de desarrollo y es similar al bosque primario de alta productividad. En cuanto a la curva de distribución de frecuencia diamétrica, la diferencia se evidencia en las primeras clases de frecuencia donde el bosque de Guaraní presenta valores muy superiores, indicando una mayor dinámica de reclutamiento para este bosque. La composición del ingreso a las clases menores presenta diferencias ya que el bosque de Guaraní tiene un predominio de heliófitas durables, mientras en 9 de Julio comienzan a aparecer una mayor proporción de especies intermedias. Las especies de mayor peso estructural en ambos bosques son diferentes. En el bosque de Guaraní entre estas especies se pueden encontrar una mayor proporción con importancia comercial a diferencia de 9 de Julio. En cuanto a la productividad de los ecosistemas si tenemos en cuenta el mayor número de especies y la proporción de estas que son comerciales, para una menor edad, el bosque de Guaraní presentó una mejor evolución que el de 9 de Julio.

AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Ftal. Luis Grance por la corrección del listado de especies y al Ing. Ftal. Patricio Mac Donagh por la corrección del summary.

BIBLIOGRAFÍA

- BACCALINI P.; Srur M. 2003. Indicadores de Recuperación de Atributos de Bosque Nativo para Bosques Secundarios en el Noroeste de Misiones para Lipsia S. A. Décimas Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de Ciencias Forestales. UNaM. EEA Montecarlo INTA. Eldorado, Misiones.
- DIRECCIÓN de Recursos Forestales. Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente Humano de la Nación. 2001. Inventario Nacional de Bosques Naturales. Informe año 2002. Buenos Aires.
- HOLZ S.; Placci G. 2003. Dinámica de Regeneración en Bosques Secundarios Subtropicales. X Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Facultad de ciencias Forestales. UNaM. EEA Montecarlo INTA. Eldorado, Misiones.
- LÓPEZ CRISTÓBAL, L.; Vera, N. 1999. La diversidad florística del bosque nativo secundario y primario de la reserva de Guarani, Misiones, Argentina. Yvyrareta. Facultad de Ciencias Forestales. ISIF. Número 9. Eldorado. Misiones. Argentina.
- LOPEZ CRISTÓBAL, L.; Vera, N. ; Maiocco, D.C.; Gauto, O.; Perié, J.D.; González, J.; Melgarejo, S.; López, M.; Sosa, G. “Evolucion de dos Bosques Secundarios de diferentes edades y uso previo en Misiones” 2004. 11^{as} Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Octubre de 2004, Eldorado, Misiones.

Anexo 1. Listado de especies del Bosque Secundario de 9 de Julio y Guaraní.

List of species of 9 de Julio and Guaraní Secondary Forest.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Sitio
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	Aguay	9 de Julio
Fabaceae	<i>Holocalyx balansae</i>	Alecrín	9 de Julio
Fabaceae	<i>Albizia hassleri</i>	Anchico blanco	Guaraní
Fabaceae	<i>Parapiptadenia rigida</i>	Anchico colorado	Guaraní - 9 de Julio
Annonaceae	<i>Rollinia emarginata</i>	Araticu	Guaraní - 9 de Julio
Euphorbiaceae	<i>Sebastiania comersoniana</i>	Blanquillo	Guaraní - 9 de Julio
Flacourtiaceae	<i>Casearia sp.</i>	Burro caa	Guaraní
Icacinaceae	<i>Citronella paniculata</i>	Caá - ra	Guaraní
Sapindaceae	<i>Matayba eleagnoides</i>	Camboatá blanco	Guaraní - 9 de Julio
Sapindaceae	<i>Cupania vernalis</i>	Camboatá colorado	Guaraní - 9 de Julio
Rutaceae	<i>Hellietta apiculata</i>	Canela de venado	Guaraní - 9 de Julio
Myrcinaceae	<i>Rapanea lorentziana</i>	Canelon	Guaraní
Myrcinaceae	<i>Mircines ferruginea</i>	Canelon resinoso	Guaraní
Aquifoliaceae	<i>Ilex brevicuspis</i>	Caona	Guaraní
Styracaceae	<i>Stirax leprosus</i>	Carne de vaca	Guaraní
Meliaceae	<i>Trichilia catigua</i>	Catigua	Guaraní
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i>	Cedro	Guaraní - 9 de Julio
Myrtaceae	<i>Eugenia involucrata</i>	Cerella	Guaraní - 9 de Julio
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i>	Cocu	Guaraní - 9 de Julio
Boraginaceae	<i>Cordia ecalyculata</i>	Colita	9 de Julio
Loganiaceae	<i>Strychnus brasiliensis</i>	Espolon gallo	Guaraní - 9 de Julio
Myrtaceae	<i>Eugenia burcartiana</i>	Eugenia	9 de Julio
Fabaceae	<i>Apuleia leiocarpa</i>	Grapia	9 de Julio
Myrtaceae	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	Guabiroba	Guaraní - 9 de Julio
Rutaceae	<i>Balfourodendron riedelianum</i>	Guatambu	Guaraní - 9 de Julio
Myrtaceae	<i>Myrciantes pungens</i>	Guayaibi	9 de Julio
Boraginaceae	<i>Patagonula americana</i>	Guayubira	Guaraní - 9 de Julio
Flacourtiaceae	<i>Casearia silvestris</i>	Guazatumba	Guaraní - 9 de Julio
Flacourtiaceae	<i>Banara tomentosa</i>	GZ. De hoja grande	Guaraní
Boraginaceae	<i>Tabernaemontana australe</i>	Horquetero	Guaraní
Fabaceae	<i>Myrocarpus frondosus</i>	Incienso	9 de Julio
Fabaceae	<i>Dalbergia variabilis</i>	Isapuy	Guaraní - 9 de Julio
Fabaceae	<i>Machaerium brasiliensis</i>	Isapuy para	Guaraní - 9 de Julio
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum deciduum</i>	Ivira pirirí	Guaraní
Rutaceae	<i>Pilocarpus pinnatifolius</i>	Jaborandi	9 de Julio
Euphorbiaceae	<i>Actinostemon concolor</i>	Larangeira	Guaraní - 9 de Julio
Lauraceae	<i>Nectandra lanceolata</i>	Laurel amarillo	Guaraní
Lauraceae	<i>Ocotea dyospirifolia</i>	Laurel ayuí	Guaraní
Lauraceae	<i>Ocotea pulchella</i>	Laurel batalla -layana	Guaraní
Lauraceae	<i>Ocotea puberula</i>	Laurel guayca	Guaraní - 9 de Julio
Lauraceae	<i>Nectandra megapotamica</i>	Laurel negro	Guaraní - 9 de Julio
Malvaceae	<i>Bastardiopsis densiflora</i>	Loro blanco	Guaraní
Rutaceae	<i>Fagara rohifolia</i>	Mamica de cadela	Guaraní - 9 de Julio
Rutaceae	<i>Citrus ssp.</i>	Mandarina	Guaraní
Euphorbiaceae	<i>Manhiot flavelifolia</i>	Mandioca brava	Guaraní
Sapindaceae	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i>	Maria preta	Guaraní - 9 de Julio

Polygonaceae	<i>Ruprechtia laxiflora</i>	Marmelero	9 de Julio
Rutaceae	<i>Schinus terebentifolius</i>	Mollecito	Guaraní
	<i>No determinado</i>	ND	Guaraní - 9 de Julio
Fabaceae	<i>Calliandra foliolosa</i>	Niño azote	9 de Julio
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca dioica</i>	Omburá	9 de Julio
Rhamnaceae	<i>Hovenia dulcis</i>	Ovenia	9 de Julio
Euphorbiaceae	<i>Sebastiana brasiliensis</i>	Palo lechero	9 de Julio
Rosaceae	<i>Prunus subcoriacea</i>	Persiguero	Guaraní
Boraginaceae	<i>Cordia trichotoma</i>	Peteribi	9 de Julio
Palmeras	<i>Arecastrum romanzofianum</i>	Pindo	Guaraní - 9 de Julio
Fabaceae	<i>Lonchocarpus leucanthus</i>	Rabo ita	Guaraní - 9 de Julio
Fabaceae	<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i>	Rabo molle	9 de Julio
Myrsinaceae	<i>Rapanea umbellata</i>	Rapanea	9 de Julio
Phytolaccaceae	<i>Segueira aculeata</i>	Segueira	Guaraní - 9 de Julio
Myrtaceae	<i>Britoa guazumaefolia</i>	Siete capote	Guaraní - 9 de Julio
Symplocaceae	<i>Symplocos celastrinea</i>	Simplocos	Guaraní
Tiliaceae	<i>Luehea divaricata</i>	Sota caballo	Guaraní
Ulmaceae	<i>Celtis tala</i>	Tala	Guaraní
Verbenaceae	<i>Vitex megapotámica</i>	Taruma	Guaraní - 9 de Julio
Rutaceae	<i>Fagara hiemalis</i>	Tembetary	Guaraní - 9 de Julio
Fabaceae	<i>Ateleia glazioviana</i>	Timbo blanco	Guaraní
Fabaceae	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Timbo colorado	Guaraní - 9 de Julio
Meliaceae	<i>Trichilia catigua</i>	Trichilia catigua	9 de Julio
Myrtaceae	<i>Eugenia pyriformis</i>	Ubajay	9 de Julio
Sapotaceae	<i>Chrysophillum marginatum</i>	Vasouríña	Guaraní - 9 de Julio
Aquifoliaceae	<i>Ilex dumosa</i>	Yerba	Guaraní
Aquifoliaceae	<i>Ilex paraguarensis</i>	Yerba mate	Guaraní
Fabaceae	<i>Acacia betulina</i>	Yuqueri	Guaraní

EFFECTO DE LOS RESIDUOS FORESTALES SOBRE EL CARBONO ORGANICO Y EL NITROGENO DEL SUELO. RESULTADOS A LOS 9 AÑOS DE APLICADOS LOS TRATAMIENTOS.

EFFECT OF FOREST SLASH MANAGEMENT ON SOIL CARBON AND NITROGEN LEVEL RESULTS AFTER 9 YEARS OF THE APPLIED TREATMENTS.

Ana Maria Lupi ¹
Roberto A. Fernández ²
Alejandra Von Wallis ³

1. Ing. Forestal M. Sc. Instituto de Suelos, CIRN, INTA Castelar. Los Reseros y Las cabañas s/n 1712, Villa Udaondo, Castelar, Buenos Aires. Tel.: 011-46212096. Email: amlupi@cirn.inta.gov.ar
2. Ing. Agrónomo, M. Sc. INTA EEA Montecarlo, Av. El Libertador 2472 (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina. Facultad Cs Forestales-UNaM. Bertoni 124 (3380) Eldorado, Misiones.
3. Ing. Forestal .INTA EEA. Montecarlo, Av. El Libertador 2472 (3384) Montecarlo, Misiones.

SUMMARY

This work study the effect of different systems of forest residue management on the total soil organic carbon (TOC) and nitrogen (N), after 9 years of applied treatments. In August, 1996 the following systems were applied: RE - extraction of residues and litter - plantation; TP - burning of residues, disk - plantation; RCP – residue and litter conservation, disk - plantation; RC - maintenance of residues - plantations, SF.- Similar to RC without plantation, with secondary forest. During July, 2005, TOC and the N we determined in the 0-5 cm and 5-15 cm layers. The treatments modified TOC and N level in the 0-5 cm layer. The TOC and the N were negatively affected by RE and TP. TP presented low C and N level but statistically not significant, in comparison with the systems residues - plantations. The soil C and the N in RE treatment were lower SF.

Key word: soil organic carbon, nitrogen, residue management, Misiones.

RESUMEN

Este trabajo analiza el efecto de diferentes sistemas de manejo de residuos de la cosecha forestal sobre el carbono orgánico total (COT) del suelo y el nitrógeno total (N), trascurridos 9 años de aplicados lo tratamientos. En agosto de 1996 se aplicaron los siguientes sistemas: RE- extracción de residuos y mantillo-plantación; PT- quema de residuos, rastra-plantación; CRR- conservación de residuos y piso forestal, rastra-plantación; PC- mantenimiento de residuos-plantación y, C.-iden a PC sin plantación, con desarrollo del

Las actividades fueron financiadas por el Proyecto Forestal De Desarrollo, SAGPyA-BIRF y el Proyecto Nacional INTA: Factores Críticos determinantes de la productividad de las plantaciones forestales.

*12^{as} Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales – FCF, UNAM – EEA Montecarlo, INTA
8, 9 y 10 de Junio de 2006 – Eldorado, Misiones. Argentina*

bosque secundario. En julio del 2005 se determinó COT y el N en los espesores 0-5 cm y 5-15 cm. Los tratamientos alteraron el nivel de COT y N del espesor 0-5 cm. El COT y el N fueron negativamente afectadas por la aplicación de PT pero particularmente por la aplicación de ER. PT presentó disminuciones de C y N no significativas en comparación a los sistemas con residuos-plantación. El C y el N en ER fueron significativamente mas bajos que el tratamiento con residuos-bosque secundario (C).

Palabras claves: carbono orgánico, nitrógeno, manejo de residuos, Misiones.

INTRODUCCION

La materia orgánica (MO) es reconocida como el principal reservorio de nutrientes para las plantas y es el factor determinante en la formación y estabilización de la estructura del suelo. Sobre un análisis global, la MO actúa simultáneamente como fuente y destino del CO₂ atmosférico. Por ser el carbono (C) un punto de análisis en los estudios de cambio climático, es corriente examinar sus fluctuaciones a largo plazo en diferentes condiciones de uso y manejo del suelo.

El régimen de manejo que se aplica a un bosque es un conjunto de prácticas individuales donde algunas pueden afectar potencialmente al suelo de manera positiva o negativa. De esta manera es necesario conocer los procesos por los cuales los suelos son alterados e interpretar estos resultados en una escala de tiempo en función de la naturaleza de estos cambios. Para ello, es indispensable el *control-monitoreo* de algunas variables edáficas a nivel de rodal y tipo de suelo. Esto es de suma relevancia debido a que en el ámbito de la ciencia del suelo forestal generalmente no contamos con experimentos o registros a mediano y largo plazo. En numerosas ocasiones las conclusiones obtenidas en el corto plazo suelen tomarse como definitivas sin considerar la capacidad de resiliencia del sistema.

Este trabajo tiene como objetivo mostrar el comportamiento del carbono orgánico (CO) del suelo y del N en diferentes prácticas de manejo de residuos de la cosecha; transcurridos 9 años de aplicados los tratamientos.

MATERIALES Y METODOS

El ensayo se estableció en 1996 en el NO de la provincia de Misiones, Argentina (26° 00 latitud Sur y 54° 30 de longitud Oeste) sobre una suelo rojo profundo (> más de 2 m) -

Las actividades fueron financiadas por el Proyecto Forestal De Desarrollo, SAGPyA-BIRF y el Proyecto Nacional INTA: Factores Críticos determinantes de la productividad de las plantaciones forestales.

*12^{as} Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales – FCF, UNAM – EEA Montecarlo, INTA
8, 9 y 10 de Junio de 2006 – Eldorado, Misiones. Argentina*

Kandiudult, con arcillas del tipo de las caolinitas y óxidos de Fe y Al (> 65 % de arcilla en todo el perfil), bien drenado.

El clima fue clasificado como subtropical húmedo con precipitaciones que oscilan desde 1900 – 2100 mm sin mostrar diferencias en su distribución a lo largo del año. La temperatura media anual es de alrededor de 20°C y la amplitud térmica media anual es de 11°C. La vegetación natural es la selva subtropical.

En el año 1971 se eliminó el bosque nativo y se estableció una plantación de *Pinus elliottii* Engelm que en febrero de 1996 alcanzó la edad de corta final. Los residuos de la cosecha (hojas, ramas y fustes con dimensiones inferiores a 15 cm de diámetro), fueron distribuidos sobre el terreno y permanecieron allí durante 6 meses con el suelo en descanso. En agosto de 1996 se pasó un rolo de 2 Mg con la finalidad de quebrar y aplastar los residuos forestales y luego se aplicaron los siguientes tratamientos: 1.- extracción de residuos (ER), comprende la eliminación total de los residuos remanentes de la cosecha y del piso forestal; 2.- preparación intensiva de sitio (PI), comprende la quema de los residuos y pasada de rastra, (sistema tradicional, testigo); 3.- preparación mínima (CRR), corresponde a áreas con conservación de los residuos de cosecha y del piso forestal, mas rastra; 4.- preparación cero (PC), corresponde al mantenimiento de los residuos post-cosecha sobre el suelo, (sistema en implementación) y 5.- preparación cero-Bosque secundario (PCBS), idem al tratamiento PC, pero en este caso la parcela no fue reforestada, permitiendo el desarrollo del bosque secundario.

Los tratamientos se dispusieron bajo un diseño en bloques completos al azar con 4 repeticiones, donde las unidades de muestreo cuentan con una superficie de 480 m². En septiembre de 1996 se procedió a la plantación del *Pinus taeda* L, con un distanciamiento de 3 m x 2 m en los tratamientos ER, PI, PC y PCR.

En julio del 2005 se tomó una muestra compuesta por parcela, de los espesores 0-5 cm y 5-15 cm. En el LANAIS, UNS, Bahía Blanca, se realizaron determinaciones de carbono orgánico (CO) mediante el método tradicional de combustión húmeda (WALKEY-BLACK, 1934), CO total (COT) mediante combustión seca (autoanalizador con temperatura > 1300°C) y Nitrógeno total (N). Ambas metodologías de determinación del CO permite establecer comparaciones sobre los niveles totales reales de CO del suelo y la recuperación obtenida mediante el procedimiento de WALKLEY-BLACK. Los valores de concentración de COT y

Las actividades fueron financiadas por el Proyecto Forestal De Desarrollo, SAGPyA-BIRF y el Proyecto Nacional INTA: Factores Críticos determinantes de la productividad de las plantaciones forestales.

N total fueron transformados en cantidad solo para la capa superficial. La densidad aparente no fue estadísticamente diferente entre los tratamientos, con lo cual no se realizó corrección de masas de suelo. Para los análisis estadísticos se consideraron las concentraciones de CO total.

Los tratamientos fueron analizados mediante un ANOVA y las medias comparadas mediante el test de Tukey a un nivel de significancia del 0,05. Se aplicaron técnicas de regresión simple (STEEL Y TORRIE, 1985).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Carbono orgánico total (COT) y Nitrógeno total (N)

La cantidad de residuos acumulados sobre el suelo luego de la cosecha y la concentración y cantidad de nutrientes en los mismos fueron informados en FERNANDEZ ET AL., (2000).

Las concentraciones de COT presentadas en la Tabla 1 muestran que en el espesor 0-5 cm las diferencias solo fueron significativas ($p: 0,05$) entre los tratamientos ER (extracción total de residuos y mantillo) versus PCR (residuos en superficie, rastra-plantación) y C (residuos en superficie-bosque secundario-sin plantación). Este comportamiento puede estar asociado a la cantidad de material orgánico removido al aplicar los tratamientos (KNOEPP Y SWANK 1997). La ausencia de diferencias respecto de PC residuos en superficie, rastra-plantación), que también tiene residuos, puede deberse a la mayor variabilidad expresada por este parámetro en este tratamiento. Los resultados obtenidos en el mediano plazo en nuestro experimento son consistentes con el estudio realizado por CHEN Y XU (2005) a los 6 años de aplicados los tratamientos.

No se encontraron cambios importantes en la capa subsuperficial siendo las concentraciones de COT en los tratamientos sin residuos (ER y PT) un 3% más baja a los tratamientos con residuos (PCR, PC y C).

Comparando estos resultados con los informados en trabajos previos es posible suponer que las respuestas obtenidas en el corto plazo difieren de las de mediano plazo. Así, FERNÁNDEZ ET AL., (2000) informan diferencias significativas en el CO del suelo según un muestreo realizado a los 2 años de aplicados los tratamientos (1998), donde ER y PI presentaron concentraciones mas bajas en relación a los tratamientos con residuos en los espesores 0-10 cm, 10-30 cm y 30-60 cm. De la misma manera, para un análisis realizado en

Las actividades fueron financiadas por el Proyecto Forestal De Desarrollo, SAGPyA-BIRF y el Proyecto Nacional INTA: Factores Críticos determinantes de la productividad de las plantaciones forestales.

enero del 2000, LUPI (2001) registra disminuciones importantes en la concentración de CO de los espesores 0-5 cm y 5-15 cm en ER y PI en relación a los tratamientos con residuos. Siendo que en esta oportunidad los cambios fueron importantes en ambos espesores analizados. La disminución en las diferencias entre los tratamientos con residuos y sin residuos con el transcurso del tiempo pueden ser explicadas por el aporte de CO de los sistemas radicales en descomposición de la primer rotación (VAN LEAR ET AL., 2000). Comparando cambios a corto y largo plazo en sistemas con diferentes niveles de extracción de residuos de la cosecha (solo fuste comercial o árbol completo), JOHNSON ET AL., (2002) indican que luego de 15 años, la cosecha tiene un efecto reducido sobre el CO del suelo.

A modo comparativo se anexa en la Tabla 2 el nivel de COT del suelo con monte nativo próximo al ensayo. En el ámbito del experimento (segunda rotación) el COT fue un 33 % mas bajo en el espesor 0-5 cm y un 18% en el espesor 5-15 cm.

Tabla 1: Niveles de CO total (%) en el espesor 0-5 cm y 5-15 cm en diferentes sistemas de manejo de residuos forestales, a los 9 años de aplicados los tratamientos.

Table 1: Organic C levels (%) in the 0-5 cm and 5-15 cm layer in different systems of residues management, 9 years after applied the treatments.

	ER	PT	PCR	PC	C	MN
	2,89 ^a	3,29 ^{ab}	3,88 ^b	3,66 ^{ab}	3,94 ^b	5,27
0-5 cm	(0,51)	(0,42)	(0,30)	(0,59)	(0,35)	(0,54)
	2,03 ^a	2,46 ^a	2,33 ^a	2,34 ^a	2,26 ^a	2,78
5-15 cm	(0,10)	(0,33)	(0,24)	(0,11)	(0,21)	(0,23)

Para cada espesor, letras diferentes indican diferencias estadísticas ($p < 0,05$) mediante prueba de Tuckey. El valor entre paréntesis indica el desvío estándar. ER: eliminación total de residuos. PT: quema de residuos y rastra. PCR: conservación de residuos y rastra. PC: conservación de residuos. C: Idem PC sin reforestar, evoluciona a bosque secundario. MN: bosque nativo.

Cuando se calculó el stock de COT para el espesor 0-5 cm se observó que las diferencias solo fueron importantes ($p: 0,05$) entre ER y PCR; este último presentó 697 kg COT/ha más que ER. Los tratamientos sin residuos (PI y ER) en promedio presentaron un 21% menos de COT (532 kg/ha) que los tratamiento con residuos (PCR, PC y C).

Las actividades fueron financiadas por el Proyecto Forestal De Desarrollo, SAGPyA-BIRF y el Proyecto Nacional INTA: Factores Críticos determinantes de la productividad de las plantaciones forestales.

Con relación al N (Tabla 2), en la capa 0-5 cm se observaron concentraciones significativamente más bajas ($p < 0,05$) en los tratamientos ER (27%) y PT (21%) comparados con C (con residuos y sin replantación).

En promedio, el N en los tratamientos sin residuos (ER y PI) fue un 18% inferior a los tratamientos con residuos (PCR, PC, C); mientras que en subsuperficie esta diferencia fue del 5%. En coincidencia con los resultados de nuestro experimento, CHEN Y XU (2005) informan aumentos en las concentraciones de N del suelo con la retención de residuos de la cosecha, a los 6 años de aplicados los tratamientos.

Al establecer una nueva comparación entre el ecosistema nativo y el implantado en segunda rotación se advierte que el N en este último uso fue un 33 % inferior en el espesor 0-5 cm y un 13% en el espesor 5-15 cm. Similar a lo mencionado al analizar el COT, no se hallaron cambios importantes en la capa subsuperficial.

Tabla 2: Concentración de N total (%) en el espesor 0-5 cm y 5-15 cm en diferentes sistemas de manejo de residuos, a los 9 años de aplicados los tratamientos.

Table 2: Nitrogen concentration (%) in the 0-5 cm and 5-15 cm layer in different systems of residues management, 9 years after applied the treatments.

	ER	PT	PCR	PC	C	MN
0-5 cm	0,25 ^a	0,26 ^a	0,31 ^{ab}	0,30 ^{ab}	0,34 ^b	0,43
	(0,03)	(0,03)	(0,02)	(0,04)	(0,02)	(0,04)
5-15 cm	0,19 ^a	0,21 ^a	0,21 ^a	0,20 ^a	0,22 ^a	0,24
	(0,02)	(0,03)	(0,02)	(0,01)	(0,02)	(0,02)

Para cada espesor, letras diferentes indican diferencias estadísticas ($p < 0,05$) mediante prueba de Tuckey. El valor entre paréntesis indica el desvío estándar. ER: eliminación total de residuos. PT: quema de residuos y rastra. PCR: conservación de residuos y rastra. PC: conservación de residuos. C: Idem PC sin reforestar, evoluciona a bosque secundario. MN: bosque nativo

La estrecha relación entre el N total y el CO del suelo (Figura 1), indica que en el mediano plazo, el aumento en la cantidad de sustrato depositado a la cosecha resultaría en un incremento en las reserva de N orgánico y en consecuencia en la cantidad de N mineralizable para el cultivo sucesor (O'CONNELL, 2004).

Las actividades fueron financiadas por el Proyecto Forestal De Desarrollo, SAGPyA-BIRF y el Proyecto Nacional INTA: Factores Críticos determinantes de la productividad de las plantaciones forestales.

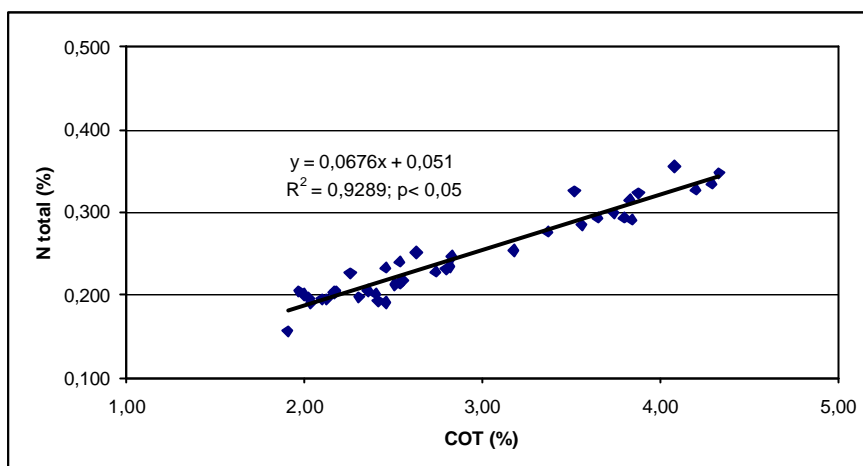


Figura 1: Relación entre el carbono orgánico total y el nivel de N total del suelo en diferentes sistemas de manejo de residuos forestales. Resultados a los 9 años.

Figure 1: Relation between the soil total organic C and the level of N in different systems of forest residue management. Results at 9 years.

Las cantidades de N mas bajas ($p: 0,05$) se hallaron en el tratamiento con PT y ER; por el contrario las mayores se presentaron en C, donde los residuos se mantuvieron en superficie y no se implantó nuevamente. Las diferencias entre PT y C alcanzan a los 55 kg N /ha significando una caída del 25 %. En términos relativos los tratamientos con residuos presentaron un 18.8% mas de N que los tratamientos sin residuos (41.4 kg N/ha).

La relación C/N es un indicador general de la calidad de la MO del suelo y en consecuencia de la disponibilidad de N. Los resultados muestran que esta relación no fue significativamente alterada ($p: 0,05$) por los tratamientos, a pesar de las disminuciones en COT y N que manifestó ER y la aplicación de una quema en PT (Tabla 3). Tampoco se observaron cambios en C, sistema que actualmente cuenta actualmente con una cobertura diferente a los restantes tratamientos. Ausencia de cambios en la relación C/N a los 6 años de aplicados diferentes sistemas de manejo de residuos de *Pinus* también son informados por CHEN Y XU (2005). Sin embargo, los valores obtenidos por estos autores con similar especie son mayores (C/N entre 30 y 34 en el espesor 0-10 cm) a los encontrados en nuestro trabajo. Las diferencias encontradas podrían basarse en los mayores contenidos de N que tendrían los residuos aportados en nuestro experimento.

Las actividades fueron financiadas por el Proyecto Forestal De Desarrollo, SAGPyA-BIRF y el Proyecto Nacional INTA: Factores Críticos determinantes de la productividad de las plantaciones forestales.

Tabla 3: Relación C/N en diferentes sistemas de manejo de residuos y profundidad de suelo. Resultados a los 9 años de aplicados los tratamientos.

Table 3: C/N ratio in different systems of forest residue management. Results at 9 years.

	ER	PT	PCR	PC	C	MN
0-5 cm	11,72 ^a (0.87)	12,45 ^a (0.38)	12,69 ^a (0.44)	12,34 ^a (0.40)	11,73 ^a (0.74)	10.9 (0.61)
5- 15 cm	10,89 ^a (1.07)	11,63 ^a (1.06)	11,00 ^a (0.86)	11,67 ^a (0.78)	10,49 ^a (0.33)	10.7 (0.69)

Para cada espesor, letras diferentes indican diferencias estadísticas ($p < 0,05$) mediante prueba de Tuckey.
 ER: eliminación total de residuos. PT: quema de residuos y rastra. PCR: conservación de residuos y rastra.
 PC: conservación de residuos. C: Idem PC sin reforestar, evoluciona a bosque secundario.

Recuperación del CO del suelo

El empleo de la metodología tradicional de laboratorio (WALKLEY-BLACK, 1934) para la determinación del CO solo recuperó en promedio el 89.5 % del CO del suelo, con variaciones desde un mínimo de 72.2% hasta el máximo del 96.7 %, indicando que la aplicación del método Walkley-Black subestima en un 10% aproximadamente los niveles de CO total. No se observó un patrón particular entre tratamientos y profundidad (Tabla 1).

Tabla 4: Recuperación del CO del suelo (%-R) mediante el método de Walkey-Black.

Table 4: Soil organic C recovery (%-R) by Walkey-Black's methods.

	ER	PT	PCR	PCR	C
0-5 cm	90,0	85,5	93,9	89,6	90,9
5-15 cm	87,8	92,6	91,2	85,6	87,6

$$R: \{CO_{wb} (\%)/COT (\%)\} * 100$$

Con los porcentajes de recuperación (R) se calculó el factor de conversión (FC) del CO obtenido por combustión húmeda CO_{wb} a CO combustión seca (COT), donde FC: 100/R. Se obtuvo un FC de 1.12 para el espesor 0-5 cm y 1.13 en el espesor 5-15 cm y el rango de variación fue de 1.06 a 1.18.

La Figura 2 muestra la fuerte asociación hallada entre ambos métodos y la ecuación permite estimar los valores de COT a partir del método tradicional de Walkey-Black. La

Las actividades fueron financiadas por el Proyecto Forestal De Desarrollo, SAGPyA-BIRF y el Proyecto Nacional INTA: Factores Críticos determinantes de la productividad de las plantaciones forestales.

ventaja del empleo de este tipo de funciones es la obtención del valor total de CO del suelo a partir de un método más económico.

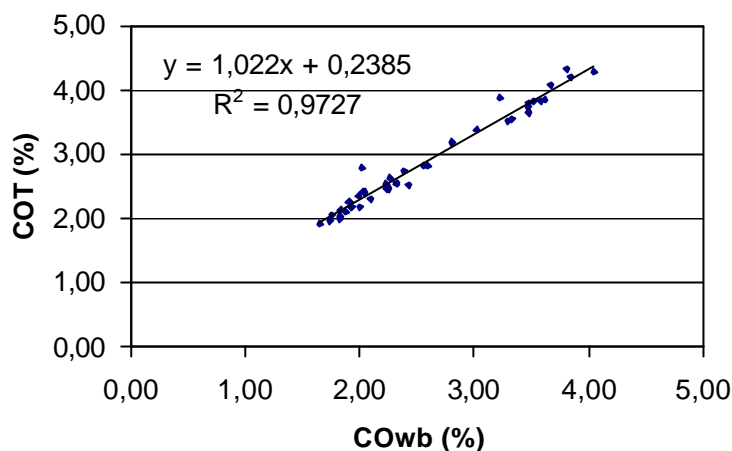


Figura 2: Relación entre el carbono orgánico del suelo obtenido por Wakley- Black y el COT obtenido por combustión seca.

Figure 2: Relation between the organic C obtained by Wakley- Black method and total organic C obtained by dry combustion.

COT: carbono orgánico total determinado por combustión seca. COWb: carbono orgánico determinado por combustión húmeda.

CONCLUSIONES

A los 9 años de aplicados los tratamientos, las prácticas de manejo de residuos afectaron el nivel de C y N del espesor 0-5 cm. Las concentraciones de COT y N fueron negativamente afectadas por la eliminación de residuos, particularmente en el tratamiento ER.

Si bien los tratamientos ER y PT siempre presentaron menores concentraciones de COT y de N en relación a los tratamientos con residuos, implantados nuevamente con pinos; las diferencias no fueron significativas en algunos casos. Por el contrario, ambos parámetros fueron estadísticamente diferentes cuando se comparó los tratamientos sin residuos y los tratamientos con residuos y con vegetación del bosque secundario (Sin plantación de pino). La aplicación de la técnica tradicional (PT-testigo) no presentó cambios significativos en comparación a los sistemas con residuos en superficie en segunda rotación. Los resultados podrían estar indicando que las diferencias entre los tratamientos se reducen con el tiempo

Las actividades fueron financiadas por el Proyecto Forestal De Desarrollo, SAGPyA-BIRF y el Proyecto Nacional INTA: Factores Críticos determinantes de la productividad de las plantaciones forestales.

transcurrido desde la aplicación de los tratamientos. Por lo tanto, se considera fundamental continuar con las observaciones a efecto de corroborar si los cambios encontrados a mediano plazo son atribuibles a los tratamientos o a variaciones interanuales de los parámetros analizados.

El procedimiento de Walkley-Black subestima en un 10% los niveles de CO del suelo en el sitio del experimento.

AGRADECIMIENTOS.

A APSA SA por su apoyo en la instalación del ensayo. Al Sr. Otto Knebel por su colaboración en el muestreo de suelos.

BIBLIOGRAFIA

- CHEN, C.R.; Xu, Z.H. 2005. Soil carbon and Nitrogen pools and microbial properties in a 6-year-old flash pine plantation of subtropical Australia: impacts of harvest residue management. *Forest Ecol. and Managemet* 206:237-247.
- FERNÁNDEZ, R.; Lupi, A.; Pahr, N.; Reis, H.; O'Lery, H.; Gelid, M.; Martinez, S. 2000. Técnicas de manejo de residuos de cosecha para el establecimiento forestal y su impacto sobre la condición química de los suelos rojos del noreste de Argentina En: *Avances En Ingeniería Agrícola*. 2000. Ed. Facultad Agronomía.(UBA). pp 243:248.
- JOHNSON D.W.; Knoepp, J.D.; Swank W.T.; Shan J.; Morris, L.A.; Van Lear D.H.; Kapeluck P.R. 2002. Effects of forest management on soil carbon: result of some long-term re-samplig studies. *Environmental Pollution* 116: S201-S208.
- KNOEPP, J.D.; Swank, W.T. 1997. Forest management effects on surface soil carbon an nitrogen. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 61:928-935.
- LUPI, A.M. 2001. Evolución de los compuestos orgánicos edáficos y sus relaciones en un Ultisol con diferentes sistemas de manejo de residuos forestales. Tesis M Sc. Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires.
- O'CONNELL, A.M.; Grove, T.S.; Mendham, D.S.; Rance, S.J. 2004. Impact of harvest residue management on soil nitrogen dynamics in Eucalyptus globules plantations in south western Australia. *Soil Biology and Biochemistry* 36: 39-48.

Las actividades fueron financiadas por el Proyecto Forestal De Desarrollo, SAGPyA-BIRF y el Proyecto Nacional INTA: Factores Críticos determinantes de la productividad de las plantaciones forestales.

VAN LEAR, D.H.; Kapeluck, P.R.; Carrol, W.D. 2000. Productivity of loblolly pine as affected by decomposing root systems. For. Ecol. Management. 138, 435- 443.

WALKLEY, A.; Black, T.A. 1934. An examination of the Degtjareff methods for determining of soil organic matter, and e proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci. 37:29-38

Las actividades fueron financiadas por el Proyecto Forestal De Desarrollo, SAGPyA-BIRF y el Proyecto Nacional INTA: Factores Críticos determinantes de la productividad de las plantaciones forestales.

*12^{as} Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales – FCF, UNAM – EEA Montecarlo, INTA
8, 9 y 10 de Junio de 2006 – Eldorado, Misiones. Argentina*

**COMPARACION DE LA DIVERSIDAD ESPECÍFICA DEL SOTOBOSQUE EN
PLANTACIONES DE *Araucaria angustifolia* (BERT.) O. KTZE. Y *Eucalyptus* sp. EN
MISIONES**

**COMPARISON OF THE SPECIFIC DIVERSITY OF THE UNDERBRUSH IN
PLANTATIONS OF *Araucaria angustifolia* (BERT.) O. KTZE. AND *Eucalyptus* sp. IN
MISIONES**

Domingo César Maiocco¹

Alicia Mónica Stehr¹

Oscar Arturo Gauto¹

Andrea Ferreira²

Claudio Gómez²

Ricardo Flores²

¹ Docentes Facultad de Ciencias Forestales (UNaM) dmaiocco@facfor.unam.edu.ar

² Estudiantes Facultad de Ciencias Forestales.

SUMMARY:

The objective of the present work is to evaluate the regeneration of native wood species like measure of its handling potentiality in plantations of *Araucaria angustifolia* and *Eucalyptus* sp. located in the Dep. Eldorado, place Sombrero Caá and to compare it with another plantation of more age of the same species located in the Municipality of Puerto Piray. They were also determined floristic parameters to evaluate the relative aptitude of the cultivated forest as potential recovery areas in both places. For it, the parameters dasométricos of the implanted species were raised in parcels of 650 m² distributed aleatorily in the plantation squares. The regeneration parcels were squared and of 100 m² being raised the woody native species between 2,5 and 10 cm of DAP and the herbaceous vegetable covering was measured using the method of the "line - intercepción."

In this work comparative analysis of the natural regeneration of herbaceous and woody species is presented in young plantations of *Araucaria angustifolia* and *Eucalyptus* sp of the place Sombrero Caá and forest plantations of bigger age of the same species in the Municipality of Puerto Piray.

In the plantation of *Araucaria angustifolia* of smaller age the most abundant species are: *Lonchocarpus muehlbergianus*, *Cabrlea canjerana*, *Ctenitis submarginalis* and *Thelypteris dentata*. In Puerto Piray finds in more number *Ocotea puberula*, *Machaerium stipitatum*, *Ctenitis submarginalis* and *Thelypteris dentata*

In the plantation of *Eucalyptus* sp. of Sombrero Caá: *Clorophora tinctoria*, *Allophylus edulis*, *Paspalum* sp. and *Clematis montevideensis* is the most abundant. *Cupania vernalis*, *Bastardiopsis densiflora*, *Piper amalago*, and *Actinostemon concolor* in Puerto Piray.

KEY WORDS: *Araucaria angustifolia*, *Eucalyptus* sp., underbrush, specific diversity.

RESUMEN:

El objetivo del presente trabajo es evaluar la regeneración de especies nativas maderables como medida de su potencialidad de manejo en plantaciones de *Araucaria angustifolia* y *Eucalyptus* sp. localizadas en el Departamento Eldorado, paraje Sombrero Caá y compararla con otra plantación de mayor edad de las mismas especies ubicadas en el Municipio de Puerto Piray. Se determinaron también parámetros florísticos para evaluar la aptitud relativa de los monocultivos forestales como potenciales áreas de recuperación. Para ello, los parámetros dasométricos de las especies implantadas se relevaron en parcelas de 650 m² distribuidas aleatoriamente en los cuadros de plantación. Las parcelas de regeneración eran cuadradas y de 100 m² relevándose las especies nativas leñosas entre 2,5 y 10 cm de DAP y la cobertura vegetal herbácea se midió utilizando el método de la “línea - intercepción”.

En este trabajo se presenta un análisis comparativo de la regeneración natural de especies herbáceas y leñosas en plantaciones con menor edad de *Araucaria angustifolia* y *Eucalyptus* sp del paraje Sombrero Caá y plantaciones forestales de mayor edad de las mismas especies en el Municipio de Puerto Piray.

En la plantación de *Araucaria angustifolia* de menor edad las especies más abundantes son: *Lonchocarpus muehlbergianus*, *Cabrlea canjerana*, *Ctenitis submarginalis* y *Thelypteris dentata*. En Puerto Piray encontramos en mayor número *Ocotea puberula*, *Machaerium stipitatum*, *Ctenitis submarginalis* y *Thelypteris dentata*

En la plantación de *Eucalyptus* sp. de Sombrero Caá: *Clorophora tinctoria*, *Allophylus edulis*, *Paspalum* sp. y *Clematis montevideensis* son las más abundantes. *Cupania vernalis*, *Bastardiopsis densiflora*, *Piper amalago*, y *Actinostemon concolor* en Puerto Piray.

PALABRAS CLAVE: *Araucaria angustifolia*, *Eucalyptus sp.* sotobosque, diversidad específica.

INTRODUCCIÓN:

Debido a la relevancia a escala mundial que ha adquirido la Selva Atlántica en los últimos años, se ha planteado la necesidad de desarrollar programas de conservación y restauración. En Brasil se han desarrollado proyectos de recuperación de áreas degradadas, principalmente de la vegetación secundaria (Schaffer & Prochnow, 2002). El sotobosque de plantaciones o monocultivos forestales puede representar un potencial sitio de restauración de la vegetación nativa, por lo cual es importante conocer la dinámica y composición del sotobosque.

En la Provincia de Misiones existen aproximadamente 300.000 ha plantadas con especies forestales, estando representadas en mayor número los géneros *Pinus*, *Araucaria* y *Eucalyptus*.

La riqueza y abundancia del sotobosque de estos monocultivos depende en gran medida de la intensidad, tipo de limpieza y preparación del terreno a implantar; así como también la densidad de plantación y la elección de la especie.

El análisis de los parámetros dasométricos y florísticos entre plantaciones de distintas edades y especies exóticas permitirá evaluar la potencialidad en el manejo de la regeneración natural de especies nativas maderables.

En este trabajo se evaluó comparativamente la composición vegetal y diversidad florística que se establece en dos plantaciones de *Araucaria angustifolia* y *Eucalyptus sp.* de diferentes edades y grados de intervención.

MATERIALES Y MÉTODOS:

El estudio se realizó en plantaciones monoespecíficas de *Araucaria angustifolia* y *Eucalyptus sp.* localizadas en el Departamento Eldorado, paraje Sombrero Caá, con una superficie total de 220 ha, propiedad de la empresa Alto Paraná S. A. El lote se ubica a los 26° 23' latitud sur, y 54° 40' longitud oeste; la toma de datos durante el año 2005 se amplió a dos plantaciones forestales de *Araucaria angustifolia* y *Eucalyptus sp.* de mayor edad ubicadas en el Municipio de Puerto Piray, Departamento Montecarlo, provincia de Misiones. Las características climáticas de la región se corresponden con las isotermas de 24 y 25°C como temperatura media para el mes más cálido (enero) y la isoterma de 14°C para las temperaturas

medias del mes más frío (julio), registrándose ocurrencias de heladas meteorológicas en el 90% de los años, con mínimas absolutas de -6°C . La región se encuentra próxima a la isohieta de 1.800 mm como medias anuales de precipitación. Para la localidad de Eldorado, se referencian 1.723 mm de precipitación media anual.

La propiedad de Sombreo Caá presenta en su totalidad suelos del complejo 9, rojo profundo muy evolucionados, lixiviados, permeables, ácidos o ligeramente ácidos, medianamente fértiles (CARTA 1.963), de buenas características, con presencia de pequeñas piedras sueltas.

Las pendientes son leves y moderadas, no superando en ningún sector el 8 %; presentado una orientación predominante hacia el oeste. La altura promedio es de 175 m.s.n.m. Similares características presenta la plantación de *Araucaria angustifolia* ubicada en el Municipio de Puerto Piray.

La plantación de *Eucalyptus sp.* relevada en el municipio mencionado anteriormente presenta suelos predominantemente de los complejos 6A y 6B, cuya característica para el primero es relieve plano o poco inclinado, escaso peligro de erosión, perfil más profundo. Para el segundo: relieve fuertemente inclinado, fuerte peligro de erosión, perfil superficial, con presencia de piedras en superficie (CARTA 1.963).

Se midieron los diámetros de todos los individuos y las alturas de los ejemplares dominantes en parcelas circulares de 650 m² distribuidas aleatoriamente en los cuadros de plantación, con los mismos se calcularon los parámetros dasométricos: número de individuos por hectárea, área basal y diámetro promedio de las especies implantadas

En parcelas de 100 m² (10m x 10m) se relevó la regeneración natural de especies leñosas entre 2,5 y 10 cm de DAP. Determinándose las características estructurales: distribución diamétrica, abundancia, dominancia, y frecuencia, como así también, indicadores de diversidad y composición florística.

Los parámetros de la cobertura vegetal inferior (= 1 m) se determinaron utilizando el método de la "línea - intercepción" (Canfield 1941, Denevan & Treacy 1987, Smith 1980). Esta técnica consiste en extender una cinta métrica a través de la vegetación; la cinta en cuestión marca un plano vertical que corta la vegetación hasta el nivel del suelo. Cada parte de la planta interceptada, que pasa a través de este plano vertical es registrada de acuerdo al número de centímetros que ocupa a lo largo de la cinta horizontal. Se registran solamente las plantas con partes interceptadas mayores a 10 cm de longitud.

Se consideró como componente de la cobertura vegetal inferior a todo vegetal con follaje por debajo de 1 metro de altura, esto incluye hierbas, arbustos y renovales de árboles o lianas leñosas.

En muchos casos la cobertura puede ser mayor del 100 %, pues es común el solapamiento del follaje de las plantas. Esta cobertura adicional tan sólo se mide cuando el solapamiento corresponde a especies distintas.

En cada plantación se determinó la dominancia relativa de especies particulares, dividiendo la suma de las intercepciones de una especie por la suma de todas las intercepciones de la transecta y multiplicando por 100. La dominancia relativa de grupos de especies (helechos, monocotiledóneas, dicotiledóneas, etc.) se evaluó sumando la dominancia relativa de las especies que lo componen.

RESULTADO Y DISCUSIÓN:

Resultados parcela de árboles:

Se presentan en la tabla 1, los datos dasométricos obtenidos a partir del muestreo realizado en las cuatro plantaciones forestales:

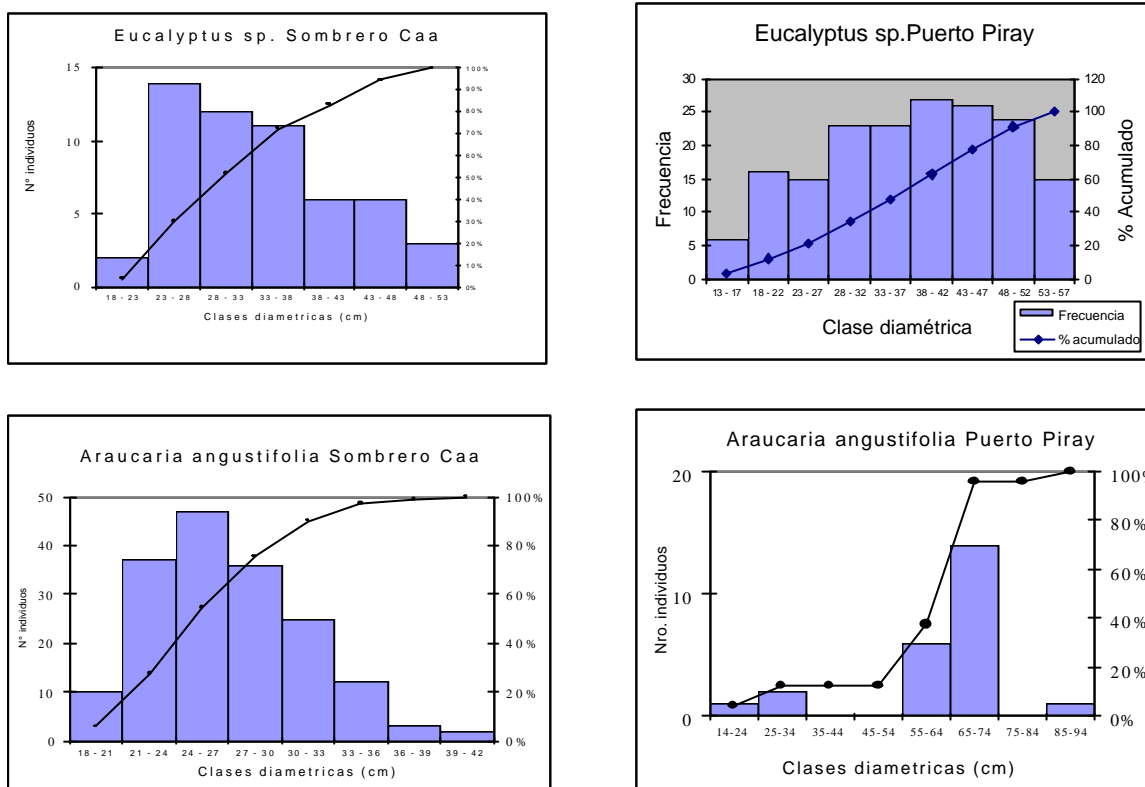
Tabla 1: Características del área bajo estudio

Table 1: Characteristic of the area under study

PLANTACIONES	<i>Eucalyptus</i> sp. Sombrero Caá	<i>Eucalyptus</i> sp. Puerto Piray	<i>Araucaria angustifolia</i> Sombrero Caá	<i>Araucaria angustifolia</i> Puerto Piray
Año	1988	1970	1978	1960
Altura Promedio (m)	22.9	28.25	18	23.30
Área basal (m²/ha)	15.92	32.69	31.57	11.28
Superficie Plantación (ha)	5.40	10.00	3.96	6.00
Intensidad de muestreo (%)	6.02	6.5	8.21	10.8
Número de Árboles por ha	166	269	529	37

Gráfico 1: Número de individuos por clases diamétricas en *Eucalyptus sp* y *Araucaria angustifolia*, en el sitio Sombrero Caa y Puerto Piray.

Graph 1: Individuals' number for diametric classes in *Eucalyptus sp* and *Araucaria angustifolia*, in the place Sombrero Caa and Puerto Piray



Resultados especies leñosas

Gráfico 2: Abundancia de especies leñosas en el sotobosque de las plantaciones para cada uno de los sitios.

Graph 2: Abundance of woody species in the underbrush of the plantations for each one of the places.

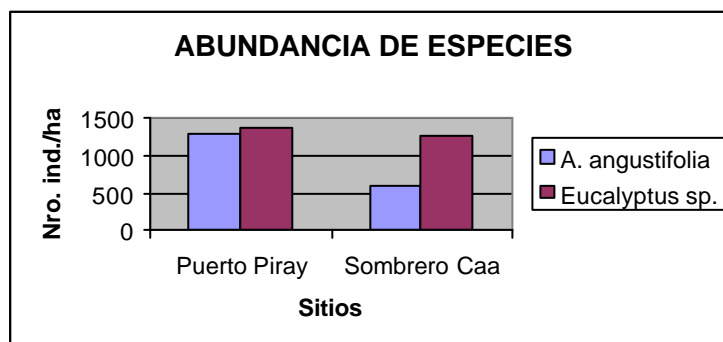
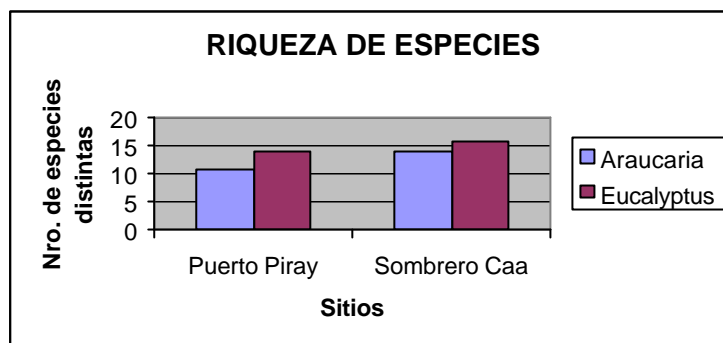


Gráfico 3: Riqueza de especies leñosas presente en el sotobosque de cada una de las plantaciones en ambos sitios.

Graph 3: Wealth of species woody present in the underbrush of each one of the plantations in both places.



En las plantaciones de *Araucaria angustifolia* de Sombrero Caá las especies leñosas más abundantes son: *Lonchocarpus muehlbergianus* (Rabo molle) y *Cabralea canjerana* (Cancharana). En la plantación de la misma especie de Puerto Piray encontramos en mayor número *Ocotea puberula* (Laurel guaycá) y *Machaerium stipitatum* (Isapuí).

En cambio en las plantaciones de *Eucalyptus sp.* de Sombrero Caá *Clorophora tinctoria* (Mora amarilla) y *Allophylus edulis* (Kokú) son las más abundantes. *Cupania vernalis* (Camboatá), *Bastardiopsis densiflora* (Loro blanco), *Lonchocarpus leucanthus* (Rabo itá) y *Balfourodendron riedelianum* (Guatambú) en la plantación de Puerto Piray.

Gráfico 4: Diversidad leñosa según índice de Simpson para ambas situaciones.

Graph 4: Woody diversity according to index of Simpson for both situations

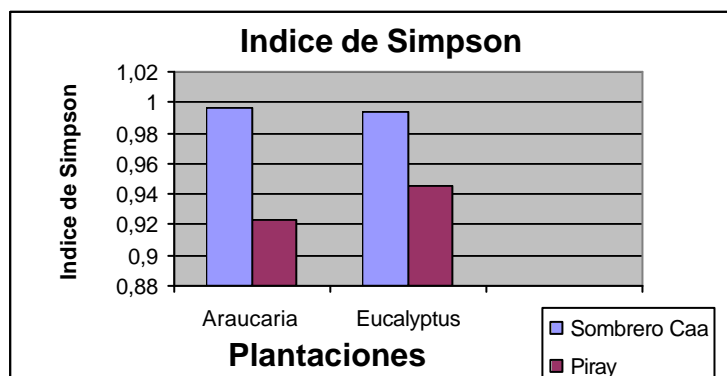
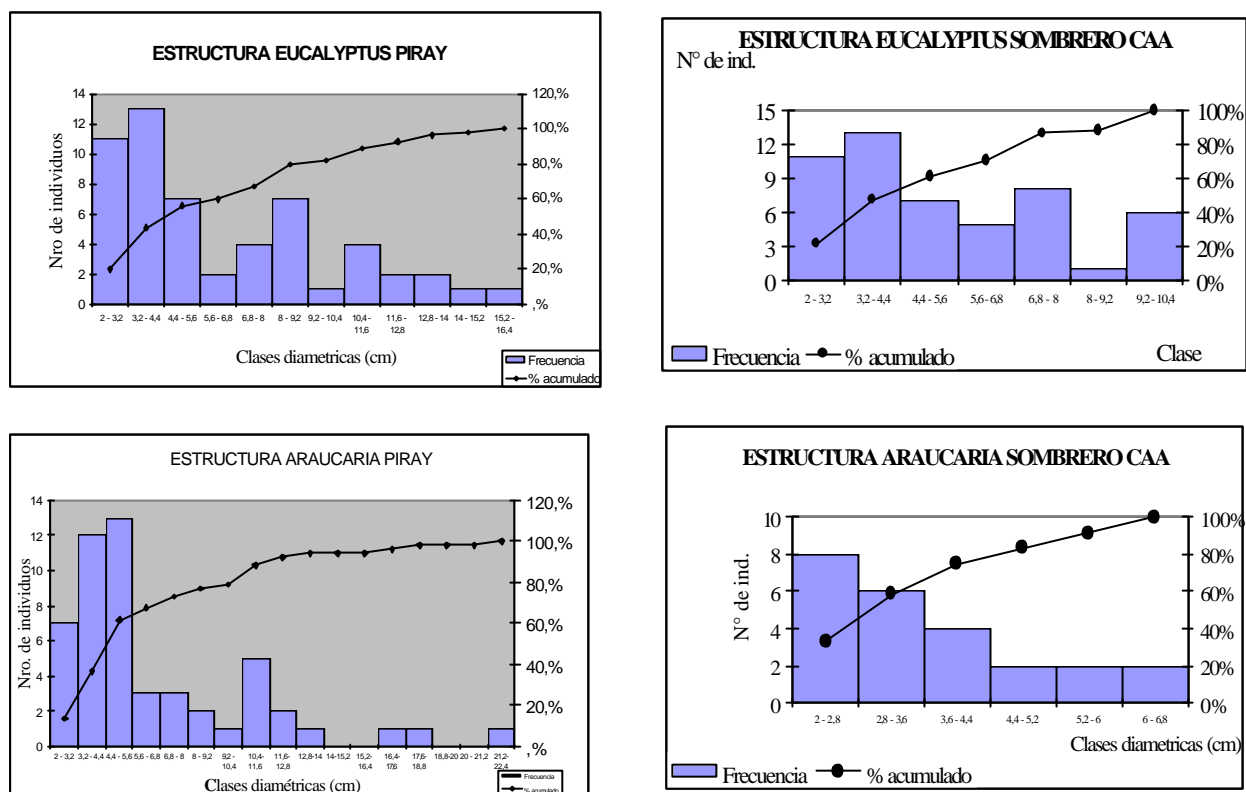


Gráfico 5: Frecuencia y distribución diamétrica para cada una de las plantaciones

Graph 5: Frequency and diametric distribution for each one of the plantations



Resultado de cobertura de las especies del estrato inferior

Gráfico 6: Cobertura de las especies del estrato inferior: en la plantación de *Eucalyptus sp* del sitio Sombrero Caá.

Graph 6: Covering of the species of the inferior stratum: in the plantation of *Eucalyptus sp* of the place Sombrero Caá.

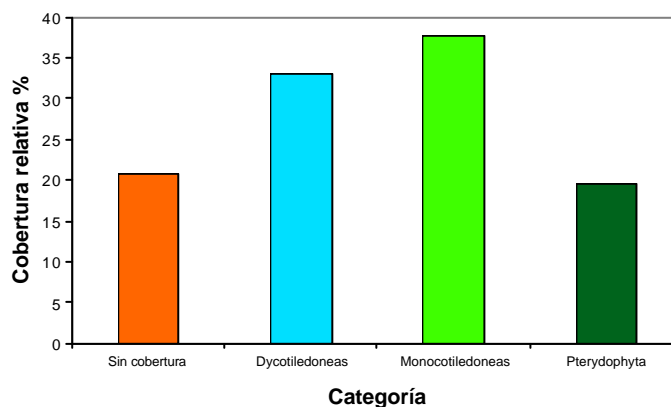
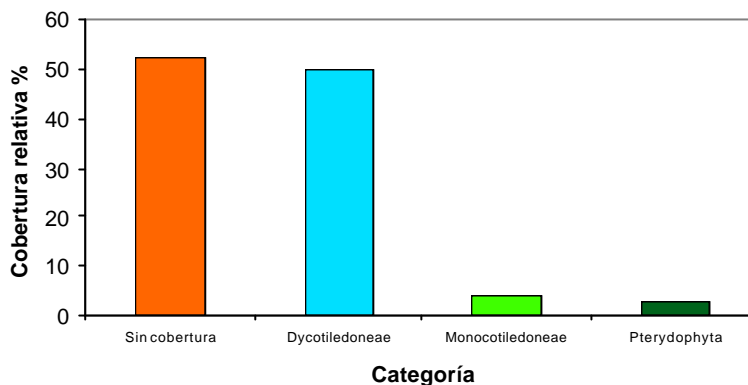


Gráfico 7: Cobertura estrato inferior *Eucalyptus sp.* Puerto Piray

Graph 7: Covering inferior stratum *Eucalyptus sp.* Puerto Piray



Plantación de *Eucalyptus sp.* comparación entre ambas situaciones

La cobertura del estrato inferior en la plantación de menor edad de *Eucalyptus sp.* en Sombrero Caá está liderada por especies de *monocotiledóneas*, con un 38 %, le siguen las *dicotiledóneas* con un 30 % y por último los *helechos* con un 28 %. Entre tanto el suelo descubierto de vegetación ocupa un 21%. Las especies dominantes para este estrato son *Paspalum sp.* (Poaceae) *Clematis montevidensis* (Ranunculaceae) y *Setaria vulpiseta* (Poaceae).

La plantación situada en el municipio de Puerto Piray presenta un estrato inferior cubierto principalmente de *dicotiledóneas* con un valor cercano al 50%, muy por debajo se encuentra las *monocotiledóneas* con una cobertura relativa porcentual del 4% y los *helechos* con un 2,8%. Se determinó un alto valor carente de materia vegetal viva (52,5%). El solapamiento de copias que ocurre en los manchones de vegetación explica que la suma de estos componentes arroje valores por arriba del 100%. Las especies dominantes en esta situación son: *Piper amalago* (Piperaceae), *Actinostemon concolor* (Euphorbiaceae) y *Acalypha sp.* (Euphorbiaceae).

Gráfico 8: Cobertura estrato inferior en *Araucaria angustifolia* de Sombrero Caá

Graph 8: Covering inferior stratum in *Araucaria angustifolia* of Sombrero Caá

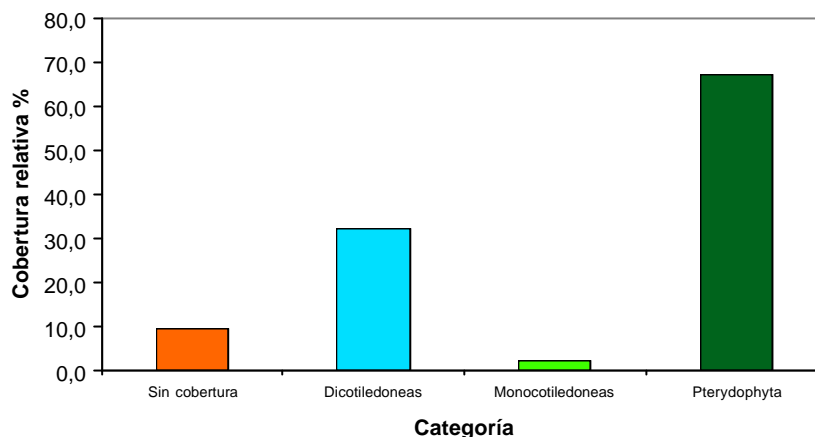
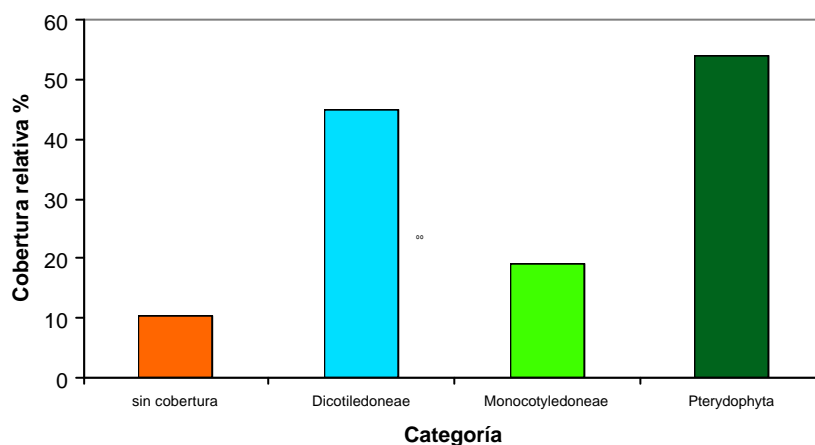


Gráfico 9: Cobertura estrato inferior en *Araucaria angustifolia* de Puerto Piray

Graph 9: Covering inferior stratum in *Araucaria angustifolia* of Port Piray



Plantación de *Araucaria angustifolia*: comparación entre ambas situaciones

En el Paraje Sombrero Caa la plantación presenta un estrato inferior cubierto principalmente por *helechos* con un 67 %, las *dicotiledóneas* con un valor del 32 %, muy por debajo se encuentra las *monocotiledóneas* con una cobertura relativa porcentual del 2 % y sin cobertura 2,0 %. En dicho sitio las especies mejor representadas arrojan una dominancia de *Ctenitis submarginalis* (Dryopteridaceae), *Thelypteris dentata* (Thelypteridaceae) y *Piper aduncum* (Piperaceae).

En la plantación de mayor edad de Puerto Piray la cobertura del estrato inferior predominan los *helechos* con un 54 %, luego las *dicotiledóneas* con un 45 % y las *monocotiledóneas* con un 19 %. Entre tanto el suelo descubierto de vegetación ocupa un 10%.

En este sitio predominan *Ctenitis submarginalis* y *Thelypteris dentata*, pero en tercer lugar hallamos a *Leandra australis* (Melastomataceae).

Discusión:

- Se puede observar que en el sitio Puerto Piray, la abundancia de especies leñosas en plantaciones de *A. angustifolia* duplica en número a la de Sombrero Caa, esto es atribuible a la diferencia en edad y al bajo número de individuos por hectárea (37) en el primer sitio.
- Debido a que la plantación de *Eucalyptus* sp. de Puerto Piray posee mayor número de individuos por ha que la más joven (Sombrero Caa) por falta de manejo silvicultural no hay una diferencia significativa en la abundancia de especies leñosas en ambos sitios.
- En la plantación de *Araucaria angustifolia* mas joven se presenta un mayor número de especies distintas. Esto se debe a que a medida que pasa el tiempo las especies efímeras, que son las que se establecen en las primeras etapas de la sucesión vegetal, dan lugar al establecimiento de especies más longevas.
- Puede apreciarse que las plantaciones nuevas presentan mayor diversidad que las antiguas. Considerando que la diversidad involucra riqueza de especies y equitabilidad en la abundancia, los valores contrastantes del Índice de Simpson pueden explicarse por el mayor número de especies presentes en las plantaciones nuevas.
- Los resultados hasta ahora encontrados indican variaciones importantes, en la composición del estrato inferior si comparamos plantaciones de distinta edad e historia de manejo. Al menos para el caso del *Eucalyptus* sp. se observa en las plantaciones de Puerto Piray una disminución en la cobertura de monocotiledóneas y un importante aumento de dicotiledóneas y de zonas desprovistas de cobertura vegetal (Ver gráficos 6 y 7). Debemos tener en cuenta que las monocotiledóneas, en especial las gramíneas son características de los estadios sucesionales iniciales, y con el cierre progresivo del sotobosque van desapareciendo debido al insuficiente grado de iluminación que produce un dosel cerrado. Contrariamente en las plantaciones de *Araucaria angustifolia* la cobertura de monocotiledóneas y dicotiledóneas es mayor para el caso de la plantación antigua, en detrimento de la cobertura de helechos, que igualmente no deja de ser el grupo taxonómico dominante (Gráficos 8 y 9). El amplio espaciamiento de la plantación

de Puerto Piray debido a raleos e intervenciones de limpieza del sotobosque, explica este comportamiento atípico, en relación a lo que ocurre con la plantación de *Eucalyptus sp.*

CONCLUSIONES:

- En ambos sitios se manifiesta una mayor riqueza de especies en la plantación de *Eucalyptus sp.* con respecto a la de *Araucaria angustifolia*.
- Se aprecian contrastes notables en cuanto a riqueza florística y ocupación del terreno en el estrato inferior de los distintos tipos de monocultivos forestales evaluados.
- Evidentemente la cobertura inferior de las plantaciones depende en gran medida de la especie forestal que conforma el monocultivo.

BIBLIOGRAFÍA:

- BARRET W., Tressens S. G. 1996. Estudio de la vegetación nativa en plantaciones de *Eucalyptus grandis* (Myrtaceae) en el norte de la provincia de Corrientes, República Argentina. *Bonplandia* 9 (1-2): 1-18
- CANFIELD, R. 1941. Application of the line-intercept method in sampling range vegetation. *J. Forest.* 39: 388-394.
- DENEVAN, W. M.; Treacy J. M.. 1987. Young managed fallows at Brillo Nuevo. In Denevan M. & C. Padoch: *Swidden-Fallow Agroforestry in the Peruvian Amazon*. *Advances in Economic Botany* 5: 8-46.
- SCHAFFER W.B. & M. PROCHNOW, 2002. *A Mata Atlántica e Você, Como preservar, recuperar e se beneficiar da mais ameaçada floresta brasileira*. Ed. Apremavi. 156 pp.
- SMITH, R. L. 1980. *Ecology and field biology*. Harper and Row. New York.

ENFOQUE SISTÉMICO EN LA INVESTIGACIÓN DE CUENCAS HIDROGRAFICAS

SYSTEMIC APPROACH IN THE INVESTIGATION OF WATERSHEDS

Juan A. Martínez Duarte ¹

¹ Facultad de Ciencias Forestales (U.Na.M.). Bertoni 124 (3380) Eldorado, Misiones, Argentina. martinez_duarte@hotmail.com

SUMMARY

The objective of this work is to determine the most appropriate scientific approach in the investigation to be carried out in order to propose a methodology for the arrangement plans formulation and environmental economic evaluation of watersheds of the province of Misiones, Argentina. In this paper, watershed is used as a synonym of catchment and is considered as all that surface area drained by a specific stream, large or small, or draining into a lake. Watershed arrangement is the carrying out of planned practices and operations to attain desired objectives in terms of the functioning of the watershed. The hypothesis is that the systemic approach is the most appropriate one in the investigation to be developed. The main scientific approaches were analysed as well as the structure and functioning of watersheds in order to determine the most appropriate one. It was concluded that the systemic approach is the most appropriate.

Key words: Watersheds, systemic approach, mechanic approach, arrangement, evaluation, investigation.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es determinar el enfoque científico más adecuado en la investigación a realizar con el fin de proponer una metodología para la formulación y evaluación económica ambiental de planes de ordenación de cuencas hidrográficas de la provincia de Misiones, Argentina. El término “cuenca hidrográfica” significa la porción de superficie terrestre cuyas aguas vierten a un determinado curso de agua y ordenación de cuencas hidrográficas es la realización de operaciones planificadas para alcanzar objetivos relacionado con el funcionamiento de la cuenca. La hipótesis es que el enfoque sistémico es el más apropiado en la investigación desarrollar. Fueron analizados, los principales enfoques de la ciencia, la estructura y funcionamiento de una cuenca hidrográfica, determinándose que la misma es la unidad de ordenación, porque naturalmente constituye un sistema donde cierra el

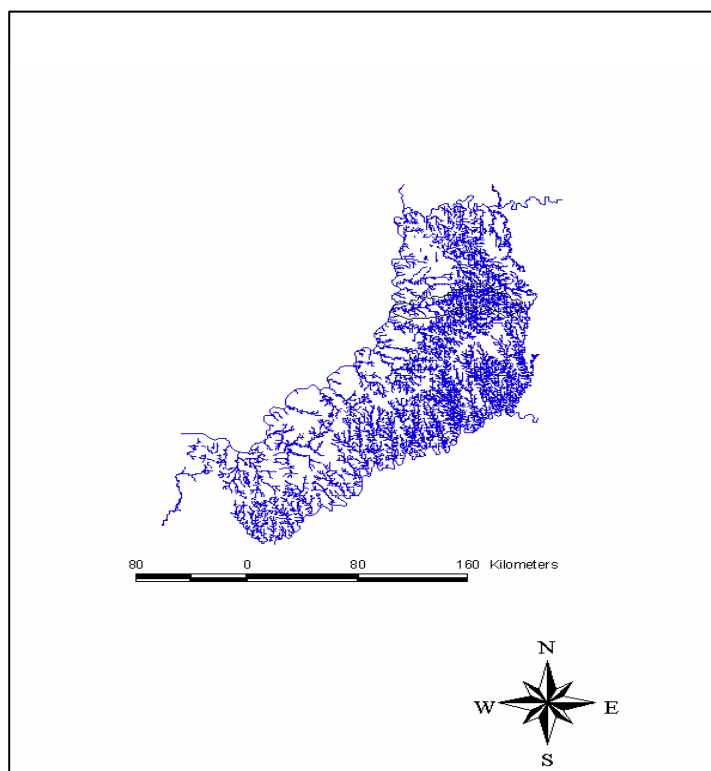
balance del agua, de la energía y, por ser dinámico, la acción sobre sus partes genera reacción mensurable sobre otras partes del sistema. El resultado indica que el enfoque sistémico es el más adecuado, recomendando su aplicación en la investigación a desarrollar.

Palabras clave: Cuencas hidrográficas, enfoque sistémico, enfoque mecanicista, ordenación, evaluación, investigación.

INTRODUCCIÓN

Como muestra la figura 1, hidrológicamente la provincia de Misiones es muy rica, pero debido a la falta de ordenación y manejo racional de sus cuencas hidrográficas, en forma frecuente falta la disponibilidad de agua pura y abundante, manifestado en problemas de salud en la población, incendios, perjuicios económicos y otras consecuencias negativas.

Figura 1: Hidrografía de Misiones (Hydrography of the Misiones)



Fuente: Basado en datos del Ministerio de Ecología, Recursos Naturales Renovables y Turismo.

El término “cuenca hidrográfica” se usa con el mismo sentido que el de cuenca colectora o de captación y se entiende por él toda la porción de superficie terrestre cuyas

aguas vierten a un determinado río o curso de agua, grande o pequeño, o que van a descargar en un río, lago ó mar¹.

Por ordenación de cuencas hidrográficas se entiende la realización de prácticas y operaciones planificadas para alcanzar los objetivos deseados en relación con el funcionamiento de la cuenca. Las dos palabras fundamentales de esta definición son planificadas y objetivos².

Para resolver los problemas hidrológicos y ambientales mencionados se propone, entonces, formular e implementar planes de ordenación en cada una de las cuencas hidrográficas, para lograr como resultado de la integración entre ellas, el ordenamiento territorial de la provincia de Misiones.

El problema que dificulta la propuesta, expuesta en el párrafo anterior, es la falta en la provincia de Misiones, de una metodología para formular y evaluar los planes de ordenación de las cuencas hidrográficas.

El presente trabajo tiene como objetivo determinar el enfoque más adecuado en la investigación a desarrollar como tesis, denominado: “Metodología para la formulación y evaluación económica ambiental de planes de ordenación de cuencas hidrográficas de la provincia de Misiones, Argentina”, que busca resolver el problema mencionado en el párrafo anterior.

La hipótesis planteada es que el enfoque sistémico, comparada con el enfoque mecanicista, es el más adecuada en la investigación a desarrollar.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se efectuó una revisión de los antecedentes bibliográficos y se realizó un análisis de la información actualizada disponible en Internet, con el fin de caracterizar los principales enfoques actuales de la ciencia en la investigación en cuencas hidrográficas. Fueron estudiados el enfoque mecanicista y sistémico, a fin de determinar a continuación cual es la más adecuada para la investigación en cuencas hidrográficas.

¹ LÓPEZ Cadenas de Llano, F.. 1976. Hidrología Forestal. Escuela Técnica Superior de Montes. Madrid. 1ª y 2ª parte. 520 pp.

² FAO.1992. Manual de campo para la ordenación de cuencas hidrográficas. Roma. 1 Volumen. 185 pp.

RESULTADOS

Enfoque mecanicista

El enfoque mecanicista del mundo tiene sus raíces en la filosofía de los atomistas griegos, quienes veían la materia como constituida por varios «elementos básicos de construcción», los átomos, que son puramente pasivos y se hallan intrínsecamente muertos.

El atomismo, fue concebida por los filósofos griegos Leucipo, su discípulo Demócrito y Anaxágoras (500-428 a.C.), y continuada por Demócrito, filósofo griego que entre otros temas desarrolló la teoría atómica del universo, y Epicuro, docente y fecundo autor que a su muerte dejó 300 manuscritos, incluyendo 37 tratados sobre física y numerosas obras sobre el amor, la justicia, y los dioses. El atomismo fue prolongado en el Renacimiento por pensadores como Nicolás de Cusa y el físico Giordano Bruno, quien pereció quemado vivo por la Inquisición en el año 1600. Según el atomismo, el Universo - entendido como el conjunto de los fenómenos sensibles - es el resultado de la composición accidental de las propiedades de los átomos de que está formada la materia. La cualidad de unión, declinación o desviación de los átomos daría origen a la explicación de sus encuentros y combinaciones, permitiendo introducir la noción de contingencia (y por lo tanto del libre albedrío) en un Universo no sometido a una determinación estricta (Thines G. y Lempereur A.).

Se pensaba que a los átomos los movía alguna fuerza externa a la que con frecuencia se atribuía un origen espiritual, con lo cual se la suponía fundamentalmente diferente de la materia. Esta imagen llegó a ser parte esencial del modo de pensar de Occidente y dio origen al dualismo entre espíritu y materia, entre la mente y el cuerpo, que es característico del pensamiento occidental.

Este dualismo fue formulado en su forma más tajante en la filosofía de Descartes, quien basó su visión de la naturaleza en una división fundamental entre dos ámbitos separados e independientes: El de la mente (*res cogitans*) y el de la materia (*res extensa*). La división cartesiana permitió que los hombres de ciencia trataran la materia como algo muerto y totalmente separado de ellos y vieran el mundo material como una multitud de objetos diferentes reunidos en un enorme mecanismo. Tal visión mecanicista del mundo fue la que sirvió a Newton como base para la construcción de su mecánica, y de ella hizo el fundamento de la física clásica.

Dos significativos representantes modernos del atomismo han sido el lógico alemán Ludwig Wittgenstein y el matemático inglés Bertrand Russell, quienes vivieron, ejercieron la docencia y la investigación a principios del siglo XX. Russell enunció la teoría del atomismo lógico en su obra *Principia Matemática*, según la cual el mundo aparece al análisis lógico

como una multiplicidad de elementos separados – los átomos lógicos – no integrables analíticamente.

La tesis básica del atomismo es que entre los componentes atómicos de un todo - o las expresiones lingüísticas que los representan – no hay relaciones de interdependencia; sólo de conjunción, sumación o disyunción. Cualquier expresión de interrelación entre estas partes del todo, será de carácter metafísico y por la tanto inadmisible e ilógica.

En síntesis, este antiguo método de análisis de los datos de la realidad consiste en fragmentar la realidad estudiada en tantas partes como sea posible, analizar luego cada elemento para finalmente, recomponiéndolos mediante simples operaciones de conjunción, implicación, etc., llegar a la comprensión del todo. No hay que proponerse la búsqueda de asociaciones o interrelaciones entre las partes porque – según esta estrategia – ello conduciría a elaboraciones “metafísicas”, fantasiosas o imaginarias. Hay que limitarse a encontrar, enumerar, y ver cómo se distribuyen las partes de la cosa estudiada. Todo este procedimiento también recibe el nombre de “método analítico”.

Tomado como método de producción de conocimiento, el método analítico o atomista prescribe que se debe ahondar en el conocimiento de las variables del objeto o fenómeno estudiado y en la eventual aparición de nuevas variables.

Enfoque sistémico

El concepto de sistema arranca del problema de las partes y el todo, ya discutido en la antigüedad por Hesíodo (siglo VIII a.C.) y Platón (siglo IV a.C.).

Georg Hegel (1770-1831), sostenía que los seres son un "momento del proceso que esta viviendo la totalidad" y que cada "ser" esta comprometido dentro del devenir del todo. Relativiza el conocimiento al pensar a la "realidad como el conjunto de relaciones", ellas son las únicas que presentan el carácter de lo absoluto. Este pensamiento tiene la fuerza de lo sistémico. Decía Hegel que solo podemos entender las particularidades en el todo y solo se es en relación con los demás. Su modelo de ser, es el "ser en relación". Como vemos su pensar acerca del "yo " es además totalmente diferente al propuesto por Descartes y lo expresa sin dejar margen a las dudas al decirnos, "el yo es lo que es, en relación con lo que no es", expresión de una dialéctica en permanente cambio que al mismo tiempo nos asegura a nosotros la condición ineludible de seres sociales³.

³ MARECOS, E. A.. 2001. Las relaciones y la realidad. Revista de Postgrado de la Cátedra VIa Medicina N° 105. 1-2 pp.

Para Hegel la forma de evidenciar el comportamiento propio de la razón es cuando la misma se hace dialéctica, se parte del todo comenzando a estructurar la realidad con una afirmación (la tesis), que debe ser contradicha (antítesis), para posteriormente realizar la conciliación entre los opuestos a lo cual denomina síntesis (sin-del griego-composición).

Estos serían los tres momentos fundamentales, enlazados entre sí con tal grado de compromiso, que la síntesis de un proceso será la tesis del siguiente, lo cual impide la dispersión al infinito para alcanzar la síntesis superadora. Define a tesis como una "afirmación cualquiera" y sostiene que todos los conceptos llevan dentro de sí un conflicto, es este el que le dará "movimiento" al cual denomina antítesis. Como negación de la afirmación será la encargada de dinamizar la realidad.

Por fin y principio aparece la síntesis, a la que considera como un movimiento de conciliación cuya función será la superación del conflicto que se puede ver como la negación de una negación anterior, pero de la cual conservará lo positivo de los dos momentos anteriores. Es en ese punto donde radica el germen de la perpetua creación.

Sin embargo, el estudio de los sistemas como tales no preocupa hasta la segunda guerra mundial, cuando se pone de relieve el interés del trabajo interdisciplinar y la existencia de analogías (isomorfismos) en el funcionamiento de sistemas biológicos y automáticos. Este estudio tomaría carta de naturaleza cuando, en los años cincuenta, L. von Bertalanffy propone su Teoría General de Sistemas.

La aparición del enfoque de sistemas tiene su origen en la incapacidad manifiesta de la ciencia para tratar problemas complejos. Así, el enfoque de sistemas aparece para abordar el problema de la complejidad a través de una forma de pensamiento basada en la totalidad y sus propiedades que complementa el reduccionismo científico⁴.

Lord Rutherford pronunció la frase que refleja más claramente el éxito del método científico reduccionista durante el primer tercio del siglo XX: "Hay Física y hay coleccionismo de sellos". El objetivo último era explicar cualquier fenómeno natural en términos de la Física.

Fueron los biólogos quienes se vieron en primer lugar en la necesidad de pensar en términos de totalidades. El estudio de los seres vivos exigía considerar a éstos como una jerarquía organizada en niveles, cada uno más complejo que el anterior. En cada uno de estos niveles aparecen propiedades emergentes que no se pueden explicar a partir de los

⁴ P. CHECKLAND, W., 1999. "Systems Thinking, Systems Practice"

componentes del nivel inferior, sencillamente porque se derivan de la interacción, y no de los componentes individuales.

En los años cuarenta comienza un vivo interés por los estudios interdisciplinarios con el fin de explorar la tierra de nadie existente entre las ciencias establecidas. Estos estudios ponen de manifiesto la existencia de analogías (más bien isomorfismos) en la estructura y comportamiento de sistemas de naturaleza muy distinta (sistemas biológicos, mecánicos, eléctricos, etc.). Así es como Wiener y Bigelow descubren la ubicuidad de los procesos de realimentación, en los que informaciones sobre el funcionamiento de un sistema se transmiten a etapas anteriores formando un bucle cerrado que permite evaluar el efecto de las posibles acciones de control y adaptar o corregir el comportamiento del sistema. Estas ideas constituyen el origen de la Cibernética, cuyo objeto es el estudio de los fenómenos de comunicación y control, tanto en seres vivos como en máquinas.

En esta misma década, von Bertalanffy proponía los fundamentos de una Teoría de Sistemas Generales y en 1954 se crea la Sociedad para la Investigación de Sistemas Generales.

El objetivo último de von Bertalanffy, el desarrollo y difusión de una única meta-teoría de sistemas formalizada matemáticamente, no ha llegado a cumplirse. En su lugar, de lo que podemos hablar es de un enfoque de sistemas o un pensamiento sistémico que se basa en la utilización del concepto de sistema como un todo irreducible.

La cuenca hidrográfica

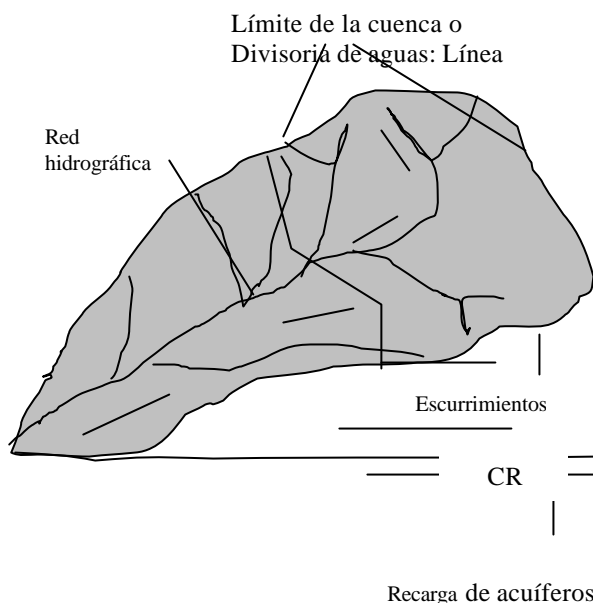
El agua que necesita el hombre proviene de las cuencas hidrográficas o colectoras y de ello deriva lógicamente el concepto de ordenación de las cuencas que no es sino una parte más de toda buena planificación del aprovechamiento de la Tierra.

Cuando se llega a la ejecución práctica de dicha planificación es importante que ésta se aplique a zonas suficientemente homogéneas en cuanto a sus características físicas, biológicas, económicas y sociales, de modo que ofrezcan una base apropiada para un programa de ordenación. Tal unidad viene proporcionada por la cuenca hidrográfica sea grande o pequeña.

La cuenca es una unidad sistémica natural. Sus límites se determinan a simple vista porque están conformados por la línea más elevada del área.

En el esquema de la figura 2, el área gris representa una cuenca hidrográfica. Es un área de la superficie terrestre que recoge la lluvia que cae sobre ella y la conduce, escurriendo hacia el centro y la parte inferior. El borde del área es el límite de la cuenca (Divortium acuarium).

Figura 2: La cuenca hidrográfica (The watershed)



Fuente: Propia

Desde el punto de vista de la conservación de suelos y aguas la cantidad y calidad del agua que proporcione la cuenca considerada como una unidad de ordenación, será la medida de la eficacia de los métodos de ordenación que se han aplicado en ella. Tales métodos serán en parte la suma de los conocimientos técnicos individuales aplicados en las tareas de conservación del suelo y de regularización del curso del agua. Ello explica por qué se concede cada vez mayor importancia a la ordenación de cuencas en todos los países del mundo.

Todo programa con una base sólida tanto desde el punto de vista técnico como económico y social exige la preparación de planes de ordenación de cuencas. Seguidamente, la cuestión final y más importante es la de utilizar los medios económicos necesarios para llevar a cabo los programas precisos y desarrollar éstos en toda su amplitud.

El proyecto de investigación

Hasta donde hemos podido verificar, en la provincia de Misiones existe una carencia de una metodología para efectuar una correcta valoración económica ambiental de los recursos de las cuencas y de las alternativas de manejo de los mismos. Esta situación provoca que hasta el momento ninguna cuenca hidrográfica de la provincia cuente con un plan de ordenación y es uno de los factores determinantes, tanto de la desvalorización como del deterioro de los recursos naturales, que repercute negativamente en la calidad ambiental, del agua de los arroyos y afecta el bienestar de los habitantes.

El tema de investigación propuesto: “Metodología para la formulación y evaluación económica ambiental de planes de ordenación de cuencas hidrográficas de la provincia de Misiones, Argentina”, busca resolver este problema de gran repercusión económica ambiental aplicando sus resultados a las cuencas hidrográficas de la provincia de Misiones.

Así se determina como problema de investigación:

¿Como sistematizar los conocimientos actualmente existentes en la ordenación de cuencas hidrográficas, que tengan en cuenta la hidrología, la ecología y la economía, para elaborar una metodología que permita formular y realizar la evaluación económica ambiental de planes de acción en las cuencas hidrográficas tendiente a su rehabilitación productiva y ambiental, tanto de la provincia de Misiones como de la región?

El objetivo general es proponer una metodología para la formulación y realización de la evaluación económica ambiental de planes de ordenación de las cuencas hidrográficas de la provincia de Misiones.

CONCLUSIÓN

La cuenca es un sistema natural complejo, donde interactúan aspectos físicos, biológicos, económicos y sociales.

La revisión bibliográfica registra antecedentes de estudios que recomiendan la mejora de la calidad ambiental y el desarrollo de cuencas hidrográficas mediante modelos de planificación y análisis integrados.

Esta planificación se facilita con un enfoque sistémico y es dificultoso ser abordado con un enfoque mecanicista, debido a que en una cuenca hidrográfica existen relaciones entre el medio ambiente, el desarrollo y la planificación. En la planificación se deben incluir objetivos de calidad ambiental y deben ser consideradas la dinámica y las interacciones que afectan al sistema constituyendo equipos interdisciplinarios. Las consideraciones ambientales se deben tomar en cuenta a través de la planificación integrada utilizando metodologías para la planificación de cuencas hidrográficas basada en el análisis de sistemas.

Identificado el problema que la tesis pretende colaborar a resolver, caracterizada la estructura y el funcionamiento de una cuenca hidrográfica, enunciado los objetivos de la investigación y analizado los principales enfoques de la ciencia en la investigación, se llega a la conclusión que el enfoque sistémico es el más adecuado en la investigación a realizar con el objetivo de proponer una metodología para la formulación y evaluación económica ambiental de planes de ordenación de cuencas hidrográficas de la provincia de Misiones, para la mejora de la calidad del agua y el desarrollo productivo en armonía con la calidad ambiental.

BIBLIOGRAFIA

- CARPIO, A. (1992). *Principios de Filosofía. Introducción a su problemática*. Ediciones Glauco.
- CHALMERS, A.F.(2002). *¿Que es esa cosa llamada ciencia?*. Siglo Veintiuno de Argentina editores.
- FAO.(1992). *Manual de campo para la ordenación de cuencas hidrográficas*. Roma. 1 Volumen.
- MARECOS, E. A. (2001). *Las relaciones y la realidad*. Revista de Posgrado de la Cátedra Via Medicina N° 105. 1-2 pp.
- OEA. (1978). *Calidad ambiental y desarrollo de cuencas hidrográficas: Un modelo para la planificación y análisis integrados*. Washigton D.C.

**METODOLOGIA PARA LA FORMULACION Y EVALUACION
ECONOMICA AMBIENTAL DE PLANES DE ORDENACION DE CUENCAS
HIDROGRAFICAS DE LA PROVINCIA DE MISIONES**

**METHODOLOGY FOR THE ARRANGEMENT PLANS FORMULATION
AND ENVIRONMENTAL ECONOMIC EVALUATION OF WATERSHEDS OF THE
PROVINCE OF MISIONES, ARGENTINA**

Juan A. Martínez Duarte ¹

¹ Facultad de Ciencias Forestales (U.Na.M.). Bertoni 124 (3380) Eldorado, Misiones, Argentina. martinez_duarte@hotmail.com

SUMMARY

The objective of this work is to propose a methodology for the arrangement plan formulation and environmental economic evaluation of the watersheds. The hypothesis is that is feasible to create a methodology to formulate and to evaluate plans of arrangement of watersheds of the province of Misiones. The methodology contemplates the actions and activities: Revision of antecedents of the watershed, inventory of the resources, analysis of the limitations, elaboration of the management plan, environmental impact evaluation and environmental economic evaluation. The results indicate that the applied method is valid, the values of the IRR (internal rate of return) found of 11 % and of the NPV (net present value) of 1.976,19 \$/ha at a rate of 7 %, the environmental impact evaluation of the management plan is positive. The scientific contribution is a methodology for the arrangement plans formulation and environmental economic evaluation of watersheds of the province of Misiones, Argentina

Key words: Watersheds, arrangement, evaluation

RESUMEN

El objetivo general de la presente investigación es proponer una metodología para la formulación y evaluación económica ambiental de planes de ordenación de cuencas hidrográficas. La hipótesis de trabajo es que es factible crear dicha metodología. La metodología contempla las siguientes acciones y actividades: Revisión de antecedentes de la cuenca hidrográfica, inventario de los recursos, análisis de las limitaciones, elaboración de un

plan de manejo, evaluación del impacto ambiental y evaluación económica ambiental. Los resultados demuestran que el método propuesto y aplicado es válido; la TIR es 11% y el VAN 1 976,19 \$/ha con tasa de descuento del 7%; y la evaluación del impacto ambiental del plan de manejo fue positiva. La contribución científica es una metodología para la formulación y evaluación económica ambiental de planes de ordenación de cuencas hidrográficas de la provincia de Misiones, Argentina.

Palabras clave: Cuenca hidrográfica, ordenación, evaluación

INTRODUCCIÓN

El agua que necesita el hombre proviene de las cuencas hidrográficas y de ello deriva el concepto de ordenación de las cuencas, que es una parte más de toda buena planificación del aprovechamiento y desarrollo sustentable de la Tierra.

Cuando se llega a la ejecución práctica de dicha planificación es importante que ésta se aplique a zonas suficientemente homogéneas en cuanto a sus características físicas, económicas y sociales, de modo que ofrezcan una base apropiada para emprender un programa de ordenación. Tal unidad viene proporcionada por la cuenca hidrográfica.

En el caso de la provincia de Misiones, el bienestar de la población también está relacionado con la calidad y la disponibilidad del agua dulce. La generación actual y las venideras dependen del desarrollo sustentable, siendo el agua pura y abundante el indicador del buen manejo de los recursos naturales.

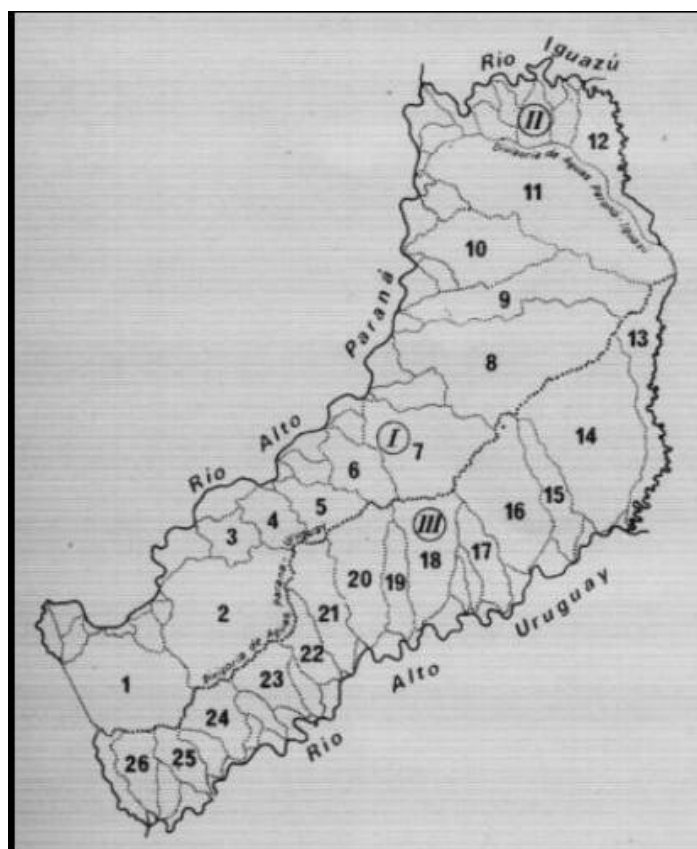
El ordenamiento del territorio provincial basado en la integración de sus cuencas hidrográficas ordenadas, permitirá lograr el desarrollo económico en armonía con la calidad ambiental.

Desde el punto de vista de la ordenación de cuencas, es una ventaja que los arroyos interiores se encuentren íntegramente en territorio provincial, como muestra la figura 1.

En el caso de los países en desarrollo, son en general escaso los antecedentes y prácticamente no se encuentran casos exitosos de ordenación de cuencas hidrográficas en toda Latinoamérica.

Figura 1: Cuencas hidrográficas de la Provincia de Misiones.

Figure 1: Watershed of the County of Misiones



Fuente: Basado en mapa elaborada por la Dirección General de Estadísticas y Censos(1978)

En la provincia de Misiones en particular no se registran antecedentes específicamente relacionado al tema. Por lo tanto, el presente trabajo se considera con el nivel de originalidad, novedad científica adecuada y aplicabilidad a las cuencas hidrográficas de la provincia de Misiones.

El objetivo general es proponer una metodología para la formulación y evaluación económica ambiental de planes de ordenación de las cuencas hidrográficas de la provincia de Misiones.

Los objetivos particulares son:

- ✍ Caracterizar física, biológica y socioeconómicamente la cuenca hidrográfica,
- ✍ Diagnosticar la situación actual teniendo en cuenta los indicadores definidos,
- ✍ Proponer las alternativas de acción y elaborar un sistema de procedimientos para la rehabilitación ambiental y productiva de la cuenca hidrográfica.
- ✍ Realizar la evaluación del impacto ambiental de las alternativas de acción

propuestas.

- ✍ Determinar la rentabilidad económica ambiental de las alternativas de acción, y

MATERIALES Y METODOS

Como unidad de análisis del presente estudio, fue seleccionada la cuenca hidrográfica del Arroyo Schwelm, de 358,7 hectáreas, que vierte sus aguas en el río Paraná a la altura del Puerto Viejo de Eldorado, Provincia de Misiones, Argentina; porque reúne las condiciones físicas, biológicas y socioeconómicas requeridas para la investigación realizada (ver figura 2). En el área de estudio se planteó el escenario hipotético de implementar dos cursos alternativos de acción:

- ✍ Alternativa A: 1) Un proyecto de restauración de bosques protectores y, 2) un Sistema Silvopastoril; para compararlo con la alternativa de referencia B
- ✍ Alternativa B: No modificar la situación actual de la cuenca

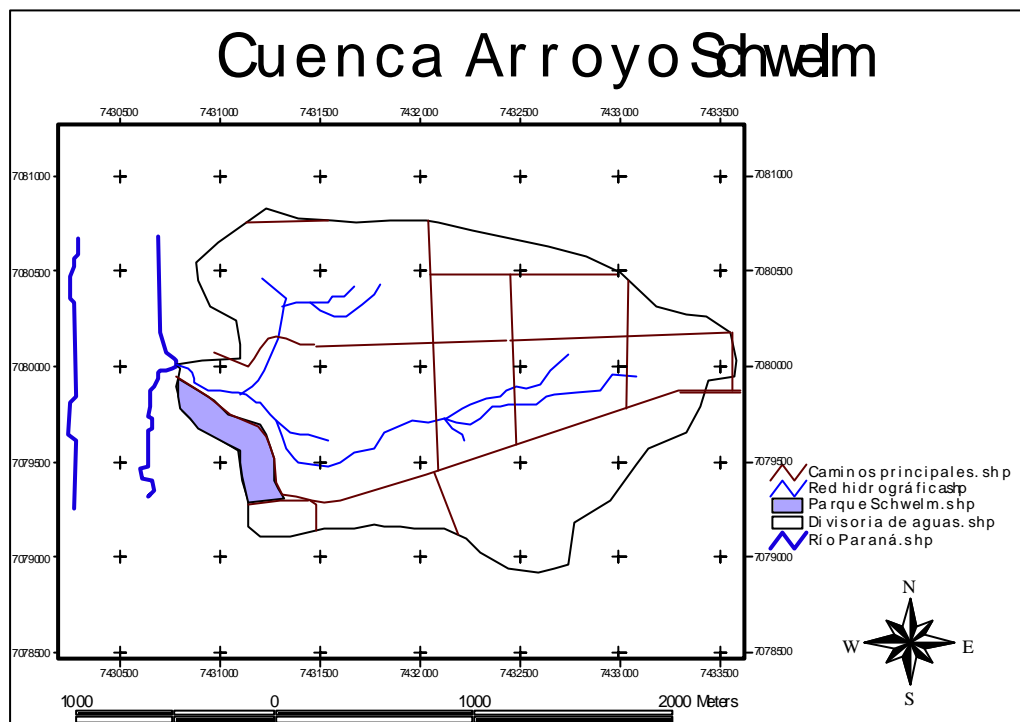
Para procesar la información geográfica se utilizó el software ArcView GIS versión 3.1. El material cartográfico a utilizados fueron las ejecutadas por C.A.R.T.A. 1962-1963 (hojas planialtimétricas 2754-8-2 A 3 y 2754-8-2 A 4 a escala 1:10 000, mapa edafológico de la provincia de Misiones hoja 2754-8-1-2 a escala 1:50 000), fotografías aéreas (C40-10) escala 1:20 000 e imágenes satelitales (Imagen satelital Landsat 7ETM + bandas cuatro, cinco, tres fusionadas con la banda pancromática de quince metros en resolución espacial).

Fueron también interpretados las informaciones geológica y geomorfológica, hidrográfica, antecedentes forestales y agrícolas, mapas e informes de suelos, uso de la tierra, tipo de vegetación, antecedentes socioeconómicos, tenencia de la tierra y mapas catastrales localizados.

Las inspecciones terrestres tuvieron la finalidad de obtener un conocimiento general directo, habiendo sido guiadas por los antecedentes obtenidos, especialmente por información cartográfica, fotografías aéreas e imágenes satelitales, aprovechando para registrar sobre mapas los datos de interés previamente definidos y observado durante el recorrido.

Figura 2: Ubicación del área de estudio.

Figure 2: Location of the study area



Fuente: Elaboración propia basado en mapas realizado por C.A.R.T.A.(1962-1963)

Los análisis de degradación específica, caudal sólido, caudal máximo y determinación cualitativa del estado torrencial de la cuenca hidrográfica, se realizaron sobre la base de los métodos disponibles de la hidrología forestal (López Cadenas de Llano, 1978)¹, simulándose la situación actual y futura si se realiza el plan propuesto.

Para la identificación de los impactos ambientales de las dos alternativas de acción planteadas se utilizaron la modalidad de la Matriz de Impacto Ambiental, expuesto por Ruiz Trigueros, M.². También se aplicaron la técnica propuesta por Soares, R. V. y otros(1984)³.

¹ López Cadenas de Llano, F., Hidrología Forestal, Escuela Técnica Superior de Montes, Madrid, 1-520, 1976.

² Ruiz Trigueros, M., Relación entre Economía y Medio Ambiente, Instituto de Investigaciones Ecológicas, Málaga, España, 1998.

³ Viana S., R.V., “Técnicas de monitoramento ambiental”, Anais do XI Seminário sobre atualidades e perspectivas florestais, EMBRAPA, Curitiba, Brasil, 173-181, 1984.

Para valorizar la calidad ambiental, expresada en valores monetarios, se utilizó el método de la valoración contingente (Azqueta, Oyarzun, D., 1996), mediante la información que proporcionan los pobladores de la cuenca cuando se les pregunta sobre la valoración objeto de análisis, basada en el bienestar esperado si se produce el cambio potencial de la calidad ambiental de la cuenca.

El método de la valoración contingente pretende obtener de la persona encuestada una respuesta informada y honesta, que permita conocer cómo valora el bienestar que le proporciona un bien determinado, así como las posibles modificaciones en su oferta.

Se incorporó el valor ambiental al análisis económico a fin de determinar su influencia en la rentabilidad de los proyectos.

Como indicadores económicos y financieros se utilizaron el Valor Actualizado Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

Una vez definido el problema, revisado los antecedentes, formulada la hipótesis y los objetivos, y establecidos los medios, se procedió a planificar las actividades a realizar (ver tabla 1).

Tabla 1: Plan de actividades

Table 1: Plan of activities

Secuencia de tareas para el trabajo de investigación						
Etapas						
I	II	III	IV	V	VI	VII
Recopilación y procesamiento de la información básica y diagnóstico	Inventario de los recursos	Estudio de las limitaciones	Fijación de los límites	Formulación del plan de ordenación	Evaluación Económica Ambiental	Redacción, presentación de la tesis

- a) Superficie y ubicación geográfica del área
- b) Aspectos geológicos, geomorfológicos y tipos de suelo
- c) Comportamiento de los factores hidrológicos y elementos climáticos
- d) Uso actual de la tierra y sus posibles usos alternativos

I.2- Mapa base: Sobre la base de los mapas existentes y el estudio de las imágenes satelitales y fotografías aéreas, se confeccionaron mapas a escala adecuada marcando los detalles que se observan en el terreno.

I.3- Determinación de los objetivos de las alternativas.

ETAPA II: Inventario y diagnóstico de los recursos naturales, legales y socioeconómicos.

ETAPA III : Análisis de las limitaciones

Se analizaron las limitaciones existentes para determinar los problemas a estudiar y graduar las posibilidades de desarrollo de las distintas alternativas de utilización.

Los más importantes son: Tipos y usos anteriores de suelos, pendientes, factores climáticos, susceptibilidad a erosión hídrica, pedregosidad, aspectos legales, tenencia de la tierra, las vías de comunicación, aspectos comerciales como todas aquellas concernientes a la situación social y económica de la población.

ETAPA IV - Fijación de los límites

Los contornos del área son fácilmente distinguibles si nos guiamos por la línea divisoria de aguas indicada por el mapa altimétrico. Luego se procedió a identificar los diferentes límites de tipos de suelos, usos, pendientes y bosques protectores.

ETAPA V – Formulación y selección de alternativas de ordenación de la cuenca hidrográfica

Para esta etapa ya se dispone de suficiente información referidos a la ordenación de la cuenca para formular las alternativas de acción y los proyectos a implementar para lograr su rehabilitación ambiental y productiva con el criterio del desarrollo sustentable.

ETAPA VI – Evaluación económica ambiental

Los diagnósticos que se realizaron en este proyecto fueron utilizados para proyectar y realizar una Evaluación del Impacto Ambiental de las alternativas de acción en la Cuenca Hidrográfica.

ETAPA VII - REDACCION Y PRESENTACION DEL INFORME FINAL

RESULTADOS

Si comparamos las dos alternativas de acción: Alternativa que implica implementar en 91,1 hectáreas un plan de restauración de bosques protectores de cursos de agua y suelo, y en 83,6 hectáreas un sistema silvopastoril con la Alternativa B: Que significa no modificar la situación actual de la cuenca; los valores obtenidos a través de la Evaluación Económica Ambiental con un horizonte de planeamiento de veinte años y el método de la valoración contingente para la calidad ambiental, obtenemos las siguientes relaciones que se resume en la tabla 2:

Tabla 2 : Beneficio relativo**Table 2 Benefit relative**

Alternativa A: Restauración de 91,1 hectáreas de bosques protectores y 83,6 hectáreas de sistema silvopastoril	Alternativa B: No modificar la situación actual	Beneficio relativo obtenido al aplicar la alternativa A
91, 1 hectáreas de bosques nativos protectores restaurados	71,1 hectáreas de bosques nativos remanentes degradados	20 hectáreas de nuevos bosques nativos y recuperación de 71,1 hectáreas de bosques nativos protectores degradados.
Restauración de la biodiversidad	Degradación de la biodiversidad	Mejora de la biodiversidad
83,6 hectáreas de tierras rurales produciendo en un sistema silvopastoril	83,6 hectáreas de tierras rurales improductivas	Incorporación de 83,6 hectáreas de bosque productivo
Disminución del caudal máximo potencial de agua, por el aumento del índice de protección hidrológica: 28,68 m ³ /seg	El caudal máximo potencial del agua es muy elevado por la baja protección vegetal: 30,16 m ³ /seg	El hidrograma tiene una mejor distribución en el tiempo, permitiendo una mejor disponibilidad del agua. El caudal máximo se reduce en un 5 %
Restauración ambiental	Degradación ambiental	Evaluación de Impacto Ambiental positivo. Mejora de la calidad ambiental
Valor actualizado neto en el periodo de 20 años (VAN) = 1 976,19 \$/ha con una tasa de descuento del 7 %	Actividad económica no rentable	Valor actualizado neto en el periodo de 20 años (VAN) positivo = 1 976,19 \$/ha con una tasa de descuento del 7 %
En el periodo de 20 años TIR = 11 %	Actividad económica no rentable	TIR = 11 %
Valor Económico de la Calidad Ambiental=180 000 \$ en 20 años.	Perdida de la calidad ambiental	Aumento del Valor Económico de la Calidad Ambiental en 180 000 \$ en 20 años

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En conclusión, de los valores resultantes de la investigación realizada, surge la metodología propuesta y aplicada es válida.

- ✍ La Evaluación Económica Ambiental de la alternativa de acción A es positiva respecto de la B.
- ✍ La evaluación positiva del impacto ambiental resultante de todos los métodos aplicados, considera que se realizarán las medidas para mitigar los impactos negativos tanto durante el proceso de realización de las tareas necesarias para implementar los proyectos.
- ✍ La biodiversidad se conserva y se restaura a través de todas las tareas contempladas en los proyectos y fundamentalmente por el importante aumento de la superficie de bosque nativo en el área de bosques protectores de altas pendientes y cursos de agua.
- ✍ La incorporación de 83,6 hectáreas a la actividad productiva relacionada con la madera y la carne bovina, significa un importante aporte a la mejora del bienestar socioeconómico de los pobladores y propietarios de la cuenca. Además esta situación mejora la calidad ambiental de la cuenca debido a la incorporación de 83,6 hectáreas de bosque implantado.
- ✍ Finalmente, la Tasa Interna de Retorno del 11 % y el Valor Actualizado Neto (VAN) de 1 976,19 pesos por hectárea a una tasa de descuento del 7%, para la alternativa A, incluyendo la valoración de la calidad ambiental, indican claramente la conveniencia económica ambiental de realizar la restauración de 71,1 hectáreas de bosques nativos degradados, el establecimiento de veinte hectáreas de nuevos bosques nativos sobre suelos 6B y cursos de agua; y el sistema silvopastoril.

Estos resultados nos permiten efectuar las siguientes recomendaciones:

- ✍ Se propone utilizar la metodología desarrollada para la formulación y evaluación económica ambiental de planes de ordenación de otras cuencas hidrográficas de la provincia de Misiones, Argentina; convenientemente adecuadas a las características específicas de cada cuenca hidrográfica y a los objetivos correspondientes.

Con relación a la cuenca estudiada, se propone:

- ✍ Implementar la alternativa de acción A, es decir la restauración del bosque protector y el sistema silvopastoril.
- ✍ Realizar un plan de acción institucional con participación de la comunidad, comisiones

barriales y miembros de otras organizaciones vinculadas al tema, a fin de concensuar un plan de acción que establezca en función del diagnóstico y de los objetivos políticos, qué hacer, dónde hacer, con qué recursos, quién es el responsable, quien supervisa y controla, quién audita y cómo se corrige el plan sobre la marcha.

BIBLIOGRAFIA

AZQUETA OYARZUN, D., Valoración Económica de la Calidad Ambiental, Editorial McGraw, Madrid, 1996.

LÓPEZ CADENAS DE LLANO, F., Hidrología Forestal, Escuela Técnica Superior de Montes, Madrid, 1- 520, 1976.

RUIZ TRIGUEROS, M., Relación entre Economía y Medio Ambiente, Instituto de Investigaciones Ecológicas, Málaga, España, 1998.

SHENG, T.C., Manual de campo para la ordenación de cuencas hidrográficas, FAO, Roma, 1992.

**EFECTOS DE LA INTENSIDAD DE RALEO EN EL
CRECIMIENTO DE *Grevillea robusta* A. Cunn.**

**EFFECTS OF THINNING INTENSITY IN THE
GROWTH OF *Grevillea robusta* A. Cunn.**

Víctor R. Pérez¹
Gustavo R. Rhiner²
María C. Cañete²
Hermann Hampel³
Claudio Maletti³

¹ Director. Prof. Adj. Cát. Silvicultura. Facultad Recursos Naturales, UNaF. Av. Gutnisky 3200, Formosa.

Correo: forestales@arnet.com.ar

² Grupo Investigación, Cátedra Silvicultura. Facultad Recursos Naturales, UNaF.

³ Profesionales de Danzer Forestación S.A., Misiones (Argentina).

SUMMARY

The rehearsal was settled in Danzer Forestación S.A. (Posadas, Misiones–Argentina), in a 7 years forest. The treatments used were: T1, without thinning, 550 plants/hectare; T2, soft thinning, intensity 15%, 480 plants/hectare; T3, medium thinning, intensity 27%, 410 plants/hectare; and T4, strong thinning, intensity 40%, 340 plants/hectare.

Significant statistics differences were found on the diameter increment, basal area and volume. Differences in the growth in height were not found.

Minor growths of basal area and volume were obtained in treatment by lower density. The periodic growth changed between 2,16–3,11 cm/2years (diameter); 2,41–3,51 m/2years (height); 3,46–4,84 m²/he/2years (basal area) and 45,1–66,1 m³/he/2years (volume). The annual change of values on the Index Relative Spacing was 2% in high densities (T1, T2) and 3% in low densities (T3, T4).

Key words : thinning, spacing, growth, production; *Grevillea robusta*

RESUMEN

El ensayo se instaló en predio de Danzer Forestación S.A. (Posadas, Misiones–Argentina), en bosque de 7 años. Los tratamientos utilizados fueron: T1, testigo, sin raleo, 550 plantas/hectárea; T2, raleo suave, intensidad 15%, 480 plantas/hectárea; T3, raleo medio, intensidad 27%, 410 plantas/hectárea; y T4, raleo fuerte, intensidad 40%, 340 plantas/hectárea.

Se hallaron diferencias estadísticas significativas en el incremento del diámetro, área basal y volumen. No se encontraron diferencias en el crecimiento en altura.

Menores crecimientos de área basal y volumen se obtuvieron en tratamiento de menor densidad. El crecimiento periódico varió entre 2,16–3,11 cm/2años (diámetro); 2,41–,51 m/2años (altura); 3,46–4,84 m²/ha/2 años (área basal) y 45,1–66,1 m³/ha/2años (volumen). El cambio anual del valor del Índice de Espaciamento Relativo fue de 2% en densidades altas (T1, T2) y 3% en densidades bajas (T3, T4).

Palabras clave: raleo, espaciamiento, crecimiento, producción; *Grevillea robusta*.

1. INTRODUCCIÓN

La “grevillea” *Grevillea robusta* A. Cunn., originaria de los bosques subtropicales del sudeste de Australia, es considerada una especie arbórea de uso múltiple. De crecimiento rápido, porte recto y gran desarrollo. Posee excelente madera, altamente vistosa, semidura, fácil de trabajar y se debobina satisfactoriamente. Apta para fabricación de compensados, chapas, muebles, puertas, molduras, etc. (Cozzo, 1976, Lizarraga y Giménez de Bolzón, 1978).

Es utilizada en forestaciones comerciales en el nordeste y noroeste argentino. La superficie forestada con “grevillea” en Corrientes y Misiones alcanza 2500 hectáreas (López y Parisi, 1998; López et al., 2004). La empresa Danzer Forestación S.A. cuenta con 1100 hectáreas forestadas con esta especie (Danzer Forestación S.A., 2004).

1.1 Contexto Teórico de la Práctica de Raleo. El efecto del control del espaciamiento por parte del hombre es permitir la presencia de un importante nivel de competencia biológica y eliminar los severos efectos de ésta (diferentes grados de supresión y muerte). El silvicultor busca controlar esta competencia (considerada la base ecológica del raleo) con el propósito de mantener aceptables tasas de crecimiento (Cozzo, 1976, Piedrahita Cardona, 1990).

El nivel de ocupación del sitio para un tipo de bosque en particular depende fundamentalmente del número de árboles, de su distribución y categoría de tamaño y de su organización espacial. La densidad del rodal es utilizada como variable de decisión o control en intervenciones silviculturales o, en modelos simuladores de desarrollo y crecimiento, también como variable predictora (González Pérez, 1990, Prodan et al., 1997).

El análisis de las comunicaciones técnico-científicas de numerosos autores de diversos países (Vázquez, 1986; Piedrahita Cardona, 1990; González Pérez, 1990; Seitz, 1991; Ahrens, 1992; Dalla Tea, 1995; Crechi, 1996; Chaves, 2000; Crechi et al., 2004), respecto de los

resultados obtenidos en estudios con distintas especies para ejercer el control de la densidad, son resumidas en las siguientes tendencias generales:

1. La tasa de crecimiento en altura de árboles individuales, no es fuertemente afectada por cambios en la densidad del rodal (mediante aclareos).
2. Experimentos de espaciamiento y aclareo muestran consistentes incrementos en las tasas de crecimiento del diámetro normal de los árboles individuales con la disminución de la densidad del rodal dentro de límites razonables.
3. Los resultados de aprovechamientos parciales en rodales coetáneos muestran frecuentemente, con niveles dentro de ciertos límites, que no se afecta significativamente el crecimiento total por unidad de superficie (área basal o volumen), aunque si lo hace en la consideración de árboles individuales.

En la Argentina existe escaso conocimiento en la aplicación eficiente de las intervenciones de raleos, su oportunidad e intensidad, a los nuevos y superiores materiales genéticos probados de esta especie. Los actuales y potenciales forestadores de “grevillea” demandan respuestas silvícolas, concretas, precisas e inmediatas.

A través de este ensayo experimental se pretende aportar información teórica - práctica de cómo conducir una plantación de escasa edad sometida a una práctica temprana de raleo selectivo de carácter comercial. A tal fin, este Grupo de Investigación (FRN-UNaF) junto a la empresa forestal Danzer Forestación S.A., encaró el presente proyecto de investigación.

1.2 Objetivo. Evaluación del crecimiento y la producción de parcelas de *Grevillea* robusta, bajo condiciones de manejo experimental de densidades originadas por aplicación de diferentes intensidades de raleo selectivo.

1.3 Hipótesis.

1º. Hipótesis de Investigación. Como consecuencia de las diferencias de densidad de rodal establecidas mediante la aplicación de raleos se conjetura que será posible hallar efectos diferentes en el crecimiento y la producción de las unidades experimentales, verificables en ciertas variables e indicadores biológicos, como ser: incremento del Diámetro a la Altura del Pecho (DAP); incremento del Área Basal (G); incremento del Volumen del rodal en pie (V); variación del Índice de Espaciamiento Relativo (I.E.R).

2°. Hipótesis de Investigación. La variación de densidades entre parcelas producto de la aplicación diferencial de raleos selectivos (Tratamientos), no provocará cambios estadísticos significativos en el crecimiento de la Altura Total (HT).

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 Localización y Descripción General del Área Experimental. El ensayo se instaló en el predio privado, que la empresa Danzer Forestación S.A. posee en los alrededores de Posadas (Misiones). El clima es subtropical, con temperatura media anual de 21° C y lluvias abundantes (1600 mm/año de media histórica), distribuyéndose uniformemente.

2.2 Material de Plantación. La investigación se lleva cabo en un rodal conformado por árboles de siete años de edad, provenientes de semillas de Huerto Semillero, procedencia Dehera Dun, India. Las características de las semillas y la aplicación de similares técnicas de implantación y cuidados culturales permitieron lograr un rodal homogéneo en su estructura interna. El rodal se halla ubicado en una posición topográfica de loma, de suelo profundo, textura franca, bien drenado, con adecuada provisión de material orgánico y pH ácido.

El distanciamiento inicial fue de 4,0 x 4,0 m (625 pl/ha). Con anterioridad al presente ensayo las plantas del rodal fueron objetos de sucesivas podas alcanzándose una altura libre de ramas verdes de 5 metros. Con las fallas naturales y un raleo (no comercial) realizado a la edad de 5 años, el rodal quedó con una densidad aproximada de 550 pl/ha.

2.3 Diseño Experimental. Se utilizó el diseño estadístico de bloques completos al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos consistieron en dejar parcelas con diferentes densidades como consecuencia de la aplicación de distintas intensidades de raleo. Para ello, luego de la selección cuidadosa de los mejores árboles hasta alcanzar la densidad prevista en cada unidad experimental (equivalente a número plantas/ha) según el tratamiento que correspondiera, el resto de los árboles fue eliminado en su totalidad.

Seguidamente se da una breve descripción de los tratamientos implementados:

T1 = tratamiento testigo. La parcela no fue objeto de raleo. Parcela de máxima densidad, equivalente a 550 plantas/hectárea. Cada ejemplar posee 18,2 m² de área de incidencia teórica.

T2 = con raleo suave (apeo del 15% de la densidad existente antes de este ensayo). Densidad post-raleo: equivalente a 480 plantas/hectárea. Área de incidencia teórica de cada ejemplar es de 20,8 m².

T3 = con raleo de intensidad media (apeo del 27 % de la densidad existente inmediatamente antes de este ensayo). Densidad después del raleo equivalente a 410 plantas/hectárea. El área de incidencia teórica de cada ejemplar es de 24,4 m².

T4 = con máxima intensidad de raleo (apeo del 40 % de la densidad existente inmediatamente antes de este ensayo). Densidad después del raleo equivalente a 340 plantas/hectárea. El área de incidencia teórica de cada ejemplar es de 29,4 m².

Como unidad experimental se utilizó una parcela, de igual tamaño para todos los tratamientos (1008 m² = 36 m x 28 m = 9 filas x 7 líneas de árboles). Consecuentemente, cada uno de los tratamientos está compuesto por un tamaño de unidad de observación diferente, entendiéndose por tal al conjunto de árboles sobre los cuales se realizan las observaciones de control. La unidad experimental quedó con una densidad cualquiera de las aquí fijadas, dependiendo de la aleatorización realizada en cada bloque. En dicha unidad se diferencia un núcleo de tamaño variable (unidad de observación) y el resto constituye una bordura perimetral simple. A su vez todo el ensayo contiene una doble fila de bordura a su alrededor.

La densidad del rodal se definió como variable independiente, expresada en número equivalente de plantas por hectárea, producto de las diversas intensidades de raleo practicada. El DAP y HT han sido las variables dependientes de medición directa en los árboles, antes y después del raleo. En tanto, en la unidad espacial de análisis, las variables fueron: media del Incremento Corriente Anual del DAP; media del Incremento Corriente Anual de la HT; promedio del Incremento Corriente Anual del G; promedio por parcela del volumen total del rodal en pie (V tronco en m³/ha) y variación (creciente o decreciente) del IER.

Los valores de las variables medidas en cada árbol se adecuaron (construcción de datos) para su posterior uso en pruebas estadísticas. Se utilizó análisis estadístico comparativo de grupos, aplicando la Prueba de Fisher – “F” y el Análisis de Varianza - ANDEVA a dos criterios (para el nivel de significancia del 0,05). Posteriormente se realizó la comparación múltiple de medias a través de la prueba de Tukey para igual nivel de significancia.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis Estadístico. Con los resultados de crecimiento para cada variable estudiada (DAP, HT, G y V), obtenidos un año después de la instalación del ensayo, se realizaron análisis de covarianza, determinándose que los incrementos anuales medios de las parcelas

no estuvieron afectados por los valores post-raleo de las variables analizadas. En ningún caso se observó influencia estadística significativa.

En la Tabla 1 se presentan los resultados de los diversos análisis estadísticos realizados. En el análisis de varianza se hallaron diferencias significativas al evaluarse el incremento diamétrico, área basal y volumen. No se encontraron diferencias estadísticas en el crecimiento en altura.

Tabla 1.- Síntesis de resultados de pruebas estadísticas. Fuente Variación: tratamiento.
Synthesis of the results of statistical tests. Source of Variation: treatment.

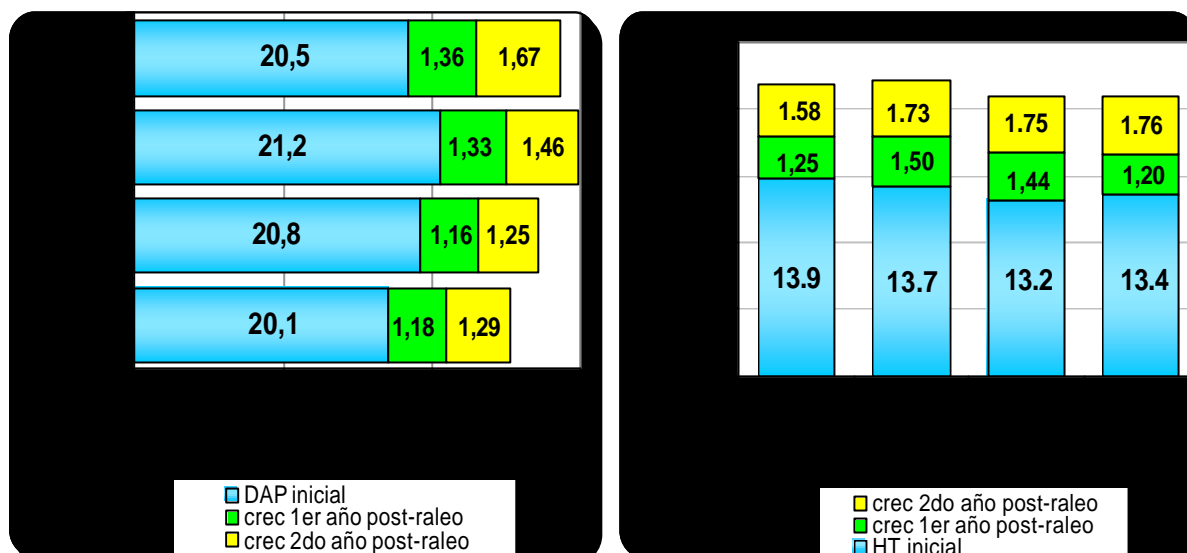
Variable	Prueba Estadística					Hipótesis Nula	Rango Variable de Control	
	ANDEVA	Tukey						
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄			
ICA DAP 1 ^{er} año	S. *	a	a	a	a	Rechazada	1,02 – 1,40	cm/año
ICA DAP 2 ^{do} año	S. **	a	a	ab	b	Rechazada	1,14 – 1,71	cm/año
IP DAP 2 años	S. **	a	a	ab	b	Rechazada	2,16 – 3,11	cm/2 años
ICA HT 1 ^{er} año	N.S.	a	a	a	a	Aceptada	1,18 – 1,76	m/año
ICA HT 2 ^{do} año	N.S.	a	a	a	a	Aceptada	1,21 – 1,93	m/año
IP HT 2 años	N.S.	a	a	a	a	Aceptada	2,41 – 3,51	m/2 años
ICA G 1 ^{er} año	S. *	a	ab	ab	b	Rechazada	1,45 – 2,30	m ² /ha/año
ICA G 2 ^{do} año	S. *	a	ab	ab	b	Rechazada	1,93 – 2,64	m ² /ha/año
IP G 2 años	S. *	a	ab	ab	b	Rechazada	3,46 – 4,84	m ² /ha/2 años
ICA V 1 ^{er} año	S. **	a	a	a	b	Rechazada	17,0 – 30,4	m ³ /ha/año
ICA V 2 ^{do} año	S. *	a	ab	ab	b	Rechazada	24,7 – 42,4	m ³ /ha/año
IP V 2 años	S. **	a	a	ab	b	Rechazada	45,1 – 66,1	m ³ /ha/2 años

NS: no significativo (? = 0,05).

S*: significativo (? = 0,05).

S**: significativo (? = 0,01).

3.2 Crecimiento en Diámetro y Altura. Al analizarse el comportamiento de la variable DAP representada en el Gráfico 1 (izquierda), se aprecia nítidamente la alta homogeneidad entre los tratamientos, luego de instalado el ensayo de raleo. Durante el primer año post-raleo, el crecimiento medio diametral fue similar en todos los tratamientos. En tanto en el 2^{do} año, el tratamiento de menor densidad (T4) se diferenció estadísticamente del resto por su mayor crecimiento. Esta condición se mantuvo al analizarse el crecimiento periódico.



El comportamiento indiferente de HT a las intensidades de aclareo practicadas, es coherente con los resultados frecuentemente citados en la bibliografía. Esta variable representada en el Gráfico 1 (derecha), muestra una manifiesta uniformidad entre tratamientos, inmediatamente de instalado el ensayo y durante los años post-raleo (controles del crecimiento).

3.3 Crecimiento en Área Basal y Volumen. En la dinámica de la variable área basal representada en el Gráfico 2 (izquierda), se observa que las existencias absolutas al 8° y 9ª año son directamente proporcionales a las existencias al 7° año (inmediatamente después del raleo). Llama la atención la similitud en el incremento de área basal registrada entre los tratamientos T2 y T3. Esta situación, que expresa la eficiencia del T3, se da porque en este tratamiento se combina adecuadamente un menor número de árboles por hectárea (70 pl/ha menos que el existente en el T2) con un mayor incremento de éstos en diámetro.

Es conveniente destacar que, luego de haberse instalado el ensayo, la cobertura (G) del T1 representaba 60% más que la registrada en las parcelas de menor densidad (T4). Dado que en el análisis comparativo de medias de la variable DAP (prueba de Tukey) no se hallaron diferencias significativas entre tratamientos, se puede inferir entonces que el valor medio del incremento del área basal resultó influenciado de manera directa por la densidad post-raleo.

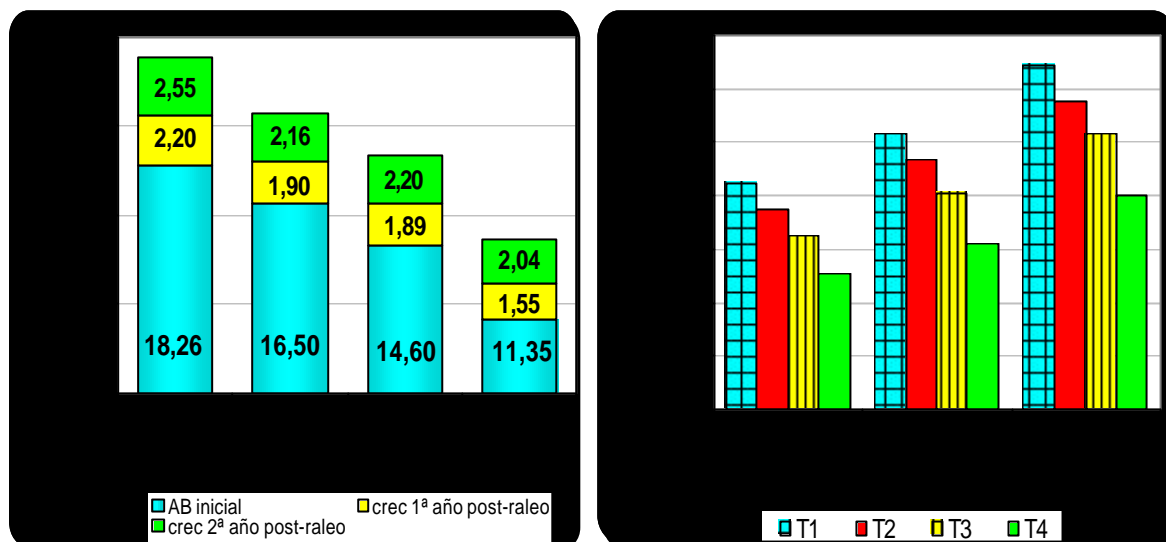


Gráfico 2.- Área Basal (G) y Volumen (V) al inicio del ensayo y en 2 años post-raleo
Basal area and volume to the beginning and in 2 years post- thinning.

En el Gráfico 2 (derecha), se observa el incremento anual en volumen total por tratamiento, expresado en términos absolutos. Sobresale la relación directa y proporcional entre el volumen existente después del raleo (año 7) y el crecimiento volumétrico (8º y 9º año).

A fin de ponderar los cambios en la cobertura se determinó analíticamente el incremento de G y V en términos relativos por tratamiento (incremento experimentado del 7º al 8º y 9º año con referencia a la cantidad de crecimiento vivo existente inmediatamente después del raleo, expresado en porcentaje). Así, se halló que el T4 (menor cobertura post-raleo), presentó el incremento relativo más alto. En contraposición, los menores porcentajes incrementales correspondieron a los tratamientos con mayor densidad post-raleo. Es decir, se encontró una relación inversamente proporcional entre los incrementos relativos de estas variables y las densidades existentes al 7º año. La apertura del rodal al 7º año como consecuencia de raleo moderado (T3) e intenso (T4), dio como respuesta una mayor velocidad proporcional de crecimiento (aceleración) de G y V. Este fenómeno ya fue referido para otras especies (por ejemplo, Crechi et al., 2004).

Por otra parte, teniendo en cuenta que 20 m²/ha es citado frecuentemente en la bibliografía de la silvicultura como el área basal normal para diversas especies forestales, se puede considerar que en el bosque analizado existen tres situaciones de densidad:

- ? Los árboles del T4 se encuentran claramente en un rodal con densidad defectiva. Aún disponen de suficiente espacio para expandir su copa y alcanzar un crecimiento diametral significativo. Esta situación, asociada a la actual tasa de crecimiento del DAP y G, permite conjeturar, con base sólida, que durante los 3 – 4 próximos años este rodal no

requerirá otra intervención de raleo. Al final de dicho periodo recién se podrá volver a ralear, dado que el área basal de la población ya habrá superando suficientemente el valor considerado normal o ideal (indicador de la oportunidad e intensidad de raleo).

- ? El rodal T3 se encuentra en una situación intermedia de cobertura leñosa, previéndose que alcanzará la condición de G normal recién dentro de 1 año (10° año de edad). Con posterioridad a este hecho recién se podrá considerar técnicamente la oportunidad de otro raleo, por lo que es posible proyectar que la próxima intervención de corta (primer raleo comercial) se realizaría dentro de 2 – 3 años (11°–12° año de edad).
- ? Los rodales de los tratamientos T1 y T2 se encuentran en una situación similar de cobertura leñosa, habiendo ya superado el valor de densidad G normal. De modo que dentro de 1 – 2 años, depende de la estrategia de manejo, se podrá realizar un raleo comercial, orientado en principio al tipo de raleo por lo bajo.

3.4 Consideraciones Acerca del Índice de Espaciamento Relativo (IER). Dado que no se conocen valores del IER ajustados al desarrollo óptimo de bosques de esta especie, para realizar el análisis de los valores precedentes se tomó como marco de referencia de densidad normal, el rango de 20 – 30% citado por algunos autores (Piedrahita Cardona 1990, Prodan et al. 1997). Seguidamente se muestra un cuadro comparativo de IER (en %) correspondiente al presente estudio.

	T1	T2	T3	T4
IER inmediatamente después raleo	29	30	35	38
IER 1° control anual	27	28	32	35
IER 2° control anual	25	26	29	32

En este contexto, los tratamientos T3 y T4 presentan valores propios de un bosque con densidad defectiva, y los tratamientos T2 y T1 representan situaciones de densidad normal. En promedio, el cambio anual post-raleo del valor del IER fue de 2 a 3 %, para las parcelas con mayores y menores densidades respectivamente.

4. CONCLUSIONES

- ? A dos años de haberse instalado el ensayo, empieza a notarse diferencias en el crecimiento diamétrico a favor de las densidades menores.
- ? En el análisis de varianza se hallaron diferencias significativas al evaluarse los datos de incremento de diámetro, área basal y volumen, aunque las diferencias sólo fueron significativas con respecto a los valores del rodal de menor densidad (T4).

- ? De acuerdo a los valores del indicador área basal, las parcelas con mayores densidades (T1 y T2) se encuentran en el inicio de una importante competencia forestal, por lo que el incremento anual diametral irá reduciéndose si no se vuelve a ralear. El resto de los rodales aún se encuentra con densidad defectiva, de modo que durante el próximo año de control, es posible conjeturar que tengan un crecimiento diametral sostenido o mayor que el registrado durante el 1º y 2º año post-raleo.
- ? El incremento absoluto en área basal y volumen durante los dos años inmediatos al aclareo, es proporcional a la densidad post-raleo, mientras que el incremento relativo de estas variables resulta inversamente proporcional a la densidad.
- ? En forestación comercial de “grevillea” de 7 años, la intensidad adecuada del primer raleo forestal sería la que elimina alrededor del 22% del área basal existente (apeo de 140 pl/ha, aproximadamente), y dejando 14–15 m²/ha de cobertura remanente (área basal post-raleo).

AGRADECIMIENTO

A Yolanda Genes, Marcos Atanasio, Lorena Pernochi y a estudiantes de la Carrera Ingeniería Forestal (F.R.N., UNaF), por la colaboración brindada en las actividades de campo.

BIBLIOGRAFÍA

- AHRENS, S.A. Seleção simultânea do ótimo regime de desbastes e da idade de rotação, para povoamentos de *Pinus taeda* L., através de um modelo de programação dinâmica. Curitiba, Tese. (Doutorado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. 1992. 189p.
- CHAVES S.E. 2000. Ensayo de aclareo e incremento en área basal para *Bombacopsis quinata* en Nicoya, Guanacaste. Congreso de Investigación. San José, Costa Rica. Euned. 164 pp.
- COZZO D. 1976. Conducción y administración silvicultural de una forestación industrial. Capítulos XXV y XXIX, pp.: 410–431, 608–609. (En: Tecnología de la Forestación en Argentina y América Latina. Buenos Aires, Argentina).
- CRECHI E. H. 1996. Efeitos da densidade da plantação sobre a produção, crescimento e sobrevivencia de *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze. en Misiones, Argentina. Tesis de la Maestría en Ciencias Forestales. Universidad Federal do Paraná. Brasil. 171 pp.
- CRECHI E. H.; Moscovich F.; Friedl R. A.; Fassola H.; Fahler J. C. 2004. Efectos de la intensidad del primer raleo en *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var.

- hondurensis* sobre el incremento y la producción en el noroeste de Misiones, Argentina”. (En: 11° Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales. Eldorado, Misiones. 8 pp).
- DALLA TEA F. 1995. Efecto de la densidad de plantación sobre el crecimiento de *Eucalyptus grandis* en Entre Ríos, Argentina. (En: Revista de Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales. Volumen 4. Número 1. Madrid, España. pp 57 – 71.
- DANZER FORESTACION S.A. 2004. Cultivo de *Grevillea robusta* en plantaciones comerciales puras y mixtas en Danzer Forestación S.A. Publicación del INTA sobre la Jornada de Campo “Mejoramiento, silvicultura, manejo e industrialización de *Grevillea robusta*”. pp. 3 - 7. Posadas, Misiones.
- GONZALES PEREZ H. 1990. Modelación del crecimiento de bosques coetáneos. (En: Apuntes del Curso Internacional Técnicas de Optimización en el Manejo de Plantaciones Forestales. Medellín, Colombia. pp 102 -132).
- LIZARRAGA J.B. y Giménez de Bolzón, A.M. 1978. Caracteres anatómicos del leño e *Grevillea robusta* A. Cunn. (En: Actas del Tercer Congreso Forestal Argentino. Buenos Aires, Argentina. pp 234-236).
- LOPEZ J. A. y Parisi L. 1998. Crecimiento de 15 orígenes de *Grevillea robusta* al cuarto año de edad. (En: II Jornada Forestal EEA INTA Bella Vista. Ctes, Argentina. B-1AB8).
- LÓPEZ J. A., Parisi L. M., Staffieri G. M., Aparicio J. L., Fernández R., Gauchat M. E., Hampel H., Domecq C. 2004. Resultados de la red de orígenes y presentación de la estrategia de mejoramiento para la especie. Características generales de la especie. Publicación del INTA sobre la Jornada de Campo “Mejoramiento, silvicultura, manejo e industrialización de *Grevillea robusta*”. pp. 8 -15. Posadas, Misiones.
- PIEDRAHITA CARDONA E. 1990. Aspectos técnicos del establecimiento y manejo de plantaciones forestales. (En: Curso Internacional Técnicas de Optimización en el Manejo de Plantaciones Forestales. Medellín, Colombia. pp 30-41).
- PRODAN M., Peters R., Cox F. y Real P. 1997. Densidad y estructura. Rendimiento y crecimiento. (En: Mensura Forestal. San José, Costa Rica. pp 389-462).
- SEITZ R. A. 1991. Avanços na silvicultura de *Pinus sp.* e *Araucaria angustifolia* no sul do Brasil. (En: O Desafío das Florestas Neotropicais. Curitiba, Brasil. pp 153 – 176).
- VAZQUEZ W. 1986. Tres intensidades de raleo en *Pinus caribaea var. hondurensis*. Análisis de 10 años de crecimiento en diseño de cuadrado latino. Turrialba, Costa Rica.

RECUPERACION DE CAPUERAS

Perié, Juan Domingo¹
 Morel, Edith Irene²
 Gonzalez, Clara Aurora³

¹Ministerio de Ecología Recursos Naturales Renovables y Turismo; Facultad de Ciencias Forestales UNAM. Bertoni 124 (3380) Eldorado, Misiones. Ingeniero Forestal. jdperie@facfor.unam.edu.ar

²Ministerio de Ecología Recursos Naturales Renovables y Turismo. Guardaparque. edimorel@hotmail.com

³Ministerio de Ecología Recursos Naturales Renovables y Turismo. Guardaparque. mafaldaclara@hotmail.com

RESUMEN

Fitogeográficamente la región de estudio pertenece a la Provincia Paranaense, Dominio Amazónico, distrito de las Selvas Mixtas (Cabrera, 1976). La Selva Paranaense es un sistema de compacta masa verde, constituido por estratos florísticos divergentes que actúan de manera dinámica. La explotación antrópica irracional, realizando extracción selectiva de madera, la tala rasa para actividades forestales de monocultivos, agrícolas y/o ganaderas han producido un impacto significativo a través de los años, ocasionando la degradación de amplias extensiones de selva. La recuperación de rozados, bosques secundarios, capueras, no tiene por que ser una utopía; contribuir con datos acerca del crecimiento de especies valiosas a nivel comercial y consecuentemente desde una perspectiva ecológica dentro de un Área Natural Protegida, el Parque Provincial Ernesto “Che” Guevara y teniendo en cuenta que este pretende ser un estudio continuo son las bases de importancia y una forma práctica y técnica de intentar acercarnos a la sustentabilidad.

Palabras claves: Provincia Paranaense, Dominio Amazónico, Selvas Mixtas, Selva Paranaense, explotación antrópica, tala rasa, degradación.

SUMMARY

Fitogeographic the study region belongs to the Province Paranaens, Dominio Amazónico, the Jungles Mixtas's district (Cabrera, 1976). The Jungle Paranaens is a compact- green- mass system, once was constituted for strati divergent florísticos that act of dynamic manner. The exploitation irrational antrópica, accomplishing selective extraction wooden, the flat felling of trees for forestal activities of monocultivations, agricultural and/or cattle they have produced a significant impact over the years, causing the ample- extensions degradation of jungle. The recuperation of rozados, secondary forests, capueras, he does not have reason to be a utopia; Contributing with data about the valuable- species growth level commercial and consequently from an ecological perspective inside a Natural area Protected, the Park Provincial Ernesto Che Guevara and considering that this intends to be the bases are a nonstop study of importance and a practical form and technique to try to bring near to bring near to her sustentabilidad to us.

Key words: Province Paranaens, Dominio Amazónico, Jungles Mixtas's, Jungle Paranaens, exploitation antropic, flat felling, degradation.

12^{as} Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales – FCF, UNaM – EEA Montecarlo, INTA 8, 9 y 10 de Junio de 2006 – Eldorado, Misiones. Argentina

INTRODUCCION

La modificación de los distintos ambientes de nuestra provincia, especialmente la transformación de la selva en monocultivo de especies exóticas forestales o agrícolas anuales, sumado a la expansión demográfica ha ocasionado la desaparición de grandes extensiones de selva.

Con una tasa de deforestación de más de 10.000 hectáreas por año (MERNR y T Censo 2002-2003); refleja un panorama alarmante, si se consideran los beneficios de la selva tales como aporte de oxígeno, protección de suelos y agua, provisión de bienes y servicios, diversidad, paisaje.

En tal sentido el área de estudio no escapa a esta realidad; se eliminó una superficie de 3 ½ hectáreas de monte para realizar actividades agrícolas de subsistencia con cultivos anuales como ser mandioca, zapallo y bananos.

Dicho lugar de estudio se encuentra dentro de un Área Natural Protegida, el Parque Provincial Ernesto Che Guevara ubicado en el Municipio de Caraguatay, lo cual asegura la provisión de semillas de las especies vegetales del parque y alrededores. Con una estructura de bosque secundario en la que predominan especies como Maria preta (*Diatenopterix sorbifolia*), azota caballo (*Luehea divaricata*), loro blanco (*Bastardiopsis densiflora*), guayubira (*Patagonula americana*), cañafístula (*Pelthoporum dubium*), guatambú blanco (*Balfourodendron riedelianum*), espina corona (*Gleditsia amorphoides*), alecrín (*Holocalyx balansae*), horquetero (*Tabernaemontana australis*), ubajay (*Eugenia pyriflora*), guavyra (*Eugenia uniflora*), fumo bravo (*Solanum verbascifolium*), entre otras.

Nuestra provincia cuenta con unas 400 – 500.000 hectáreas de capueras en distintos grados sucesionales, entendiendo por el termino “capuera” en su traducción guaraníca de *caa*: monte/yerba; *pua*: del verbo crecer, y *ra*: futuro, el origen de la capuera es originado por el rozado, posterior desmonte, aprovechamiento de la madera y el uso del área para actividades de agricultura o ganadería (J.R. Deschamps, 1987)

Más allá de este dato que varía según los autores, nos referimos al significado de esta palabra de uso regional, como así también distintas opiniones respecto a la superficie encapuerada en la provincia, el fin esta en hacer el aporte a esta técnica de enriquecimiento.

Las capueras derivan tanto del abandono de tierras de cultivo producto de la deforestación y el reemplazo de las comunidades arbóreas nativas, teniendo como una de las prácticas, la explotación “minera” del bosque nativo para la extracción selectiva de especies valiosas (Burkart 1999).

El estudio de esta sucesión, tomando distintas mediciones, sumado al enriquecimiento con especies nativas son los ejes principales de este trabajo.

Sin dudas existen trabajos de investigación en enriquecimiento bajo cubierta, como así también a cielo abierto. A esto debemos sumar el conocimiento empírico tradicional de algunos colonos misioneros.

Si bien no es el objetivo de este trabajo contribuir a mitigar el cambio climático aumentando el almacenaje de carbono en estos bosques sucesionales, si queremos hacer un aporte al conocimiento del crecimiento y desarrollo de nuestras especies a pequeña escala.

OBJETIVOS

Objetivo general:

- ✍ Adquirir datos a cerca del crecimiento de determinadas especies en capueras

Objetivos específicos:

- ✍ Recuperación del lugar aportando al proceso natural de sucesión
- ✍ Enriquecimiento con plantas nativas
- ✍ Provisión de alimento para la fauna con especies frutales como guavira y pitanga
- ✍ Recuperar el paisaje
- ✍ Difusión

MATERIALES Y METODOS

Materiales:

Para las mediciones a campo se necesitaran lápiz y cuaderno; cinta métrica; forcípula (calibre), metro. Como se debió realizar limpieza alrededor de los ejemplares a medir, se utilizó machete, asada. Se utilizó cámara fotográfica para lograr un archivo de la situación inicial de la capuera y situaciones posteriores.

Para el análisis de datos y gráficos se utilizó el programa Excel.

Para la identificación de las especies se utilizó bibliografía específica.

Metodología

1° Paso:

Habiéndose hecho una remoción del suelo (carpida) y la extracción de mandioca y maíz se plantaron un total de 113 ejemplares de especies arbóreas al azar en dos parcelas. En la primera 45 individuos, y en la segunda 67 individuos con las siguientes especies: anchico colorado, cañafístula, seibo, cedro, lapacho amarillo, pata de buey, guavira, timbo, pitanga, guayubya, palo borracho, guatambú. Dicha actividad se aprovechó para que niños de la escuela provincial “Islas Malvinas” de Caraguatay, ayuden a plantar los árboles, incentivando a la conservación de la flora y la fauna y la continua participación de las instituciones. La fecha de plantación fue el 16 de Septiembre de 2005 y los árboles tenían una altura de 0,30 a 0,60 cm indistintamente.

2° Paso:

A partir de Diciembre de 2005 se realizaron despejes a través de macheteadas y carpidas de la capuera, inicialmente se cortaron los manchones de chirca, dicha especie arbustiva abundan en el margen sudeste del límite del parque, y se eliminaron las enredaderas que abrazaban los arbolitos. Desde el 19 de Diciembre de 2005 se empezaron a tomar los primeros datos de diámetro altura de cuello (DAC), diámetro altura de pecho (DAP), altura, y observaciones a los individuos, y se elaboró el croquis de las parcelas uno y dos, para la medición se utilizaron forcípulas, cinta métrica, lápiz y cuaderno.

La segunda recopilación de datos se realizó a fines de marzo y principio de abril, con la limpieza de la capuera, enredaderas, pasto elefante, pasto yacaré, chirca, mandioca brava las cuales competían con los árboles.

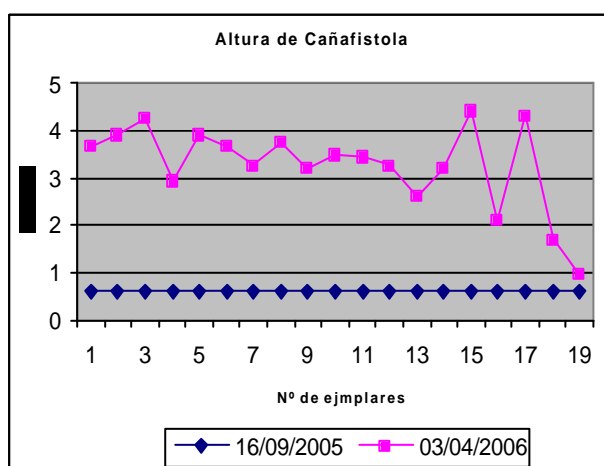
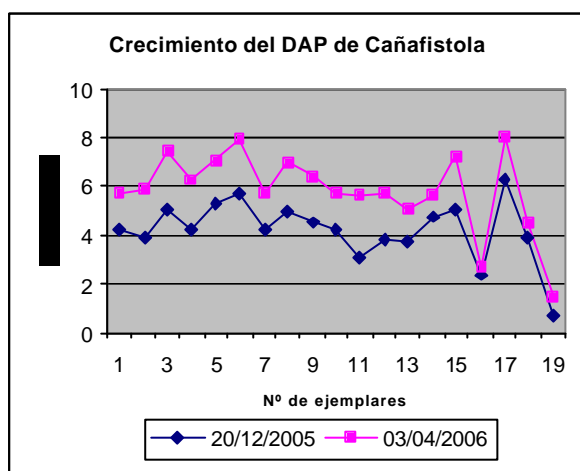
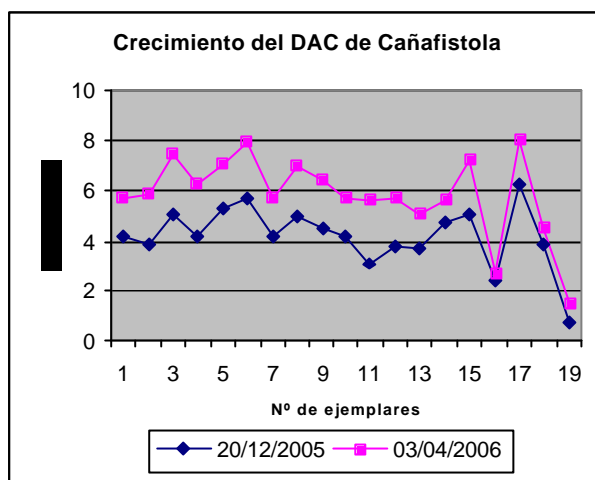
En los siguientes meses se seguirá con la toma de datos de crecimiento en diámetro y altura.

RESULTADOS

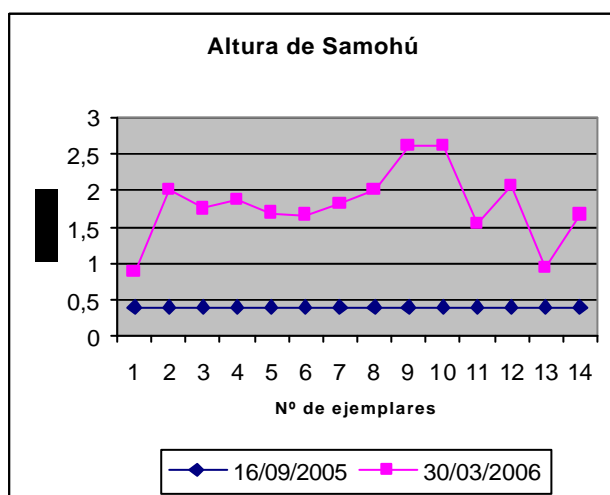
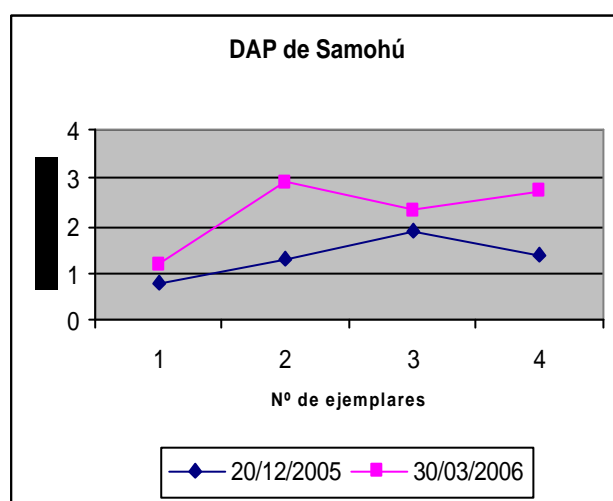
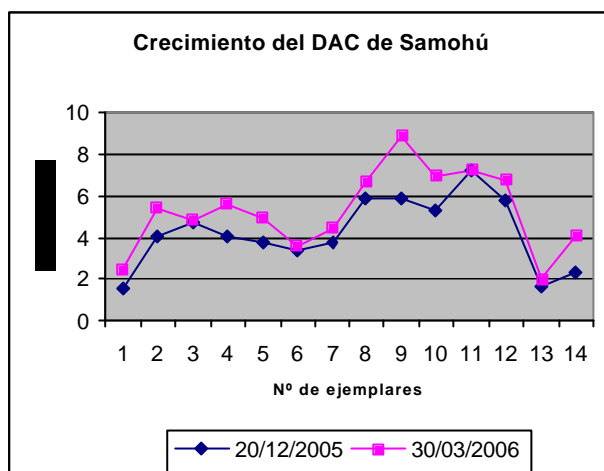
Los resultados que se presentan tienen carácter de parciales.

En los siguientes gráficos se muestran el crecimiento de las especies más representativas dentro de las Parcelas I y II de manera comparativa:

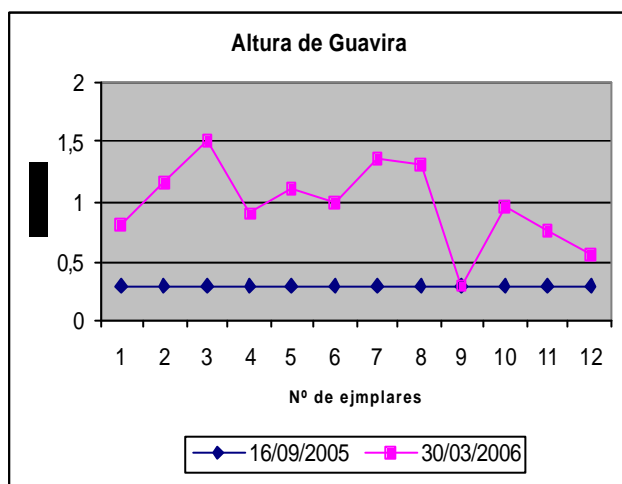
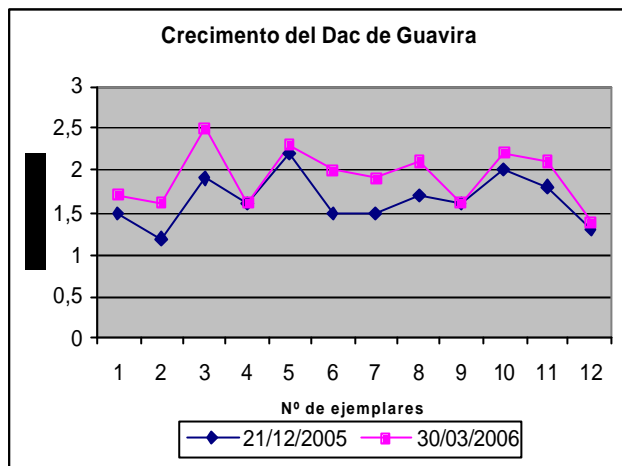
Cañafístula:



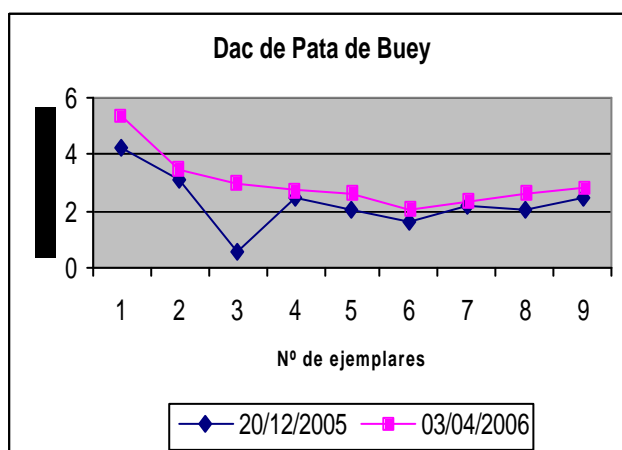
Samohú:

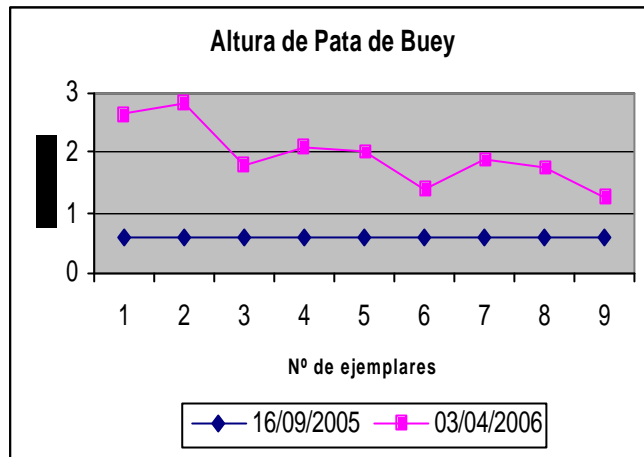


Guavira

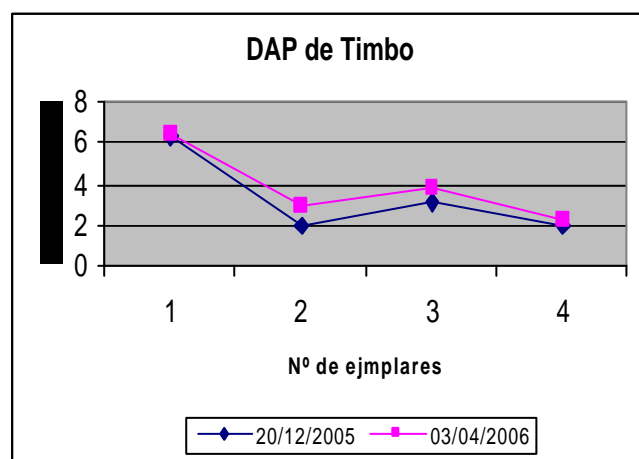
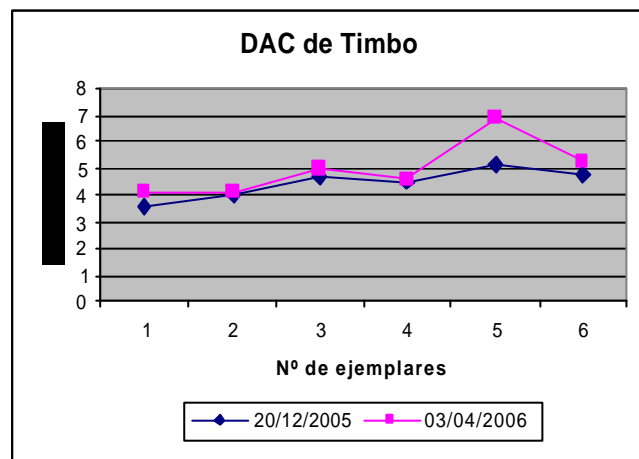


Pata de Buey

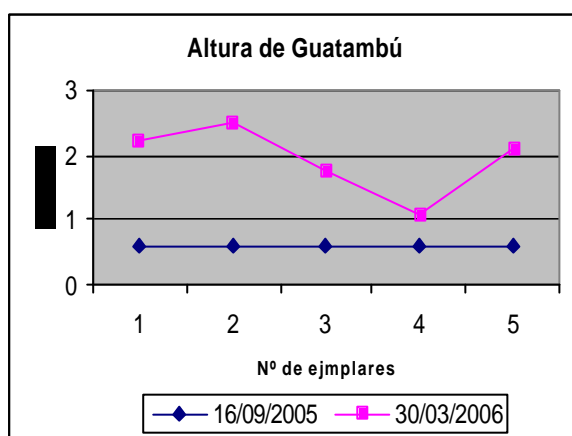
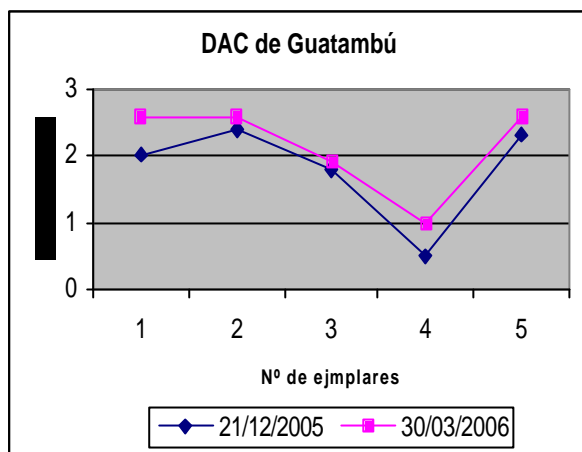




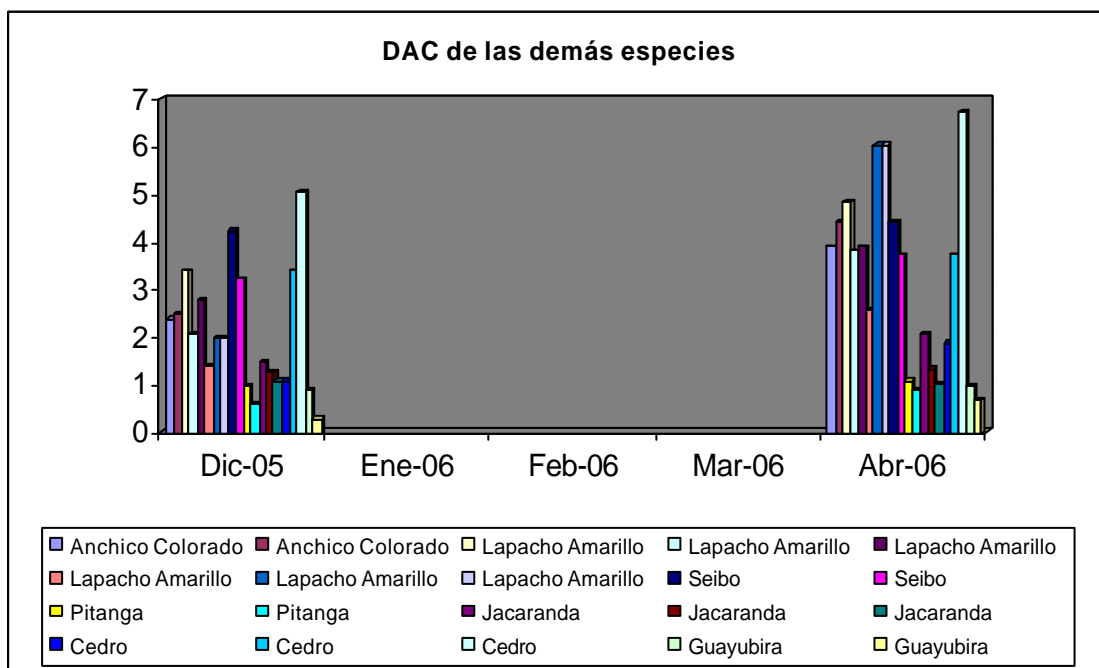
Timbó



Guatambú



Demás Especies



DISCUSION

En el área se presentaron los siguientes hechos sucesionales:

- ? Luego de la erradicación de chircas, las gramíneas conocidas como pasto elefante, pasto yacaré, ganaron espacio en las dos parcelas
- ? Aumento la abundancia de enredaderas rastreras
- ? Luego de la limpieza de dichas especies mencionadas anteriormente, la aparición de especies pioneras fue mayor (rabo molle, yuqueri, y horquetero son las mas abundantes)
- ? Las especies frutales como guavira y pitanga tienen crecimiento en forma arbustiva, con varias ramificaciones mas de un eje principal
- ? En las especies frutales pudimos observar, mayormente en el guavira una caída total de hojas en la temporada de altas temperaturas, la brotación se realizó luego de las lluvias y temperatura mas bajas
- ? En cuanto al crecimiento de la cañafístula se notan que los individuos de mayor altura desarrollaron menos DAC y en ciertos casos DAP; mientras que los de mayor DAC y DAP poseen menos altura

Tabla de datos tomados en las Parcelas I y II

Nº	ESPECIES	DAC	DAP	ALTURA	OBSERVACION		
1	Cañafístula	4,2	5,7	2,3	3,9	3,65	
2	Cañafístula	3,9	5,9	2,1	3,1	3,9	Bifurcado
3	Anchico Colorado	...	1,9	...	0,7	2,2	
4	Lapacho Amarillo	3,4	4,8	1,9	2,4	2,8	
5	Cañafístula	5,1	7,5	3,4	4,9	4,25	
6	Anchico Colorado	2,5	4,4	1,6	2,5	3,1	
7	Anchico Colorado	2,4	3,9	1,1	1,9	2,5	Bifurcado
8	Pata de Buey	4,2	5,3	1,8	2,6	2,65	
9	Cañafístula	4,2	6,3			2,95	0,90 cm bifurcación
10	Lapacho Amarillo	2,1	3,8			2	Varios ejes
11	Cañafístula	5,3	7,1	3,3	5	3,9	
12	Cañafístula	5,7	7,9	3,2	4,9	3,65	
13	Ceibo					1,85	Varios ejes
14	Ceibo	4,2	4,4			1,6	Bifurcado por 3
15	Cañafístula	4,2	5,7			3,25	0,70 cm bifurcación
16	Cañafístula	5	7	2,9	4,1	3,75	
17	Guavira		1,5			0,8	
18	Guavira					0,9	Varios ejes
19	Lapacho Amarillo	2,8	3,9	1,4	2,1	1,9	Inclinado
20	Cañafístula		0,9			1,25	
21	Timbo	3,5	4,1	6,3	6,5	2,45	
22	Timbo	4	4,1			2,55	0,38 cm bifurcación
23	Guavira		1,5			0,75	
24	Guavira	1,5	1,7			0,8	
25	Pitanga	1				0,78	Varios ejes
26	Lapacho Amarillo	1,4	2,6		1	1,65	Inclinado
27	Guavira	0,9				1,02	
28	Guavira		1,7			0,9	Varios ejes
29	Pitanga		0,9			1	
30	Guayubira		1			0,64	
31	Timbo		1,6			0,9	
32	Guavira		1,5			0,76	
33	Palo Borracho	1,5	2,5			0,9	
34	Jacaranda	1,5	2,1			1,38	
35	Cedro	1,1	1,9	1,9		0,78	Sin hojas
36	Cañafístula		1,8			1,17	
37	Jacaranda		1,32			0,9	
38	Guavira					0,4	
39	Ceibo					2,2	Bifurcado
40	Ceibo	3,2	3,7			1,9	
41	Ceibo		4,2			1,6	
42	Guavira		1,4			1,05	
43	Guatambú		2,6			2,1	
44	Cañafístula		1			0,3	Macheteado

	ESPECIES	DAC	DAP	ALTURA	OBSERVACION		
1	Cañafístula	4,2	5,7	2,3	3,9	3,65	
2	Cañafístula	3,9	5,9	2,1	3,1	3,9	Bifurcado
3	Anchico Colorado	...	1,9	...	0,7	2,2	
4	Lapacho Amarillo	3,4	4,8	1,9	2,4	2,8	
5	Cañafístula	5,1	7,5	3,4	4,9	4,25	
6	Anchico Colorado	2,5	4,4	1,6	2,5	3,1	
7	Anchico Colorado	2,4	3,9	1,1	1,9	2,5	Bifurcado
8	Pata de Buey	4,2	5,3	1,8	2,6	2,65	
9	Cañafístula	4,2	6,3			2,95	0,90 cm bifurcación
10	Lapacho Amarillo	2,1	3,8			2	Varios ejes
11	Cañafístula	5,3	7,1	3,3	5	3,9	
12	Cañafístula	5,7	7,9	3,2	4,9	3,65	
13	Ceibo					1,85	Varios ejes
14	Ceibo	4,2	4,4			1,6	Bifurcado por 3
15	Cañafístula	4,2	5,7			3,25	0,70 cm bifurcación
16	Cañafístula	5	7	2,9	4,1	3,75	
17	Guavira		1,5			0,8	
18	Guavira					0,9	Varios ejes
19	Lapacho Amarillo	2,8	3,9	1,4	2,1	1,9	Inclinado
20	Cañafístula		0,9			1,25	
21	Timbo	3,5	4,1	6,3	6,5	2,45	
22	Timbo	4	4,1			2,55	0,38 cm bifurcación
23	Guavira		1,5			0,75	
24	Guavira	1,5	1,7			0,8	
25	Pitanga	1				0,78	Varios ejes
26	Lapacho Amarillo	1,4	2,6		1	1,65	Inclinado
27	Guavira	0,9				1,02	
28	Guavira		1,7			0,9	Varios ejes
29	Pitanga		0,9			1	
30	Guayubira		1			0,64	
31	Timbo		1,6			0,9	
32	Guavira		1,5			0,76	
33	Palo Borracho	1,5	2,5			0,9	
34	Jacaranda	1,5	2,1			1,38	
35	Cedro	1,1	1,9	1,9		0,78	Sin hojas
36	Cañafístula		1,8			1,17	
37	Jacaranda		1,32			0,9	
38	Guavira					0,4	
39	Ceibo					2,2	Bifurcado
40	Ceibo	3,2	3,7			1,9	
41	Ceibo		4,2			1,6	
42	Guavira		1,4			1,05	
43	Guatambú		2,6			2,1	
44	Cañafístula		1			0,3	Macheteado
45	Guavira	1,7	2,1			1,3	
46	Pata de Buey	2,2	2,3	0,7	1	1,9	
47	Guatambú	2,4	2,6	1	1,6	2,5	
48	Guatambú	1,8	1,9			1,75	
49	Guavira	1,5	1,6			0,3	Macheteado
50	Pata de Buey					2,3	Varios ejes
51	Guavira	2	2,3			0,95	
52	Pata de Buey	2,1	2,6	0,5	0,9	1,75	
53	Guavira	1,1					Seco

54	Guavira	1,8	2,1	0,75	
55	Lapacho Amarillo	0,2	0,6	0,35	
56	Guavira	1,3	1,4	0,55	Brotando
57	Cañafístula	0,7	1,05	0,95	
58	Jacaranda	1,4	2	1	
59	Guatambú	0,5	1	1,1	
60	Guavira	0,3	0,7	0,3	
61	Lapacho Amarillo	0,2	0,6	0,45	
62	Palo Borracho	1,6	2	0,95	
63	Palo Borracho	2,3	4,1	1,65	
64	Pata de Buey	2,4	2,8	1,25	

Nota: Los números en rojo son de la segunda toma de datos a partir del 30/03/06

ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE NIDOS DE *Atta sp.* Y *Acromyrmex sp.* MEDIANTE LA FUNCIÓN “K” DE RIPLEY E ÍNDICE “O” RING DE WIEGAND-MOLONEY.

ANALYSIS OF SPATIAL DISTRIBUTION OF *Atta sp.* AND *Acromyrmex sp.* NESTS BY “K” RIPLEY FUNCTION AND O’RING OF WIEGAND-MOLONEY INDEX

**Martín A. Pinazo¹
Olga del R. de Coll²
Fabiana del C. Cuezco³
Terezinha M. C. Della Lucia⁴**

1. INTA EEA Montecarlo. Av. El Libertador 2472. (3384) Montecarlo. Misiones. Email: mpinazo@montecarlo.inta.gov.ar
2. INTA EEA Montecarlo. Av. El Libertador 2472. (3384) Montecarlo. Misiones. Email: odecoll@ceel.com.ar
3. Instituto Miguel Lillo. Miguel Lillo 205. (4000) S. M. Tucumán. fcuezco@nat.unt.edu.ar
4. Universidad Federal de Viçosa. Minas Gerais. Brasil. tdlucia@mail.ufv.br

Resumen

Se analizó la distribución espacial de nidos de *Atta sexdens* L. y *Acromyrmex lobicornis* E. en plantaciones de *Pinus taeda* L. e *Ilex paraguarensis* (St. Hil.) mediante técnicas de análisis de patrones de puntos como la función “K” de Ripley y el índice “O” de Wiegand-Moloney. Los nidos de *Atta sexdens* presentaron diferentes situaciones de agregación y repulsión a distintas escalas posiblemente relacionados a las edades de los nidos y a las diferencias de territorialidad de la especie por la edad de las colonias. En el caso de *Acromyrmex lobicornis* los nidos presentaron un patrón regular atribuible a la competencia intraespecífica de la especie.

Palabras clave: *patrón espacial, Atta, Acromyrmex, K de Ripley, O Ring*

Abstract

The spatial distribution of *Atta sexdens* L. and *Acromyrmex lobicornis* E. nests was analysed in *Pinus taeda* L. and *Ilex paraguarensis* (St. Hil.) plantations by means of K-Ripley function and Wiegand-Moloney “o” index techniques for point patterns analysis. The nests of *Atta sexdens* showed different aggregation and repulsion situations at different scales, possibly related to nest age and the related territorial behaviour differences. In the case of *Acromyrmex lobicornis*, the nests showed a regular pattern probably related to intraspecific competition.

Keywords: *spatial pattern, Atta, Acromyrmex, K-Ripley, O Ring*

INTRODUCCIÓN

La provincia de Misiones concentra el 50 % de la actividad forestal del país y se estima que posee 300.000 ha de bosques implantados, representando el sector aproximadamente el 51 % del PBI provincial. Las principales especies utilizadas son *Pinus taeda*, *Pinus elliottii* y *Eucalyptus grandis*.

Las hormigas cortadoras son una de las plagas más importantes, representada por las especies *Atta sexdens* L., *Atta vollenweideri* y *Acromyrmex lobicornis* E., las cuales generan numerosas pérdidas económicas tanto en plantaciones recién instaladas como así también en plantaciones maduras.

Generalmente el control de estas especies se realiza en forma sistemática al inicio de la plantación y de manera puntual en plantaciones maduras. Este control sistemático representa un costo adicional importante para los propietarios que, ante el peligro de que sus plantaciones jóvenes sean atacadas, optan por distribuir importantes cantidades de veneno en forma de cebo para evitar pérdidas de plantines durante la implantación.

Actualmente no se dispone de información sobre los patrones de distribución de nidos de estas especies que permita caracterizar su comportamiento, el hábito alimenticio en forestación y cultivo de yerba mate y por lo tanto la realización de un control racional de las mismas.

Los patrones de distribución regular de nidos de hormigas son los más comunes de encontrar, lo que refleja una fuerte competencia intraespecífica (Levings & Tarianello, 1981; citado por Vasconcellos et al, 2004).

Atta sp. es mencionada como una especie territorial y polífaga que tiene una gran influencia en la estructura, composición y dinámica de los bosques (Kost et al, 2005; Farji-Brener & Silva, 1995). Esta especie posee territorios de aproximadamente 60 m de radio. Por su parte *Acromyrmex lobicornis* es mencionada como una especie generalista.

Atta sp. delimita su territorio de alimentación para evitar la competencia con los hormigueros vecinos. El patrón espacial de alimentación de *Atta sp.* está relacionado a la edad de los hormigueros. En los primeros años la recolección se realiza en las cercanías del hormiguero preferentemente sobre plantas del tipo herbáceo mientras que en colonias maduras la preferencia se centra sobre grandes árboles, lo cual genera bajas probabilidades de encuentro con individuos de otros hormigueros. En nidos de 5 años de edad las obreras pueden recorrer hasta 300 metros hasta la fuente de alimento (Kost et al, 2005). Gordon y

Kulig (1996) mencionan una mayor probabilidad de formación de nidos nuevos en cercanías de hormigueros jóvenes, posiblemente relacionado a la competencia intraespecífica por alimento con nidos más grandes. Sin embargo Kost et al (2005) reportan patrones de alimentación y construcción de caminos concentrados en ciertas regiones del “home-range” del hormiguero condicionadas por los patrones de alimentación de los primeros años de la colonia. Esto podría generar territorios irregulares de acuerdo a las fuentes de alimento seleccionadas por cada colonia y para evitar superposición de territorio con colonias vecinas (Adler y Gordon, 2003)

El presente trabajo pretende evaluar la distribución de nidos de hormigas en lotes de forestación para detectar agrupamiento o repulsión, las escalas de los hormigueros y las posibles causas que originan dichos patrones mediante la aplicación de dos técnicas de análisis de patrones espaciales de puntos como son la función K de Ripley y el Índice “O” de Wiegand-Moloney. La función K de Ripley es una metodología ampliamente utilizada para la descripción de patrones de puntos (Dixon, 2002; Dale et al, 2002; Hasse, 1995; Péllisier y Goreaud, 2001; Goreaud y Péllisier, 1999; Dale y Powell, 2001). La función K es el número esperado de puntos en un círculo de radio r centrado en un punto arbitrario (el cual no es contado) dividido por la intensidad del patrón (Dixon, 2002; Dale et al, 2002). Esta función describe características de los procesos de puntos a varias escalas. Muchos de los patrones ecológicos de puntos presentan combinaciones de agrupamientos a grandes escalas y regularidad a pequeñas escalas. Estas combinaciones son visualizables al graficar el resultado de la función K de Ripley (Dixon, 2002). Si se reemplaza el círculo de radio r por un anillo de ancho n con el mismo radio r se origina el índice “O” de Wiegand-Moloney (Wiegand y Moloney, 2004). Este índice presenta ciertas ventajas sobre el anterior ya que permite aislar procesos a diferentes escalas ya que no presenta los problemas de adicionalidad o memoria a grandes escalas que se producen al aplicar la función K de Ripley (Wiegand y Moloney, 2004).

Mediante estas dos funciones se pretende responder a las siguientes cuestiones:
¿Se distribuyen los nidos al azar?. ¿En qué escalas se presentan efectos de atracción o repulsión?.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se relevaron todos los nidos de *Atta sexdens* en dos lotes de forestaciones y *Acromyrmex lobicornis* presentes en un lote de *Ilex paraguayensis* (tabla 1) mediante la determinación de coordenadas ortogonales. Las mediciones fueron realizadas con cinta métrica y con precisión de 1 m.

Los datos fueron analizados con el software Programita (Wiegand y Moloney, 2004). Se verificó la homogeneidad del patrón mediante contraste con la distribución de Poisson aplicando el método de ventana móvil o “moving window” (Wiegand y Moloney, 2004).

En aquellos casos en los cuales el patrón de nidos resultó homogéneo, la distribución espacial se analizó mediante el contraste contra un patrón completamente al azar (CSR) mediante el índice “O” de Wiegand y Moloney (2004) y mediante la función K de Ripley (Dixon, 2002). El resultado de la función K se presentan en su forma derivada (L) de modo tal que los valores positivos indican agregación espacial y los valores negativos representan repulsión espacial. En aquellos casos en los cuales el patrón resultó no homogéneo los datos fueron contrastados contra patrones generados mediante el proceso de cluster de Poisson, el cual implica el uso del método de ajuste de parámetros de Neymann-Scott (Dixon, 2002). Este método permite evaluar patrones de puntos que presentan algún tipo de agregación originados por procesos inherentes al organismo estudiado y por lo tanto evalúa la distribución de los puntos dentro de un patrón agrupado generado al azar (Wiegand y Moloney, 2004).

En todos los casos se generaron límites de confianza mediante el método de simulación Montecarlo incluido en el software mencionado. El procedimiento consiste en generar un número determinado de patrones aleatorios originados mediante los métodos CSR y cluster de Poisson de acuerdo al nivel de probabilidad deseado.

Con el objeto de comparar las metodologías se presentan los resultados de los análisis realizados mediante CSR y Cluster para el índice de Wiegand & Moloney y K de Ripley.

Tabla 1. Localización de los lotes relevados. Superficie en hectáreas.

Table 1. Location of sampled plantations. Area in hectares.

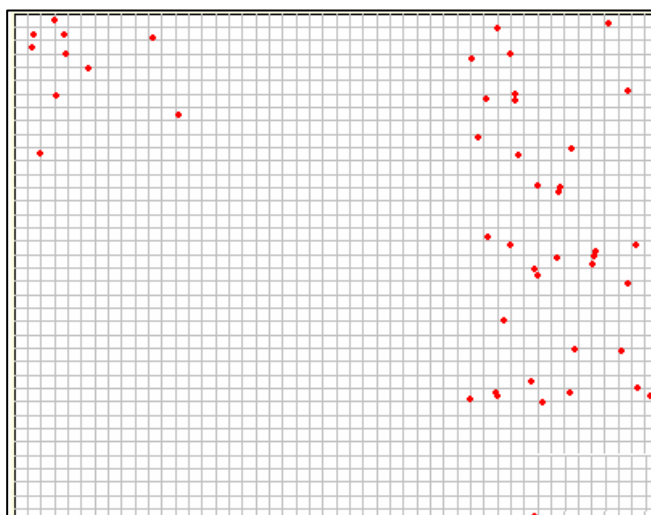
Empresa	Ubicación	Especie Hormiga	Especie Forestal	Sup
Alto Paraná	Pto. Libertad	<i>Atta sexdens</i>	<i>Pinus taeda</i>	73
SAFAC	Wanda	<i>Atta sexdens</i>	<i>Pinus taeda</i>	19,3
La Misionera	Montecarlo	<i>Acromyrmex lobicornis</i>	<i>Ilex paraguayensis</i>	2,7

RESULTADOS

Atta sexdens

La distribución de los nidos en la plantación de la empresa Alto Paraná se presenta en la figura 1.

Figura 1: Distribución de nidos de *Atta sexdens* en propiedad de Alto Paraná.
Figure 1: *Atta sexdens* nests distribution in Alto Paraná.

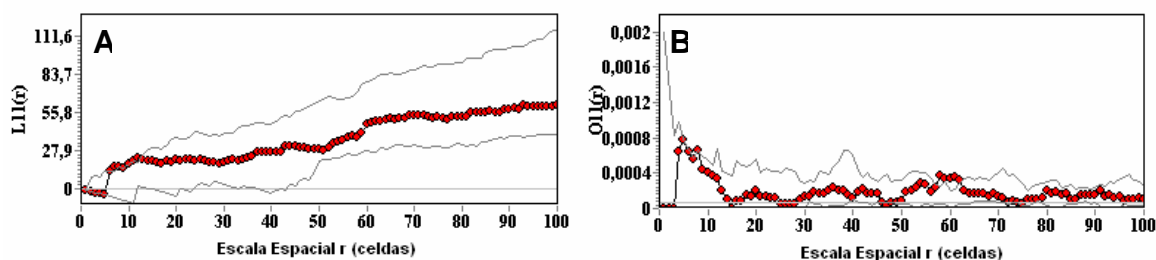


Esta distribución irregular o agregada obligó a la realización de un análisis de cluster de Poisson, para de esta manera generar un modelo nulo adecuado para esta situación.

El cálculo de la función K de Ripley presentó picos a 10 m y 60 metros; sin embargo estos resultaron no significativos ($p < 0,05$). En el caso del cálculo de índice “O” es posible también visualizar ambos picos, aunque solo resultó significativo el pico a los 60 metros (figura 2).

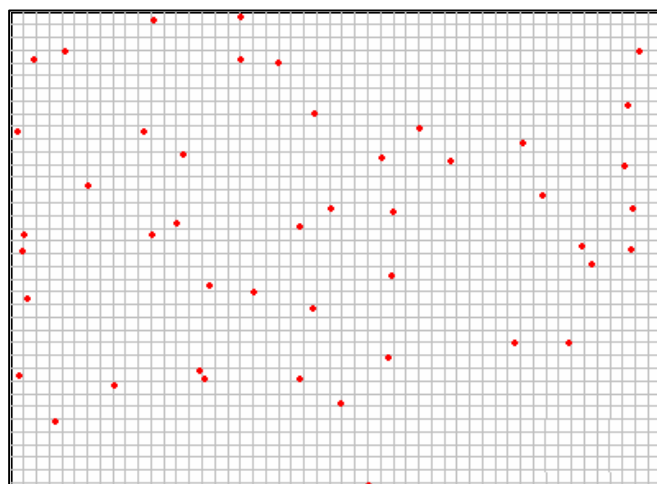
Figura 2: Distribución de la función L-Ripley (A) e índice O de Wiegand-Moloney (B) mediante análisis de cluster de Poisson univariado para nidos de *Atta sexdens* en Alto Paraná ($p < 0,05$). La línea gris indica el límite de confianza.

Figure 2: Distribution of L-Ripley function (A) and “O” Wiegand- Moloney index (B) for *Atta sexdens* nests in Alto Paraná of the univariate Poisson cluster process. The grey line indicates the confidence limits ($p < 0,05$).



En el caso de los nidos relevados en la empresa SAFAC es posible visualizar una distribución regular de los mismos (Figura 3). El análisis de homogeneidad de Poisson mediante el método de ventana móvil (ancho de anillo: 100 celdas; $p < 0,01$), confirmó la distribución homogénea de los nidos a pesar de presentar una desviación de la distribución teórica.

Figura 3: Distribución de nidos de *Atta sexdens* en propiedad de SAFAC.
Figure 3: *Atta sexdens* nests distribution in SAFAC.



El análisis univariado mediante la función K de Ripley y el índice de Wiegand-Moloney aplicando CSR resultó en una tendencia a la repulsión hasta escalas de 70 m y 30 m respectivamente, siendo significativa para el caso de la función K de Ripley a 30 m ($p < 0,05$) (figura 4). El análisis aplicando 99 simulaciones ($p < 0,01$) para la determinación de los límites de confianza resultó en falta de significancia para los picos de repulsión observados (figura 5).

Figura 4: Distribución de la función L-Ripley (A) e índice “O” de Wiegand-Moloney (B) mediante análisis univariado CSR para nidos de *Atta sexdens* en SAFAC. La línea gris representa los límites de confianza ($p < 0,05$).

Figure 4: Distribution of L-Ripley function (A) and “O” Wiegand-Moloney index (B) for *Atta sexdens* nests in SAFAC by means of the univariate CSR analysis. The grey line gives the confidence limits ($p < 0,05$).

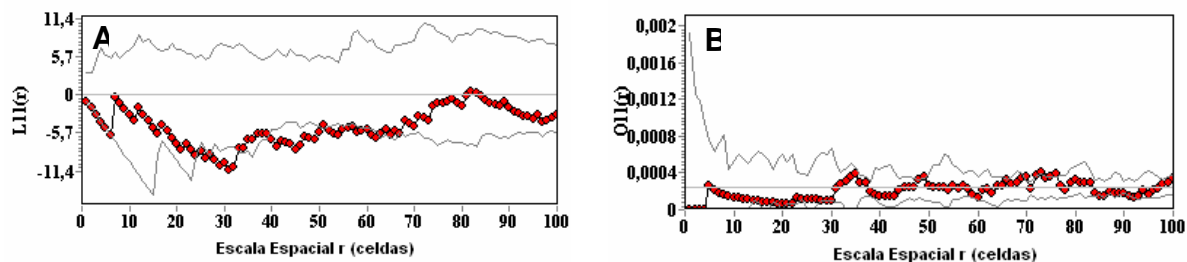
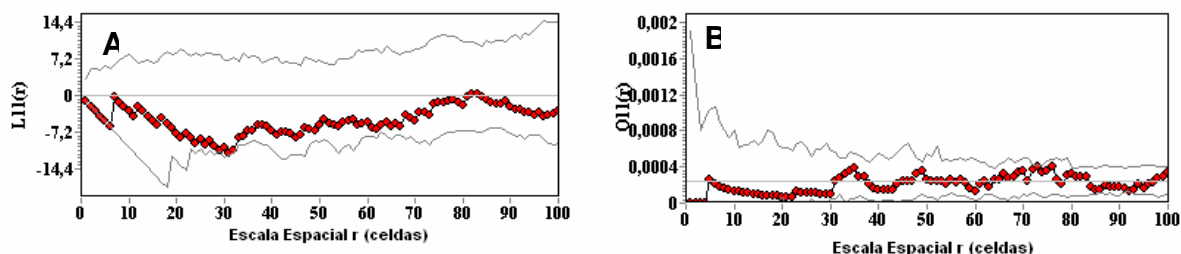


Figura 5. Distribución de la función L-Ripley (A) e índice “O” de Wiegand-Moloney (B) mediante análisis univariado CSR para nidos de *Atta sexdens* en SAFAC. La línea gris representa los límites de confianza ($p < 0,01$).

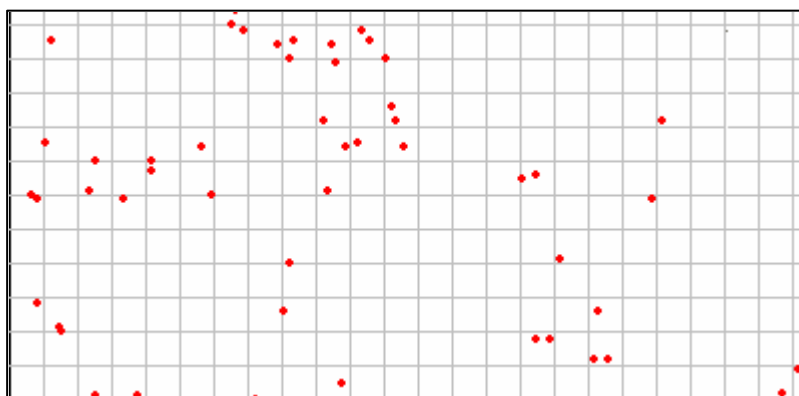
Figure 5: Distribution of L-Ripley function (A) and “O” Wiegand- Moloney index (B) for *Atta sexdens* nests in SAFAC by means of the univariate CSR analysis. The grey line gives the confidence limits ($p < 0,01$).



Acromyrmex lobicornis

La distribución de nidos de *Acromyrmex lobicornis* resulto no homogénea de acuerdo al análisis de homogeneidad de Poisson ($p < 0,01$) (figura 6).

Figura 6: Distribución de nidos de *Acromyrmex lobicornis* en propiedad de La Misionera.
Figure 6: *Acromyrmex lobicornis* nests distribution in La Misionera.



Debido a la falta de homogeneidad se realizó el ajuste de parámetros mediante Neymann-Scott (ancho de anillo: 4 celdas) para la aplicación del proceso de cluster de Poisson. El análisis presentó una agregación significativa a pequeña escala (< 5 m) y a los 60 metros mediante la aplicación del índice “O” de Wiegand-Moloney considerando una probabilidad de $p < 0,05$ para los límites de confianza (figura 7). Mientras que para el mismo nivel de probabilidad la tendencia de la función K de Ripley no presentó significancia (figura 8).

Figura 7: Distribución del índice “O” de Wiegand-Moloney mediante análisis de cluster de Poisson univariado para nidos de *Acromyrmex lobicornis* en La Misionera. La línea gris indica los límites de confianza ($p < 0,05$).

Figure 7: Distribution of Wiegand-Moloney “O” index for *Acromyrmex lobicornis* nests in La Misionera by means of the univariate Poisson cluster process. The grey line indicates the confidence limits ($p < 0,05$).

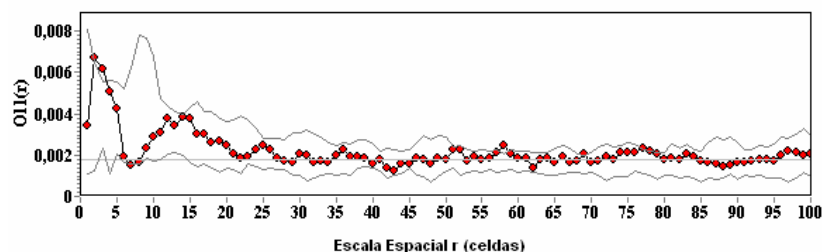
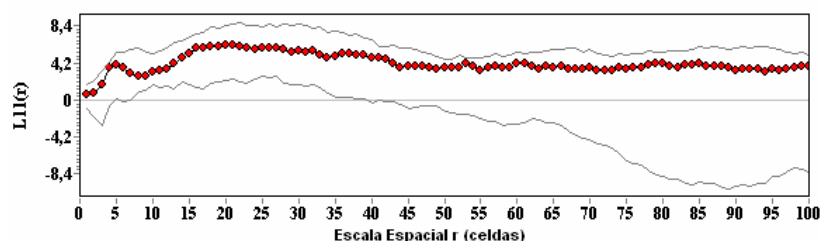


Figura 8: Distribución de la función L-Ripley mediante análisis de cluster de Poisson univariado para nidos de *Acromyrmex lobicornis* en La Misionera. La línea gris representa los límites de confianza ($p < 0,05$).

Figure 8: Distribution L-Ripley function for *Acromyrmex lobicornis* nests in La Misionera by means of the univariate Poisson cluster process. The grey line represents the confidence limits ($p < 0,05$).



En ambos caso las tendencias resultaron no significativas con 99 simulaciones ($p < 0,01$) (figuras 9 y 10).

Figura 9: Distribución del índice O de Wiegand-Moloney mediante análisis de cluster de Poisson univariado para nidos de *Acromyrmex lobicornis* en La Misionera. La línea gris representa los límites de confianza ($p < 0,01$).

Figure 9: Distribution of Wiegand-Moloney “O” index for *Acromyrmex lobicornis* nests in La Misionera by means of the univariate Poisson cluster process. The grey line gives the confidence limits ($p < 0,01$).

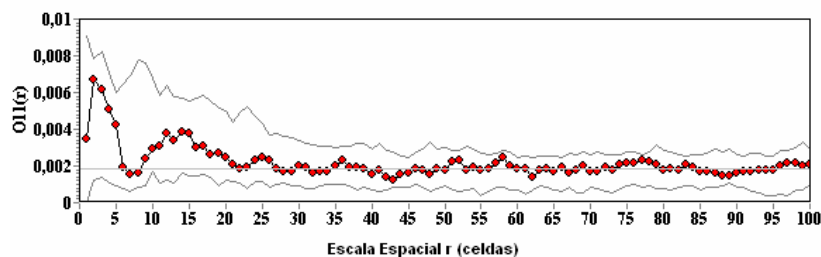
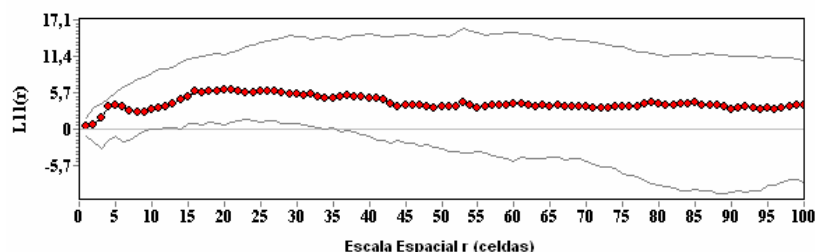


Figura 10: Distribución de la función L-Ripley mediante análisis de cluster de Poisson univariado para nidos de *Acromyrmex lobicornis* en La Misionera. La línea gris representa los límites de confianza ($p < 0,01$).

Figure 10: Distribution L-Ripley function for *Acromyrmex lobicornis* nests in (p < 0,01) by means of the univariate Poisson cluster process. The grey line shows the confidence limits (p < 0,01).



DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados de los análisis realizados en los lotes colonizados por *A. sexdens* fueron opuestos ya que en el caso del lote en Alto Paraná se verifica una marcada tendencia al agrupamiento a escalas de 10 y 60 m lo cual podría reflejar la existencia de nidos de diferentes edades y por lo tanto diferentes requerimientos territoriales y una cierta tendencia al agrupamiento de los nidos mas jóvenes (Gordon & Kulig, 1996). En SAFAC, en cambio, se verifica la territorialidad de esta especie con tendencia a la repulsión en forma significativa a los 30 m, tendencia que continua hasta los 70 metros.

En el caso de *A. lobicornis* los resultados indicarían la distribución regular de los nidos reflejando posiblemente la competencia intraespecifica sin descartar la influencia que pueda tener las preferencias de las reinas al momento de fundar la colonia y el laboreo del suelo en la plantación de yerba mate.

Resulta apropiada la realización de más estudios que permitan cuantificar estos patrones en diferentes ambientes para determinar con mayor precisión el comportamiento de estas especies y su respuesta al manejo de los cultivos.

BIBLIOGRAFÍA

- ADLER, F.R.; Gordon, D. M. 2003. Optimization, Conflict, and Nonoverlapping Foraging Ranges in Ants. *The American Naturalist*. 162 (5): 530-542.
- DALE, M. R. T., Dixon, P. M., Fortin, M.-J. 2002. Conceptual and mathematical relationships among methods for spatial analysis. *Ecography* 25: 558- 577.
- DALE, M. R. T.; Powell, R. D. 2001. A new method for characterizing point patterns in plant ecology. *Journal of Vegetation Science* 12: 597- 608.
- DIXON, P. M. 2002. Ripley's K function. *Encyclopedia of Environmetrics* 3: 1796-1803.
- FARJI-BRENER, A. G.; Silva, J. F. 1995. Leaf-cutting ants and forest groves in a tropical parkland savanna of Venezuela: facilitated succession?. *Journal of Tropical Ecology* 11:651–669.
- GORDON, D.M.; Kulig, A.W. 1996. Founding, foraging, and fighting: colony size and the spatial distribution of harvester ant nests. *Ecology* 8: 2393–2409.
- GOREAUD, F.; Pelissier, R. 1999. On explicit formulas of edge effect correction for Ripley's K- function. *Journal of Vegetation Science* 10: 433-438
- HAASE, P. 1995. Spatial pattern analysis in ecology based on Ripley's K-function: introduction and methods of edge correction. *Journal of Vegetation Science* 6: 575- 582.
- KOST, CH.; Gama de Oliveira, E.; Knoch, T.A.; Wirth, R. 2005. Spatio-temporal permanence and plasticity of foraging trails in young and mature leaf-cutting ant colonies *Atta* sp. *Journal of Tropical Ecology* 21: 677-688.
- PÉLISSIER, R.; Goreaud, F. 2001. A practical approach to the study of spatial structure in simple cases of heterogeneous vegetation. *Journal of Vegetation Science* 12: 99-108.
- VASCONCELLOS, A.; Santana, G.G.; Souza, A.G. 2004. Nest spacing and architecture, and swarming of males of *Dinoponera quadricaps* (Hymenoptera, Formicidae) in a remnant of the Atlantic Forest in Northeast Brazil. *Bra. J. Biol.* 64 (2): 357-362.
- WIEGAND T.; K. A. Moloney. 2004. Rings, circles and null-models for point pattern analysis in ecology. *Oikos* 104: 209-229.

CARACTERIZAÇÃO QUANTITATIVA DA *Mimosa scabrella* Benth EM BRACATINGAIS NATIVOS, NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA, PARANÁ - BRASIL.

QUANTITATIVE CHARACTERIZATION OF *Mimosa scabrella* Benth IN NATIVE BRACATINGA STANDS FROM CURITIBA METROPOLITAN REGION, PARANÁ - BRAZIL.

**Ludmila Profumo Aguiar¹
Sebastião do Amaral Machado²
Afonso Figueiredo Filho³**

¹Eng. Agrônoma, Msc., Doutoranda em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Avda. Lothário Meissner, 3400, Campus III, Jardim Botânico, Curitiba, PR - Brasil. lprofumo75@yahoo.com.br

²Eng. Florestal, Dr. Professor Sênior. Depto. de Ciências Florestais, Universidade Federal do Paraná (UFPR) – Avda. Lothário Meissner, 3400, Campus III, Jardim Botânico, Curitiba, PR, Brasil. sammac@ufpr.br

³Eng. Florestal, Dr. Professor Sênior. Depto. de Ciências Florestais, Universidade Federal do Paraná (UFPR) – Avda. Lothário Meissner, 3400, Campus III, Jardim Botânico, Curitiba, PR, Brasil. afig@ufpr.br

SUMMARY

The objective of this research was to characterize quantitatively the *Mimosa scabrella* Benth (bracatinga) stands of Curitiba Metropolitan Region, Paraná State - Brazil. It was studied the evolution of stand variables as a function of time. The data base came from measurements of 225 sample plots, collected in 14 counties, in bracatinga stands ranging from 3 to 15 years old stands. In each sample plot were measured the diameter at breast height and the total height of all bracatinga trees. Bracatinga stands characterizes by an intense mortality in its initial stages, with small stem diameters and fast height growth. In a subsequent period the mortality rate was stabilizing, reaching a maximum production at 9 years old. Finally, the mortality rate suffered another increment, causing total volume decreasing. At the same time, occurred the stabilization of height growth, with few individuals alive, approximately 5% of the initial number of trees, which continue growing in diameter.

Key-words : *Mimosa scabrella* Benth, bracatinga tree, stand volume, stand variables.

RESUMO

O objetivo da pesquisa foi caracterizar quantitativamente a *Mimosa scabrella* Benth, em bracatingais nativos da Região Metropolitana de Curitiba, Estado do Paraná – Brasil. A mesma realizou-se por meio da evolução das variáveis populacionais em função do tempo, a partir de uma base de dados composta por 225 parcelas, coletadas em 14 municípios, em bracatingais de 3 a 15 anos. Em cada parcela foram medidos o diâmetro à altura do peito e a altura total, de todas as árvores. Os bracatingais se caracterizaram por uma intensa mortalidade na fase inicial, com fustes de diâmetros reduzidos e acelerado crescimento em altura total. Numa etapa subsequente a

taxa de mortalidade se estabilizou atingindo o máximo de produção aos 9 anos. Numa terceira etapa a mortalidade volta a sofrer incremento provocando a queda no volume, nesse mesmo período ocorre estabilização no crescimento da altura, permanecendo 5% das árvores iniciais em pé, que continuam crescendo em diâmetro.

Palavras-chave: *Mimosa scabrella* Benth, bracatinga, volume por hectare, variáveis dasométricas.

INTRODUÇÃO

A bracatinga pertence à família Fabaceae Lindley, segundo a classificação do Angiosperm Phylogeny – APG, (STEVENS, 2005), subfamília Mimisoideae, já CRONQUIST (1988) a localiza dentro da família Mimosaceae. Havendo uma espécie e uma variedade botânica presentes na região, a espécie típica é *Mimosa scabrella* Benth e a variedade botânica *Mimosa scabrella* var. *aspericarpa* (Hoehne) Burkart. No Brasil está distribuída desde a latitude de 23°50'S até 29°40'S e longitudes de 48°50'W até 53°50'W (ROTTA e OLIVEIRA, 1981). Região de coordenadas geográficas que compreende o Estado de São Paulo numa pequena porção sul, os Estado do Paraná, Santa Catarina e norte do Rio Grande do Sul. Fitoecologicamente, no Estado do Paraná acompanha de forma mais restrita à distribuição da *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. – Floresta Ombrófila Mista, fundamentalmente na formação Montana, podendo ocorrer excepcionalmente nas formações Submontana e Altomontana. Presente no ecótono da Floresta Ombrófila Densa com a Ombrófila Mista, situação expressa na região do vale do Ribeira (INOUE *et al.*, 1984; IBGE, 1992).

Historicamente, a bracatinga faz parte da economia dos pequenos proprietários da Região Metropolitana de Curitiba desde o início do século XX. O sistema de cultivo encontra-se caracterizado pela associação da cultura do milho e do feijão com a espécie florestal. O produtor subdivide a superfície disponível para o cultivo em talhões de área semelhante procurando ter uma colheita de madeira anual, induzindo assim que o número de subdivisões seja o mesmo que o período de rotação da bracatinga (ROCHADELLI, 1997). Nos últimos trinta anos a superfície de bracingais tem variado pouco, sendo de 50 mil hectares segundo EMBRAPA (1988) no final da década de 80, em toda a Região Metropolitana de Curitiba, aumentando para 60 mil hectares em meados da década de 90, (BAGGIO *et al.*, 1995; CARPANEZZI e CARPANEZZI, 1992).

A espécie apresenta ampla variedade de usos, salientando-se o uso combustível como lenha e carvão. Considerando aplicações mais nobres e ainda menos exploradas como a madeira serrada, por exemplo, a qual é empregada na construção civil para acabamentos internos e,

principalmente, para compensados e caixotaria. É bastante ornamental, pode ser empregada com sucesso no paisagismo, e caracteriza-se como uma opção importante para restauração em áreas degradadas de preservação permanente, em composições mistas, como espécie pioneira, heliófita, de rápido crescimento e fixadora de nitrogênio, por meio da simbiose com uma espécie do gênero *Rhizobium*. As flores são melíferas, gerando uma fonte de renda alternativa que incrementa significativamente a rentabilidade da exploração dos bracatingais, com uma estimativa de produção diária de mel diária varia entre 107 e 127,78 kg/ha.

Em resumo, a importância da bracatinga de acordo com BAREMBUEM (1988) se baseia em três características fundamentais, a indiscutível qualidade combustível de sua madeira, a excelente regeneração natural e as possibilidades de uso dos diversos produtos, tanto madeiráveis quanto não madeiráveis gerados pelo bracatingal.

Para o planejamento de estratégias de desenvolvimento regional, se faz necessário conhecer as alternativas produtivas para testar a sua viabilidade econômica, ambiental e social. Em consequência as informações sobre o potencial produtivo desta espécie estão sendo geradas através de um projeto maior intitulado “Desenvolvimento de um complexo dendrométrico, biométrico e silvométrico para bracatingais nativos da Região Metropolitana de Curitiba como base para o manejo florestal” coordenado pelo Prof. Dr. Sebastião do Amaral Machado, do qual este trabalho faz parte. Dessa forma, a presente pesquisa tem por objetivo central caracterizar quantitativamente em função do tempo, as variáveis populacionais relacionados ao volume total com casca por hectare, para lenha, da bracatinga, em bracatingais nativos ou com manejo tradicional, localizados na Região Metropolitana de Curitiba.

MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento desta pesquisa foram utilizados dados provenientes da Região Metropolitana de Curitiba, coletados principalmente na região norte onde há maior ocorrência de bracatingais. Foram incluídos 14 municípios indicados na **figura 1**, abrangendo uma área de influência de 731.850 ha, compreendida entre as coordenadas geográficas de latitude 24°58'28”S ao Norte e 25°59'33”S no extremo meridional, longitude 48°20'07”W até 49°38'08”W, com uma amplitude altitudinal de 130 metros desde 850 até 980 m.s.n.m.

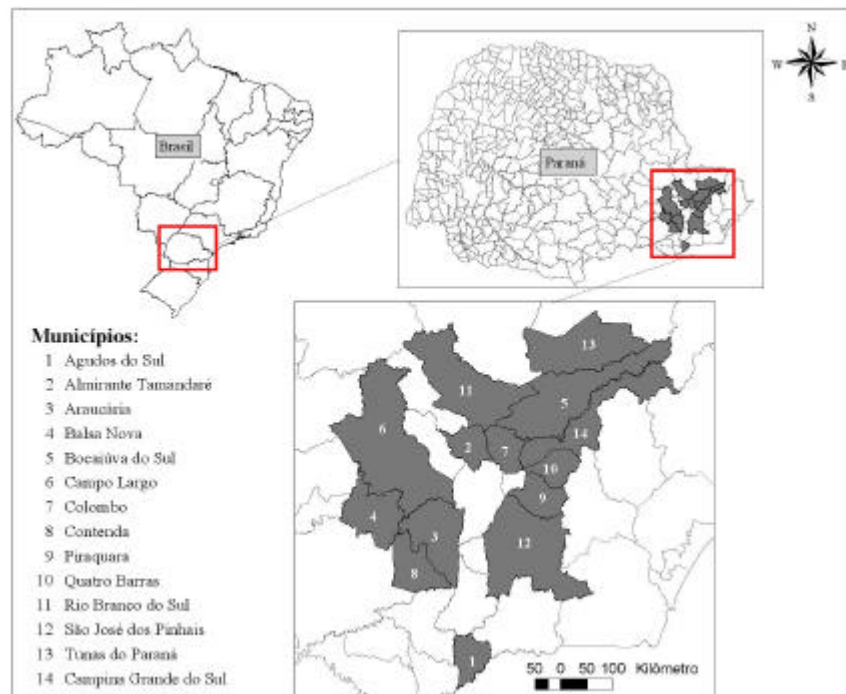
A bracatinga é nativa dos climas mais frios do Brasil, cuja ocorrência natural apresenta na sua maior parte o tipo *Cfb* (temperado chuvoso), da classificação de Köppen.

A região de estudo, predominantemente, é ondulada a fortemente ondulada. Os solos na maioria são Cambissolos álicos, com diferentes graus de profundidade e fertilidade; como regra,

são solos pobres, pouco desenvolvidos, ácidos, com teores elevados de alumínio e baixa saturação de bases.

Foram utilizadas duas fontes de informação, por um lado a base de dados de TONON (1998) constituída por **141** parcelas entre permanentes e temporárias de 100 m² a 325 m², e por outro lado **100** parcelas temporárias de 300 e 400 m² coletadas entre julho de 2004 e março de 2005, como parte do projeto já mencionado, totalizando **241** unidades amostrais.

Em todas as unidades amostrais foram medidas as alturas total e comercial ara telescópica graduada cada 0,50 m e ou com hipsómetro de Blumeleiss, para as árvores maiores do que 10 metros, e a circunferência à altura do peito com fita métrica, de todas as árvores ocorrentes na parcela, independentemente de limite diamétrico.



Fonte: Mapa realizado com o programa ArcView 9 - ESRI.

Figura 1 – Mapa da R.M.C. Estado do Paraná, com os 14 municípios onde foram mensurados bracatingais.

Figure 1 – C.M.R map, showing Paraná State and the 14 counties localization where bracatingais were measured.

Para a estimativa do volume de cada árvore foi usada a equação de volume individual para *Mimosa scabrella* desenvolvida por ARHENS (1981). Dessa forma o volume individual com casca da bracatinga foi estimado pela equação: $\bar{v} = 0,3879 \cdot \bar{d}^2 h$, onde: \bar{v} = volume individual com casca (m³); \bar{d} = diâmetro à altura do peito (m), com casca; h = altura total da árvore (m), do solo até o extremo superior da copa. O volume individual para o caso refere-se ao

volume comercial em metros cúbicos, com casca, incluindo o tronco principal e porções dos ramos até um diâmetro comercial limite de 4,0 cm com uma altura de toco padrão de 5 cm.

Para a obtenção do volume de cada unidade amostral somaram-se os volumes individuais de cada bracatinga, posteriormente expandiu-se o volume de cada parcela para o hectare, chegando assim ao volume total com casca por hectare.

Para o cálculo da altura dominante utilizou-se o critério de ASSMANN (1970). As idades das parcelas no campo por meio da leitura dos anéis de crescimento, exceto para as parcelas permanentes onde a idade era conhecida. Todas as parcelas foram categorizadas na classificação de índice de sítio para bracatinga feita por TONON (1998), a qual estabelece 3 classes de sítio I, II e III, com índices de 16,8; 13,5 e 10,2 m aos 7 anos de idade, respectivamente.

Uma vez calculado o volume total por hectare e classificadas as parcelas nos seus respectivos índices de sítio, construiu-se a base de dados definitiva. Sobre esta base de dados foi realizada uma análise exploratória dos dados para detectar a presença de dados discrepantes (*outliers*). Em tal oportunidade retiraram-se 12 parcelas que foram caracterizadas como discrepantes, resultando 229 parcelas. Em seqüência, e utilizando as 229 parcelas foi calculada a intensidade amostral, para 10% de precisão e 95% de confiança nos valores médios estimados. Posteriormente, também foram retiradas as 4 parcelas de 18 anos de idade por existir um impasse nas informações entre os 15 e os 18 anos. Utilizando-se finalmente **225** unidades amostrais na caracterização.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados da análise estatística descritiva indicaram que com relação à altura total média, à altura dominante e ao \bar{d} , foram suficientes poucas parcelas: 16, 15, e 41, respectivamente. No entanto, para o caso do número de árvores por hectare seriam necessárias 260 unidades amostrais. Quanto ao volume total e a área basal por hectare as 225 unidades amostrais que compõem a base de dados superaram amplamente o requerimento de 10% de precisão e 95% de confiança nos valores médios estimados.

Objetivando visualizar o comportamento das variáveis apresenta-se a informação em forma gráfica por classe de idade na **figura 2**. Observa-se a evolução das variáveis e do próprio volume à medida que o bracatingal avança desde um povoamento praticamente puro, até os estágios mais avançados da sucessão natural da Floresta Ombrófila Mista. As bracatingas a partir dos 5 a 6 anos de idade do bracatingal vão sendo substituídas por outras espécies, principalmente pioneiras e facultativas.

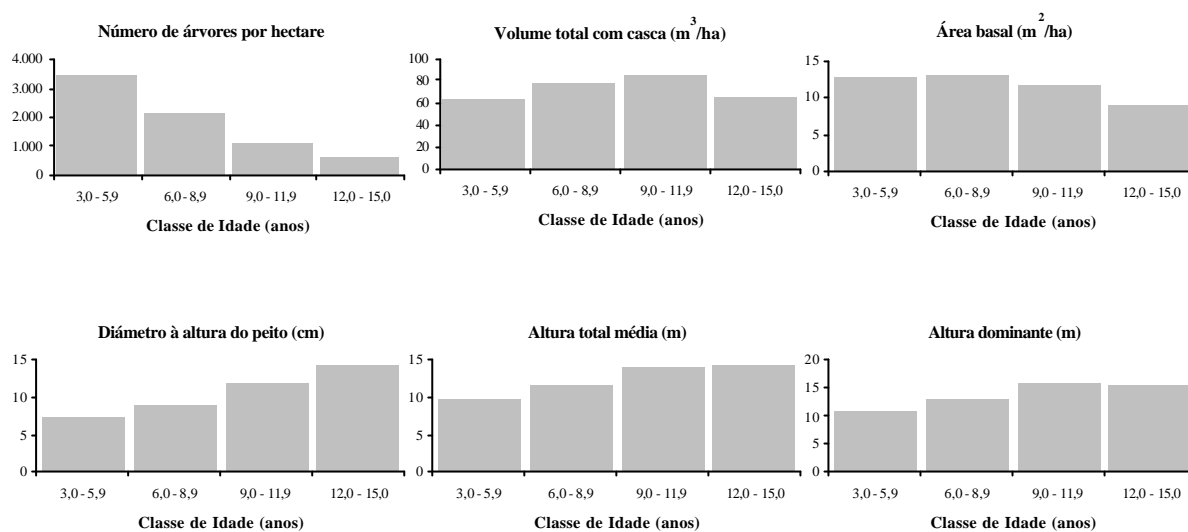


Figura 2 – Representação gráfica do comportamento das variáveis por classes de idade.

Figure 2 – Graphic of stand variables behavior, organized by age classes.

Um elevado número de árvores por hectare (N) nas idades iniciais (classe de 3,0 a 5,9 anos) e a sua paulatina diminuição à medida que o povoamento envelhece é tipicamente o comportamento de uma espécie pioneira heliófita, tal como a bracatinga. Evidenciou-se nas idades iniciais, quando observada a densidade em função da idade na Tabela 1, uma variabilidade intensa. Esta situação surge como consequência das densidades iniciais diferentes nas diversas parcelas que compõem a base de dados.

O incremento médio anual (IMA) é máximo nas primeiras etapas de crescimento dos bracatingais, declinando já a partir dos 4 anos de idade. Estas primeiras etapas se caracterizam fundamentalmente pela presença de um elevado número de fustes, cerca de 4500 por hectare, com diâmetros médios reduzidos, em torno dos 7 cm e altura total média de 9 metros.

O volume total por hectare foi máximo aos 9 anos com um valor de 107,74 m³/ha, médio para as três classes de sítio. Observou-se que tanto a altura total média, quanto a altura dominante atingiram valores máximos aos 13 anos de idade e posteriormente diminuiu a sua magnitude; esta diminuição estaria explicada porque não existem parcelas para a classe de sítio I, classe que detêm as árvores de maiores alturas, nas idades de 14 e 15 anos.

Tabela 1 – Médias por idade das variáveis estruturais para todas as parcelas sem distinção de classe de sítio.

Table 1 – Stand variables values by age, for all sample plots without site class organization.

VALORES MÉDIOS DAS VARIÁVEIS POR IDADE							
Idade (anos)	N (árvores/ha)	Volume total c/c (m ³ /ha)	Area basal (m ² /ha)	DAP médio (cm)	Altura total média (m)	Altura dominante (m)	IMA (m ³ /ha/ano)
3	4.069	71,92	16,03	6,98	8,6	9,7	23,97
4	4.658	70,70	14,98	7,21	9,2	10,3	17,68
5	2.851	57,61	11,24	7,06	10,0	11,3	11,52
6	2.359	79,27	13,22	8,42	11,6	13,0	13,21
7	2.109	74,68	13,05	8,88	11,0	12,2	10,67
8	1.775	82,35	13,06	9,52	12,0	13,8	10,29
9	1.458	107,74	14,60	11,19	14,2	16,2	11,97
10	1.017	82,34	11,60	12,17	13,5	15,2	8,23
11	728	58,68	7,85	11,80	13,9	15,6	5,33
12	885	83,43	11,48	13,09	14,1	15,5	6,95
13	533	67,94	8,38	14,18	15,8	16,9	5,23
14	592	50,90	7,61	14,02	13,4	14,6	3,64
15	261	44,31	6,21	17,17	14,1	14,6	2,95

Uma vez classificadas as variáveis por índice de sítio e classe de idade, nas **tabelas 2 a 7**, detectou-se para a variável N (**tabela 2**) que a sua maior variância deu-se no sítio III, com um coeficiente de variação de 80%, para todas as classes de idade. Ao se comparar entre classes de idade, vê-se que nos bracingais mais jovens (3,0 a 5,9 anos) foi onde se concentrou o desvio padrão mais elevado, ocasionado justamente pelas densidades iniciais muito díspares. Assim o número de bracingais aumentou com a diminuição da qualidade do sítio.

O diâmetro à altura do peito médio aumentou consistentemente com a idade do povoamento segundo pode ser observado na **tabela 3**. O coeficiente de variação para essa variável apresentou tendências diferentes para cada classe de sítio e inclusive entre classes de idade.

Tabela 2 - Estatísticas descritivas para o número de árvores por hectare, por classe de sítio e de idade.

Table 2 - Tree number per hectare descriptive statistics, by site and age classes.

CLASSES DE IDADE	NÚMERO DE ÁRVORES POR HECTARE (N)								
	SITIO I			SITIO II			SITIO III		
	Média	Desvio padrão	Coef. de variação	Média	Desvio padrão	Coef. de variação	Média	Desvio padrão	Coef. de variação
3,0 - 5,9	3.107	978	31,5%	3.221	1.669	51,8%	4.165	3.343	80,3%
6,0 - 8,9	1.806	599	33,2%	2.082	694	33,3%	2.290	1.102	48,1%
9,0 - 11,9	1.095	423	38,7%	1.100	567	51,5%	1.124	699	62,2%
12,0 - 15,0	667			616	401	65,1%	654	457	69,9%

Ocorreu uma evidente redução do diâmetro médio dos melhores para os piores sítios e concomitantemente elevou-se a variabilidade nessa mesma direção. Assim; o sítio III apresentou o valor mais alto de desvio padrão de todas as classes consideradas (idade e sítio), e os menores valores de \bar{d} para os três índices de sítio, sendo compensados estes diâmetros com um maior número de fustes.

Tabela 3 - Estatísticas descritivas da variável diâmetro à altura do peito médio, por classe de sítio e de idade.

Table 3 – Diameter at breast height descriptive statistics, by site and age classes.

DIÁMETRO À ALTURA DO PEITO (cm)									
CLASSES DE IDADE	SÍTIO I			SÍTIO II			SÍTIO III		
	Média	Desvio padrão	Coef. de variação	Média	Desvio padrão	Coef. de variação	Média	Desvio padrão	Coef. de variação
3,0 - 5,9	7,3	1,07	14,6%	7,2	1,37	18,9%	6,7	1,47	22,1%
6,0 - 8,9	10,1	2,04	20,2%	9,1	1,36	14,9%	7,8	1,25	15,9%
9,0 - 11,9	12,8	2,38	18,6%	11,5	1,91	16,6%	10,9	2,02	18,5%
12,0 - 15,0	13,3			14,1	2,60	18,5%	14,4	3,78	26,2%

As variáveis, altura total média (**tabela 4**) e altura dominante (**tabela 5**) incrementaram-se com o avanço da idade e com a qualidade de sítio com idêntica tendência em ambos os casos.

Tabela 4 - Estatísticas descritivas da variável altura total média, por classe de sítio e de idade.

Table 4 – Total average height descriptive statistics, by site and age classes.

ALTURA TOTAL MÉDIA (m)									
CLASSES DE IDADE	SÍTIO I			SÍTIO II			SÍTIO III		
	Média	Desvio padrão	Coef. de variação	Média	Desvio padrão	Coef. de variação	Média	Desvio padrão	Coef. de variação
3,0 - 5,9	11,4	0,75	6,6%	9,8	0,95	9,7%	8,4	1,01	12,0%
6,0 - 8,9	13,6	1,02	7,5%	11,8	0,99	8,4%	10,0	1,15	11,6%
9,0 - 11,9	16,1	1,39	8,7%	14,1	1,17	8,3%	11,0	0,78	7,1%
12,0 - 15,0	17,0			15,1	1,83	12,1%	13,0	1,61	12,4%

A variabilidade aumentou em direção aos piores sítios. Para a altura total média dentro de cada classe de sítio o coeficiente de variação incrementou-se à medida que o bracingal envelheceu, porém com relação à altura dominante a tendência foi haver maior coeficiente de variação dentro das classes mais jovens. Deve-se lembrar que não existe dados para o sítio I nas idades de 14 e 15 anos, fato que poderia ter diminuído a variância dentro da última classe de idade.

Tabela 5 - Estatísticas descritivas da variável altura dominante, por classe de sítio e de idade.

Table 5 – Dominant height descriptive statistics, by site and age classes.

ALTURA DOMINANTE (m)									
CLASSES DE IDADE	SÍTIO I			SÍTIO II			SÍTIO III		
	Média	Desvio padrão	Coef. de variação	Média	Desvio padrão	Coef. de variação	Média	Desvio padrão	Coef. de variação
3,0 - 5,9	13,2	0,29	2,2%	10,9	1,07	9,8%	9,2	1,40	15,2%
6,0 - 8,9	15,9	1,23	7,8%	13,4	1,10	8,3%	10,7	0,92	8,7%
9,0 - 11,9	18,3	1,07	5,8%	15,7	1,15	7,3%	12,5	1,10	8,8%
12,0 - 15,0	19,3			16,7	1,29	7,7%	13,5	1,07	7,9%

O volume total por hectare (**tabela 6**) apresentou valores e tendências similares à área basal por hectare (**tabela 7**) quando analisados do ponto de vista da evolução entre os índices de

sítio, aumentando seus valores concomitantemente com a melhoria na qualidade do mesmo e para uma mesma classe de idade. TONON (1998) detectou a mesma tendência para as duas variáveis, isto é, sítios melhores com maiores valores de área basal e volume total por hectare.

Tabela 6 - Estatísticas descritivas para o volume total para lenha, com casca, por classe de sítio e de idade.

Table 6 – Total outside bark firewood volume descriptive statistics, by site and age classes.

CLASSES DE IDADE	VOLUME TOTAL PARA LENHA COM CASCA (m ³ /ha)								
	SITIO I			SITIO II			SITIO III		
	Média	Desvio padrão	Coef. de variação	Média	Desvio padrão	Coef. de variação	Média	Desvio padrão	Coef. de variação
3,0 - 5,9	69,2	13,39	19,3%	64,7	20,18	31,2%	53,7	15,89	29,6%
6,0 - 8,9	102,5	16,94	16,5%	84,1	18,43	21,9%	54,6	17,14	31,4%
9,0 - 11,9	116,1	25,29	21,8%	80,7	29,94	37,1%	59,9	34,69	57,9%
12,0 - 15,0	97,5			68,9	27,82	40,4%	57,9	23,44	40,5%

Para os sítios I e III o volume incrementou-se até a classe de 9,0 a 11,9 anos com valores de 116,1 e 59,9 m³/ha, respectivamente. No sítio II o maior valor: 84,1 m³/ha ocorreu na classe de idade anterior (6,0 – 8,9), posteriormente a tendência foi a declinar para todos os sítios, porém os valores mais elevados de área basal ocorreram em idades mais jovens influenciados possivelmente pelo grande número de indivíduos por superfície.

Segundo TONON (1998) uma explicação possível para a diminuição da área basal na segunda classe de idade se deve à alta taxa de mortalidade ocorrida nas primeiras fases de desenvolvimento do bracingal, visível principalmente no sítio III onde passou de 12,7 para 10,7 m²/ha não conseguindo compensar tal perda com o crescimento individual das árvores.

O incremento em volume ocorreu apesar da relativa perda em área basal devido ao crescimento em altura total média. A posterior diminuição do volume total à medida que o bracingal envelhece explica-se pela contínua mortalidade das bracingas que saem do sistema dando lugar à sucessão natural da Floresta com Araucária (Floresta Ombrofila Mista).

Tabela 7 - Estatísticas descritivas da variável área basal, por classe de sítio e de idade.

Table 7 – Basal area descriptive statistics, by site and age classes.

CLASSES DE IDADE	AREA BASAL (m ² /ha)								
	SITIO I			SITIO II			SITIO III		
	Média	Desvio padrão	Coef. de variação	Média	Desvio padrão	Coef. de variação	Média	Desvio padrão	Coef. de variação
3,0 - 5,9	11,7	2,19	18,7%	13,0	4,21	32,3%	12,7	4,19	33,0%
6,0 - 8,9	14,5	2,09	14,4%	13,8	2,77	20,0%	10,7	2,84	26,4%
9,0 - 11,9	14,0	2,91	20,8%	11,2	4,15	37,2%	10,4	5,85	56,5%
12,0 - 15,0	10,6			9,0	3,85	42,8%	8,7	3,32	37,9%

CAMPOS (1986) avaliando a produtividade de bracingais tradicionais na região de Colombo no Estado do Paraná observou que o povoamento através do tempo apresentou uma fase crescente e outra decrescente, atingindo seu máximo no sétimo ano de idade com um

volume de 135,8 m³/ha. Essa tendência foi similar no presente trabalho já que o máximo deu-se no nono ano com um valor médio para todas as parcelas de 107,74 m³/ha (**tabela 1**).

Tanto para o caso do volume quanto da área basal o coeficiente de variação foi relativamente alto, sempre superior a 14% chegando a superar 55% nas classes de idade maiores e aumentando gradativamente para menores qualidades de sítio.

CONCLUSÕES

A abrangência da base de dados permitiu caracterizar quantitativamente à *Mimosa scabrella*, crescendo em bracatingais nativos e ou com manejo tradicional na R.M.C. Numa fase inicial, dos 3 aos 5,9 anos, os bracatingais se caracterizaram por uma intensa mortalidade com conseqüências sobre a área basal, diminuindo a sua magnitude, com fustes de diâmetros à altura do peito reduzidos, em torno dos 7 cm e acelerado crescimento em altura total com valores médios de 8,6 a 10 metros.

Entre os 6 e 9 anos de idade a taxa de mortalidade se estabilizou, permitindo ao bracatingal atingir seu máximo de produção com um valor médio de 107,74 m³/ha, para os diferentes sítios e para a espécie em questão.

Numa terceira etapa a taxa de mortalidade volta a sofrer incremento provocando a queda no volume. Concomitantemente, nesse mesmo período ocorre a estabilização no crescimento da altura dominante e logo da altura média, salientando que quando individualizados os valores desta última variável por classe de sítio, a altura total média continuou aumentando. Finalmente, os poucos indivíduos que permanecem em pé, ao redor de 5% do número de árvores inicial, continuam crescendo em diâmetro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHRENS, S. 1981. Um modelo matemático para volumetria comercial de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.). In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS “Bracatinga uma opção para reflorestamento” 4., 1981, Curitiba. **Anais ...** Colombo: EMBRAPA-CNPF, p. 77-90.
- ASSMANN, E. 1970. **The principles of forest yield study**. Oxford. 506 p.
- BAGGIO, A.J.; CARPANEZZI, A.A.; AYANZ, A.A. 1995. **Equações estimativas do peso seco da biomassa aérea da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) na idade de corte**. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n.30/31, p.37-49,
- BAREMBUEM, A. A. R. T. **Avaliação da biomassa aérea de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) para fins energéticos**. Curitiba. 71 p. 1988. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- CAMPOS, C.H.O; GRAÇA, L.R.; RIBAS, L.C. 1986. **A produtividade do bracatingal tradicional através do tempo**. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n.12, p. 35-46.

- CARPANEZZI, A. A.; CARPANEZZI, O. T. B. 1992. Cultivo da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) no Brasil e prioridades para o seu aperfeiçoamento. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 7., 1992, Nova Prata. **Anais..** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, v. 2, p. 640-655.
- CRONQUIST, A. 1988. **The evolution and classification of flowering plants**. 2.ed. New York Botanical Garden, 555 p.
- IBGE. 1992. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Série Manuais Técnicos em Geociências. n 1. Rio de Janeiro. 92 p.
- INOUE, M.T.; RODERJAN, C.V.; KUNIYOSHI, Y.S. 1984. **Projeto Madeira do Paraná**. Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná. Curitiba. 260 p.
- ROCHADELLI, R. **Contribuição sócio-econômica da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.) na Região Metropolitana de Curitiba- Norte (RMC-N)**. Curitiba. 83 p. 1997. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- ROTTA, E.; OLIVEIRA, Y. M. M. de. 1981. Área de distribuição natural da bracatinga. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS “Bracatinga uma opção para reflorestamento” 4. 1981. Curitiba. **Anais ..** Colombo: EMBRAPA-CNPQ, p.1–23.
- STEVENS, P. F. (2001 onwards). **Angiosperm Phylogeny Website**. Version 6, May 2005 [and more or less continuously updated since]." will do. <http://www.mobot.org/MOBOT/research/APweb/>
- TONON, A.E.N. Efeitos da densidade inicial e do sítio sobre o crescimento e a produção de **bracatingais da Região Metropolitana de Curitiba**. Curitiba. 193 p. 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

DIVERSIDADE ARBOREA DO PARQUE PROVINCIAL CRUCE CABALLERO, MISIONES, ARGENTINA.

TREE DIVERSITY OF CRUCE CABALLERO PROVINCIAL PARK, MISIONES, ARGENTINE.

Román Carlos Ríos¹
Franklin Galvão²
Gustavo Ribas Curcio³

- 1 Engenheiro Florestal, M.Sc., Doutorando em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, CEP 80210-170, Curitiba (PR) – Bolsista CNPq, Brasil- roman_rios04@yahoo.com.br
- 2 Engenheiro Florestal, Dr., Professor do Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal do Paraná, CEP 80210-170, Curitiba (PR) - fgalvao@floresta.ufpr.br
- 3 Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador EMBRAPA Florestas, CEP 83405-970, Colombo (PR) - curcio@cnpf.embrapa.br

SUMMARY

Tree floristic and diversity was evaluated in the Cruce Caballero Park, where 82 plots (200 m²) were established in three pedological compartments. All the arboreal components that have a PBH equal or bigger than 15 cm were evaluated. 116 species were registered. Characteristic species were of: Red Latosol *Sorocea bonplandii*, *Cabralea canjerana*, *Ocotea lancifolia* and *Araucaria angustifolia* with 28 exclusives, of Litolic Neosol were *Actinostemon concolor*, *Trichilia claussenii*, *Pilocarpus pennatifolius* with 18 exclusives and of Melanic Gleysols were *Parapiptadenia rigida*, *Alchornea triplinervia*, *Luehea divaricata* and *Erithryna falcate* with 5 exclusives. The highest diversity of species was found on the Red Latosol (3,71) followed by Melanic Gleysols(3,17) and Litolic Neosol (3,04). We showed that the Park area has a high diversity and great biological and genetic value, by the occurrence of the araucaria population in an ecological tension area and on hydromorphic soil.

Key-words : *Araucaria angustifolia*; Araucaria Forest, diversity, shared environment

RESUMO

Com o propósito de estudar a composição arbórea e a diversidade do Parque Provincial Cruce Caballero, foram alocadas 82 parcelas de 200 m², distribuídas em três compartimentos pedológicos. Foram avaliados todos os indivíduos arbóreos com PAP igual ou superior a 15 cm. No total, foram registradas 116 espécies, tendo como mais características no Latossolo Vermelho *Sorocea bonplandii*, *Cabralea canjerana*, *Ocotea lancifolia* e *Araucaria angustifolia*, sendo 28 exclusivas, no Neossolo Litólico *Actinostemon concolor*, *Trichilia*

clausenii, *Pilocarpus pennatifolius*, sendo 18 exclusivas, e no Gleissolo Melânico *Parapiptadenia rigida*, *Alchornea triplinervia*, *Luehea divaricata* e *Erithryna falcata*, onde apenas 5 foram exclusivas. Os índices de diversidade de Shannon foram de 3,71, 3,04 e 3,17 respectivamente. Os três compartimentos, sob o ponto de vista vegetacional, têm uma alta diversidade, como espécies características. Conclui-se que a área tem grande valor biológico e genético por conter araucárias em uma área de tensão ecológica e ocorrendo em solos hidromórficos.

Palavras-chave: *Araucaria angustifolia*; Floresta com Araucária; Diversidade, Compartimentação de ambientes.

INTRODUÇÃO

A grande importância de conhecer a estrutura e a composição da floresta reside no fato de se constituir numa ferramenta para ações de manejo e de conservação das mesmas. As florestas da região de Misiones formam um fito-mosaico diverso, devido distintos estágios sucessionais presentes e suas inerentes características. São quase desconhecidas áreas virgens na região, devido à forte exploração florestal e ao avanço da fronteira agrícola. Contudo, ainda restam numerosos fragmentos da floresta dentro de unidades de conservação e em áreas de produção. Conhecer a natureza interna desses fragmentos, bem como as suas possibilidades de intercâmbio gênico, através dos corredores biológicos, permitiria ter uma perspectiva de permanência no futuro. GARCIA FERNANDEZ (2002) afirma que a região da Selva Misionera ou Paranaense é um dos centros de maior diversidade biológica da Argentina. Nessa formação se encontra a maior diversidade específica dos principais grupos de animais e vegetais terrestres. Ao mesmo tempo, um grande número dessas espécies não se encontram distribuídas em outras regiões da Argentina, o que lhe confere uma feição emblemática de grande valor para a conservação da diversidade biológica do país. A floresta que ocorre em Misiones é a porção mais austral da “Mata Atlântica Interior”, conforme nomeada por DINERSTEIN *et al.*, (1995). A riqueza de árvores é a maior do país, com mais de 200 espécies, podendo ser encontrado em apenas um hectare 200 exemplares de árvores, com 35 a 40 espécies distintas. No que pese o aspecto homogêneo, a composição varia de acordo com as características pedológicas e climáticas (BETONATTI & CORCUERA, 2000).

Segundo SPICHIGER *et al.* (2004), a região Neotropical tem quatro pólos de origem ou centros de dispersão de espécies: Colombiano, Chaquenho, Bacia do rio São Francisco e Bacia do rio Paraná. Desses, três são interrelacionados no centro sul da América do Sul - Chaquenho, Bacia do rio Paraná e Bacia do rio São Francisco. Essas considerações podem ser

extrapoladas à Misiones, Argentina, dado que Misiones comparte às características biogeográficas com a região sul do Brasil.

No sul do Brasil foram classificadas nove regiões fitoecológicas (IBGE, 1986), sendo que quatro atingem Misiones, na Argentina: Floresta Ombrófila Mista, Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual e stepe Estacional, denominada zona dos campos. Em Misiones existem ensaios fitogeográficos realizados por MARTINEZ-CROVETTO (1963) e por CABRERA (1976). BURKART *et al.* (1999) considerou as áreas de floresta de Misiones na Eco-região da Selva Paranaense, sem distinguir os tipos florestais.

O Parque Cruce Caballero com 522 ha, está localizado ao leste da Província de Misiones, a 26°31'S e 53°59'W, no município de San Pedro. O Parque protege uns dos últimos e mais importantes relictos de Floresta com Araucária. Contém a população remanescente de pinheiro-do-Paraná (*Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze), nas melhores condições de conservação e sendo o mais extenso como massa compacta, representa a principal reserva genética da Argentina para a conservação "*in situ*" da espécie (BURKART, 1993). Associadas à araucária se acham espécies vegetais e animais também ameaçadas regionalmente e protegidas pela existência do Parque. A presença dessas espécies na área reforçam o valor de conservação da mesma (RODE e DEBITETTI, 1994). Na Argentina, a Floresta com Araucária foi escassamente pesquisada, podendo-se citar os estudos de RAGONESE e CASTIGLIONE (1946), GARTLAND (1984), MUÑOZ (1993) e RIOS (2000). Esse último realizou um estudo sobre densidade de araucária e riqueza de espécies arbóreas na Reserva Natural Estricta San Antonio (Inédito), estimando 816 árvores de araucária com uma densidade de 2 ind./ha. Esse valor de densidade é muito baixo, ainda mais comparado com 48 ind./ha, obtido por RAGONESE e CASTIGLIONE (1946) na mesma região de estudo. Aquela área foi efetiva e fortemente explorada até os anos 70.

Este trabalho tem como objetivo estudar a composição arbórea do Parque Provincial Cruce Caballero, em três unidades de solo existentes na área, e verificar a diversidade entre as mesmas.

MATERIAL E MÉTODOS

Adotou-se, neste trabalho, o método de amostragem em parcelas múltiplas, a área de cada parcela foi de 200 m² (10 x 20 m). Utilizando-se o mapa de solos da área, na escala 1:50.000 (C.A.R.T.A. 1963), e de prospecções morfológicas, as quais guardavam identidades com as características das unidades de mapeamento (Complexos: 9, 6 e 3), estabeleceu-se três compartimentos nomeados conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos

(EMBRAPA, 1999): Latossolo Vermelho Distrófico típico (LV), Neossolo Litólico Eutrófico típico (RL) e Gleissolo Melânico Distrófico típico (GM).

Em cada compartimento, unidades amostrais de 200 m² (10 x 20 m) foram distribuídas de forma sistemática, sendo 54 no Latossolo Vermelho, 20 no Neossolo Litólico e 8 no solo Gleissolo Melânico, totalizando 82 parcelas, o que corresponde a uma área amostrada de 16.400 m². A área de Gleissolo Melânico é bastante reduzida no Parque, o que dificultou a alocação de um maior número de parcelas.

Nas parcelas foram identificados os indivíduos com perímetro a altura do peito (PAP) igual ou maior que 15 cm. Foi coletado material botânico da maioria das espécies encontradas, exceto daquelas que não tinham folhas no momento do levantamento. As exsiccatas foram depositadas no Herbário da Escola de Florestas da UFPR. Os nomes científicos foram padronizados, segundo o *Instituto de Botanica Darwinion* de Buenos Aires, Argentina. Os dados foram processados com auxílio do programa FITOPAC 1, desenvolvido pelo Dr. George John Shepherd, do Instituto de Botânica da Universidade de Campinas. O índice de diversidade avaliado foi o de Shannon, como sugerido por diferentes autores, entre eles MATTEUCCI e COLMA (1982), MAGURRAN (1989).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Composição Florística

Foram registradas nessa pesquisa 116 espécies arbóreas. Dessas, 109 espécies foram amostradas, sendo as demais apenas observadas (Tabela 1).

Tabela 1: Florística da área de estudo diferenciada por compartimentos.

Família	Nome científico	LV	RL	GM
Achatocarpaceae	<i>Achatocarpus bicornutus</i> Schinz e Aufran.		–	
Annonaceae	<i>Rollinia rugulosa</i> Schlecht.	–	–	–
Apocynaceae	<i>Aspidosperma australe</i> Müll. Arg.		–	–
	<i>Rauvolfia sellowii</i> Müll. Arg.	–		
Aquifoliaceae	<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	–		
	<i>Ilex paraguariensis</i> A. St. Hil.	–		–
Araliaceae	<i>Pentapanax warmingianus</i> (Marchal) Harms	–	–	
	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire, Steyerm. e Frodin	–		–
Araucariaceae	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	–		–
Arecaceae	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	?	?	?
Asteraceae	<i>Vernonanthura petiolaris</i> (DC.) H. Robinson	–		
Bignoniaceae	<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	–		
	<i>Tabebuia heptaphylla</i> (Vell.) Toledo		?	
Bombacaceae	<i>Ceiba speciosa</i> (A.St.-Hil., Juss. E Cambess.) Ravena	–	–	
Boraginaceae	<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	–	–	
	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrab. ex Steud.	–	–	

	<i>Patagonula americana</i> L.	-	-	-
Caesalpinaceae	<i>Peltophorum dubium</i> (Spr.) Taub.	-	-	-
Caricaceae	<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl.) A.DC.	-	-	-
Celastraceae	<i>Maytenus evonymoides</i> Reiss	?	-	-
	<i>Schaefferia argentinensis</i> Speg.	-	-	-
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum deciduum</i> St.Hil.	-	-	-
Euphorbiaceae	<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll. Arg.	-	-	-
	<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp.	-	-	-
	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.	-	-	-
	<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	-	-	-
	<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Smith e Downs.	-	-	-
	<i>Tetrorchidium rubrivenium</i> Poepp.	-	-	-

Fabaceae	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr.	-	-	-
	<i>Ateleia glazioveana</i> Baill.	-	-	-
	<i>Erythrina falcata</i> Benth	-	-	-
	<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	-	-	-
	<i>Lonchocarpus leucanthus</i> Burkart	-	-	-
	<i>Lonchocarpus muhelbergianus</i> Hassl.	-	-	-
	<i>Machaerium paraguariense</i> Hassl.	-	-	-
	<i>Machaerium minutiflorum</i> (A.DC.) Vogel	-	-	-
	<i>Myrocarpus frondosus</i> Allemão	-	-	-
	<i>Myroxilom peruiferum</i> L.F.	-	-	-
Flacourtiaceae	<i>Banara</i> sp.	-	-	-
	<i>Banara tomentosa</i> Clos.	-	-	-
	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	-	-	-
	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	-	-	-
Icacinaceae	<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R.A.Howard	-	-	-
Lauraceae	<i>Nectandra lanceolata</i> Nees et Mart. Ex Nees	-	-	-
	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng) Mez	-	-	-
	<i>Ocotea pulchella</i> (Nees) Mez	-	-	-
	<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez	-	-	-
	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	-	-	-
	<i>Ocotea lancifolia</i> (Schott.) Mez	-	-	-
Loganiaceae	<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng) Mart.	-	-	-
Malvaceae	<i>Bastardiopsis densiflora</i> (Hook. E Arn.)Hassl.	-	-	-
Melastomataceae	<i>Miconia</i> sp.	?	-	-
Meliaceae	<i>Cabrarea canjerana</i> (Vell.) Mart.	-	-	-
	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	-	-	-
	<i>Guarea macrophylla</i> Vahl	-	-	-
	<i>Trichilia catigua</i> A. Juss.	-	-	-
	<i>Trichilia claussenii</i> C. DC.	-	-	-
	<i>Trichilia elegans</i> A. Juss.	-	-	-
Mimosaceae	<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	-	-	-
	<i>Calliandra foliolosa</i> Benth.	-	-	-
	<i>Inga semialata</i> (Vell.) Mart.	-	-	-
	<i>Inga</i> sp.	-	-	-
	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong.	-	-	-
	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	-	-	-
Monimiaceae	<i>Hennecartia onphalandra</i> J. Poiss.	-	-	-
Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) Stendel	-	-	-
	<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C.,Burger, Lanj. e Wess. Bôer	-	-	-
	<i>Ficus luschnathiana</i> (Miq.) Miq.	-	-	-
Myrsinaceae	<i>Myrsine gardneriana</i> A. DC.	-	-	-
	<i>Myrsine gunternata</i> (Hassler) J.J.Pipoly	-	-	-
	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	-	-	-
Myrtaceae	<i>Eugenia burkartiana</i> (D.Legrand) D.Legrand	-	-	-
	<i>Eugenia cf ramboi</i> D.Legrand	-	-	-

	<i>Eugenia involucrata</i> D C.			
	<i>Eugenia ramboi</i> D.Legrand			
	<i>Eugenia uniflora</i> L.			
	<i>Campomanesia guazumaefolia</i> (Cambess.) O.Berg.			
	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg.			
	<i>Plinia rivularis</i> (Cambess.) Rotman			
	<i>Plinia trunciflora</i> (O. Berg.) Kausel			
Nyctaginaceae	<i>Pisonia zapallo</i> Griseb.			
Olacaceae	<i>Schoepfia brasiliensis</i> A. DC.			
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca dioica</i> L.		?	
	<i>Seguiera aculeata</i> Jacq.			
Polygonaceae	<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn.			
Proteaceae	<i>Roupala montana</i> var. <i>brasiliensis</i> (Klotzsch) K.S.Edwards		?	
Rosaceae	<i>Prunus sellowii</i> Koehne			
Rubiaceae	<i>Coussarea contracta</i> (Walp.) Benth. E Hook.ex M.Arg.			
	<i>Rubiaceae</i>			
	<i>Randia armata</i> (SW.) DC.			
Rutaceae	<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engler) Engler			
	<i>Zanthoxylum fagara</i> (L.) Sarg.			
	<i>Zanthoxylum petiolare</i> A. St.-Hil. E Tul.			
	<i>Zanthoxylum</i> sp.			
	<i>Helietta apiculata</i> Benth.			
Sapindaceae	<i>Pilocarpus pennatifolius</i> Lem.			
	<i>Allophylus edulis</i> (A.St.Hil., A.Juss.e Cambess) Radlk.			
	<i>Allophylus guaraniticus</i> (A.St.-Hil.) Radlk		?	
	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.			
Sapotaceae	<i>Matayba eleagnoides</i> Radlk			
	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. E Eichler) Engl.			
	<i>Chrysophyllum marginatum</i> (H.e A.) Radlk.			
Simaroubaceae	<i>Picramnia parvifolia</i> Engl.			
Solanaceae	<i>Cestrum</i> sp.			
	<i>Solanaceae</i>			
	<i>Solanum sanctae-catarinae</i> Mart.ex Miq.			
	<i>Solanum</i> sp.			
Styracaceae	<i>Styrax leprosus</i> Hook e Arn.			
Symplocaceae	<i>Symplocos celastrinea</i> Mart. Ex Miq.			
	<i>Symplocos tetrandra</i> (Mart.) Miq.			
Tiliaceae	<i>Luehea divaricata</i> Mart.			
Verbenaceae	<i>Aegiphila brachiata</i> Vell.			
	<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke			
Violaceae	<i>Hybanthus vigibbosus</i> (St. Hil.) Hassl.			
Indeterminadas	P19 M2 (DESCON)			
	P27 M1(DESCON)			

_ : Amostrado; ? : Avistado; LV: Latossolo Vermelho; RL: Neossolo Litólico; GM: Gleissolo Melânico

Dois espécies foram identificadas em nível de família e 6, em nível de gênero. As 116 espécies estão incluídas em 46 famílias e 84 gêneros (Tabela 2). Conforme se observa nesta tabela, a porcentagem de espécies exclusivas dos três compartimentos considerados atinge 44,81% do total das espécies do Parque. Isso indicaria uma preferência de ambientes por parte das espécies.

Tabela 2: Número total de espécies, gêneros e famílias por estrato e porcentagem das exclusivas a partir do total.

Compartimentos	Número				% spp. exclusivas
	Espécies	Gêneros	Famílias	Spp. exclusivas	
LV	88	68	38	28	24,13
RL	74	58	36	18	15,51
GM	43	36	23	6	5,17
Total	116	84	46		44,81

LV: Latossolo Vermelho; RL: Neossolo Litólico; GM: Gleissolo Melânico

No compartimento Latossolo Vermelho, as famílias com maior número de espécies são Fabaceae (9), Meliaceae (6), Lauraceae, Euphorbiaceae e Mimosaceae (5) (Tabela 3).

Tabela 3: Principais famílias e número de espécies por compartimento.

Latossolo Vermelho	Nºsp.	Neossolo Litólico	Nºsp	Gleissolo Melânico	Nºsp
Fabaceae	9	Myrtaceae	7	Lauraceae	5
Meliaceae	6	Meliaceae	6	Meliaceae	5
Lauraceae	5	Fabaceae	5	Euphorbiaceae	4
Euphorbiaceae	5	Lauraceae	5	Fabaceae	3
Mimosaceae	5	Euphorbiaceae	4	Moraceae	3
Flacourtiaceae	3	Rutaceae	4	Mimosaceae	2
Moraceae	2	Mimosaceae	4	Myrsinaceae	2
Caesalpinaceae	2	Boraginaceae	3	Rutaceae	2
Sapotaceae	2	Moraceae	2	Sapindaceae	2
Araucariaceae	1	Sapotaceae	2	Tiliaceae	1
TOTAL (%) =	45,45		56,75		67,44

No compartimento Neossolo Litólico as famílias que tem maior número de espécies são Myrtaceae (7), Meliaceae (6), Lauraceae e Fabaceae (5).

As famílias com maior número de espécies no compartimento Gleissolo Melânico são Lauraceae (5), Meliaceae (5) e Euphorbiaceae (4). As com menor número de espécies são Tiliaceae (1), Mimosaceae (2), Myrsinaceae (2), Rutaceae (2) e Sapindaceae (2). Essas 10 principais famílias correspondem a 67,44% do total de espécies desse compartimento.

Das dez principais famílias nos três compartimentos, apenas 6 delas são comuns nos três, Lauraceae, Meliaceae, Fabaceae, Moraceae, Euphorbiaceae, Mimosaceae.

Considerando as cinco principais famílias, só Meliaceae e Euphorbiaceae são comuns nos três compartimentos.

Araucariaceae está posicionada entre as dez primeiras famílias só no compartimento Latossolo, o que era previsível dada a preferência da espécie por esse tipo de solo, estando ausente no compartimento Neossolo Litólico.

O compartimento Latossolo Vermelho possui a maior riqueza de espécies, com 88, sendo 28 exclusivas, o que equivale a 24,13% do total encontrado. Segue a ele, o compartimento Neossolo Litólico, com 74 espécies e 18 exclusivas (15,51 % do total). No compartimento Gleissolo Melânico, embora tenha sido encontrado 43 espécies, apenas 6 são exclusivas o que indicaria uma alta plasticidade ambiental das espécies não exclusivas.

As espécies exclusivas de cada compartimento se pode apreciar na Tabela 1. No compartimento Latossolo Vermelho, as espécies exclusivas têm a característica comum de que quase todas são heliófilas e com preferência por solos com boa disponibilidade hídrica, livre de hidromorfia. As qualidades do Latossolo Vermelho, como grande profundidade e pendentes suaves, permite o desenvolvimento de grandes árvores como *Rauwolfia sellowii*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Lonchocarpus muehlbergianus* e de espécies exigentes em solos profundos como *Jacaranda micrantha*. Sua baixa saturação de bases, ou baixa fertilidade relativa permite o desenvolvimento de espécies como *Roupala montana* e *Ateleia glazioveana* que preferem solos pouco férteis.

No Neossolo Litólico, as espécies exclusivas têm a característica comum de preferir solos pouco profundos e com alta saturação de bases. Espécies como *Tabebuia heptaphylla*, *Bastardiopsis densiflora*, *Achatocarpus bicornutus* e *Schoepfia brasiliensis* atingem grandes dimensões, ainda que em solos rasos. *Tabebuia heptaphylla* e *Bastardiopsis densiflora* são exigentes em solos férteis.

Em Gleissolo Melânico, as espécies exclusivas estão caracterizadas por preferir solos hidromórficos, com drenagem média e com baixa profundidade efetiva, devido ao lençol freático elevado. Assim, *Alchornea glandulosa* e *Maclura tinctoria* são típicas de planícies aluviais e florestas abertas. *Vitex megapotamica* também é uma espécie higrófila, mas tem a capacidade de medrar em solos muito secos até muito úmidos. A pequena área amostrada pode ter influenciado no baixo número de espécies exclusivas.

Diversidade Florística

Considerando o índice de diversidade de Shannon (H'), pode-se afirmar que o compartimento mais diverso é o do Latossolo Vermelho (3,71), seguido do Gleissolo Melânico (3,17.). O menos diverso é o Neossolo Litólico (3,04). Os três compartimentos estão acima do valor 3 de diversidade, o que indica uma alta diversidade da área de estudo no geral.

PLACCI e GIORGIS (1992) registraram, no Parque Nacional Iguazu, valores de diversidade de 3,83; 3,57 ; 3, 87 e 3,19 nats/ind. para quatro áreas diferentes. Salientam que estes valores são os mais altos conhecidos para as florestas de Argentina.

Em resumo, a diversidade do Parque Provincial Cruce Caballero é só um pouco inferior a do Parque Nacional Iguazu, destacando-se como uma das maiores de Argentina.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A florística do Parque Provincial Cruce Caballero tem componentes da Floresta Ombrófila Mista, da Floresta Estacional Semidecidual e da Floresta Estacional Decidual. Portanto, com características de ecótono, especialmente com a Floresta Estacional Semidecidual. A vegetação não é uniforme na sua composição florística, diferenciando-se em cada um dos três compartimentos. Esses compartimentos são caracterizados por condições pedológicas e de relevo particulares além de condições do lençol freático.

Araucaria angustifolia está presente só em dois dos compartimentos considerados, totalmente ausente no Neossolo Litólico, devido as condições pedológicas e de relevo. A presença de exemplares de grande porte, de até 1 metro de DAP num ambiente alagado e com o lençol freático quase superficial não é comum para *A. angustifolia*.

Predominam na área as famílias Euphorbiaceae, Meliaceae, Lauraceae, Mimosaceae, Caesalpiniaceae e Fabaceae. Rutaceae tem boa presença, especialmente no compartimento Neossolo Litólico. Myrtaceae não é muito importante no parque, com apenas 9 espécies distribuídas nos três compartimentos.

As principais espécies do compartimento Latossolo Vermelho são *Sorocea bonplandii*, *Cabralea canjerana*, *Ocotea lincifolia*, *Araucaria angustifolia* e *Apuleia leiocarpa*. No compartimento Neossolo Litólico são *Actinostemon concolor*, *Trichilia clausenii*, *Pilocarpus pennatifolius*, *Apuleia leiocarpa* e *Sorocea bonplandii*. No compartimento Gleissolo Melânico são *Parapiptadenia rigida*, *Alchornea triplinervia*, *Luehea divaricata*, *Erithryna falcata*, *Myrsine gardneriana*, *Nectandra lanceolata* e *Cabralea canjerana*.

A diversidade da área é alta segundo o Índice de diversidade de Shannon. Com valores similares a outras áreas nos estados do Rio Grande do Sul e Paraná, em diversos tipos de floresta.

A alta densidade de bambus e de trepadeiras pode ser considerada como um indício de atividade antrópica, tanto de exploração florestal seletiva ou como intervenções ao sub-bosque com fins de colheita de sementes de araucária.

Recomenda-se a instalação de parcelas permanentes na área com o objetivo de estudar a dinâmica das espécies arbóreas e dos bambus e das trepadeiras.

Estudos genéticos da população de araucária na área do parque permitiriam conhecer seu acervo distintivo e contar com informações de grande valor, especialmente dos

exemplares em áreas alagadas, uma vez que não existem registros da espécie neste tipo de solos no Brasil.

BIBLIOGRAFIA

- BETONATTI, C.; J. CORCUERA. 2000 **Situación Ambiental da Argentina 2000**. Fundación Vida Silvestre Argentina.. 440 pp.
- BURKART, R. 1993 **Plan de Manejo para la Producción Sustentable de Semillas de Forestales Nativas y la conservación de Recursos Genéticos**. Informe final. Parque Provincial Cruce Caballero. Consejo Federal Inversiones (CFI). Gobierno de Misiones.
- BURKART, R.; BARBARO, N.; SANCHEZ, R.; GOMEZ, D. 1999. **Las eco-regiones de Argentina**. APN, PRODIA:43 pag.
- C.A.R.T.A. 1963. Compañía Argentina de Relevamientos Topográficos y Aerofotogramétricos. **Mapa Edafológico de la Provincia de Misiones**. Hoja 2754-22-3 y Hoja 2754-22-1 Esc.1:50.000.
- CABRERA, A. 1976. **Regiones fitogeográficas argentinas**. Enciclopedia Argentina de Agricultura y jardinería. Ed. ACME, S.A.C.I. Buenos Aires, 1976.
- DINERSTEIN, E., OLSON, D., GRAHAM, D., WEBSTER, A., PRIMM, S., BOOKBINDER, M., LEDEC, G.. 1995 **A Conservation Assessment of the Terrestrial Ecoregions of Latin America and the Caribbean**. The World Bank, Washington, D.C., 129 pp.
- GARCIA FERNANDEZ, J. 2002 **El Corredor Verde de Misiones: una experiencia de planificación a escala bio-regional**. Em La Selva Misionera. Opciones para su conservación y uso sustentable. GORBIERNO DE MISIONES. FONDO PARA LAS AMERICAS. FUCEMA. UICN. FUNDANDES..
- GARTLAND, M. 1984. **Los rodales semilleros nativos de *Araucaria angustifolia* de la Provincia de Misiones**. III Jornadas Técnicas Bosques Implantados (Silvicultura).
- IBGE. 1986. **Levantamento de Recursos Naturais. Volume 33**. Folha SH.22 Porto Alegre e parte das folhas SH.21 Uruguaiana e SI.22 Lagoa Mirim. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.
- MAGURRAN, A. 1988. **Diversidad Ecológica y su medición**. Ediciones Vedra.
- MARTINEZ CROVETTO, R. 1963 **Esquema fitogeográfico de la Provincia de Misiones** (República Argentina), Bomplandia, 1(3): 171,.
- MATTEUCCI, S. , COLMA, A. 1982. **Metodología para el estudio de la vegetación**. Secretaria General de la Organización de Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Washington, D.C.

- MUÑOZ, D. 1993. **Plan de Manejo del Parque Provincial Cruce Caballero (Departamento San Pedro)**. Consejo Federal de Inversiones. Ministerio de Ecología y Recursos Naturales Renovables Misiones..
- PLACCI, G.; GIORGIS, P. 1993. **Estructura de la selva del Parque Nacional Iguazu**. Jornadas Técnicas Forestales. Unam Eldorado, Arg.
- RAGONESE, A. CASTIGUIONE, J. 1946 **Los pinares de Araucaria angustifolia de la Republica Argentina**. 1946. B. Soc. Arg. Botánica, 1(2): 126,.
- RIOS, R. 2000. **Abundancia y Densidad de Pino paraná (Araucaria angustifolia B.O.Ktze.) y riqueza de otras especies arbóreas. Reserva Natural Estricta San Antonio**. Administracion de Parques Nacionales Argentina.. (Inédito).
- RODE, D.; DEBITETTI, M. 1994 **Campana Parque Provincial Cruce Caballero**. Proyecto Alouatta fusca. Informe a la Fundación Vida Silvestre Argentina. Revista YUNGAS 4(1).
- SPICHIGER, R.; CALENGE, C.; BISE, B. 2004 **Geographical zonation in the Neotropics of tree species characteristic of the Paraguay-Paraná Basin**. Journal of Biogeography (J.Biogeogr.) 31, 1489-1501

**DISTRIBUCION DIAMETRICA DE ESPECIES ARBOREAS COMERCIALES EN
UN AREA DE LA RESERVA DE USO MULTIPLE GUARANI EN MISIONES,
ARGENTINA.**

**DIAMETRIC DISTRIBUTION OF COMMERCIAL SPECIES IN THE GUARANI
RESERVATION, MISIONES, ARGENTINA**

Liliana Rivero ⁽¹⁾

Nardia Bulfe ⁽¹⁾

Mariela Teresczuch ⁽¹⁾

Silvina Berger ⁽²⁾

Patricio Mac Donagh ⁽³⁾

(1) Ing. Ftal. Becaria de Iniciación. Facultad de Ciencias Forestales-UNaM. Email: lilianar@facfor.unam.edu.ar

(2) Estudiante de Ingeniería Forestal. Becario Auxiliar. Facultad de Ciencias Forestales-UNaM.

(3) Ing. Ftal (MSc) Docente Investigador. Facultad de Ciencias Forestales-UNaM.

SUMMARY

The objective of this work was to describe the diametric structure of 18 commercial species in the Guarani Reservation. The diametric distributions were built using intervals of 10 cm and tendency lines were adjusted for each species. We found four types of distributions, with the species contained in the following way: *Nectandra megapotamica*, *Lonchocarpus leucantus*, *Ocotea diospyrifolia*, *Bastardiopsis densiflora* *Diatenopterix sorbifolia*, and *Helieta apiculata*. The second group represented by a single species: *Ruprechtia laxiflora*. Then *Balfourodendron riedelianum*, *Myrocarpus frondosus*, *Aspidosperma australis*, *Styrax leprosus*, and *Cedrela fissilis*, and the fourth group for *Holocalyx Balansae*, *Patagonula Americana*, *Cordia trichotoma*, *Apuleia leiocarpa*, *Parapiptadenia rigida* and *Luehea divaricata*. It is evident that a sustainable forest management should be carried out keeping in mind the ecology of each species. The knowledge of the populational structure of each species will allow to design and select the appropriate techniques in each case. Such decisions should be carried out only keeping in mind the type of distribution of sizes of each species, but also the maximum size reached by the each species.

Key words: commercial species, diametric distribution, sustainable forest management.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es describir la estructura diamétrica de 18 especies comerciales de un sector de la Reserva de Uso Múltiple Guaraní. Para ello se construyeron las distribuciones diamétricas utilizando intervalos de 10 cm y se ajustaron líneas de tendencia para cada especie. Se hallaron cuatro tipos de distribuciones y las especies quedaron agrupadas de la siguiente manera: *Nectandra megapotamica*, *Lonchocarpus leucantus*, *Ocotea diospyrifolia*, *Bastardiopsis densiflora*, *Diatenopterix sorbifolia*, y *Helietta apiculata*. El segundo grupo representado por una sola especie: *Ruprechtia laxiflora*. Luego *Balfourodendron riedelianum*, *Myrcarpus frondosus*, *Aspidosperma australis*, *Styrax leprosus*, y *Cedrela fissilis*, y el cuarto grupo por *Holocalyx Balansae*, *Patagonula americana*, *Cordia tricótoma*, *Apuleia leiocarpa*, *Parapiptadenia rigida* y *Luehea divaricata*. Es evidente que un manejo forestal sustentable debe ser realizado teniendo en cuenta la ecología de cada especie en particular. Conocer la estructura poblacional de cada especie permitirá diseñar y seleccionar las técnicas adecuadas a cada caso. Tales decisiones deben ser realizadas no sólo teniendo en cuenta el tipo de distribución de tamaños de cada especie, sino también el tamaño máximo alcanzado por la misma, principalmente cuando se contempla el aprovechamiento con fines maderables.

Palabras clave: especies comerciales, distribución diamétrica, manejo forestal sustentable.

INTRODUCCION

La cosecha de madera puede ocasionar una disminución local o extinción de especies, que no sólo tendrá implicaciones para la biodiversidad y los procesos ecológicos sino también para la producción forestal.

El hecho de tomar medidas preventivas para que esto no ocurra implica el conocimiento de aspectos tales como los procesos ecológicos y genéticos como así también la estructura de estas poblaciones.

El aprovechamiento puede afectar en los procesos demográficos, reproductivos y genéticos, alterando la tasa de reclutamiento natural causado por la sobreexplotación de individuos maduros en los dos primeros y reduciendo la diversidad genética de especies en el último. A su vez el mantenimiento de la diversidad genética depende de los procesos

reproductivos por lo que es importante conocer la proporción de árboles maduros e inmaduros dentro de la población, es decir la estructura poblacional.

Esta estructura generalmente es evaluada en términos de la distribución diamétrica.

Martínez Ramos y Alvarez Buylla (1995) afirman que en un bosque diseténeo se pueden encontrar tres tipos de estructuras de tamaños:

Tipo I. Disminución de la frecuencia de los individuos con el aumento del tamaño.

Tipo II. Mayor frecuencia de individuos grandes que pequeños

Tipo III. Mayor frecuencia de individuos de tamaños pequeños y grandes que intermedios.

Por su parte Gartland y Parussini (1990 y 1991), analizando 8 sitios con bosque nativo en la provincia de Misiones, presentaron otros tres tipos de distribución según los cuales se pudieron agrupar las 30 especies estudiadas. Los mismos fueron los siguientes: similar a una distribución normal, distribuciones multiformes muy irregulares y unimodal fuertemente oblicua con asimetría positiva.

El hecho de que un bosque cuente con un número alto de especies, hace suponer también una diversidad de estructuras poblacionales asociadas a ello. El conocimiento de esta diversidad es relevante en el momento de tomar decisiones de manejo, especialmente cuando se incluye el aprovechamiento de árboles maderables.

El objetivo que se pretende lograr con este trabajo es describir la estructura diamétrica de especies comerciales de un sector de la Reserva de Uso Múltiple Guaraní.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue desarrollado en un bosque no intervenido en la reserva de Uso Múltiple Guaraní, propiedad de la Universidad Nacional de Misiones ubicado dentro de la reserva de biósfera “Yabotí”, en la provincia de Misiones, Argentina (25° 54' S y 54° 15' O).

El área de estudio está cubierta de selva subtropical semidecidua, conformada por diferentes estratos. La experiencia consistió en la instalación, en 1998, de 18 parcelas de 100 x 100 m, en un área total de 1800 x 800 metros. Dentro de cada parcela fueron identificados y medidos todos los árboles > 10 cm de diámetro a la altura del pecho, (dap 1,30m del suelo). Los diámetros fueron medidos con cinta diamétrica. En Julio de 1999, 14 parcelas fueron aprovechadas selectivamente de acuerdo a dos sistemas de aprovechamiento descriptas por Mac Donagh et al (2001).

Para este trabajo se utilizaron los datos relevados previos al aprovechamiento en las 18 parcelas. Se seleccionaron las especies comerciales (MERNRyT, 1987) que contasen con un número de individuos mayor a 50. De esta manera se analizaron 18 especies, a saber: *Nectandra megapotamica*, *Lonchocarpus leucantus*, *Balfourodendron riedelianum*, *Diatenopterix sorbifolia*, *Holocalyx Balansae*, *Ocotea diospyrifolia*, *Parapiptadenia rigida*, *Patagonula americana*, *Myrocarpus frondosus*, *Aspidosperma australis*, *Apuleia leiocarpa*, *Styrax leprosus*, *Bastardiopsis densiflora*, *Ruprechtia laxiflora*, *Helietta apiculata*, *Cedrela fissilis*, *Cordia trichotoma*, *Luehea divaricata*.

Las distribuciones diamétricas se construyeron utilizando intervalos de 10 cm y se ajustaron líneas de tendencia para cada especie. La agrupación de especies se realizó en forma visual, considerando las que tuviesen una distribución similar, variando entre cada una de ellas el punto de inflexión y el tamaño máximo.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el gráfico 1 se presentan los cuatro modelos de distribuciones diamétricas halladas para las 18 especies analizadas en este trabajo.

El primer tipo (gráfico 1a), de tendencia unimodal con sesgo positivo, incluye a 6 especies: *Nectandra megapotamica*, *Lonchocarpus leucantus*, *Ocotea diospyrifolia*, *Bastardiopsis densiflora*, *Diatenopterix sorbifolia*, *Helietta apiculata*. Las cinco primeras son presentadas por Gartland y Parussini (1990 y 1991) con una distribución unimodal sin sesgo, mientras que *Helietta apiculata* coincide con lo hallado en este trabajo.

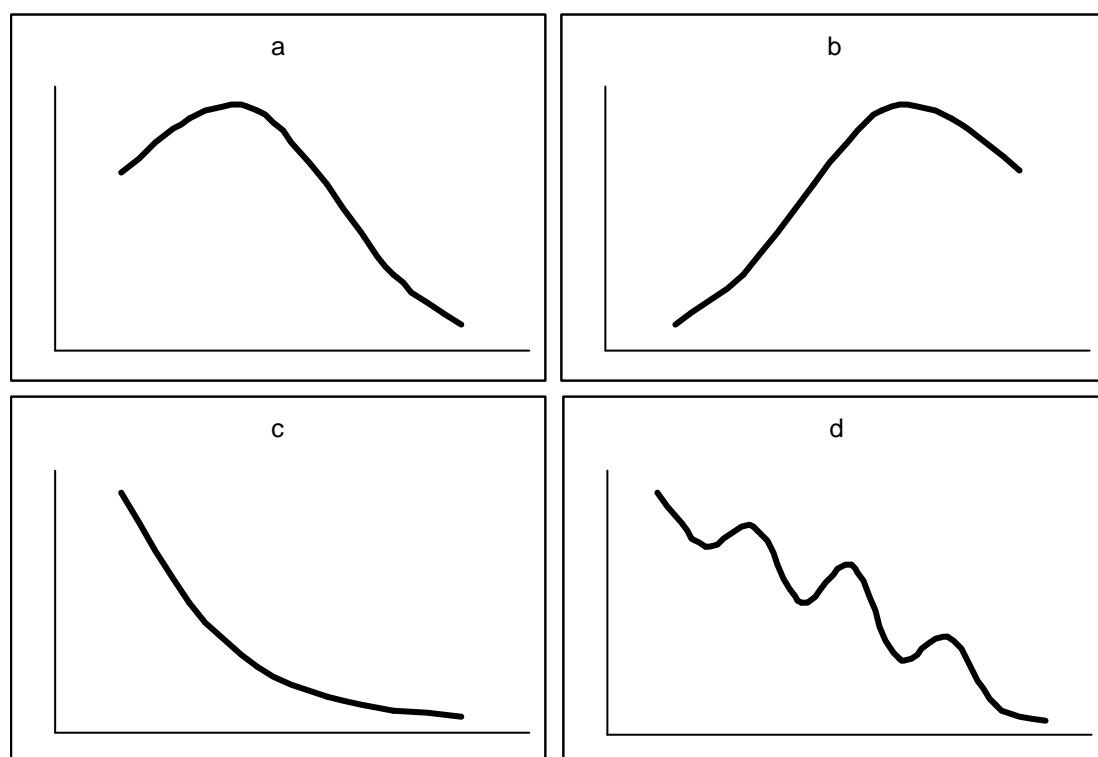
Este tipo de distribución haría pensar que los sitios y/o condiciones para el reclutamiento son favorables para la especie, y que existe un tamaño crítico a partir del cual la población comienza a disminuir en número de individuos. Algunas de las posibles causas podrían ser la competencia por recursos o el ataque de plagas o enfermedades densodependientes.

El segundo (gráfico 1b), también de tendencia unimodal, pero con sesgo negativo, incluyó una sola especie: *Ruprechtia laxiflora*. En este caso se podría pensar que al existir gran cantidad de individuos de gran tamaño, no sería una limitante la disponibilidad de semillas para asegurar la progenie. Entonces se podría pensar que estas semillas no son viables, que son afectadas por predadores (Dalling 2004) o que existan limitantes ambientales para el establecimiento de los renovales (Martínez Ramos y Alvarez Buylla, 1995). Tanto esta

estructura como la anterior, también pueden deberse a una ocurrencia intermitente de los eventos reproductivos, como por ejemplo el caso de *Trichilia tuberculosa* en la isla de Barro Colorado (Wright 2002).

Gráfico 1: Tipos de distribuciones diamétricas de 18 especies comerciales en la reserva de Uso Múltiple Guaraní

Gráfico 1: diametrics distributions of 18 commercial species in the Garani reservation.



a: *Nectandra megapotamica*, *Lonchocarpus leucantus*, *Ocotea diospyrifolia*, *Bastardiopsis densiflora*, *Diatenopterix sorbifolia*, *Helieta apiculata*.

b: *Ruprechtia laxiflora*,

c: *Balfourodendron riedelianum*, *Myrocarpus frondosus*, *Aspidosperma australis*, *Styrax leprosus*, *Cedrela fissilis*.

d: *Holocalyx Balansae*, *Patagonula americana*, *Cordia tricótoma*, *Apuleia leiocarpa*, *Parapiptadenia rigida*, *Luehea divaricata*.

Cinco especies presentaron el tercer tipo, la distribución en forma de “j” invertida (gráfico 1c): *Balfourodendron riedelianum*, *Myrocarpus frondosus*, *Aspidosperma australis*, *Styrax leprosus*, *Cedrela fissilis* y otras 6 especies el tipo IV (gráfico 1d): *Holocalyx Balansae*, *Patagonula americana*, *Cordia tricótoma*, *Apuleia leiocarpa*, *Parapiptadenia rigida*, *Luehea divaricata*. Estas seis especies coinciden en su totalidad con lo hallado por Gartland y Parussini (1990 y 1991)

La disminución del número de individuos con el aumento del tamaño, reflejaría que los micrositios favorables para el nacimiento y desarrollo inicial de los individuos son abundantes. Una tasa de mortalidad que disminuye con la edad o que es constante a través del ciclo de vida, produciría la disminución de los individuos de edades cada vez mayores.

Las posibles diferencias con los resultados de Gartland y Parussini (1990 y 1991), pueden deberse a que estos autores trabajaron con una muestra de mayor tamaño y distribución, además de que mencionan el hecho de no poder haber reconstruido la historia de esos bosques, es decir las intensidades y oportunidades en las que pudieron haber sido intervenidas. Mientras que los datos analizados en el presente trabajo provienen de un bosque sin historia previa de uso.

CONCLUSIONES

Es evidente que un manejo forestal sustentable debe ser realizado teniendo en cuenta la ecología de cada especie en particular, considerando todo el ciclo de vida.

Conocer la estructura poblacional de cada especie permitirá diseñar y seleccionar las técnicas adecuadas a cada caso, ya sea estimular la regeneración o liberar individuos de futura cosecha. Tales decisiones deben ser realizadas no sólo teniendo en cuenta el tipo de distribución de tamaños de cada especie, sino también el tamaño máximo alcanzado por la misma, principalmente cuando se contempla el aprovechamiento con fines maderables

BIBLIOGRAFIA

- DALLING J. 2004. Ecología de semillas. En Guariguata M. y Kattan G. Editores. Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales. 346-375 pp.
- GARTLAND H.M, Parussini M..G. 1990. Caracterización dendrométrica de treinta especies forestales de Misiones (primera entrega). Revista Forestal Yvyretá 1: 5-28 pp.
- GARTLAND H.M, Parussini M..G. 1991. Caracterización dendrométrica de treinta especies forestales de Misiones (segunda y última entrega). Revista Forestal Yvyretá 2: 5-22 pp.
- MAC DONAGH, P., Gauto, O., López Cristóbal, L., Vera, N., Figueredo, S., Fernánadez, R., Garibaldi, J., Alvez, M., Keller, H., Marek, M., Cavallin, J., Kobayashi, S. 2001. Evaluation of forest harvesting impacts on forest ecosystems. In Kobayashi S, Turnbull JW., Toma T., Mori T., Majid NMNA (Eds) Rehabilitation of degraded tropical forest ecosystems. Workshop proceedings, 2-4 november 1999, Bogor, Indonesia. pp. 96-79

- MARTINEZ RAMOS M., Alvarez Buylla E. 1995. Ecología de poblaciones de una selva húmeda de México. Bol. Soc. Bot. de México 56: 121-153 pp.
- MINISTERIO DE ECOLOGÍA y RECURSOS NATURALES RENOVABLES. 1987. Diámetros mínimos de corta. Decreto 1617/87. Posadas Misiones. 2 pp
- WRIGTH J.S. 2002. Plant diversity in tropical forests: a review of mechanisms of species coexistence. Oecologia 130: 1-14

**RIQUEZA Y ABUNDANCIA DE ESPECIES DE MAMÍFEROS EN LA RESERVA
BIOLÓGICA MUNICIPAL “MÁRIO VIANA”, NOVA XAVANTINA, MATO
GROSSO, BRASIL**

**RICHNESS AND ABUNDANCE OF THE MAMMALIAN SPECIES IN THE
MUNICIPAL BIOLOGICAL RESERVE “MÁRIO VIANA”, NOVA XAVANTINA,
STATE OF MATO GROSSO, BRAZIL**

Ednaldo Cândido Rocha¹

Elias Silva²

¹ **Biólogo y Estudiante de Maestría en Ciencia Forestal, UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV, Departamento de Engenharia Florestal - DEF, Viçosa, Minas Gerais, Brasil, CEP 36.571-000, ednaldorocha@yahoo.com.br.**

² **Profesor y Dr. en Ciencia Forestal, UFV, DEF, Viçosa, Minas Gerais, Brasil, CEP 36.571-000, eshamir@ufv.br.**

SUMMARY

This study was carried out in the Municipal Biological Reserve "Mário Viana" (RBMMV), Nova Xavantina, State of Mato Grosso, Brazil. Its objective was to evaluate seasonal species presence, species richness and abundance of the medium and large mammalian terrestrial fauna. During 2001, two monthly visits were made to an established transect 2,820 m in length. Records of 22 mammal species were obtained and individual footprint sequences quantified for seasonal calculation of species richness and relative abundance index (x footprints /km traveled). All 22 species occurred during the rainy season, but only 18 during the dry season. The present study shows that RBMMV, although only 470 ha in size, plays an important role for conservation of mastofauna of the area as a refuge in an environment full of anthropic influence, mainly cattle breeding in exotic pasture.

Key words: mammals, seasonal evaluation, footprints, abundance and species richness

¹ Pos-Graduación en Ciencia Forestal, Departamento de Ingeniería Forestal, Universidad Federal de Viçosa, Brasil. CEP 36570-000. E-mail: ednaldorocha@yahoo.com.br.

² Prof. Adjunto del Departamento de Ingeniería Forestal da Universidad Federal de Viçosa.

RESUMEN

Este estudio fue desarrollado en la Reserva Biológica Municipal “Mário Viana” (RBMMV), Nova Xavantina, estado de Mato Grosso, Brasil, teniendo como objetivo realizar una evaluación estacional de la fauna de mamíferos terrestres, de tamaño mediano y grande, tomando en cuenta la riqueza y abundancia de las especies. Se realizaron dos visitas mensuales durante todo el año 2001 en un transecto con una superficie de 2820 m de extensión. Fueron obtenidos registros de 22 especies de mamíferos, las cuales tenían secuencias individuales de huellas, cuantificadas para calcular la riqueza de especies y el índice de abundancia relativa, dado por la media de secuencias individuales de huellas por kilómetros recorridos. Todas las 22 especies ocurrieron durante la estación lluviosa y apenas 18 de ellas fueron registradas durante la estación seca. El presente estudio mostró que la RBMMV, a pesar de ser pequeña (con aproximadamente 470 ha), desempeña un papel importante para la conservación de la mastofauna de la región, siendo un área de refugio en un ambiente con mucha influencia antrópica, principalmente por la cría de ganado con pasto exótico.

Palabras-clave: mamíferos, evaluación estacional, huellas, abundancia y riqueza de especies.

INTRODUCCIÓN

De los mamíferos descritos actualmente, aproximadamente 524 especies se hallan en territorio brasileño, lo que representa cerca de 13% de la mastofauna del mundo. Estos números hacen que Brasil posea la mayor riqueza de mamíferos de toda la región Neotropical (FONSECA *et al.*, 1996). Los mamíferos presentes en el Cerrado totalizan cerca de 195 especies, de las cuales 18 son endémicas y 16 están incluidas en la lista nacional de especies de la fauna brasileña con amenaza de extinción (MMA, 2003).

Los primeros registros sobre la mastofauna de la región de Nova Xavantina, este del estado de Mato Grosso, fueron realizados durante la expedición anglo-brasileña Xavantina-Cachimbo al final de la década de 1960 (PINE *et al.*, 1970). Posteriormente, otros trabajos sobre mamíferos también fueron desarrollados en esa región (WWF, 2000, DALPONTE, 2003).

Datos sobre abundancia y distribución son muy importantes para la evaluación del estado de conservación de un taxón, siendo una de las dificultades para dicha evaluación en el ámbito nacional, la escasez de datos publicados sobre riqueza y abundancia de las especies en niveles locales y regionales. Además de esto, las informaciones sobre la distribución de las especies a lo largo del año son de gran importancia para la elaboración de un plan de manejo

de unidades de conservación. Teniendo en cuenta el marco de referencia anterior, el objetivo de este trabajo fue realizar una evaluación estacional de la riqueza y abundancia de especies para la fauna de mamíferos terrestres de tamaño mediano y grande en la Reserva Biológica Municipal “Mario Viana” (RBMMV).

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El estudio fue realizado en la Reserva Biológica Municipal “Mario Viana” (14° 42’S; 52° 21’W). Se trata de un fragmento de Cerrado que posee un área de aproximadamente 470 ha, se localiza a 5 Km del centro de la ciudad de Nova Xavantina, donde se encuentra el Campus de la Universidad del Estado de Mato Grosso – UNEMAT.

El clima de la región es del tipo Aw, tropical estacional, caracterizado por dos estaciones bien definidas, una seca (de abril a septiembre) y una lluviosa (de octubre a marzo), según la clasificación de Köppen (NIMER, 1989). La precipitación pluviométrica media anual es de 1 500 mm y más del 90% de la precipitación ocurre de octubre a marzo (WWF, 1995). El relieve es caracterizado de plano a ondulado, altitudes entre 250 y 300 msnm y con presencia de suelo litólicos, cambissolo transicional con depósitos de arenito y latossolo rojo amarillento (RADAMBRASIL, 1981).

La RBMMV posee fisionomías vegetales características de Cerrado *sensu lato*, con el predominio del Cerrado *sensu stricto*. Ocurren también formaciones como “Cerradão”, Campo Limpio y Mata de Galería.

Recolección de datos

Los datos fueron recolectados en el periodo de enero a diciembre del 2001, realizándose dos visitas mensuales a un transecto de 2 820 m de extensión, totalizando 67 680 m recorridos, durante 24 rastreos. El muestreo de mamíferos de tamaño mediano y grande, con peso por encima de 5 kg para los adultos, se realizó mediante levantamiento e interpretación de sus huellas (rastros). En cada visita, el transecto fue rigurosamente inspeccionado, las huellas halladas fueron identificadas y la información fue organizada para obtener la abundancia relativa de las especies y sus índices de riqueza.

Los rastreos fueron hechos siempre por la mañana (a partir de 07:00 hr) y cada uno tomó cerca de 1 h y 30 min. Para evitar el recuento de rastros de los días anteriores, se procedió de la siguiente forma: (1) para la estación lluviosa, los rastreos se realizaron en la

primera mañana después de una tarde de lluvia; y (2) para la estación seca, las huellas viejas fueron borradas utilizando escobas, en la tarde anterior al día de la evaluación.

Análisis de datos

A partir de los datos de abundancia de las muestras, en el transecto de cada estación (seca y lluviosa), fue calculada la riqueza de especies, por el procedimiento Jackknife, utilizándose el programa Estimates versión 7.0. El método Jackknife estima la riqueza sumando la riqueza observada (el número de especies de la muestra) a un parámetro calculado a partir del número de especies raras y del número de muestras. También se comparó la abundancia estacional de cada especie, por la prueba t-Student, generando gráficos de riqueza y de abundancia relativa de las especies en cada estación. Se utilizó el modelo log-normal para el ajuste de las curvas de la distribución de abundancia de las especies.

RESULTADOS

Obtuvimos registros de 22 especies de mamíferos en el transecto muestreado (un marsupial, cinco xenartros, ocho carnívoros, un perisodáctilo, tres artiodáctilos, tres roedores y un lagomorfo), los cuales tuvieron sus secuencias individuales de huellas cuantificadas para el cálculo estacional de la riqueza de especies y del índice de abundancia relativa, dado por la media de secuencias individuales de huellas por kilómetro recorrido. De esas especies, cinco se hallan en amenaza de extinción (MMA, 2003). Todas las especies se encontraron durante la estación lluviosa y apenas 18 de ellas fueron registradas durante la estación seca (Tabla 1).

Tabla 1 – Índice de abundancia calculado a partir de la frecuencia estacional de las secuencias individuales de huellas de mamíferos por kilómetro recorrido, con sus respectivos desviaciones estándar, y comparación de la abundancia entre las estaciones seca y lluviosa (los valores en negrita indican diferencias significativas por el la prueba t-Student, $gl = 22$, $p < 0.05$). Los registros fueron efectuados en Reserva Biológica Municipal “Mário Viana”, Nova Xavantina – Mato Grosso, Brasil, en el período de enero a diciembre de 2001.

Table I - Abundance index calculated from the seasonal frequency of individual sequences of mammal footprints per kilometer traveled, with their respective standard deviation, and comparison of abundance between dry and rainy seasons (bold values indicate significant differences by Student's t-test, $gl = 22$, $p < 0.05$). The recordings were made in the Municipal Biological Reserve "Mário Viana", Nova Xavantina - Mato Grosso, Brazil, from January to December in 2001.

Orden/Familia/Especie	Índice de abundancia		Comparación entre las estaciones	
	Estación	Estación	t - valor	p- valor
	seca	lluviosa		
Didelphimorphia				
Didelphidae				
<i>Didelphis albiventris</i> Lund, 1840	0,68 ± 0,59	0,33 ± 0,44	-1,661	0,111
Xenarthra				
Myrmecophagidae				
<i>Myrmecophaga tridactyla</i> Linnaeus, 1758*	0,47 ± 0,23	0,53 ± 0,24	0,616	0,544
<i>Tamandua tetradactyla</i> (Linnaeus, 1758)	0,18 ± 0,24	0,03 ± 0,10	-1,968	0,062
Dasypodidae				
<i>Dasypus novemcinctus</i> Linnaeus, 1758	0,50 ± 0,49	1,54 ± 0,61	4,578	0,000
<i>Euphractus sexcinctus</i> (Linnaeus, 1758)	0,15 ± 0,18	0,47 ± 0,46	2,267	0,034
<i>Priodontes maximus</i> (Kerr, 1792)*	0,03 ± 0,10	0,03 ± 0,10	0,000	1,000
Carnívora				
Canidae				
<i>Cerdocyon thous</i> (Linnaeus, 1766)	0,38 ± 0,24	0,21 ± 0,24	-1,832	0,081
<i>Pseudalopex vetulus</i> (Lund, 1842)	----	0,06 ± 0,14	----	----
Procyonidae				
<i>Procyon cancrivorus</i> (G. Cuvier, 1798)	0,03 ± 0,10	0,06 ± 0,14	0,596	0,557
Mustelidae				
<i>Eira barbara</i> (Linnaeus, 1758)	----	0,06 ± 0,14	----	----
Felidae				
<i>Herpailurus yaguaroundi</i> (Lacépède, 1809)	0,06 ± 0,14	0,09 ± 0,16	0,484	0,633
<i>Leopardus pardalis</i> (Linnaeus, 1758)*	0,12 ± 0,23	0,12 ± 0,23	0,000	1,000
<i>Leopardus tigrinus</i> (Schreber, 1775)*	0,09 ± 0,16	0,18 ± 0,19	1,254	0,223
<i>Puma concolor</i> (Linnaeus, 1771)*	----	0,03 ± 0,10	----	----
Perissodactyla				
Tapiridae				

<i>Tapirus terrestris</i> (Linnaeus, 1758)	0,35 ± 0,26	0,12 ± 0,17	-2,602	0,016
Artiodactyla				
Tayassuidae				
<i>Pecari tajacu</i> (Linnaeus, 1758)	0,92 ± 1,12	0,77 ± 1,01	-0,340	0,737
Cervidae				
<i>Mazama americana</i> (Erxleben, 1777)	0,09 ± 0,16	0,12 ± 0,23	0,364	0,719
<i>Mazama gouazoupira</i> (G. Fischer, 1814)	0,59 ± 0,41	0,65 ± 0,25	0,425	0,675
Rodentia				
Hydrochaeridae				
<i>Hydrochaeris hydrochaeris</i> (Linnaeus, 1766)	----	0,03 ± 0,10	----	----
Agoutidae				
<i>Agouti paca</i> (Linnaeus, 1766)	0,21 ± 0,24	0,09 ± 0,16	-1,431	0,167
Dasyproctidae				
<i>Dasyprocta azarae</i> Liechtenstein, 1823	1,86 ± 0,64	2,66 ± 0,63	3,062	0,006
Lagomorpha				
Leporidae				
<i>Sylvilagus brasiliensis</i> (Linnaeus, 1758)	1,24 ± 0,39	1,33 ± 0,59	0,437	0,667

* Especies amenazadas de extinción (MMA, 2003).

* Species threatened with extinction (MMA, 2003).

Se realizó una comparación entre el índice de abundancia estacional para cada especie a fin de verificarse la existencia de algún patrón estacional. Entre las 18 especies comunes a las dos estaciones, 14 no presentaron diferencias significativas entre sus índices de abundancia (t-Student, $p < 0.05$) y cuatro mostraron índices de abundancia significativamente diferentes: *Dasyprocta novemcinctus* Linnaeus, 1758 (armadillo de nueve bandas), *Euphractus sexcinctus* (Linnaeus, 1758) (armadillo de seis bandas), *Dasyprocta azarae* Liechtenstein, 1823 (agutí), fueron más abundantes en la estación lluviosa, y *Tapirus terrestris* (Linnaeus, 1758) (tapir), con mayor abundancia en la estación seca. *Priodontes maximus* (Kerr, 1792) (armadillo gigante) y *Leopardus pardalis* (Linnaeus, 1758) (ocelote) se destacaron por presentar un índice de abundancia idéntico entre las dos estaciones (Tabla 1).

Estimación de riqueza de especies

Se estimó la riqueza estacional de las especies, donde la estación seca presentó la menor riqueza (19.83, con intervalo de confianza (IC) = 2.73) que la estación lluviosa (25.67, con IC = 3.43). Se destaca que para ambas estaciones, el muestreo fue suficiente para representar la comunidad de mamíferos en la área estudiada, pues las curvas de acumulación de especies se estabilizaron (Gráficos 1 y 2).

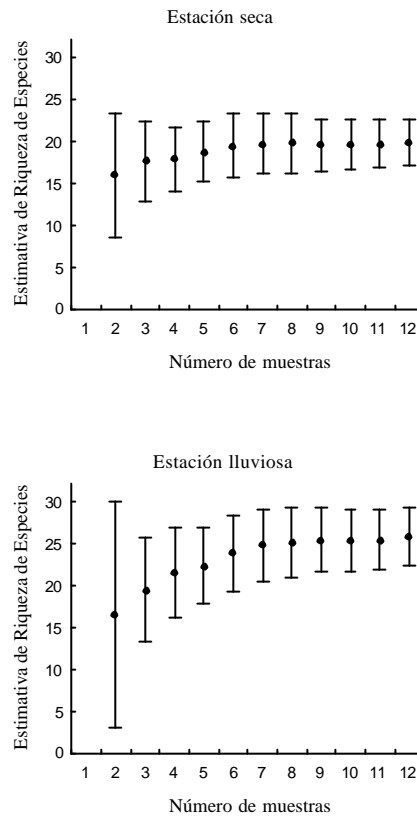


Gráfico1 – Estimación de Riqueza de Especies calculada mediante el procedimiento Jackknife a partir del registro estacional de huellas de mamíferos en la Reserva Biológica Municipal “Mário Viana”, Nova Xavantina – Mato Grosso, Brasil, en el período de enero a diciembre de 2001.

Las barras indican el intervalo de confianza, $p < 0.05$.

Graphic 1 - Species richness estimation via Jackknife procedure using the seasonal recording of mammal footprints in the Municipal Biological Reserve "Mário Viana", Nova Xavantina - Mato Grosso, Brazil, from January to December 2001.

Bars indicate the confidence interval, $p < 0.05$.

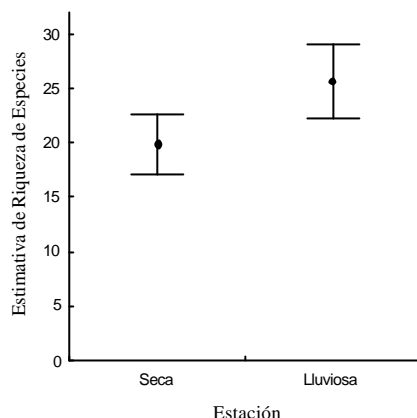


Gráfico 2 – Comparación de la estimación de Riqueza estacional de especies de mamíferos registrados en la Reserva Biológica Municipal “Mário Viana”, Nova Xavantina – Mato Grosso, Brasil, en 2001.

Las barras indican el intervalo de confianza, $p < 0.05$.

Graphic 2 - Comparison of seasonal richness estimation of mammal species recorded in the Municipal Biological Reserve "Mário Viana", Nova Xavantina - Mato Grosso, Brazil, in 2001.

Bars indicate the confidence interval, $p < 0.05$.

CONCLUSIÓN

Para las condiciones encontradas en la RBMMV, en el periodo de estudio, la estación lluviosa es más rica en especie que la estación seca, ocurriendo que cuatro especies fueran registradas exclusivamente en el periodo lluvioso: *Pseudalopex vetulus* (Lund, 1842) (raposa), *Eira barbara* (Linnaeus, 1758) (gato eirá, tayra), *Puma concolor* (Linnaeus, 1771) (puma) y *Hydrochaeris hydrochaeris* (Linnaeus, 1766) (carpincho).

En forma general, no hubo diferencia significativa en la abundancia estacional de registros de huellas de las especies de mamíferos en la RBMMV, pues apenas cuatro especies presentaron diferencias significativas en sus índices de abundancia entre las estaciones: *D. novemcinctus*, *E. sexcinctus*, *D. azarae* y *T. terrestris*.

La distribución de la riqueza de las especies sigue más o menos el patrón esperado para comunidades en equilibrio, evidenciando que el ambiente aún mantiene buena calidad para la conservación de los mamíferos.

A pesar de que RBMMV tenga un área pequeña, desempeña un papel importante en la conservación de la mastofauna de la región de Nova Xavantina, por ser un área de refugio en un ambiente con mucha influencia antrópica, principalmente por la creación de ganado en pasto exótico.

BIBLIOGRAFIA

- DALPONTE, J.C. 2003. História natural, comportamento e conservação da raposa-do-campo, *Pseudalopex vetulus* (Canidae). Universidade de Brasília, Brasília, 179 pp.
- FONSECA, G.A.B., G. Herrmann, Y.L.R Leite, R.A. Mittermeier, A.B. Rylands, J.L. Patton. 1996. Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil. Conservation Biology, 4 (Occasional Papers). pp 1-38.
- MMA – Ministério do Meio Ambiente. 2003. Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção. Instrução Normativa n° 3, de 27 de maio de 2003. Publicación en el Diario Oficial de la Unión n° 101, en 28 de mayo de 2003, Sección 1, p. 88-97.
- NIMER, E. 1989. Climatologia do Brasil. IBGE, Rio de Janeiro. 422 p.
- PINE, R.H., I.R. Bishop, R.J. Jackson. 1970. Preliminary list of mammals of the Xavantina/Cachimbo expedition (Central Brazil). Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene, 64 (5): 668-670.
- RADAMBRASIL. 1981. Levantamento dos Recursos Naturais. Ministério das Minas e Energia: 25, folha SD – 22 Goiás.
- WWF – Fundo Mundial para a Natureza. 1995. De grão em grão, o Cerrado perde espaço (Cerrado – Impactos do processo de ocupação). Brasília – DF (Documento para discussão). 66 pp.
- WWF – Fundo Mundial para a Natureza. 2000. Manejo de Fauna na Reserva Xavante Rio das Mortes, MT. Brasília – DF, Brasil. 64 pp.

**VARIACIÓN GENÉTICA EN ALTURA Y DIÁMETRO JUVENILES DE FAMILIAS
DE POLINIZACIÓN ABIERTA DE *Pinus taeda* L.**

**GENETIC VARIATION IN JUVENILE HEIGHT AND DIAMETER OF *Pinus taeda* L.
OPEN POLLINATED FAMILIES**

Rodríguez, Gustavo Hernán ¹

López, Carlos Raúl ²

¹ INTA E.E.A. Montecarlo, Av. El Libertador 2472 (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina.
ghrodriguez@montecarlo.inta.gov.ar

² Cátedra de Mejoramiento Forestal, Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional
de Santiago del Estero. carlos@unse.edu.ar

SUMMARY

Pinus taeda is one of the main species of genus *Pinus* planted in the northern of Argentina. To improve growth traits and prove adaptation to different environments, 224 open-pollinated families from local selections and introduced from EE.UU. were planted in six sites. The trials laid out in a Randomized Complete Block design with fifteen replications and single tree plot were assessed for diameter at 1,30 m and heights at 3^{er} year to evaluate families for backward selection.

The breeding values, adjusted for the fixed effects, were predicted using an Family Mixed Model. The GxE interaction was evaluated by means of Type B correlation.

Estimations of the genetics parameters showed high family narrow sense heritability for diameter (0.20 to 0.38) and height (0.18 to 0.32) according to sites. Genetics gains for diameter and height are about 7.1 % and 12.1%, and 4.3 % and 7.3 %, respectively .

Genetic correlation between traits is high and positive. This allows simultaneous improving for selection in both traits. Results at progeny level revealed no genotype by environment interaction for diameter.

Key words : *Pinus taeda*, open-pollinated families , genetics parameters .

RESUMEN

Pinus taeda es una de las principales especies del género pinus cultivada en el noreste argentino. Para comprobar su capacidad de adaptación a los diferentes ambientes de implantación y mejorar sus características de crecimiento en volumen fueron plantadas 224 familias de progenies de polinización abierta de selección local e introducidas de EE.UU.

Los ensayos fueron establecidos en seis sitios del noreste argentino, conforme a un diseño experimental de bloques completos aleatorizados con 15 repeticiones y parcelas de una planta. Los rasgos evaluados fueron diámetro a 1,30 m y altura total medidos al tercer año.

Los valores genéticos de los progenitores, ajustados a los efectos fijos, fueron estimados mediante un modelo mixto familiar. La interacción de las familias con el ambiente fue evaluada mediante la correlación Tipo B.

Las estimaciones de parámetros genéticos mostraron altos valores de heredabilidad familiar en diámetro (entre 0.20 y 0.38) y en altura (entre 0.18 y 0.32) según los sitios y ganancias genéticas que varían entre 7.1 % y 12.1% y 4.3 % y 7.3 % en diámetro y altura respectivamente. La correlación genética entre los rasgos es muy alta y de signo positivo. Esto permite la mejora conjunta de ambos rasgos. Los resultados no revelaron interacciones significativas de las familias con el ambiente en diámetro.

Palabras clave: *Pinus taeda*, familias de polinización abierta, parámetros genéticos.

INTRODUCCIÓN

La superficie con bosques cultivados de la Argentina superó la cifra de un millón cien mil hectáreas en el año 2003. El 60 % de esta superficie corresponde al género Pinus, que en un 88 % se encuentra localizada en la Mesopotamia argentina. La importancia de este género también se ve reflejada en la existencia de más de 1.100 establecimientos industriales de diferente magnitud, que incluyen aserraderos y carpinterías, que procesan madera de pinos en Misiones y Corrientes (LÓPEZ, 2006).

Con el objetivo de producir semilla genéticamente mejorada de *Pinus sp.*, las instituciones como el INTA, el CIEF y las empresas forestales de la región, implementaron programas de mejoramiento genético orientados a seleccionar familias e individuos con fenotipos sobresalientes en volumen, forma y adaptables a las condiciones de sitio de la región (NIELLA y Rocha, 2004).

Según ARGENTINA FORESTAL.COM (2006) son coincidentes las opiniones de los principales viveros del NEA en que el rumbo del sector está orientado hacia una mayor incorporación de tecnología y mejoras genéticas y que *Pinus taeda* es la principal especie producida.

A principios de la década del 90, el INTA implementó el programa de mejora en *Pinus taeda* basado en selección recurrente que explota la variación entre orígenes. El programa fue conformado con distintas poblaciones, entre las que se cuenta la población de mejora formada durante el año 2002 con ensayos de familias de progenies de polinización abierta provenientes de más de 240 genotipos seleccionados en rodales comerciales del NEA y NOA, junto con materiales introducidos del área nativa (RODRIGUEZ y Gauchat, 2005).

Para mejorar la eficiencia de la selección en etapas posteriores, acortar los intervalos entre generaciones y reducir el tamaño de los parcelas de prueba, es necesario disponer de la información anticipada de las pruebas genéticas (W U, 1998). A pesar que la actividad forestal es de largo plazo, las evaluaciones tempranas de la adaptación y de los rasgos asociados con el crecimiento volumétrico de los genotipos son importantes componentes de la estrategia del mejoramiento forestal. En este sentido, la evaluación de los genotipos selectos a través de sus progenies es una labor necesaria en los primeros estadios de los programas de mejoramiento forestal. En este marco, los objetivos del presente trabajo son:

- Evaluación de la variabilidad genética de familias de progenies de *Pinus taeda*.
- Evaluación de la interacción de las familias con el ambiente, estimación de parámetros genéticos y ganancias esperadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material genético

El material genético está integrado por 224 familias de progenies de polinización abierta de los individuos que conforman la población de selección local cosechadas durante los años 2000 y 2001, y por el material introducido de EE.UU.

Los ensayos fueron plantados en 2002 en 6 localidades de las provincias de Misiones y Corrientes empleado un diseño de bloques completos aleatorizados con 15 repeticiones y parcelas de una planta. En la Tabla 1 se listan los sitios utilizados.

TABLA 1. SITIOS DE ENSAYO**Table 1.** Trial sites

Sitio	Número de familias	Fertilidad suelo	Vegetación anterior	Espaciamiento (m)
San Antonio, Misiones	222	Moderada	Paraíso, Araucaria	3 x 3
Wanda, Misiones	221	Alta	Araucaria	2,4 x 2,4
Cerro Azul, Misiones	200	Baja	Pino, Yerba mate	3 x 3
Virasoro, Corrientes	212	Moderada	Pino	3 x 3
Ituzaingó, Corrientes	224	Alto	Pastura	4 x 2,25
Paso de los Libres, Ctes.	224	Bajo	Pastura	4 x 2

La preparación del terreno y los cuidados culturales variaron con las exigencias de los sitios para asegurar la supervivencia de las plantas .

Evaluación de los ensayos

Las variables utilizadas fueron el diámetro medido a 1.30 m (Dap) y altura total, medidas al tercer año de implantación.

Análisis por sitio

Análisis univariado

Se efectuó el análisis de los datos de cada variable con un modelo mixto familiar de acuerdo con la siguiente expresión:

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

Donde:

y_{ij} es la observación registrada de Diámetro y Altura

μ es el promedio general

b_j es el efecto fijo de bloques

f_i es el efecto genético aleatorio de las familias

e_{ij} efecto residual

El ajuste de este modelo tiene la finalidad de proveer los valores iniciales de varianza de los efectos aleatorios para el proceso iterativo del ajuste del modelo bivariado (APIOLAZA, 2002).

Análisis bivariado

Se efectuó el análisis bivariado con diámetro y altura en cada sitio, aprovechando las ventajas del análisis simultáneo de dos rasgos que beneficia a la precisión en la estimación de

los valores genéticos por el conocimiento de la correlación genética y ambiental, usando un modelo mixto bivariado familiar y varianzas iniciales provistas por el análisis univariado.

Para evaluar la interacción de los genotipos con el ambiente fue estimada la correlación Tipo B (WHITE and Hodge, 1989) entre los valores de un mismo rasgo evaluado en sitios diferentes. Para este fin se realizó el análisis bivariado de los datos de cada rasgo tratado como variable diferente en cada sitio.

Se sostiene que la interacción genotipo – ambiente es importante cuando el valor de correlación está por debajo de 0.8 (BORRALHO, 1998).

Análisis conjunto

Una fuerte interacción de los genotipos con el ambiente puede enmascarar las varianzas que tienen menor representación en la varianza fenotípica y por lo tanto dificultar la estimación de los componentes genéticos de varianza (RODRIGUEZ, 1994; Com. Per.). Para evaluar y excluir esta interacción, los datos de cada variable en ambos sitios fueron analizados mediante un modelo mixto bivariado familiar conjunto según la siguiente expresión lineal:

$$Y_{spji} = \mathbf{m} + S_s + f_i + b(S)_{j(s)} + (Sxf)_{sxi} + \bar{e}_{sji}$$

Donde:

Y_{sji} es la observación del Dap y Altura para ambos sitios

μ es el promedio general

S_s es el efecto fijo de los sitios

f_i es el efecto aleatorio de las familias

$b(S)_{j(s)}$ es el efecto de los bloques dentro del efecto sitio

$(Sxf)_{sxi}$ es el efecto de la interacción sitio x familia

\bar{e}_{sji} es el efecto residual

Los datos fueron ajustados a los efectos fijos de bloques para excluir su influencia en la varianza fenotípica total (BORRALHO, 1998). Los modelos que convergieron fueron comparados y escogidos por su función de máxima verosimilitud (LogL). La importancia de los efectos fijos fue testada mediante una prueba de F incremental que prueba sucesivamente un efecto con los restantes del modelo y la inclusión de los efectos aleatorios fue testada mediante la Prueba de la Razón de Verosimilitud (LRT) (SEARLE, 1971).

Estimación de parámetros genéticos

Los componentes de la varianza para cada rasgo fueron estimados por Máxima Verosimilitud Restringida (REML) y los valores de mejora fueron predichos usando el mejor predictor lineal insesgado (BLUP).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 2 se muestran los promedios, parámetros genéticos y los errores estándar estimados para diámetro y altura en los sitios ensayados.

Tabla 2. Promedios, parámetros genéticos y errores estándar

Table 2. Mean, genetic parameters and standard error

		Rasgo	Parámetros				
			h^2	r_F	r_A	Promedio	Gs (%)
Sitios	Wanda	Diámetro	0.33 (0.02)	0.81 (0.008)	0.95 (0.009)	7.24 (0.11)	9.82
		Altura	0.30 (0.02)			4.37 (0.05)	7.34
	Virasoro	Diámetro	0.20 (0.02)	0.92 (0.003)	0.96 (0.007)	3.99 (0.11)	12.1
		Altura	0.18 (0.02)			2.89 (0.04)	6.01
	San Antonio	Diámetro	0.32 (0.02)	0.82 (0.007)	0.95 (0.009)	9.29 (0.11)	7.77
		Altura	0.27 (0.02)			5.43 (0.04)	4.75
	Paso de los L.	Diámetro	0.26 (0.02)	0.81 (0.008)	0.90 (0.019)	5.44 (0.09)	9.04
		Altura	0.18 (0.02)			3.43 (0.04)	5.00
	Ituzaingó	Diámetro	0.38 (0.02)	0.77 (0.010)	0.92 (0.013)	8.88 (0.11)	9.14
		Altura	0.32 (0.02)			4.76 (0.04)	5.36
	Cerro Azul	Diámetro	0.21 (0.02)	0.89 (0.005)	0.96 (0.011)	4.92 (0.08)	7.12
		Altura	0.20 (0.02)			3.58 (0.04)	4.29

Las estimaciones de heredabilidad familiar en diámetro y altura son moderadamente altas y coherentes con las ganancias genéticas esperadas por selección de las familias cuyo desempeño se encuentra por encima del promedio general. La correlación fenotípica señala que la combinación de correlaciones debidas a efectos genéticos y ambientales comunes es alta. Las estimaciones de correlación genética entre los rasgos muestran valores altos y de signo positivo. El signo indica que la selección en un rasgo no provocaría pérdida en el otro dentro de cada familia. En consecuencia existe la posibilidad del mejoramiento en volumen por el aporte de ambos rasgos.

Tabla 3. Correlaciones genéticas Tipo B y errores estándar estimados para diámetro
Table 3. Type B genetic correlation and standard error for diameter

	Wanda	Virasoro	San Antonio	Paso de los Libres	Ituzaingó
Wanda	---	0.95 (0.02)	0.92 (0.02)	0.94 (0.02)	0.96 (0.01)
Virasoro		---	0.90 (0.03)	0.90 (0.03)	0.93(0.02)
San Antonio			---	0.88 (0.03)	0.94 (0.02)
Paso de los Libres				---	0.93 (0.02)
Ituzaingó					---

Los valores de correlación Tipo B que muestra la Tabla 3 se encuentran por encima del valor 0.8. Esto demuestra que las familias no interactúan con el ambiente de los sitios ensayados en su desempeño en diámetro y altura. Esta afirmación está corroborada por Gráfico 1 que muestra que si bien hay un comportamiento bien diferenciado de las familias en cada sitio, no se perciben cambios de ranking de un sitio a otro.

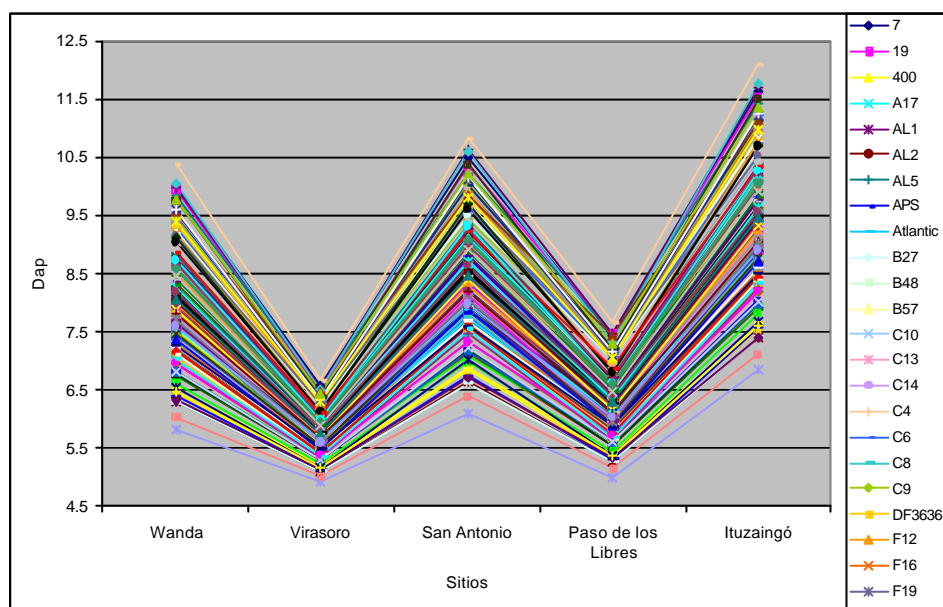


Gráfico 1. Desempeño de las familias en 5 sitios
Figure 1. Family behavior on 5 sites.

CONCLUSIONES

1. La variabilidad genética entre familias de progenies de polinización abierta de *Pinus taeda* es significativa y puede ser aprovechada para la mejora del crecimiento en volumen por selección de las mejores familias.
2. Las familias no interactúan con el ambiente de los sitios ensayados en su desempeño en diámetro y altura.
3. La heredabilidad familiar en diámetro y altura es moderadamente alta y coherentes con las ganancias genéticas esperadas .
4. La correlación genética entre el diámetro y altura es alta y positiva.

AGRADECIMIENTOS

Al personal del Campo Anexo Manuel Belgrano, E. E. A. Montecarlo, E.E.A. Cerro Azul y de las empresas: Lipsia S.A., Bosques del Plata, Forestal Las Marías, Forestal Argentina S.A., involucrados en el establecimiento y cuidado de los ensayos y al Ing. Ftal. Ector Belaber por la medición de la red de ensayos y elaboración de los archivos.

Trabajo financiado parcialmente por el Proyecto Forestal de Desarrollo, SAGPyA – BIRF (Préstamo 3948 AR).

BIBLIOGRAFIA

- APIOLAZA, L. 2002. ASReml Cookbook. http://uncronopio.org/luis/asreml_cookbook.html.
- ARGENTINA FORESTAL.COM, 2006 Los principales viveros del NEA tiene por objetivo llevar a escala la producción en cutting. Argentina Forestal.com, año II, N° 28: 4 – 13.
- BORRALHO, N.M.G. 1998. Genetics parameters es timation. En: Mejora Genética Forestal Operativa. Eds.: Ipinza R.; Gutierrez B.; Emhart V. Valdivia, Chile.
- LÓPEZ, J.A. 2006. Mejoramiento genético de pinos subtropicales y templados usos de alto valor. Proyecto Específico PNFOR1201, Documento interno del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 23 pp.
- NIELLA, F., Rocha, P. S. 2004. Biotecnologías aplicadas a los programas de mejoramiento genético de *Pinus sp* en la región. En: Actas de las Jornadas de mejoramiento genético para productores forestales. 15-16 de julio, 2004. Posadas, Misiones. 107 pp.

- RODRIGUEZ, G. H., Gauchat, M. L. 2005. Subprograma pinos en región mesopotámica. Mejores árboles para más forestadores. SAGPyA. Buenos Aires. 241 pp.
- SEARLE, S. R. 1971. Linear models. John Wiley & Son, New York. 532 pp.
- WHITE, T. L. and Hodge, G.R. 1989. Prediction Breeding Values with Applications in Forest Tree Improvement. Kluwer Academic Publishers. Dordrech, Netherlands. 367pp.
- WU, H. X. 1999. Study of Early Selection in Tree Breeding 2. Advantage of Early Selection Through Shortening the Breeding Cycle CSIRO, Division of Forestry and Forest Products, PO Box 946, Mount Gambier, SA 5290, Australia. *Silvae Genetica* 48, 2.

**EFFECTO DE LA VARIACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD SOBRE LA
CLASIFICACION DE IMAGENES CT PARA IDENTIFICAR DEFECTOS
INTERNOS EN TROZOS DE ARCE (*Acer Saccharum*)**

**THE EFFECT OF MOISTURE CONTENT VARIATION ON CT IMAGES
CLASSIFICATION TO IDENTIFY INTERNAL DEFECTS OF SUGAR MAPLE (*Acer
Saccharum*) LOGS**

**Gerson ROJAS¹
Robert BEAUREGARD²
Roger HERNANDEZ²
Alfonso CONDAL³**

¹Departamento de Ingeniería en maderas, Universidad del Bío-Bío, Av. Collao 1202, Concepción, Chile. grojas@ubiobio.cl

²Departamento de Ciencias de la madera, Pavillon Abitibi-Price Université Laval, Québec, Canadá. G1K 7P4. Robert.beauregard@sbf.ulaval.ca, Roger.hernandez@sbf.ulaval.ca.

³Departamento de Ciencias Geomaticas, Pavillon Casault, Université Laval, Québec, Canadá. G1K 7P4. Alfonso.Condal@scg.ulaval.ca

SUMMARY

Two groups of sugar maple logs (*Acer saccharum* Marsh.) were harvested and, then were scanned with an X-ray medical scanner (Computed Tomography, (CT)). The CT images obtained were used to evaluate the relationship between the moisture content (MC) and the accuracy of a parametric supervised classification procedure to detect sapwood and internal defects. A quadratic relationship was established between MC and detection accuracy from a regression analysis. The coefficients of determination (R^2) obtained were 0.58 and 0.42 for sapwood and overall detection accuracy, respectively. The maximum sapwood detection accuracy was 0.93, which was reached at 62 % MC. These results indicate that the MC have an important impact on defect detection capacity method.

Key Words: Computed Tomography, sugar maple, sapwood, accuracy, matrix confusion.

RESUMEN

Dos grupos de trozos de Arce (*Acer saccharum*) fueron cortados y luego escaneados en un escáner de rayos X (Computed Tomography, (CT)). Las imágenes CT obtenidas, fueron utilizadas para evaluar la relación entre el contenido de humedad (CH) de los trozos y la precisión de un método de clasificación supervisada para detectar albura y defectos internos. Una relación cuadrática fue establecida a partir de un análisis de regresión entre el CH y la

precisión de detección. Los coeficientes de determinación (R^2) obtenidos fueron 0,58 y 0,42 para la precisión de detección de albura y total, respectivamente. La precisión máxima de detección de albura fue 0,93 para un CH de 62 %. Estos resultados indicaron que la variación del CH tiene un impacto importante sobre la capacidad de detección del método evaluado.

Palabras claves: Tomografía de rayos X, Arce, albura, precisión, matriz de confusión.

INTRODUCCION

La identificación de defectos internos en trozos antes de aserrar permitiría al aserradero maximizar el valor de recuperación. En general, el valor comercial de la madera de latifoliadas esta inversamente relacionado con la cantidad y tamaño de los defectos presentes. Por esta razón, los productores de madera están cada vez más interesados en inspecciones internas no destructivas de los trozos. En esta dirección, la tomografía asistida por computador (Computed Tomography (CT)) ha demostrado un gran potencial para identificar los defectos internos de trozos. La capacidad de esta técnica para cuantificar principalmente la variación de la densidad en madera, la presencia de defectos internos y la variación del CH en la madera, explican el creciente interés de investigadores de ciencia y tecnología de la madera por utilizar esta técnica no destructiva.

Una variedad de métodos se han utilizado para identificar y detectar defectos en imágenes CT (TAYLOR *et al.* 1984; FUNT y Bryant 1987; ZHU *et al.* 1991; LI *et al.* 1996; GUDDANTI y Chang 1998; BHANDARKAR *et al.* 1999; SCHMOLDT *et al.* 1995, 1998, 2000 y NORDMARK 2002, 2003). Sin embargo, el problema es difícil de solucionar debido a la variabilidad inherente y estructura compleja de la madera, y a la variación del CH, de modo que el éxito completo todavía no se ha logrado. Normalmente, conociendo la densidad es posible distinguir las diferentes características presentes en los trozos, tales como nudos, pudrición, albura, duramen, etc. Así, la capacidad de diferenciar estas características en imágenes CT de trozos es también influenciada por el CH. SCHMOLDT *et al.* (1995) indicaron que, como valor del nivel gris se relaciona directamente con la densidad, este valor varía en función de la especie y el CH. OJA y Temnerud (1999) indicaron que, para trozos húmedos de Norway spruce, el nivel de gris de la madera normal difiere mucho entre la albura y duramen debido principalmente a la diferencia en el CH. ROJAS *et al.* (2005) observaron una situación similar en imágenes CT de trozos de Arce.

ROJAS *et al.* (2006) propusieron un procedimiento de clasificación paramétrica supervisada para identificar y separar albura en imágenes CT de trozos de Arce, y determinaron valores de precisión de detección en dos grupos de trozos. La albura fue identificada y separada de los defectos con una precisión de 97 % en los trozos del grupo 1 (recién cortados) y de 82 % en el grupo 2 (fecha de corte desconocida), respectivamente. Este estudio indicó también que los valores de precisión de detección de albura fueron muy sensibles a las variaciones del CH de los trozos. En esta dirección, el objetivo principal del presente trabajo, es establecer la relación entre el CH en trozos de Arce y la precisión alcanzada en la detección de albura y defectos internos usando el método de clasificación paramétrica supervisada.

MATERIALES Y METODOS

Selección y escaneo de trozos

Diez árboles de Arce fueron seleccionados y cortados de la Estación Forestal Duchesnay, Québec, Canadá. Cinco árboles fueron cortados a fines de mayo (grupo 1) y los cinco restantes a fines de agosto (grupo 2). Luego, tres trozos de 1,5 m de largo fueron cortados de cada árbol. Una rodela de 25 mm de espesor fue cortada de cada extremo del trozo y luego almacenadas en bolsas plásticas. Posteriormente, tres rodelas de 25 mm fueron seleccionadas y marcadas en la superficie de cada trozo con el objetivo de evaluar la presencia de defectos internos (**figura 1**). Los trozos del grupo 1 fueron pesados (masa verde) y escaneados (solamente la zona de las rodelas marcadas en la superficie) después de 0, 2, 6, 10 y 14 semanas de almacenamiento al exterior. Los trozos del grupo 2 fueron escaneados una vez. Los trozos fueron escaneados en un escáner de rayos X (Siemens Somatom). Las imágenes CT fueron obtenidas cada 5 mm, a una resolución de 8 bits y un tamaño de 512 x 512 píxeles. Luego, cinco imágenes CT consecutivas, equivalentes al espesor de cada rodela, fueron seleccionadas para estudiar la presencia de grietas, pudrición, nudos, corteza, duramen coloreado y albura. La resolución vario entre 0,6 y 0,9 mm/píxel, dependiendo del diámetro.

Determinación del contenido de humedad de los trozos

El CH inicial de cada trozo fue estimado a partir de las rodelas cortadas de cada extremo del trozo. Inicialmente, la masa verde de cada rodela fue medida y luego estas fueron secadas hasta alcanzar la masa constante. El CH de las dos rodelas fue promediado y utilizado como una estimación del CH inicial del trozo. Utilizando la estimación del CH inicial y la masa



Figura 1. Tres rodelas seleccionadas, marcadas y escanadas por cada trozo
Figure 1. Three selected, marked and scanned disks from each logs

verde, la masa seca fue estimada para cada trozo. Finalmente, el CH de cada trozo al momento de ser escaneado fue estimado a partir de la masa verde medida antes de cada escaneo y de la masa seca estimada.

Clasificación de las imágenes CT

Las imágenes CT de ambos grupos de trozos fueron segmentadas usando el método de clasificación paramétrica supervisado sugerido por ROJAS *et al.* (2006) y luego la precisión de detección de albura y total (todos los defectos) fue determinada de acuerdo a lo indicado por estos investigadores. Estos análisis fueron realizados usando el software PCI (PCI 1997). Finalmente, los resultados fueron evaluados estadísticamente usando el software SAS. Los datos obtenidos para el CH fueron analizados usando un modelo Mixed ANOVA. Un análisis de regresión, entre los valores de CH y los valores de precisión de detección, fue realizado.

RESULTADOS Y DISCUSION

Escaneo de trozos

Una serie de imágenes CT de una misma sección transversal obtenidas después de 0, 2, 6, 10 y 14 semanas de almacenamiento es mostrada en la **fig. 2**. En la **fig. 2a** se observan las zonas de nudos, duramen coloreado, grietas, albura y corteza. Las **figuras 2b, 2c, 2d y 2e** permiten apreciar la variación del nivel de gris en función del tiempo de almacenamiento. En general, las áreas oscuras observadas en estas imágenes CT, corresponden a áreas de bajo CH. Si comparamos visualmente estas figuras, se observa que la zona de albura presenta una mayor

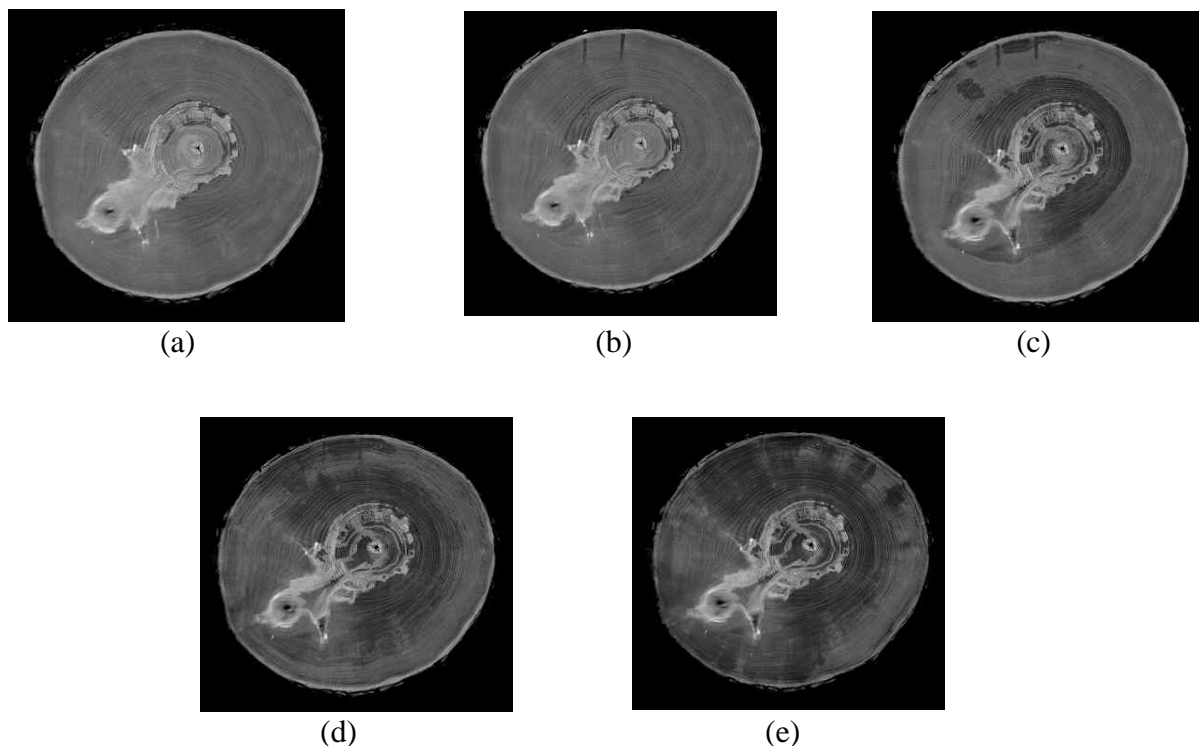


Figura 2. Serie de imágenes CT de una sección transversal de un trozo de Arce (a) al momento de ser cortado (b) después de 2 semanas (c) después de 6 semanas (d) después de 10 semanas y (e) después de 14 semanas de almacenamiento, mostrando la presencia de nudos, duramen coloreado, grieta central, corteza y albura.

Figure 2. Typical CT images for one cross-section of a sugar maple log take (a) immediately after felling (b) after 2 weeks (c) after 6 weeks (d) after 10 weeks, and (e) after 14 weeks, showing the presence of knots, coloured heartwood, a central split, bark and sapwood.

variación en el nivel de gris que la zona correspondiente al duramen coloreado. En la zona de albura próxima a la corteza, se observó una menor variación del nivel gris, la cual puede ser explicada por la disminución del CH debido a la separación de la corteza. Para el duramen coloreado, el principal cambio ocurrió en la zona central, lo cual podría ser explicado por la presencia de grietas internas. Una menor variación en el nivel de gris fue observada para los nudos y la corteza. En general y a pesar de la variación de nivel de gris, parece posible identificar el límite de la zona de albura y también algunas de las otras características internas.

Contenido de humedad de los trozos.

Los valores de CH determinados para los trozos del grupo 1 y 2 son presentados en la **tabla 1**. Para el grupo 1, se muestran los resultados obtenidos después de 0, 2, 6, 10 y 14 semanas de almacenamiento. Los árboles de este grupo no presentaron una gran variación en el CH al

Tabla 1. Resumen de los valores de contenido de humedad para los trozos del grupo 1 y 2 de árboles de Arce.

Table 1. Summary of moisture content values for log of groups 1 and 2 of Sugar maple trees.

Arbol	Trozo	Contenido de humedad (%)					
		grupo 1				grupo 2	
		0 semanas	2 semanas	6 semanas	10 semanas	14 semanas	0 semanas
1	1	55,9	49,0	42,8	38,0	36,0	59,0
	2	55,9	51,7	46,1	41,1	39,0	60,0
	3	55,7	50,9	44,8	39,1	36,6	56,7
2	1	54,6	47,5	42,3	37,1	36,3	58,0
	2	53,6	46,2	41,3	36,6	34,2	58,1
	3	56,4	48,5	43,4	39,2	36,8	59,0
3	1	65,4	56,1	49,0	42,0	38,5	53,5
	2	63,1	55,7	49,6	43,0	40,1	53,8
	3	60,1	53,5	46,0	40,2	37,3	54,6
4	1	57,6	51,3	45,6	39,9	37,5	60,7
	2	58,3	52,5	46,5	40,7	36,9	62,7
	3	59,4	52,7	46,6	42,1	39,6	62,7
5	1	57,1	47,9	42,5	36,3	33,9	64,2
	2	56,4	47,9	41,5	35,6	31,9	66,7
	3	58,2	51,3	44,7	36,7	34,2	67,0

momento de la corta. Los valores promedios mínimo y máximo de CH fueron 54,8 % y 62,8 % y correspondieron a los árboles 2 y 3, respectivamente. Contrariamente a lo esperado, valores similares de CH fueron obtenidos para el grupo 2, en el cual, los árboles 3 y 5 presentaron el valor promedio mínimo de 54,3 % y máximo de 66,2 % respectivamente. En general, nosotros esperábamos valores de CH mayores en los trozos cortados el mes de mayo. CLARK y Gibbs (1957) reportaron, para tres especies de árboles, valores de CH máximos de 80 % entre abril y mayo. Los valores similares del CH entre los árboles del grupo 1 y 2 no puede ser atribuida a una causa específica. Se analizaron datos meteorológicos (lugar y fecha de corta), pero esto no explico los altos niveles de CH obtenidos en los árboles cortados el mes de Agosto. Una comparación (árboles recién cortados) de los valores de CH entre los grupos 1 y 2, indicó diferencias no significativas.

Por otra parte, para el grupo 1, la mayor disminución del CH fue observada, en general, entre las dos primeras semanas de almacenamiento, con un valor promedio de 6,9 puntos de porcentaje en el CH. En contraste, una disminución de 2,2 puntos de porcentaje fue observada entre la décima y décima cuarta semana de almacenamiento. La disminución promedio total del CH después de 14 semanas fue de 22 puntos de porcentaje. El análisis de varianza

Tabla 2. Modelo Mixed ANOVA de los valores de CH de trozos obtenidos del grupo 1 de árboles
Table 2. Mixed ANOVA model of MC values of logs obtained from trees of group 1

Fuente de variación	DF	valor F	Pr > F
Posición del trozo en altura	2	0,21	0,8122
Tiempo de almacenamiento	4	720,69	< 0,0001
Posición del trozo en altura * Tiempo de almacenamiento	8	0,31	0,9580

realizado para los trozos del grupo 1, indicó que el tiempo de almacenamiento es una fuente significativa de la variación del CH (**tabla 2**). Este análisis indicó también que, para la posición en altura de los trozos, las diferencias del CH no fueron significativas.

Relación entre el contenido de humedad y la precisión de la clasificación.

Los resultados de los valores promedios de precisión de detección de albura y total obtenidos para los trozos del grupo 1 y 2 son mostrados en la **tabla 3**. Cada valor de precisión representa el valor promedio de tres imágenes CT. El valor de precisión de detección de albura y total (todos los defectos) fue obtenida de la matriz de confusión (ROJAS *et al.* 2006) determinada para cada imagen CT. Se observa que para ambos grupos, los valores de precisión de albura fueron mayores que para la precisión total (**tabla 3**). Esto se explica por que la precisión total es el resultado de la detección de seis clases (albura, duramen coloreado, nudos, pudrición, grietas y corteza) y cada clase presenta un cierto nivel de error. Estos errores se deben principalmente cuando existe una coincidencia en el rango de nivel de gris entre el duramen coloreado y nudos, entre albura y pudrición y ocasionalmente entre duramen coloreado y corteza. Sin embargo, una coincidencia puede ocurrir también entre la albura y el duramen coloreado, principalmente cuando la zona de duramen coloreado es muy heterogénea. En este caso, esto se podría explicar por la presencia de pudrición central o por la variación del CH (ROJAS *et al.* 2006). Estos resultados están en acuerdo con lo reportado SCHMOLDT *et al.* (1995), OJA and Temnerud (1999) y ROJAS *et al.* (2005). En general, los resultados presentados en la **tabla 3** indican que la precisión es influenciada por la variación del CH en los trozos, la cual disminuye a medida que el tiempo de almacenamiento aumenta.

Un análisis de regresión fue realizado entre el CH y los valores de precisión de detección. La transformación empírica Logit fue aplicada a los datos para obtener valores de predicción entre 0 y 1.

Tabla 3. Resumen de los valores de precisión de detección promedios de albura y total para los trozos del grupo 1 y 2 de árboles de Arce.

Table 3. Summary of mean sapwood detection and overall defects detection accuracy values for logs of groups 1 y 2 of Sugar maple trees.

Arbol	Trozo	Grupo 1										Grupo 2	
		0 semanas		2 semanas		6 semanas		10 semanas		14 semanas		0 semanas	
		P. A.	P.T.	P. A.	P.T.	P. A.	P.T.	P. A.	P.T.	P. A.	P.T.	P. A.	P.T.
1	1	94,3	84,8	98,3	90,5	84,1	78,1	71,8	63,8	61,1	51,4	78,1	60,0
	2	92,8	80,5	94,5	85,7	95,2	83,3	75,2	69,0	67,9	60,0	84,7	65,3
	3	95,6	84,3	96,8	86,2	70,2	63,3	60,6	51,9	46,8	41,4	79,2	69,5
2	1	90,5	71,0	96,0	80,0	91,6	79,5	75,7	68,6	67,2	65,7	97,4	77,1
	2	90,4	73,8	92,7	83,8	83,8	74,8	82,3	74,3	72,8	67,1	93,8	71,9
	3	90,2	81,4	93,6	86,2	87,2	78,1	81,6	76,7	61,8	60,0	91,3	72,9
3	1	84,0	69,5	96,2	83,7	77,0	71,4	83,2	78,1	63,6	60,7	51,7	41,9
	2	93,5	74,3	93,1	83,2	88,0	80,6	84,4	79,5	64,3	61,8	52,1	48,6
	3	95,9	77,6	92,0	82,1	81,3	73,5	78,5	75,1	62,5	59,8	61,7	59,5
4	1	69,9	63,8	91,6	83,3	91,4	80,5	81,8	76,7	64,3	58,1	99,4	87,1
	2	77,6	62,9	84,3	76,7	87,5	78,1	70,9	61,9	59,3	54,3	99,3	88,1
	3	78,0	61,5	79,2	71,9	84,4	78,1	81,2	72,9	76,3	69,0	96,3	84,8
5	1	84,2	73,3	85,9	72,2	80,0	69,0	76,7	61,5	59,4	55,2	98,0	81,4
	2	77,7	68,3	84,5	81,5	85,5	73,3	67,9	63,8	58,9	55,5	98,8	88,1
	3	80,4	73,5	74,0	72,8	85,1	80,0	68,1	64,2	60,0	53,8	94,9	82,4

P.A. = Precision Albura (%)

P.T. = Precision Total (%)

El CH fue utilizado como la variable independiente, y el valor de precisión de detección (VP) como la variable de predicción en un modelo de la forma:

$$VP = \frac{\exp(B_0 + B_1CH + B_2CH^2)}{1 + \exp(B_0 + B_1CH + B_2CH^2)}$$

Los resultados del análisis de la regresión para todos los árboles se muestran en la **tabla 4**. Los coeficientes de la determinación (R^2) para la precisión de detección de la albura y total fueron 0,58 y 0,42, respectivamente. Al mismo tiempo, coeficientes de variación (CV) de 12 % y 9 % fueron obtenidos para la precisión de detección de albura y total, respectivamente. Aunque los valores R^2 parecen relativamente bajos, los valores del CV son bastante bajos, lo cual sustenta el uso del modelo con propósitos predictivos.

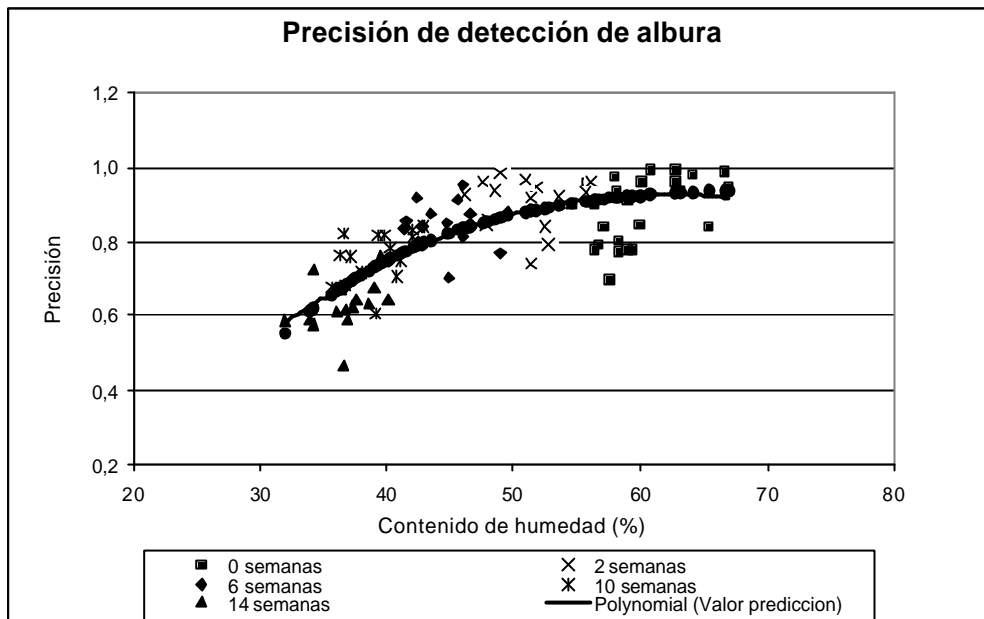
La relación entre el CH y la precisión de detección (albura y total) para todos los trozos se muestran en las **gráficas 1 y 2**, respectivamente. Debido a que no se observó diferencias

Tabla 4. Análisis de regresión para la precisión de detección de albura y total.**Table 4.** Regression analysis for sapwood and overall detection accuracy for all scans.

Modelo de regresión						R^2	C.V.
Detección de albura	estimado	error	df	valor t	Pr > t	0,58	12,1%
Intercepción	-4,976	2,923	8	-1,7	0,1270		
CH	0,207	0,122	76	1,7	0,0933		
CH * CH	-0,001	0,001	76	-1,7	0,2689		
Detección total						0,42	9,0%
Intercepción	-5,236	1,688	8	-3,1	0,0146		
CH	0,235	0,070	76	3,3	0,0013		
CH * CH	-0,002	0,001	76	-2,9	0,0046		

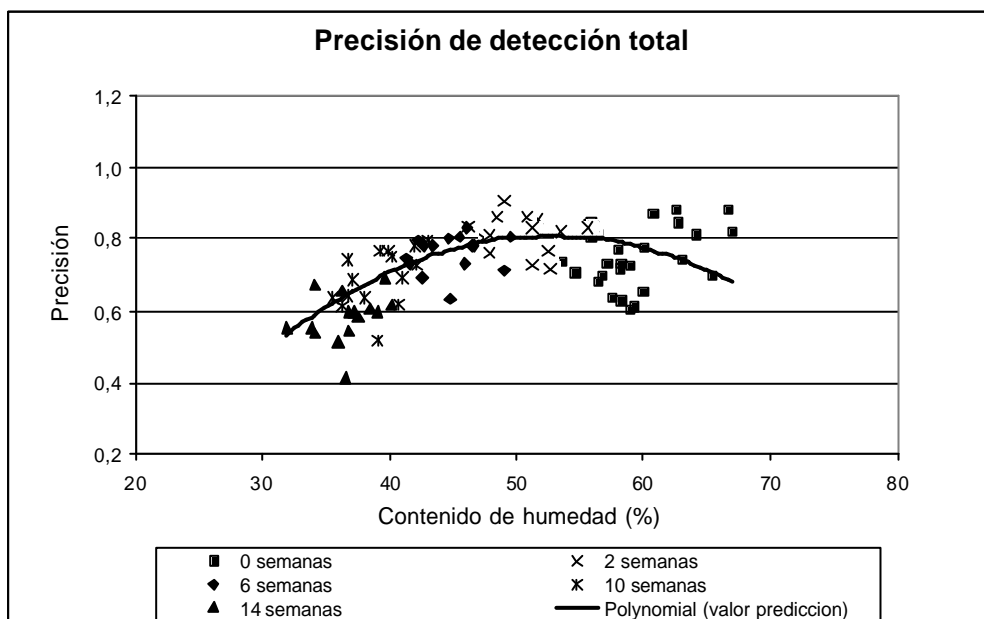
significativas del CH entre ambos grupos (trozos recién cortados), ambos grupos de datos fueron considerados como un solo grupo en el análisis de la regresión. En ambas graficas, se observa que una relación cuadrática proporciona el mejor ajuste de la relación entre el CH y la precisión de detección. La **grafica 1** muestra valores de CH mínimo y máximo de 32 % y 67 %, respectivamente, para los cuales, los valores estimados de precisión fueron de 0,58 y 0,91 respectivamente. El valor de la precisión máxima de detección de albura fue determinado a partir del valor máximo calculado de la ecuación cuadrática y fue de 0,93 para un CH de 62 %. Se observa también que valores de precisión sobre 0,8 pueden ser obtenidos para un CH entre 44 % y 67 %. El mismo análisis indicó que, para la precisión de detección total (**grafica 2**), el valor máximo de detección fue 0,81 para un CH de 53 %, mientras que los valores de precisión para 32 % y 67 % de CH fueron de 0,53 y 0,64, respectivamente.

En el presente estudio, nosotros aplicamos el procedimiento de clasificación desarrollado previamente por ROJAS *et al.* (2006) a un grupo de imágenes CT obtenidas a partir de nuevos trozos. La determinación del grupo de entrenamiento (nivel de gris) a partir de las imágenes CT es utilizada como función discriminante por el algoritmo de clasificación supervisada. Los trozos (imágenes CT) de donde se obtuvo el grupo de entrenamiento (ROJAS *et al.* 2006) presentaron un CH entre 60 % y 70 %. Esto explicaría en parte porqué obtuvimos valores de precisión máxima de detección de albura y total para CH entre 62% y 53 %, respectivamente. Los resultados de este trabajo muestran el potencial del procedimiento de clasificación desarrollado ROJAS *et al.* (2006) para la detección de la albura y otros defectos internos, pero al mismo tiempo, la limitación principal con respecto a la variación del CH en los trozos.



Grafica 1. Relación entre el contenido de humedad y la precisión de detección de albura para ambos grupos de trozos de Arce.

Graphic 1. Relationship between moisture content and sapwood detection accuracy for both group of Sugar maple logs.



Grafica 1. Relación entre el contenido de humedad y la precisión de detección Total para ambos grupos de trozos de Arce.

Graphic 1. Relationship between moisture content and overall detection accuracy for both group of Sugar maple logs.

CONCLUSIONES

El presente estudio evaluó el efecto del CH sobre el desempeño del método de clasificación de imágenes CT de trozos de Arce presentado por ROJAS *et al.* 2006. Los resultados del presente estudio indicaron que las variaciones del nivel de gris en las imágenes CT de las características y defectos internos de trozos de Arce están asociadas a la pérdida de humedad de los trozos durante el almacenamiento. La evaluación cuantitativa del desempeño del método de clasificación, indicó que los valores de precisión de detección de albura y defectos totales son afectados por la pérdida de humedad de los trozos. Por otra parte, una relación cuadrática fue obtenida a partir del análisis de regresión entre los valores de CH y de precisión de detección de albura y total. Este modelo indicó que un valor máximo de precisión de detección de albura de 0,92 fue obtenido para un CH de 62 %. Para la detección total, el valor máximo de precisión fue de 0,81 para un nivel de CH de 53 %. En el futuro, sin embargo, sería recomendable generar un nuevo grupo de entrenamiento obtenido de una base de datos (imágenes CT) más grande de trozos de Arce y luego evaluar este procedimiento de la clasificación usando este nuevo grupo de entrenamiento. Esta nueva base de datos haría más robusto el método de detección. Esta modificación podría mejorar el desempeño de este procedimiento y al mismo aumentar la viabilidad de usarlo en el futuro.

BIBLIOGRAFIA

- BHANDARKAR, S.M.; Faust, T.D. Faust, and Tang, M. 1999. CATALOG: a system for detection and rendering of internal log defects using computer tomography. *Machine Vision and Applications*. 1999(3):171-190.
- CLARK, J. and Gibbs, R.D. 1957. Studies in tree physiology. IV. Further investigations of seasonal changes in moisture content of certain Canadian forest trees. *Canadian Journal of Botany*, 35:219-253.
- FUNT, B. V. and Bryant, E.C. 1987. Detection of internal log defects by automatic interpretation of computer tomography images. *Forest Products Journal* 37(1):56-62.
- GUDDANTTI, S. and Chang, S.J. 1998. Replicating sawmill sawing with TOPSAW using CT images of a full-length hardwood log. *Forest Products Journal* 48(1):72-75.
- LI, P.; Abbott, A.L. Abbott and Schmoltdt. 1996. Automated analysis of CT images for the inspection of hardwood logs. Pages 1744-1749 in *Proceedings of the IEEE International Conference on Neural Networks*, Washington, DC.
- NORDMARK, U. 2002. Knot identification from CT images of young *Pinus sylvestris* saw logs using artificial neural networks. *Scandinavian Journal Forest Research* 17:72-78
- NORDMARK, U. 2003. Models of Knot and Log Geometry of Young *Pinus sylvestris* Sawlogs extracted from Computed Tomographic Images. *Scandinavian Journal Forest Research* 18: 168-175.
- OJA, J. and Temnerud, E. 1999. The appearance of resin pocket in CT- images of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). *Holz als Roh- und Werkstoff* 57: 400 - 406.

- PCI user guide. 1997. Volume I. Version 6.1. 50 West Wilmot street, Richmond Hill, Ontario, Canada.
- ROJAS, G.; Hernández, R.E.; Condal, A.; Verret, D. and Beauregard, R. 2005. Exploration of the physical properties of internal characteristics of sugar maple logs and relationships with CT images. *Wood and Fiber Science*. 37(4):591-603.
- ROJAS, G.; Condal, A.; Beauregard, R.; Hernández, R.E., and Verret, D. 2006. Identification of internal defects of sugar maple logs from CT Images using supervised classification methods. Aceptado en *Holz als Roh- und Werkstoff* (en prensa).
- TAYLOR, F.W.; Wagner Jr., F.G. and McMillin, C.W. 1984. Locating knots by industrial tomography-A feasibility study. *Forest Products Journal* 34(5):42-46.
- SCHMOLDT, D.L.; Li, P. and Abbott, A.L. 1995. Log defect recognition using CT-images and neural net classifiers. 2nd International Workshop/Seminar on Scanning Technology and Image Processing on Wood. Skellefteå, Sweden, Aug 14-16. pp 77-97.
- SCHMOLDT, D.L.; He, J. and Abbott, A.L. 1998. A comparison of several artificial neural network classifiers for CT images of hardwood logs. Pages 34-43. *Machine vision applications in industrial inspection VI*. The International Society for Optical Engineering (SPIE), vol. 3306.
- SCHMOLDT, D.L.; He, J. and Abbott, A.L. 2000. Automated labelling of log features in CT imagery of multiple hardwood species. *Wood and Fiber Science* 32(3):287-300.
- ZHU, D.; Conners, R.W.; Lamb, F. and Araman, P.A. 1991. A computer vision system for locating and identifying internal log defects using CT imagery. Pages 1-13 *in Proc. Fourth International Conference on Scanning Technology in the Wood Industry*, Burlingame, CA.

**ANÁLISE DO TEOR DE NUTRIENTES MINERAIS EM TECIDO FOLHAR DE
TIMBAÚVA (*Enterolobium contortisiliquum*) (Vell.) Morong.)**

**ANALYSE OF THE AMOUNT OF MINERAL NUTRIENTS IN LEAF TISSUE OF
TIMBAÚVA (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.)**

Roppa, C.¹; Ferreira da Rosa, S.²; Schumacher, M. V.³

¹ Acadêmica de Eng. Florestal, bolsista Pibic/CNPq, UFSM (Universidade Federal de Santa Maria). Avenida Roraima, Camobi, CCR, Departamento de Ciências Florestais, CEP: 97105-000, Santa Maria, RS, Brasil. cris_roppa@msn.com.

² Acadêmica de Eng. Florestal, bolsista BIC (Fapergs), UFSM (Universidade Federal de Santa Maria). Avenida Roraima, Camobi, CEU 2 apto. 3115, CEP: 97105-000, Santa Maria, RS, Brasil. suzanafdr@yahoo.com.br

³ Eng. Florestal, Prof. Dr. nat. techn. do Departamento de Ciências Florestais, UFSM (Universidade Federal de Santa Maria). Avenida Roraima, Camobi, CCR, Departamento de Ciências Florestais, CEP: 97105-000, Santa Maria, RS, Brasil. schuma@ccr.ufsm.br.

SUMMARY: The study was realized at campus of the Federal University of Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS – Brazil (29°42'24" S; 53°48'42" W), with mean altitude of 95 m, climate Cfa, year precipitation of 1770 mm. At the end of the month of september/2004 was collected samples of matures leaves of Timbaúva, to four trees, (with one repetition), with the objective to determine the amount of mineral nutrients in the leaves of Timbaúva. In the laboratory, its were dries in stove of circulation end renovation of air, for 72 hours, crushed end stored. Were determined the nutrients: N, P, K, Ca, Mg e S. N, P, K, Ca, Mg, S, B, Fe, Mn, Zn e Cu. The results showed good amounts, for macronutrient and micronutrients analyzed. Among the macronutrients, the N showed 58,65 %, showing the importance of this specie in fixing N.

Key words: Timbaúva (*Enterolobium contortisiliquum*), nutrients, dry matter.

RESUMO: O estudo foi realizado no campus da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS – Brazil (29°42'24" S; 53°48'42" W), com altitude média de 95 metros, clima Cfa, precipitação anual de 1770 mm. No fim do mês de setembro/2004 coletaram-se amostras de folhas maduras de Timbaúva, para quatro árvores (com uma repetição), com o objetivo de determinar o teor de nutrientes minerais nas folhas de Timbaúva. No laboratório foram secas em estufa de circulação e renovação de ar com

temperatura controlada de 70° C, por 72 horas, moídas e armazenadas. Determinaram-se os nutrientes: N, P, K, Ca, Mg, S, B, Fe, Mn, Zn e Cu. Os resultados apresentaram bons teores, tanto para os macronutrientes, como para os micronutrientes analisados. Entre os macronutrientes o N ficou com uma porcentagem de 58,65 %, mostrando a importância da espécie em fixar N.

Palavras chaves: Timbaúva (*Enterolobium contortisiliquum*), nutrientes, matéria seca.

INTRODUÇÃO

A Timbaúva (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.) pertence à família das Leguminosas, ocorrendo naturalmente no Estado do Rio Grande do Sul e em alguns outros Estados brasileiros. É caracterizada segundo LORENZI (2002) como uma espécie de porte arbóreo, atingindo de 20 – 35 m de altura, com tronco de 80 – 160 cm de diâmetro, folhas bipinadas, flores brancas e frutos negros semelhantes à orelhas. Apresenta copa ampla e frondosa, proporcionando ótima sombra durante o verão, sendo muito indicada também para uso em reflorestamento de áreas degradadas em plantios mistos, principalmente por seu rápido crescimento inicial. Conforme LORENZI (2002) esta espécie pertence ao grupo de sucessão das pioneiras e ocorre dispersa em várias formações florestais, sendo pouco comum na floresta primária, aparecendo com maior frequência em capoeiras e estágios mais adiantados da sucessão secundária.

As plantas se mantêm vivas e completam seu ciclo biológico graças, principalmente ao estado nutricional do meio onde se encontram, favorecidas pelas diferentes formas de absorção dos elementos. Existem inúmeros elementos que são absorvidos pelas plantas, mas devido a sua necessidade fisiológica e bioquímica, dá-se maior importância entre esses aos elementos químicos essenciais, também chamados segundo RAVEN *et al.* (2001) de minerais essenciais. Se um elemento é conhecido como sendo um componente integral de uma estrutura, composto ou metabólitos de plantas, sua essencialidade é óbvia (EPSTEIN & BLOOM, 2006). Entretanto, conforme esses autores, certas plantas exigem elementos adicionais e outras, sob algumas condições, podem não exigir um ou mais desses elementos. Os elementos atualmente reconhecidos como essenciais, conforme RAVEN *et al.* (2001) são em número de 17 e podem ser divididos em macronutrientes e micronutrientes.

Conforme EPSTEIN & BLOOM (2006), os macronutrientes são os elementos necessários em quantidades relativamente grandes. Encontra-se neste grupo os seguintes nutrientes: C (Carbono), O (Oxigênio), H (Hidrogênio), N (Nitrogênio), P (Fósforo), K

(Potássio), Ca (Cálcio), Mg (Magnésio) e S (Enxofre). Por outro lado, os mesmos autores definem os micronutrientes como sendo os elementos necessários em pequenas quantidades. Neste grupo estão o B (Boro), Fe (Ferro), (Cu) Cobre, (Mn) Manganês, (Zn) Zinco, (Cl) Cloro, (Mo) Molibdênio e (Ni) Níquel.

Alguns autores como LARCHER (1977), RAVEN *et al.* (2001) e EPSTEIN & BLOOM (2006) citam valores adequados ou variações de elementos minerais nutrientes encontrados em tecido vegetal, tendo por base análises de material vegetal da parte aérea, principalmente folhas de plantas cultivadas. Diante desse fato, nos deparamos com algumas dificuldades quando estudamos árvores nativas, visto que são raras análises desse tipo até o momento para tais espécies, ficando restritas apenas a algumas espécies de grande valor comercial.

Hoje, é freqüente nos deparamos com áreas onde o solo se encontra degradado e impossibilitado de produzir, acabando muitas vezes em completo abandonado. Várias tentativas têm sido feitas para recuperar estas áreas, mas só poderão ser executadas de forma completamente segura, na medida em que compreendermos completamente as relações fisiologias e bioquímicas das espécies utilizadas e sua interação com o meio. Uma das espécies muito utilizada para esses fins é a Timbaúva, mas que detém ainda pouquíssimas informações quanto aos teores de nutrientes minerais. Nesse sentido este estudo vem contribuir para isso. Precisamos descobrir se está espécie apresenta um bom estado nutricional mesmo em condições adversas. Provavelmente, ela seja capaz de reaproveitar de forma equilibrada todos os nutrientes, mantendo-os com teores próximos aos exigidos pela espécie, para isso, precisamos saber quais são as variações nutricionais apresentadas em condições de diferentes sítios.

Este trabalho teve por objetivos determinar o teor de nutrientes em folhas de Timbaúva (*Enterolobium contortisiliquum*).

MATERIAIS E MÉTODOS

DESCRIÇÃO DA ÁREA ABRANGIDA

O estudo foi realizado na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), a qual está localizada na região fisiográfica da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul, junto ao Bairro Camobi (a cerca de 12 Km do centro da cidade), situada nas coordenadas geográficas de latitude 29°42'24"S e longitude 53°48'42" W, possuindo altitude média de 95 metros.

O clima predominante é Cfa, temperado chuvoso, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano, segundo a classificação de KÖPPEM (MORENO, 1961). A precipitação anual atinge cerca de 1770 mm.

A temperatura média normal do mês mais quente ocorre em janeiro (24,6° C) e a do mês mais frio, em junho (12,0° C). Quanto à média normal das máximas, a mesma é de 30,4°C em janeiro e de 19,2°C em junho. A média das temperaturas mínimas do mês mais quente é de 18,7°C em dezembro e 9,3°C no mês mais frio, em junho.

O solo apresenta três variações, sobressaindo a que pertence a Unidade de Mapeamento São Pedro (Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Brasil, 1973), sendo classificado no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos como Argissolo Vermelho distrófico arênico (STRECK *et. al*, 2002).

AMOSTRAGEM

Conforme a análise da arborização do campus da UFSM realizada por SANTOS *et al.* (2004), a Timbaúva está entre as 20 espécies mais frequentes do campus, apresento o total de 64 indivíduos e frequência de 2,85. Esse foi um dos motivos que influenciou na decisão da escolha da espécie para coleta e análise do teor de nutrientes minerais em tecido folhar.

As coletas do material foram realizadas no fim do mês de setembro/2004, a fim de evitar os períodos que não coincidisse com a floração e frutificação da espécie, pois nessas épocas há um direcionamento dos nutrientes para a formação das flores e frutos saudáveis. Entretanto, esta espécie também é decídua durante o inverno, logo, com o término do inverno não há mais folhas na árvore e se esperarmos para que elas atinjam a fase completa de maturação, haverá coincidência com a fase de floração.

Retiraram-se folhas na posição média da copa e exposição norte, indicado como a melhor posição de coleta, segundo BIONDI & REISMANN (2002). Deu-se preferência a materiais isentos de sujeiras e sem danos por pragas ou injúrias, o que nem sempre foi possível devido a disposição das ruas e a localização das árvores, interferência dos prédios, interferência de galhos de outras árvores próximas e altura das árvores.

Para coleta do material, foram escolhidas quatro árvores de Timbaúva de idade semelhante, localizadas em locais diferentes e distantes uma das outras. Para cada uma das árvores coletou-se uma amostra de folhas, (ou seja, uma repetição), totalizando em quatro amostras. Com auxílio de um podão, coletaram-se cinco ramos de cada árvore, dos quais foram retiradas as folhas que estavam mais próximas da fase de maturação, uma vez que, a maior parte dos ramos ainda apresentava aspecto jovem, visando formar uma amostra

representativa, com material suficiente para as posteriores análises, desta forma, coletou-se aproximadamente 150 g de folhas para cada amostra (peso fresco).

Durante a coleta, as amostras foram armazenadas em sacos de papel, sendo posteriormente encaminhadas para o Laboratório de Ecologia Florestal, pertencente ao Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria – RS (UFSM).

No laboratório, as amostras foram secas em estufa de circulação e renovação de ar com temperatura controlada de 70° C por um período de 72 horas. Como o material não apresentava ter partículas de sujeira aderidas as folhas, o mesmo não foi lavado.

Após secas, as amostras foram moídas em moinhos de facas de aço inoxidável, tipo Willey, com peneira de 30 *mesh*. Posteriormente, as amostras foram armazenadas em frascos de vidro hermeticamente fechados e encaminhadas para a análise química.

Foram determinados os macronutrientes: N, P, K, Ca, Mg e S e os micronutrientes: Fe, Cu, Mn, B e Zn.

Todas as determinações químicas foram realizadas através de digestão úmida, com exceção para o B, que passou por uma incineração em mufla. O N foi determinado no extrato de digestão sulfúrica, para o qual se utilizou uma alíquota de massa de 200 mg para cada uma das amostras. O P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn foram determinados no extrato de digestão nítrica-sulfúrica, utilizando-se uma alíquota de massa de 500 mg de cada amostra. Para o B a alíquota utilizada na incineração foi de 500 mg para cada uma das amostras. A metodologia utilizada no preparo dos extratos, bem como as soluções empregadas encontram-se descritas em TEDESCO *et. al* (1995) e EMBRAPA SOLOS & EMBRAPA INFORMÁTICA AGROPECUÁRIA (1999). Para a leitura dos extratos foi utilizado espectrofotômetro de absorção atômica para os nutrientes de Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn; fotômetro de chama para K; espectrofotômetro (visível) ou colorímetro para P, S e B e destilador vapodest 50 para o N.

RESULTADOS

MACRONUTRIENTES

De posse dos teores de cada elemento das quatro árvores, obtidos a partir de uma repetição, realizou-se uma média destes quatro valores para todos os macronutrientes, os quais são apresentados na **tabela 1**. A seguir calculou-se as demais variáveis estatísticas. A variância para todos os macronutrientes analisados pode ser considerada baixa, apesar das amostras terem sido coletadas de pontos diferentes, buscando-se maior heterogeneidade a fim de captar o maior pico de variações existentes para os teores de cada elemento.

Tabela 1: Teores médios (g kg^{-1}), variância, desvio padrão e coeficiente de variação (CV) dos macronutrientes analisados na Timbaúva.

Table 1: Mean amount (g kg^{-1}), variance, standard deviation and coefficient of variance (CV) of the analyzed macronutrients in Timbaúva.

Elemento	Média	Variância	Desvio padrão	CV (%)
Nitrogênio	35,42	9,51	3,08	8,70
Fósforo	2,14	0,21	0,46	21,49
Potássio	12,34	2,13	1,46	11,83
Cálcio	3,13	0,86	0,93	29,71
Magnésio	3,67	0,77	0,88	23,98
Enxofre	1,76	0,03	0,18	10,23

De acordo com as concentrações adequadas de elementos nutrientes apresentadas em matéria seca por EPSTEIN & BLOOM (2006), os teores médios encontrados para os macronutrientes (**tabela 1**) estão todos dentro dos valores considerados adequados, com exceção do Ca, que conforme estes autores deve ficar em torno de 5 g kg^{-1} , enquanto que para LARCHER (1977) esse teor médio deve ser próximo a 10 g kg^{-1} . Todavia EPSTEIN & BLOOM (2006) destacam que podem ocorrer faixas de variações para a concentração dos diferentes elementos minerais, neste caso, para o Ca esses autores consideram uma variação usualmente encontrada de 1 a 60 g kg^{-1} para o teor médio desse elemento.

O maior teor médio foi encontrado para o N, com $35,42 \text{ g kg}^{-1}$, o que representou o dobro do valor considerado adequado por EPSTEIN & BLOOM (2006), que é de 15 g kg^{-1} . Mas esses autores consideram também, que podem ser encontradas variações na concentração de N, as quais podem ocorrer nas faixas de $0,5 - 60 \text{ g kg}^{-1}$. O alto teor encontrado para o N na espécie estudada, se justifica pelo fato desta espécie pertencer a família das Leguminosas, permitindo assim, uma maior fixação do N através da associação com bactérias do gênero *Rhizobium*.

Considerando a soma do teor de todos os macronutrientes analisados na matéria seca folhar igual a 100 % e relacionando este valor a cada um dos elementos deste grupo, obteve-se a porcentagem de cada um dos macronutrientes em relação ao total dos macronutrientes analisados.

Através do **gráfico 1** pode-se observar a porcentagem encontrada na matéria seca folhar para cada um dos macronutrientes analisados em relação ao total de macronutrientes. Desta forma, fica fácil percebermos claramente o papel das espécies leguminosas, aqui representado pela Timbaúva, a qual apresentou 58,65 % do teor de N, ou seja, mais da metade da concentração em relação aos outros macronutrientes.

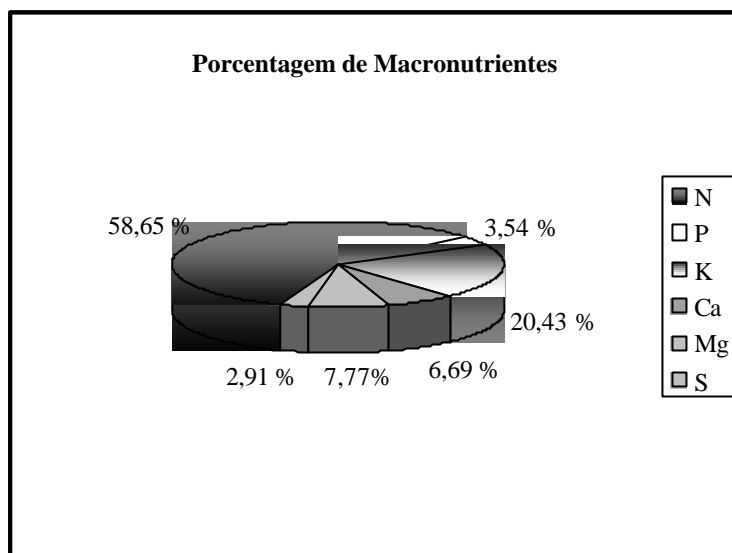


Gráfico 1: Porcentagem dos diferentes macronutrientes na matéria seca folhar de Timbaúva em relação ao total de macronutrientes.

Graphic 1: Percentage of the different macronutrients in the leaf dry matter of Timbaúva in relation at the total of macronutrients.

MICRONUTRIENTES

De posse dos teores de cada elemento das quatro árvores, obtidos a partir de uma repetição, realizou-se uma média destes quatro valores para todos os micronutrientes, os quais são apresentados na **tabela 2**. A seguir calculou-se as demais variáveis estatísticas.

A variância dos micronutrientes analisado pode ser considerada média, com exceção para o Fe. A maior variância foi observada para o Fe, o que pode ser em função da variação do conteúdo de Fe do solo, pois algumas áreas podem ter recebido restos de construções, vindo assim, a refletir essa alta disponibilidade nas folhas e também pelo fato de muitas partículas existentes no ar, principalmente em áreas com grande circulação de veículos conterem Fe, vindo estas a se depositarem na superfície folhar. Concentrações reais de elementos minerais em materiais vegetais variam amplamente, dependendo de genótipo, solo e outros fatores (EPSTEIN & BLOOM, 2006).

Partículas de Fe, de diversas origens constituem-se muitas vezes em contaminação de amostras, vindo a mascarar as verdadeiras concentrações presentes no material, desta forma,

para evitar ou amenizar essa interferência nos resultados, seria recomendável sempre proceder à limpeza asséptica com material adequado, a fim de descontaminar o material.

Tabela 2: Teores médios (mg kg^{-1}), variância, desvio padrão e coeficiente de variação (CV) dos micronutrientes analisados na Timbaúva.

Table 2: Mean amount (mg kg^{-1}), variance, standard deviation and coefficient of variance (CV) of the analyzed micronutrients in Timbaúva.

Elemento	Média	Variância	Desvio padrão	CV (%)
Boro	16,84	21,07	4,59	27,26
Cobre	7,55	4,97	2,23	29,54
Ferro	129,27	1555,12	39,44	30,51
Manganês	51,35	82,99	9,11	17,74
Zinco	30,86	69,89	8,36	27,09

Todos os micronutrientes analisados apresentaram teores médios adequados (**tabela 2**) de acordo com as concentrações adequadas sugeridas por EPSTEIN & BLOOM (2006), com exceção do B que pode estar com concentração insuficiente, mas que não fica claramente definido, visto que este elemento apresenta segundo esses autores uma variação da concentração que vai de 0,2 a 800 mg kg^{-1} . RAVEN *et. al* (2001) considera adequado para a maioria das plantas superiores uma concentração de aproximadamente 20 mg kg^{-1} para o B.

EPSTEIN & BLOOM (2006) comentam que o B está incluído entre os três elementos que apresentam ampla variação, podendo ser encontrados valores maiores ou menores do que os usualmente encontrados dentro das faixas de variação.

O Fe apresentou um dos maiores teores, sendo que RAVEN *et. al* (2001) considera adequado para esse elemento um teor de aproximadamente 100 mg kg^{-1} , enquanto que o teor encontrado foi de $129,27 \text{ mg kg}^{-1}$.

Considerando a soma do teor de todos os micronutrientes analisados na matéria seca folhar igual a 100 % e relacionando este valor a cada um dos elementos deste grupo, obteve-se a porcentagem de cada um dos micronutrientes em relação ao total dos micronutrientes analisados.

Através do **gráfico 2** pode-se observar a porcentagem encontrada para cada um dos micronutrientes analisados em relação ao total. A alta porcentagem (64,08 %) encontrada para o Fe pode não ser característico para a espécie, mas pode ter ocorrido em função da variação do meio.

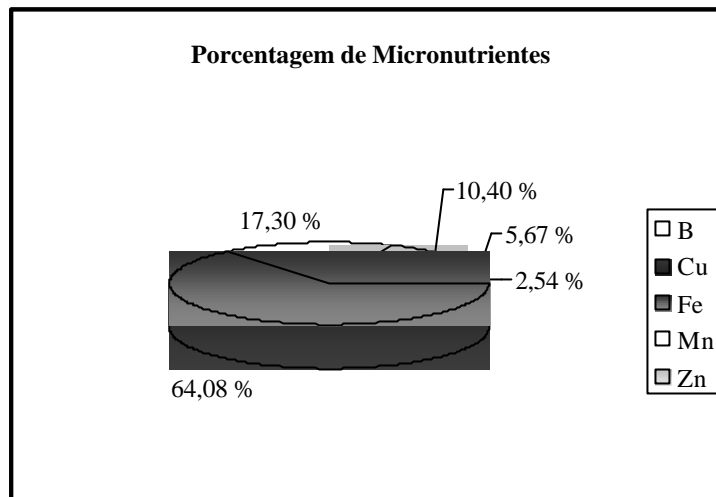


Gráfico 2: Porcentagem dos diferentes micronutrientes na matéria seca folhar de Timbaúva em relação ao total de micronutrientes.

Graphic 2: Percentage of the different micronutrients in the leaf dry matter of Timbaúva in relation at the total of mironutrients.

CONCLUSÕES

Diante do que foi apresentado nesse trabalho, conclui-se que:

- A espécie estudada apresentou bons teores de nutrientes minerais para os macronutrientes analisados;
- Pela análise do material vegetal, comprova-se a eficiência da Timbaúva em fixar N;
- Os teores encontrados para os micronutrientes são considerados adequados, com exceção para o B, o qual pode estar ou não com níveis de deficiência.

BIBLIOGRAFIA

- BIONDI, D.; REISSMAM, C. B. 2002. Análise da composição química foliar do Ipê-Amarelo (*Tabebuia chrysotricha*) (Mart) Standl) na arborização urbana de Curitiba, PR. Revista Ciência Florestal, 12 (2):153 - 159.
- EMBRAPA SOLOS; EMBRAPA INFORMÁTICA AGROPECUÁRIA. SILVA, F. C. (Org.). 1999. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia. 370 p.

- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. 2006. Componentes Inorgânicos de Plantas. IN: NUTRIÇÃO MINERAL DE PLANTAS: Princípios e Perspectivas. 2ª ed. Londrina: Planta. p. 41 – 68.
- LARCHER, W. 1977. Ecofisiología Vegetal. Barcelona: Omega, S. A. 303 p.
- LORENZI, A. 2002. Árvores Brasileiras. Plantarum. Nova Odessa. p. 193.
- RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. 2001. Nutrição vegetal e solos. Biologia vegetal. 6ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. p. 698-719.
- SANTOS, N. R. Z.; TEIXEIRA, I. F.; BALEST, S. S.; SILVEIRA, B. D; FLORES, A. V. 2001. Análise da arborização do Campus da Universidade Federal de Santa Maria (RS). In: IX ENCONTRO NACIONAL DE ARBORIZAÇÃO URBANA. Anais... Brasília. Disponível em: <http://www.sbau.com.br/arquivos/IX_Sbau_Brazilia.zip>. Acesso em: 5 set. 2005.
- STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; SCHNEIDER, P. 2002. Solos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS: Emater/RS; UFRGS. 107 p.
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. 1995. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS. p. 83-114. (Boletim técnico, n. 5).

INFLUENCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA DE RIEGO EN LA OCURRENCIA DE LA MANCHA CAFÉ DE MADERA DE *Pinus taeda* SECADA EN HORNO DE ALTA TEMPERATURA

INFLUENCE OF WATERING WATER QUALITY ON KILN BROWN STAIN OF LOGS OF *Pinus taeda*

Claudia F. Schöller¹
Teresa Argüelles²
Nicolás G. Rudolph³

¹ Ingeniera Forestal. Laboratorio de Investigación Química Forestal (L.In.Qui.F.). Facultad de Ciencias Forestales (U.Na.M.). Bertoní 124 (3380) Eldorado, Misiones, Argentina. fscholler@yahoo.com.ar

² Doctora; L.In.Qui.F.; Profesora de las Cátedras de Química Aplicada, Biológica, Fisiología Vegetal. F.C.F.; U.Na.M.. arguelles@facfor.unam.edu.ar

³ Estudiante de Ingeniería en Industria de la Madera. F.C.F. U.Na.M.. ngrudolph@yahoo.com.ar

SUMMARY

The brown stain (MC) is a brown discolouration which develops between 1 and 1,5 mm under the timber surface that is dried in a high temperature kiln, at a100 °C and above. One factor that influences its occurrence is the watering condition to which the logs are exposed in the storing process, to prevent the blue stain. The water used for this watering is constantly recycled, diluting in the process water soluble substances, causing a change in the chemical conditions of the water. This work presents the study of the influence of the quality of the water in the occurrence of the brown stain in *Pinus taeda*. Samples taken from brown stained parts were planned and the spins water extracted. The extractive material was analyzed for the presence of sugars, phenols and proteins. Analysis by SDS- electrophoresis of the extractives, showed the formation in the dry timber of Amadory products.

Key words : Kiln brown stain, watering, water-soluble compounds, *Pinus taeda*.

RESUMEN

La mancha café (MC) es una decoloración marrón que se desarrolla 1mm a 1,5mm aproximadamente, debajo de la superficie de tablas que son secadas en hornos de alta temperatura, esto es a temperaturas mayores a 100 °C. Uno de los posibles factores que influyen su ocurrencia es la condición de riego a la que están expuestos los rollos en la playa de acopio, para evitar el manchado de las trozas con el hongo causante de la mancha azul. El agua utilizada para este riego es recirculada constantemente, provocando un cambio en las condiciones químicas del agua. En este trabajo se presentan resultados de la influencia de la calidad del agua en la ocurrencia de la mancha café en *Pinus taeda*.

Se realizaron extracciones con agua a las virutas en las zonas con MC. Se pesó la cantidad de extractivo y se investigó la presencia de azúcares, fenoles y proteínas. Análisis del material extraído con SDS- electroforesis, demostró la presencia de compuestos de Amadori en las maderas secadas a alta temperatura.

INTRODUCCIÓN

La mancha café se desarrolla durante el secado en horno y ocurre justo debajo de la superficie de la madera.

La intensidad de la mancha depende de la temperatura de secado (Kreber y Haslett, 1997; Wastney et al, 1997)

La mancha se desarrolla hasta los 2 mm de profundidad y generalmente se observa después del cepillado en la remanufactura. La mancha disminuye el valor económico de la madera debido a su aspecto físico.

Las condiciones de acopio de los rollos y las condiciones del agua de riego podrían tener influencia en la ocurrencia de la MC.

McDonald et al (1997) demostraron que los componentes hidrosolubles serían los responsables de la ocurrencia de la mancha café durante el secado. Los autores reportaron que las clases químicas predominantes en compuestos solubles en agua incluyen azúcares, aminoácidos y fenoles.

En los alimentos, los grupos amino y azúcares reductores son conocidos como la causa de un amarronamiento no enzimático que ocurre a altas temperaturas , denominado reacción de Maillard (Delgado – Andrade, 2005).

Puede ocurrir que suficientes cantidades de aminoácidos y azúcares reductores estén presentes en el pino para causar esta reacción durante el secado en horno a alta temperatura .

El objetivo del trabajo es determinar la influencia de las características del agua y además determinar la presencia de fenoles, carbohidratos y compuestos de Amadori, estos últimos, responsables de la reacción de Maillard.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para determinar la influencia de la calidad del agua se seleccionaron 8 rollos de pino, descortezados, con un diámetro medio de 30 cm y longitud 1 m.

Fueron puestos todos, simultáneamente, bajo condiciones de riego constante, similares a las de la planta industrial, con la diferencia de la característica del agua, de pozo profundo, la cual no fue recirculada.

Un rollo por semana era llevado a aserrar y secar. El tamaño de las probetas fue de 30 x 100 cm.

El secado de las probetas se llevo a cabo en secaderos industriales de alta temperatura.

El procedimiento para determinar las características ópticas de las manchas de las maderas secadas fueron hechas según Schöller *et al* (2005).

De las manchas de la madera secada se obtuvieron las virutas, las cuales fueron tamizadas con el objeto de obtener una medida de viruta homogénea y sin material fino.

Los extractos que surgieron de la mancha se obtuvieron mediante la inmersión de las virutas en agua destilada, permaneciendo 24 hs a temperatura ambiente en estas condiciones, se filtró la solución a través de tela, y el filtrado se secó en estufa a 50 °C, obteniéndose un residuo sólido.

La determinación de la presencia de fenoles se llevó a cabo mediante una reacción de color con cloruro férrico al 1%.

La determinación de presencia de azúcares se llevó a cabo con la prueba de Molisch y de Fehling.

Para la determinación de los compuestos de Amadori, a 0,5 mL de muestra se agregó 4 µg de SDS (Docedil Sulfato de Sodio), 6 µg de suprosa, 10 µL de mercaptoetanol y 0,002 µg de Azul de Bromuro fenol. La solución se craqueó a 100 °C durante 5 min.

La separación de los compuestos presentes en la muestra se llevó a cabo mediante SDS-Electroforesis, con geles de resolución de 11% T y 12,5%T.

Se sembraron 20 µL de la muestra en cada pocillo, se utilizó una corriente de 110V, y el tiempo de corrida fue de 1,25 h.

El revelado de los geles se realizó con Coomasie Brilliant Blue-R250.

RESULTADOS

El gráfico 1 representa la evolución de la superficie manchada con respecto al tiempo de permanencia bajo riego con agua limpia de los rollos. En el gráfico se puede observar que en nuestras condiciones la superficie manchada es directamente proporcional al tiempo de permanencia de los rollos en el acopio.

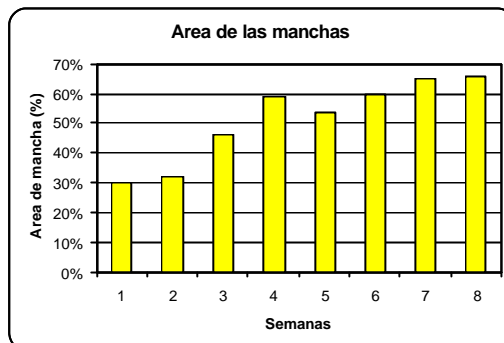


Gráfico 1. Área de MC respecto al tiempo de permanencia de los rollos bajo riego.

La profundidad de la MC presenta un comportamiento similar al de la superficie como se puede ver en el gráfico 2, donde la menor profundidad es de 0,5 mm correspondiente a las primeras 2 semanas y la mayor profundidad de 3 mm cuando el rollo ha permanecido el tiempo de la experiencia en la playa de acopio.

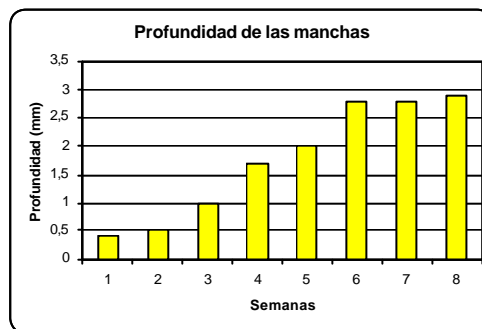


Gráfico 2. Profundidad de la MC respecto al tiempo de permanencia de los rollos bajo riego

Para el trabajo diario se confeccionó una escala de tonos del 1 al 6 (ver figura 1) con la cual se midieron todas las experiencias, en el caso de los tonos se observa que todas las maderas manchadas presentan tonos desde un mínimo de grado 2, mancha leve, hasta el máximo de la escala, mancha importante, en las últimas semanas.

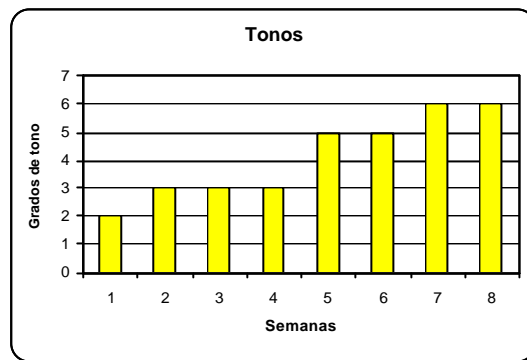


Gráfico 3. Tonos de la MC respecto a las semanas de permanencia de los rollos bajo riego.

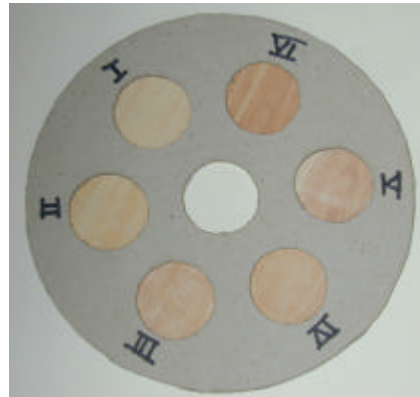


Figura 1. Comparador manual para la medida de la escala de tonos originados por la MC
(En el centro debe ubicarse la mancha que se desea comparar.)

Todos los extractos fueron muy solubles en agua, siendo un buen medio de cultivo para el crecimiento de hifas de hongos, en el extracto sólido no crecieron hongos debido seguramente al gran potencial osmótico de la muestra.

La presencia de fenoles y azúcares reductores y no reductores fue positiva.

También fueron identificados los compuestos de Amadori, en las corridas electroforéticas (figura 2), se observan proteínas altamente glicosiladas (banda 1) y otros compuestos de menor peso molecular que aparentemente serían proteínas no glicosiladas o péptidos (banda2). Estos compuestos de Amadori aparecen como uno de los principales componentes de los extractivos, que ocasionarían la MC (McDonald *et al*, 1997).

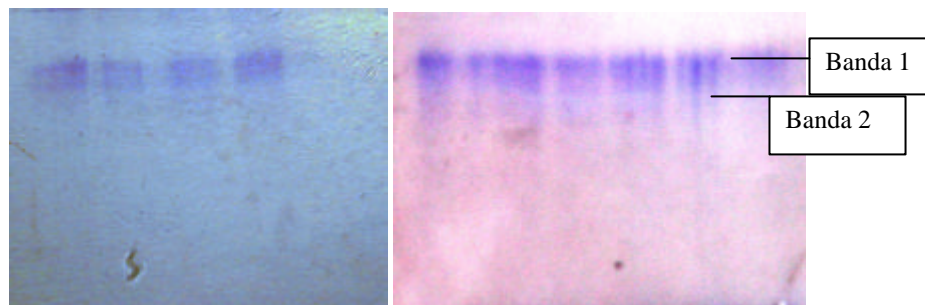


Figura 1. Geles con compuestos de Amadori

CONCLUSIONES

Los resultados de profundidad, tono y área de la MC dan resultados muy similares a la experiencia realizada con agua recirculada del establecimiento industrial, según lo expuesto en el trabajo de Schöller *et al* (2005), por lo que se puede concluir que la calidad del agua no tiene influencia sobre la característica de la MC.

Los extractivos son solubles en agua, esto explica que la mancha se puede generar a partir del depósito de los mismos extractivos que migran desde el interior de la madera hacia la superficie, durante el secado, con el agua que se va moviendo y evaporando.

Se encontraron en los extractos de madera manchada, los principales componentes causantes de la MC, fenoles, azúcares y compuestos de Amadori.

BIBLIOGRAFÍA

- DELGADO-ANDRADE, C.; Seiquer, I.; Navarro, M.P. 2005. Repercusiones del consumo de mezclas calentadas de glucosa-lisina y glucosa-metionina sobre el calcio óseo. *Nutrición Hospitalaria* V.20 No 1. Madrid.
- KREBER, B y Haslett, A. N. 1997. A study of some factors promoting kiln brown stain during the drying of radiata pine. *Holz Roh Werkstoff*. 55, 215 – 220.
- McDONALD, A. G.; Fernandez, M. y Kreber, B. 1997. Chemical and UV-VIS spectroscopic study on kiln brown stain formation on radiata pine. 9th International Symposium of Wood and Pulping Chemistry. Pp 70.1-70.5 Montreal. Canadá.
- McDONALD, A. G.; Fernandez, M.; Kreber, B. y Laytner, F. 2000. The chemical nature of kiln brown stain in radiata pine. *Holzforschung* No 1. pp 12-22. New Zealand.
- SCHÖLLER, C.F.; Argüelles, T.; Rudolph, N.G. 2005. Estudio de los factores que inciden sobre la aparición de la mancha café en madera de *Pinus taeda* durante el proceso de secado en cámara de alta temperatura y ensayos tendientes a minimizar su ocurrencia. Misiones.

ESTUDIOS TECNOLÓGICOS DE LA MADERA DE ROBLE EUROPEO (*Quercus robur* L.) CULTIVADO EN LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES, ARGENTINA
TECHNOLOGIC STUDIES ON OAK WOOD (*Quercus robur* L.) CULTIVATED OF
BUENOS AIRES PROVINCE, ARGENTINA

Eleana M. Spavento¹

Gabriel D. Keil²

Mónica Murace³

Bruno Bertoli⁴

¹ Ingeniera Forestal, Auxiliar Docente, Industrias Forestales I y Profesional Independiente

¹ Ing. Forestal M. Sc., Docente-Investigador, Industrias Forestales I y Xilotecología.;

³ Lic en Biología, Docente-Investigadora, Protección Forestal;

⁴ Ingeniero Forestal, Profesional Independiente.

Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP. E mail: indforest1@ceres.agro.unlp.edu.ar

SUMMARY

The objective of the present job was to study the technological features of oak wood cultivated in Buenos Aires province, with the intention of knowing its potential uses and admitting its inclusion to the wood local market. The following physical-mechanical properties were determined: humidity content (IRAM 9532), normal and anhydrous apparent density, volumetric dry weight (IRAM 9544), dimensional changes (IRAM 9543), janka hardness (IRAM 9570), static flexion (IRAM 9542), fiber parallel cut (IRAM 9596), fiber parallel and perpendicular compression (IRAM 9541 e IRAM 9547, respectively) and natural durability. The results indicated that oak is a semiheavy, medium stability, hard, highly resistant and durable wood. It's accurate for outside and inside in contact with soil, someted to fiber parallel (column and pole) and perpendicular (cross-beams) compression efforts, flexion (beams, ridge, joist and herd hover two hundred goats) and cut.

Key words: oak, physical-mechanical properties, durability, uses.

RESUMEN

El **objetivo** del presente trabajo fue estudiar las características tecnológicas de la madera de roble europeo cultivada en la provincia de Buenos Aires con el propósito de conocer los usos potenciales y admitir su incorporación al mercado maderero local. Se determinaron las propiedades físico-mecánicas: contenido de humedad (IRAM 9532), densidad aparente

normal, anhidra, peso seco volumétrico (IRAM 9544), cambios dimensionales (IRAM 9543), dureza Janka (IRAM 9570), flexión estática (IRAM 9542), corte paralelo a las fibras (IRAM 9596), compresión paralela (IRAM 9541) y perpendicular a las fibras (IRAM 9547); y la durabilidad natural (IRAM 9518). Los resultados indicaron que el roble europeo es una madera semipesada, de estabilidad media, dura, altamente resistente y durable. De acuerdo con esto es apta para uso interior y exterior en contacto con el suelo, expuesta a esfuerzos de compresión paralela (columnas y pilotes) y perpendicular a las fibras (soleras), flexión (vigas, cumbreras, cabios, cabriadas) y corte.

Palabras clave: roble europeo, propiedades físico-mecánicas, durabilidad, usos.

INTRODUCCIÓN

Los recursos forestales de la República Argentina están constituidos por 37 millones de hectáreas de bosques nativos y 1 millón de bosques de implantados (AACREA, 2003).

Del total forestado, el 50% corresponde a coníferas, el 30% a eucaliptos, el 16% a sauces y álamos y el 4% a especies varias (AACREA, 2003).

Los bosques implantados están distribuidos en diferentes polos forestales que concentran producción primaria, industrialización y sector de servicios específicos (AACREA, 2003).

Las especies forestales que se utilizan en el mercado maderero de la provincia de Buenos Aires provienen de bosques nativos del NOA y NEA y de plantaciones de esta última región, (SAGPyA, 2004).

Estas maderas se utilizan para la elaboración de productos relacionados con la construcción y la carpintería rural generando un costo elevado dentro de los esquemas productivos. En este sentido es interesante pensar en su complementación, para ciertos usos, con otras especies como el roble europeo implantado en la provincia de Buenos Aires.

El roble europeo, existente en esta provincia proviene de montes mixtos concentrados principalmente en pequeñas superficies de explotación agropecuaria de la zona.

En Argentina, para esta madera, no se registran antecedentes tecnológicos ni de usos específicos. En sus países de origen (Gran Bretaña, centro y este de Europa) es utilizada para la fabricación de muebles, paneles, mangos de herramientas, aberturas, toneles, ebanistería, obras hidráulicas, construcción naval, pallets, decks y pisos en general (AITIM, 2006).

El conocimiento de las características tecnológicas del roble implantado en la provincia de Buenos Aires permitirá especificar sus potenciales usos y, de este modo, incorporarlo en el mercado maderero local.

De acuerdo con esto, el objetivo de este trabajo fue determinar, mediante ensayos estandarizados, las características tecnológicas del roble europeo con el propósito de definir usos y aplicaciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material leñoso

La madera ensayada (*Quercus robur* L.) provino de un rodal ubicado en la Estancia 'El Refugio' (37°13' S; 58°11' O) partido de Ayacucho, Buenos Aires. Este rodal presenta una vegetación arbórea densa, mixta y sin diseño definido. El material provino de diez individuos seleccionados al azar. De estos se obtuvieron trozas basales de 5 metros de largo que fueron procesadas para la obtención de tablas. Estas fueron estibadas hasta alcanzar el contenido de humedad en equilibrio y posteriormente fueron aserradas para la obtención de probetas dimensionadas según Normas IRAM.

Propiedades físicas

Las propiedades físicas estudiadas fueron: contenido de humedad (CH %), (IRAM 9532), densidad aparente normal (D_n g/cm³), anhidra (D_o g/cm³) y peso seco volumétrico (PSV), (IRAM 9544); como así también los cambios dimensionales (IRAM 9543). Los parámetros que permitieron evaluar los cambios dimensionales fueron: contracción normal máxima radial ($C_{n_{rdmáx}}$ %) y tangencial ($C_{n_{tgmáx}}$ %), coeficiente de contracción radial (v_{rd} %) y tangencial (v_{tg} %), punto de saturación de las fibras (PSF %) y coeficiente de anisotropía (T/R).

Propiedades mecánicas

Los ensayos mecánicos realizados fueron: dureza Janka, (IRAM 9570), flexión estática, (IRAM 9542), corte paralelo a la dirección de las fibras, (IRAM 9596) y compresión perpendicular, (IRAM 9547) y paralela a las fibras, (IRAM 9541). Los mismos fueron efectuados en el Laboratorio de Ensayos de Materiales, Facultad de Ingeniería, UNLP.

Dureza Janka: se determinaron los valores medios de dureza transversal, radial y tangencial, expresados en N/mm².

Flexión estática: los parámetros determinados fueron: módulo de rotura (MOR), módulo de elasticidad (MOE) y tensión en el límite de proporcionalidad (TLP). Los resultados se expresaron en N/mm^2 .

Corte paralelo a la dirección de las fibras: se determinó la tensión de rotura (TR), expresada en N/mm^2 .

Compresión perpendicular a las fibras: se determinó el módulo de rotura (MOR), expresado en N/mm^2 .

Compresión paralela a las fibras: los parámetros determinados fueron: módulo de rotura (MOR), módulo de elasticidad (MOE) y tensión en el límite de proporcionalidad (TLP). Los mismos expresados en N/mm^2 .

Durabilidad natural

La durabilidad natural se determinó mediante ensayos de degradación acelerada en laboratorio (IRAM 9518, 1962). Las cepas xilófagas utilizadas fueron *Gloeophyllum saepiarum* (Wulf.: Fr.) P. Karst. y *Trametes versicolor* (L.: Fr.) Lloyd. De acuerdo con los porcentajes de pérdida de peso (Pp%) obtenidos se determinó la clase de resistencia a la degradación (Findlay, ASTM D-2017-78).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Propiedades físicas

Contenido de humedad y densidades aparentes

Tabla 1. Contenido de humedad y densidades aparentes de roble.

Table 1. Content humidity and apparent densities of oak.

Parámetros	Cantidad de muestras	Media	Desvío estándar
CH (%)	30	12,21	0,84 (6,87)
Dn (g/cm^3)	30	0,773	0,09 (11,72)
Do (g/cm^3)	30	0,726	0,09 (11,72)
PSV	30	0,689**	0,08** (11,14)

CH contenido de humedad; Dn densidad aparente normal; Do densidad aparente anhidra; PSV peso seco volumétrico. CH content humidity; Dn normal apparent density; Do apparent density anhidra; PSV dry weight volumétrico. ** Adimensional. Los coeficientes de variación (C.V. %) se indican entre paréntesis. ** Adimensional. The coefficients of variation (C.V.%) they are indicated between bracket.

El CH determinado se ubicó dentro de lo sugerido para la determinación de las propiedades físico-mecánicas de las maderas, (Coronel, 1994). De acuerdo con lo esperado la

Dn representó el mayor valor y el PSV el menor de ellos (Tabla 1), (Junta del Acuerdo de Cartagena, 1989).

Cambios dimensionales

Tabla 2. Valores de contracción y PSF de la madera de roble.

Table 2. Values of contraction and PSF of the wood of oak.

Parámetros	Cantidad de muestras	Media* (%)	Desvío estándar (%)
Cn _{rdmáx}	30	6,80 a	0,82 (12,08)
Cn _{tgmáx}	30	12,54 b	1,25 (9,95)
v _{rd}	30	0,28 a	0,04 (12,73)
v _{tg}	30	0,42 b	0,04 (8,72)
PSF	30	27,41	3,79 (13,83)

Cn_{rdmáx} contracción normal radial máxima; Cn_{tgmáx} contracción normal tangencial máxima; v_{rd} coeficiente de contracción radial; v_{tg} coeficiente de contracción tangencial; PSF punto de saturación de las fibras. Cn_{rdmáx} normal radial maximum contraction; Cn_{tgmáx} normal tangential maximum contraction; v_{rd} coefficient of radial contraction; v_{tg} coefficient of tangential contraction; PSF saturation point of the fibers. *Letras diferentes denotan diferencias significativas con el test de Tukey (p = 0,05). Los coeficientes de variación (C.V. %) se indican entre paréntesis. *Different letters denote significant differences with Tukey's test (p = 0,05). The coefficients of variation (C.V.%) they are indicated between bracket.

Se encontraron diferencias significativas entre los valores de Cn_{máx} y v en los dos planos de estudios, siendo superiores los valores de Cn_{tgmáx} (Tabla 2) en coincidencia con lo expuesto por Coronel (1994), como también en los valores de v_{tg}. Según los v hallados, en la madera se registrará una disminución en sus dimensiones originales del 0,28% y del 0,42% en sentido radial y tangencial respectivamente al perder el 1% del CH desde el PSF (27,41%) hasta su estado anhidro.

Coficiente de anisotropía

El T/R obtenido fue 1,84. De acuerdo con esto, esta madera se considera de estabilidad media, (Coronel, 1994). Lo mismo se determinó mediante el análisis conjunto de los valores de Cn_{rdmáx}, Cn_{tgmáx}, v_{rd}, v_{tg}, y T/R.

PROPIEDADES MECÁNICAS

Tabla 3. Dureza Janka

Table 3. Hardness janka

Plano	Cantidad de muestras	Media* (N/mm ²)	Desvío estándar (N/mm ²)
Transversal	30	82,91 a	6,40 (7,72)
Radial	30	74,11 b	9,98 (13,47)
Tangencial	30	76,71 b	11,32 (14,75)

*Letras diferentes denotan diferencias significativas con el test de Tukey ($p < 0,05$). Los coeficientes de variación (C.V.%) se indican entre paréntesis. *Different letters denote significant differences with Tukey's test ($p = 0,05$). The coefficients of variation (C.V.%) they are indicated between bracket.

El valor de dureza transversal fue significativamente superior al de las otras dos orientaciones de estudio. Los valores de dureza radial y tangencial no presentaron diferencias significativas, (Tabla 3). Según la relación Do – dureza esta especie es clasificada como semipesada y dura, (Coronel, 1995). De acuerdo con esto, la madera de roble europeo puede ser utilizada en solados de diferentes tipos, aún en lugares de alto tránsito.

Tabla 4. Valores de los ensayos de flexión, compresión paralela y perpendicular a las fibras y corte para la madera de roble europeo.

Table 4. Values of the flexion tests, compression parallel and perpendicular to the fibers and cut for the wood of oak.

Parámetros	Nº muestras	Media (N/mm ²)			Desvío estándar (N/mm ²)		
		MOR	MOE	TLP	MOR	MOE	TLP
Flexión estática	30	139,97	1079,14	61,25	15,20 (10,86)	136,70 (12,67)	6,71 (10,96)
Compresión paralela A las fibras	30	53,59	1460,99	27,51	4,90 (9,15)	198,46 (13,58)	3,40 (12,35)
Compresión perpendicular A las fibras	30	MOR 27,00			1,10 (4,08)		
Corte paralelo a las fibras	30	TR 17,72			2,21 (12,49)		

MOR módulo de rotura; MOE módulo de elasticidad; TLP tensión en el límite de proporcionalidad; TR tensión de rotura. MOR module of break; MOE module of elasticity; TLP tension in the limit of proportionality; TR tension of break. Los coeficientes de variación (C.V.%) se indican entre paréntesis. The coefficients of variation (C.V.%) they are indicated between brackets.

Según se observa en la Tabla 4 esta madera es altamente resistente, (Sparnochchia, 2002). Por esto podría ser utilizada en estructuras expuestas a esfuerzos de compresión paralela (columnas y pilotes) y perpendicular a las fibras (soleras) como también a esfuerzos de compresión, tracción y corte en piezas sometidas a flexión (vigas, cumbreras, cabios, cabriadas, pisos entablados y dinteles, entre otros) (Hanono, 2001).

Durabilidad natural

Los resultados de Pp % obtenidos se ubicaron entre 0 y 1,20 % con la cepa de pudrición castaña y entre 0 y 2,06 % con la de pudrición blanca. En este sentido, la madera fue categorizada “altamente resistente a la degradación fúngica”, (Tabla 5). La madera de roble europeo puede utilizarse en situaciones de riesgo extrema (exterior y en contacto con el suelo).

Tabla 5. Clases de Resistencia a la degradación fúngica (ASTM D-2017, 1978)

Tabla 5. Classes of Resistance to the degradation fúngica (ASTM D-2017, 1978)

Porcentaje medio de pérdida de masa	Porcentaje medio de masa residual	Clase de resistencia a la degradación fúngica
0-10	90-100	Altamente Resistente
11-24	76-89	Resistente
25-44	56-75	Moderadamente Resistente
45 o más	55 o menos	No Resistente

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos, la madera de roble europeo se considera dura y semipesada por lo que esta especie puede ser usada en solados de diferentes tipos, aún en lugares de alto tránsito.

Debido a su estabilidad media será un material propenso a los defectos de forma, grietas y rajaduras durante el secado.

Por los valores de resistencia mecánica obtenidos puede ser utilizada en estructuras expuestas a compresión paralela (columnas y pilotes) y perpendicular a las fibras (soleras), como así también a esfuerzos de compresión, tracción y corte en piezas sometidas a flexión (vigas, cumbreras, cabios, cabriadas, pisos entablonados y dinteles).

Por su resistencia a la degradación es un material apto para uso exterior y en contacto con el suelo.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Lic. Ana María Bucszinsky, Instituto Spegazzini, Facultad de Ciencias Naturales y Museo (UNLP -CONICET) por proveernos la cepa xilófaga utilizada.

BIBLIOGRAFIA

AITIM. <http://www.infomadera.net/madera/especie/9907>.

- ASTM D-2017. (1978). American Society for Testing and Materials. Standard method accelerated laboratory test of natural decay resistance of woods. In annual book.
- CORONEL, E.O. (1994). "Fundamentos de las propiedades físicas y mecánicas de la madera. Aspectos teóricos y prácticos para la determinación de las propiedades y sus aplicaciones". 1 Parte: "Fundamentos de las propiedades físicas de la madera". Publicación ITM - UNSE. 187pp.
- CORONEL, E.O. (1995). "Fundamentos de las propiedades físicas y mecánicas de las maderas. Aspectos teóricos y prácticos para la determinación de las propiedades y sus aplicaciones. 2 Parte: "Fundamentos de las propiedades mecánicas de las maderas". Publicación ITM – UNSE. 335 pp.
- HANONO. (2001). "Construcción en madera". Cima, producciones gráficas y editoriales. 155 pp.
- IRAM 9518. (1962). "Toxicidad, Permanencia y Eficacia de Preservadores de Madera.". Instituto de Racionalización de Materiales. 12 pp.
- IRAM 9532. (1963). "Método de determinación de humedad". Instituto de Racionalización de Materiales. 14 pp.
- IRAM 9541. (1977). "Método de ensayo de compresión paralela a las fibras". Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. 6 pp.
- IRAM 9542. (1977). "Método de ensayo de flexión estática de maderas con densidad aparente mayor de 0.5 g/cm³". Instituto Argentino de Racionalización de materiales 10 pp.
- IRAM 9543. (1985). "Método para la determinación de los valores de contracción de la madera". Instituto Argentino de racionalización de Materiales. 10 pp.
- IRAM 9544. (1985). "Método para la determinación de la densidad aparente". Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. 10 pp.
- IRAM 9547. (1977). "Método de determinación de la compresión perpendicular al grano". Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. 5 pp.
- IRAM 9570. (1971). "Método de ensayo de la dureza janka". Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. 6 pp.
- IRAM 9596. (1977). "Método de ensayo de corte paralelo a la dirección de las fibras". Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. 10 pp.
- Junta del Acuerdo de Cartagena (JUNAC). (1989). "Manual del Grupo Andino para el Secado de Maderas". 1ª Ed., Lima. Perú. Pp 294.
- SAGPyA.[http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0-0/forestacion/econo/15.\(2004\)](http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0-0/forestacion/econo/15.(2004)). Estadísticas Forestales. Indicadores de sector forestal.
- SPARNOCHIA, L. (2002). "Propiedades físicas y mecánicas, conceptos y su variabilidad". Cátedra de Xilotecnología. 16 pp.

**COEFICIENTE DE CONTRACCIÓN Y DUREZA JANKA DE LA MADERA DE
Araucaria angustifolia Bert IMPREGNADA CON POLIETILENGLICOL PM 600**

**CONTRACTION COEFFICIENT AND WOOD JANKA HARDNESS OF *Araucaria
angustifolia Bert* IMPREGNED WITH POLIETHILINGL PM 600**

Teresa M. Suirezs¹

Elisa A. Bobadilla²

Alicia Sther³

Ricardo Wanderer⁴

Marciana Amarilla⁵

Luis Redka⁶

¹Facultad de Ciencias Forestales (UNaM) Bertoni 124, Eldorado, Misiones, Argentina.
suirezs@facfor.uman.edu.ar

²Facultad de Ciencias Forestales (UNaM) Bertoni 124, Eldorado, Misiones, Argentina.
elisa@facfor.unam.edu.ar

^{3,4,5 y 6}Facultad de Ciencias Forestales (UNaM) Bertoni 124, Eldorado, Misiones, Arg.

SUMMARY

The objective of this paper is to evaluate the contraction coefficient and wood Janka hardness of the *Araucaria angustifolia* (Parana pine) impregnated with polyethyleneglycol. The commercial woods of Parana pine were selected at random from the industries in the area and were impregnated with polyethyleneglycol of molecular weight of 600, in water suspension at 50% by the Burnett method with a vacuum of $-0,5 \text{ kg/cm}^2$ and 7 kg/cm^2 of pressure during 120 minutes, with an average retention of 322 kg/m^3 . The probes for the experiments were taken according to the IRAM (Institute Argentine of Material Rationalization) protocols N° 9543; 9532; y ASTM N° 143/52 (American Society for Testing and Materials). The dimensional stability of the impregnated wood with polyethyleneglycol PM 600 was significantly larger than those without impregnation. Related to the Janka hardness on the three wood surface under study no significant differences were detected.

Key words: Contraction coefficient, Dimensional stability, Janka hardness, Impregnation, Polyethyleneglycol.

RESUMEN

El objetivo del trabajo consistió en evaluar los coeficientes de contracción y dureza Janka de la madera de *Araucaria angustifolia* (pino paraná) impregnada con polietilenglicol. Las maderas comerciales pino paraná fueron seleccionadas al azar en las industrias de la zona y fueron impregnadas con polietilenglicol de peso molecular 600, en solución acuosa al 50 %, por el método de Burnett aplicándose vacío de $-0,5 \text{ kg/cm}^2$ y 7 kg/cm^2 de presión durante 120 minutos, lográndose en estas condiciones una retención media de 322 kg/m^3 . Las probetas para los ensayos de las propiedades estudiadas se realizaron bajo las normas IRAM (Instituto Argentino de Racionalización de Materiales) N° 9543, 9532 y ASTM N° 143/52 (American Society for Testing and Materials). La madera impregnada con polietilenglicol PM 600 ha aumentado significativamente su estabilidad dimensional, respecto a la madera sin impregnar. En cuanto a la dureza Janka en las tres superficies estudiadas en las maderas sin impregnar e impregnada no presentaron diferencias significativas.

Palabras clave: Coeficiente de contracción, estabilidad dimensional, dureza Janka, impregnación, Polietilenglicol.

INTRODUCCIÓN

El área natural del pino paraná (*Araucaria angustifolia*) abarca desde Río Grande del Sur hasta Minas Gerais, en Brasil, y en Argentina en el nordeste de Misiones. Es un árbol de follaje perenne que alcanza los 40 metros de altura y 1,50 metros de diámetro. Su madera es blanda y liviana de color blanco-amarillenta, y su duramen oscurece con el tiempo. Su densidad es de $0,500 \text{ gr/cm}^3$ (DIMITRI, 1977).

Esta madera tiene múltiples aplicaciones en carpintería, construcciones civiles, madera compensada, pasta para papel, etc. Actualmente la araucaria se cultiva en casi toda la Argentina templado-calida, desde las fronteras norteñas hasta el sur de la provincia de Buenos Aires se cultivan como plantas ornamentales, en Misiones se realizan plantaciones con fin comercial. (BILONE, 1990).

La superficie actual cultivada es de 10000 has.

GONZALEZ, et. al. (1994), estudiaron las propiedades físicas y mecánicas de la madera de pino paraná (*Araucaria angustifolia*) reforestado en Misiones, obteniendo los siguientes resultados:

Contracción total radial= 3,8 %.

Contracción total tangencial= 7 %.

Dureza Janka transversal = 490 kg/cm²

Dureza Janka Tangencial = 325 kg/cm²

Dureza Janka Radial = 337 kg/cm²

Variación dimensional de la madera

La madera por ser un material higroscópico sufre variación dimensional en sus tres direcciones, causando dificultades en los productos finales, y principalmente si es usada en regiones con equilibrio higroscópicos diferentes.

En la industria maderera es de gran interés el coeficiente de retractabilidad, conocido por hinchamiento y contracción diferencial, este expresa el porcentaje de hinchamiento y de contracción lineal por cada 1 % de variación del contenido de humedad en la madera. Se han realizado varios métodos con la finalidad de reducir estos coeficientes, entre ellos, laminación cruzada, conocida como madera compensada, se obtiene estabilización mecánica, porque en el armado del producto las laminas son colocadas de tal manera que las direcciones de las fibras, queden alternadas, debido que el hinchamiento longitudinal que es 20 a 30 veces menor respecto a la dirección radial y tangencial contrarrestando las contracciones transversales. La desventaja de este método es el hinchamiento en el espesor de las láminas, (KOLLMAN et al., 1975).

Maderas Impregnadas con productos estabilizantes

Diversos investigadores han demostrado que la contracción y el hinchamiento de la madera pueden ser reducidos de diferentes métodos, entre ellos, el proceso de acetilación por sustitución, para reducir la higroscopicidad de la madera, sustituyendo los hidroxilos higroscópicos de la celulosa y hemicelulosa por grupos acetil higrofóbicos.

El engrosado de la pared celular se puede realizar con diferentes productos químicos: sales de sodio, bario, magnesio, azúcares, polietilenglicol, resinas sintéticas, que incorporados a la pared celular reemplaza parte del agua y se logra la estabilización parcial o total de la madera, (KOLLMAN et al., 1975).

El polietilenglicol (PEG) con peso molecular entre 300 y 1500 son los más utilizados para el engrosado de la pared celular, con soluciones acuosas de 30 a 50 % de concentración en peso del polímero. Los pesos moleculares bajos son más volátiles y en contacto con la humedad salen con facilidad de la madera; los pesos moleculares altos son más estables, pero son más difíciles de que penetren en la pared celular. Su tamaño es 80 veces mayor que el de la molécula de agua, lo que disminuye su efectividad como agente hinchante. El PEG 300 es más efectivo que el PEG 1500, (JUDIS et al., 1998).

PAZ (1998), en su trabajo de tesis determino que la madera de quebracho-blanco impregnada con polietilenglicol PM 600, en solución acuosa al 50 %, con 10 kg/m² de presión durante 120 minutos, obtuvo un coeficiente de retractabilidad de 0,069 % con respecto a la madera sin impregnar que presenta coeficiente de retractabilidad de 0,17 %/% y la contracción total de 1,95 %, en la dirección radial, mientras que la madera sin impregnar presenta una media de 4,6 %, logrando estabilizar la madera en 58 % aproximadamente.

SUIREZS et. al. (2004), estudiaron el comportamiento de las propiedades físicas de las maderas de Mora amarilla (*Chlorophora tinctoria*), Guayubira (*Patagonula americana*), Lapacho (*Tabebuia ipé*) y Cañafístula (*Peltophorum dubium*) impregnadas por vacío-presión con polietilenglicol de peso molecular 600, en solución acuosa al 50 %, con presión de 7 kg/m², durante 120 minutos logrando retenciones medias de 20,41, 32,86, 66,25 y 87,22 kg/m³ respectivamente en mora amarilla, cañafístula, lapacho negro y guayaibi. Presentando una reducción en la contracción total y coeficiente de retractabilidad en las direcciones tangencial y radial el guayaibi y el lapacho negro, en aproximadamente 45 % respecto a las maderas de estas especies sin tratar. Las maderas impregnadas de mora amarilla y cañafístula presentaron reducción en sus coeficientes menores del 20 %, respecto a las maderas de estas especies sin impregnar.

Martínez R., et. al. (1998) impregnaron la especie *Aspidosperma quebracho-blanco* con PEG 300 puro utilizando vacío-presión, y reportaron retenciones de 92,6 kg/m³ y eliminación de las deformaciones.

Polietilenglicol

El polietilenglicol (PEG) se obtiene por polimerización de oxido de etileno, y el peso molecular (PM) del monómero es de 106, e incrementando el grado de polimerización, al variar “n”, varia el PM, con n = 1; 3; 5; 8, y se obtiene PEG de PM = 106; 149; 414, respectivamente. Su fórmula general es H(OCH₂CH₂)_nOH. Son líquidos viscosos, inodoros,

incolores, solubles en agua forman soluciones transparentes, tienen baja toxicidad y poseen baja presión de vapor, (REYNOLDS, 1992).

Polietilenglicol PM 600

El rango del peso molecular está entre 570-630. La densidad a 25° C es de 1,138 g/cm³. La viscosidad (centistok) 10,5. El Punto de fusión de - 7° a - 4° C. Es poco higroscópico, (REYNOLDS, 1992)

El polietilenglicol es uno de los agentes más efectivos utilizados para el engrosado de la pared celular. El tratamiento con éste producto da mejores resultados si se utiliza en soluciones acuosas de 30 a 50 % de concentración en peso del polímero.

MATERIALES Y METODOS

Las maderas comerciales de pino paraná para la preparación de las probetas fueron seleccionadas al azar de las industrias locales, siguiendo lo establecido por HOHEISEL H. (1968).

Los estudios de las propiedades físicas y mecánica se realizaron utilizando 20 probetas de maderas impregnadas y 20 probetas de madera sin impregnar como testigo. El análisis de los datos obtenidos, se realizó a través de un análisis de variancia y comparación de medias.

Para la realización de los ensayos físicos y mecánico se utilizaron los siguientes elementos de trabajo: balanza Mettler, con precisión de 0,01 miligramos; estufas de secado con termostato para regular temperaturas de 103°C ± 2 °C; calibre con precisión de medidas de 0,02 mm; máquina universal de ensayos.

Los coeficientes de contracciones fueron determinadas como lo establecen la norma IRAM N° 9543 y la dureza Janka según norma ASTM 143/52.

El contenido de humedad se determinó en todas las probetas ensayadas; para ello se utilizó la ecuación que establece la norma IRAM N° 9532.

$$H\% = ((Ph-Po)/Po)100$$

Siendo:

H% = Humedad de la madera, en %

Ph = Peso de la muestra húmeda, en gr.

Po = Peso de la muestra seca, en gr.

Para evaluar los coeficientes de contracciones se usó la Norma IRAM N° 9543, utilizándose probetas de 2 cm² de sección y 5 cm de largo. Foto 1. Se aplicaron las siguientes ecuaciones:

$$C = ((L_e - L_o) / L_e)100$$

$$CC = C/H\%$$

Siendo:

C = Contracción desde el 12 % de humedad al anhidro, en %

L_e = Longitud estacionada, cm

L_o = Longitud anhidra, cm.

CC = Coeficiente de contracción

H% = Humedad de la probeta estacionada, en %

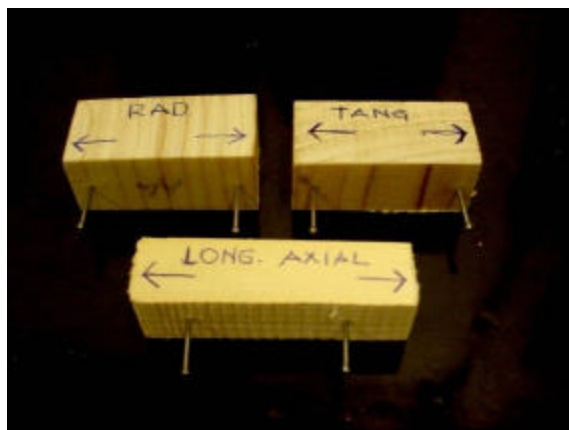


Foto 1: Probetas de araucaria para determinar contracciones.

Picture 1: Araucaria test to determine contractions.

Dureza Janka

Esta propiedad fue determinada según establece la Norma ASTM 143/52. Con probetas de 5 cm² de sección y 15 cm de largo. Se determinaron las durezas sobre tres superficies, tangencial, radial y transversal, sus valores se expresan en kg/cm²

RESULTADOS

Retención

La retención promedio con polietilenglicol obtenida en la madera impregnada de pino paraná, se presentan en la tabla 1. Comparando con las retenciones en maderas duras que obtuvo Suirezs et al 2004, la madera de araucaria presento retención muy alta.

Tabla 1: Retención de polietilenglicol

Table 1: Retentions of Polietilenglicol

Especies	Retención (kg/m ³)	DS (kg/m ³)	CV (%)
Pino paraná	322	19,93	6

DS= Desvío estándar. CV= Coeficiente de variación

Propiedades de la madera de *Araucaria angustifolia*

Se presentan en la tabla 2, los valores medios, desvío estándar y coeficiente de contracción tangencial, radial y contenido de humedad de la madera de pino paraná sin impregnar e impregnada con polietilenglicol de peso molecular 600. Los coeficientes de contracción tangencial y radial en maderas impregnadas superan el 80 % de estabilidad, comparando con los valores obtenidos por SUIREZS et. al. 2004, en maderas duras impregnadas en las mismas condiciones, que lograron una estabilización de aproximadamente 45 %. Paz, 1998 obtuvo una reducción del 58 % en las contracciones de la madera de quebracho blanco tratada en las mismas condiciones. En las figuras 1 y 2 se observan la comparación de medias mostrando diferencias significativas entre madera tratada y no tratada.

Tabla 2. Coeficiente de contracción tangencial, radial y contenido de humedad de la madera de pino paraná sin impregnar e impregnada con polietilenglicol PM 600.

Table 2. Retraction coefficient of pino paraná timber, without impregnation and impregnated with Polietilenglicol PM 600.

Tratamientos	Propiedades						
	CCT	DS	CV %	CCR	DS	CV %	CH %
Madera sin impregnar	0,27a	0,03	12	0,18a	0,03	15	12,5
Madera impregnada con PEG 600	0,04b	0,01	26	0,03b	0,01	41	10,5

CCT= Coeficiente de contracción tangencial, CCR= Coeficiente de contracción radial. DS= Desvío estándar. CV= Coeficiente de variación. CH%= Contenido de humedad. Valores medios seguidos de igual letra en cada columna indican que no hay diferencias significativas según el test de Tukey ($p < 0,05$).

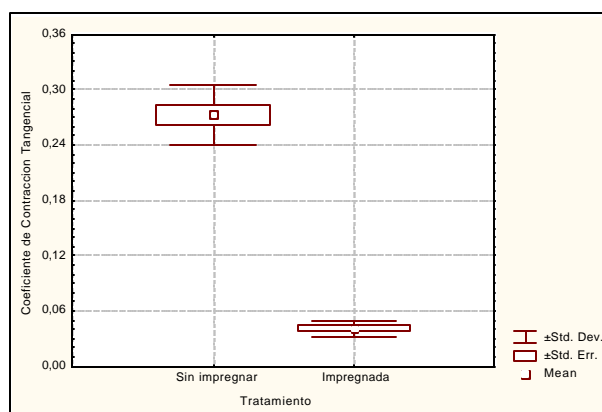


Figura 1. Comparación de medias del coeficiente de contracción tangencial en madera de pino paraná sin impregnar e impregnada con PEG 600

Figure 1. Comparison of means the coefficient of tangential of the contraction in wood of pine paraná without impregnating and impregnated with PEG 600

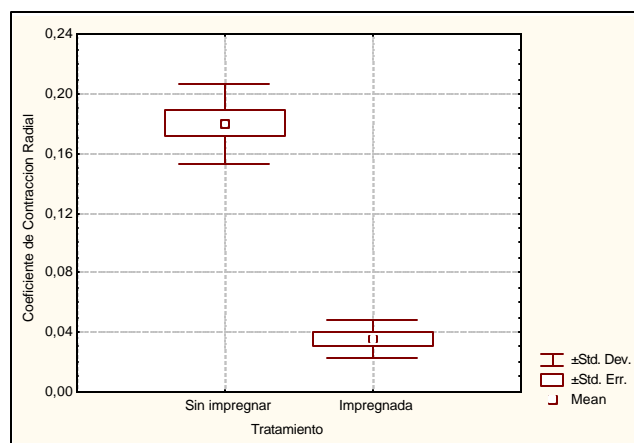


Figura 2. Comparación de medias del coeficiente de contracción radial en madera de pino paraná sin impregnar e impregnada con PEG 600

Figure 2. Comparison of means the coefficient of radial of the contraction in wood of pine paraná without impregnating and impregnated with PEG 600

En la tabla 3 se presentan los valores medios, desvío estándar y coeficiente de variación de dureza Janka en las superficies tangencial, radial y transversal en maderas de pino paraná sin impregnar e impregnada con PEG 600. Como se puede observar los valores de dureza en la madera impregnada no han aumentado considerando que la densidad ha aumentado en un 31 %, en este caso no podemos comparar con otros trabajos ya que no se encontraron. En las figuras 3, 4 y 5 se observan la comparación de los valores medios de dureza tangencial, radial y transversal.

Tabla 3. Dureza Janka de pino paraná sin impregnar e impregnada con PEG 600.

Table 3. Janka hardness of pino paraná without impregnation and impregnated with Polietilenglicol PM 600.

Tratamientos	Propiedades								
	Dureza Tangencial kg/cm ²	DS kg/cm ²	CV %	Dureza Radial kg/cm ²	DS kg/cm ²	CV %	Dureza Transversal kg/cm ²	DS kg/cm ²	CV %
Madera sin impregnar	341,63a	74,64	22	316,58a	60,91	19	478,08a	61,56	13
Madera impregnada	369,00a	69,99	19	291,00a	105,03	36	337,00a	77,33	22

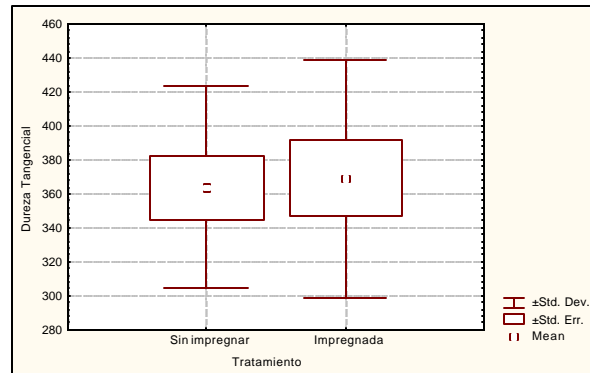


Figura 3. Comparación de medias de dureza Janka tangencial en madera de pino paraná sin impregnar e impregnada con PEG 600

Figure 3. Comparison of means of hardness tangential Janka in wood of pine paraná without impregnating and impregnated with PEG 600

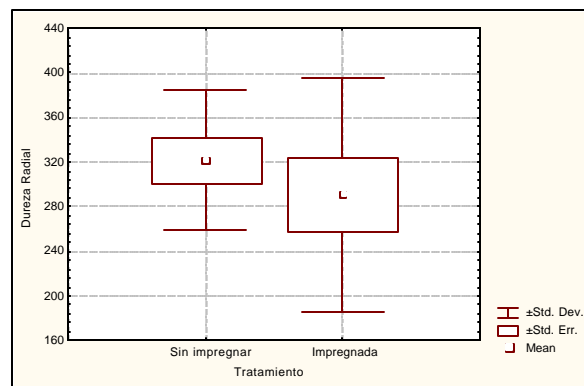


Figura 4. Comparación de medias de dureza Janka radial en madera de pino paraná sin impregnar e impregnada con PEG 600

Figure 4. Comparison of means of hardness radial Janka in wood of pine paraná without impregnating and impregnated with PEG 600

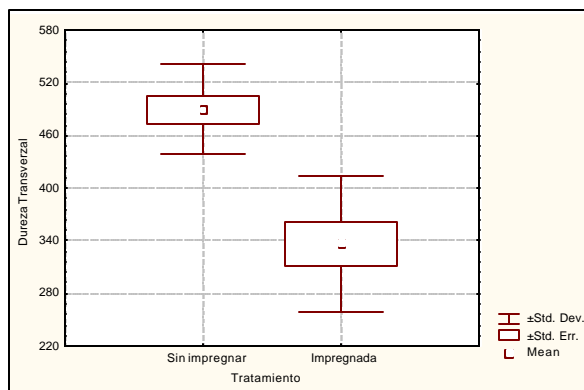


Figura 5. Comparación de medias de dureza Janka transversal en Madera de pino paraná sin impregnar e impregnada con PEG 600

Figure 5. Comparison of stockings of hardness traverse Janka in wood of pine paraná without impregnating and impregnated with PEG 600

CONCLUSIONES

El polietilenglicol PM 600, como agente estabilizante de la pared celular, aplicado en la madera de pino paraná mejora significativamente la estabilidad dimensional.

Se logro reducir el coeficiente de contracción en la dirección tangencial en aproximadamente 85 % y en la dirección radial en 83 %, para un incremento en la densidad del 31 %.

No se encontraron diferencias entre los valores medios de dureza Janka en las maderas impregnadas y sin impregnar.

BIBLIOGRAFÍA

ASTM (American Society for Testing and Materials), ASTM- D 143-65- small clear specimens of timber.

BILONI, JOSÉ SANTOS. 1990. "Árboles autóctonos Argentinos de la selva, bosques y montes de la Argentina". Editora Argentina. Buenos Aires. Argentina. pp.

DIMITRI JORGE. 1977. Libro del Árbol, Tomo I, Esencias forestales indígenas de la Argentina de aplicación ornamental. Celulosa Argentina S.A.

GONZALEZ, R.; SUIREZS, T. M. 1994. "Propiedades Físicas y Mecánicas de la madera de pinus paraná (Araucaria angustifolia) reforestado en la provincia de Misiones".

- Yvyrareta N° 5. Pg. 4-8.
- HOHEISEL HANNES. 1968. Estipulaciones para los ensayos de las propiedades físicas y mecánicas de la madera. Instituto Forestal Latinoamericano. Mérida- Venezuela.
- IRAM. (Instituto Argentino de Racionalización de Materiales). N° 9543: Método de determinación de las contracciones totales, axial, radial y tangencial”. Buenos Aires. 1966.
- IRAM. (Instituto Argentino de Racionalización de Materiales). N° 9532. Método de determinación de humedad. Buenos Aires. 1973
- JUDIS, M.; PAZ, J., SANABRIA O. 1998. Influencia del Polietilenglicol 300 y 1500 en el coeficiente de contracción radial de *Aspidosperma quebracho-blanco* Schlecht. Reunión de Comunicaciones Científicas y Técnicas- UNNE.
- KOLLMANN, F; KUENZI, E; STAMM, A. 1975. Principles of wood science and technology. II Wood Based Materials. 1ra. ed. Springer Verlag, New York. USA. pp. 116-128.
- MARTINEZ, R. MORENO, G. Afur. R. 1998. Impregnación en verde. Una propuesta para estabilizar madera de quebracho blanco, Quebracho.
- PAZ, J. M. 1998. Tesis: “Influencia del Polietylen Glycol en la estabilidad dimensional del Quebracho Blanco”.
- REYNOLDS J.E.F. 1992. Martindale. The Extra Pharmacopoeia, 30 ed, the pharmaceutical press, pp. 1384-1385.
- SUIREZS T., ZADERENKO C. FERRERO M., SCHMIT I. 2004. Estabilidad dimensional de las maderas de *chlorophora tinctoria*, *patagunula americana*, *peltophorum dubium* y *tabebuia ipé* impregnadas con polietilenglicol pm 600. Proyecto Cedit-Unamtec. Universidad Nacional de Misiones. Expediente: 1070-04/02.

**CONTEÚDO DE MICRONUTRIENTES E ENXOFRE NA SERAPILHEIRA EM UM
POVOAMENTO DE ACÁCIA-NEGRA (*Acacia mearnsii* DE WILD.) NO RIO
GRANDE DO SUL, BRASIL**

Márcio Viera¹

Mauro Valdir Schumacher²

Darlan Michel Bonacina³

Francine Neves Calil⁴

¹Acadêmico do curso de graduação em Engenharia Florestal, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil (vieraforestal@yahoo.com.br).

²Dr. nat. techn. do Departamento de Ciências Florestais, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil (schumacher@pesquisador.cnpq.br).

³Acadêmico do curso de graduação em Engenharia Florestal, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil (darlanbonacina@yahoo.com.br).

⁴Doutoranda do programa de pós-graduação em Engenharia Florestal, UFSM, Santa Maria, RS, Brasil (francine.calil@terra.com.br).

SUMMARY: The percentage of fractions that composes the litter, as well as the micronutrients content (B, Cu, Fe, Mn and Zn) and S of an acacia-black stands with 7 years of age were evaluated. Five plots (18 x 24 m) were allocated, where 20 litter collectors (1m²) were distributed. The material was collected monthly between June and December, 2003. The material was separated in fractions (leaves, flowers, fruits and feces), weighed and analyzed. The deposition of litter was 2.302,8 kg ha⁻¹, being composed by 65 % of leaves, 23 % of fruits, 11 % of flowers and 1% of feces. The higher contents of S, Cu and Mn were found in the leaves, Fe and Zn in the fraction feces and B in the reproductive material. The nutrients transfer to the soil was: S > Fe > Mn > B > Zn > Cu.

Key-word: micronutrients, forest nutrition, *Acacia mearnsii*.

RESUMO: Avaliou-se a porcentagem das frações que compõem a serapilheira, bem como o conteúdo de micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn) e o S de um povoamento de acácia-negra com 7 anos de idade. Foram alocadas, sistematicamente, cinco parcelas de 18 x 24 m, onde foram distribuídos 20 coletores de serapilheira de 1m². O material foi coletado mensalmente entre junho e dezembro de 2003. O material foi separado em diferentes frações (folhas, flores, frutos e fezes), seco em estufa, pesado, moído e analisado quimicamente. Ocorreu uma deposição de 2.302,8 kg ha⁻¹ de serapilheira, sendo esta composta por 65 % de folhas, 23 %

de frutos, 11 % de flores e 1% de fezes de lagarta. Os maiores conteúdos de S, Cu e Mn foram encontrados na fração folhas, Fe e Zn na fração fezes e B no material reprodutivo (flores e frutos). A transferência de nutrientes ao solo, teve a seguinte magnitude: S > Fe > Mn > B > Zn > Cu.

Palavras-chave: micronutrientes, nutrição florestal, *Acacia nearnsii*.

INTRODUÇÃO

A *Acacia mearnsii* De Wild. é originária do sudeste da Austrália continental e ocorre abundantemente também na Tasmânia. Foi introduzida comercialmente no Rio Grande do Sul em 1928, a partir da África do Sul, onde já era então cultivada em função da qualidade e produção de tanino, através de sua casca (SHERRY, 1971 e SIMON, 2005).

Normalmente os povoamentos do Rio Grande do Sul foram e são implantados em solos de baixo nível de fertilidade, e além do mais, as práticas de uso e manejo do solo normalmente são realizado de forma incorreta. Sob tais condições os índices de produtividade dos povoamentos são normalmente baixo, portanto é indispensável à adoção de praticas de manejo do solo florestal a fim de elevar os níveis de fertilidade e a produtividade dos sítios (DALLAGO, 2000).

Num ecossistema florestal o ciclo de nutrientes consiste na movimentação de nutrientes entre seus compartimentos e nas transferências entre o ecossistema em estudo e outros ecossistemas. Assim, nos ecossistemas, os elementos são continuamente transferidos entre os comportamentos bióticos e os abióticos. Na ciclagem de nutrientes ocorrem trocas de elementos minerais entre os seres vivos e o ambiente que os circunda, centrando-se nas relações entre a vegetação e o solo. Por meio dela, podemos obter informações sobre o comportamento da distribuição de nutrientes nos ecossistemas, podendo-se desta forma inferir sobre os fluxos entre os diferentes compartimentos (GOLLEY, 1983; JORDAN, 1985).

Sendo toda a quantidade de nutrientes em um ecossistema florestal representada pelo somatório dos nutrientes contidos nos diferentes componentes da biomassa arbórea, na vegetação do sub-bosque, na serapilheira e no solo (POGGIANI,1992).

Devido a isso, é de fundamental importância a permanência da serapilheira sobre o solo, para manter a sustentabilidade da produção florestal em povoamentos com acácia-negra, permitindo que, ao menos em parte, ocorra o retorno ao solo de uma significativa quantidade de nutrientes, que poderá ser absorvidos pelas plantas. Dessa forma, a manutenção da serapilheira sobre o solo poderá contar positivamente no balanço de micronutrientes no sítio, diminuindo os impactos que a colheita pode causar.

Com base nesses aspectos, objetivou-se avaliar a porcentagem das frações que compõem a serapilheira e quantificar os micronutrientes e o enxofre que retornam ao solo via serapilheira, em um povoamento de acácia -negra, com 7 anos de idade, plantado no município de Butiá, RS, Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

O presente estudo foi realizado em um povoamento de acácia-negra localizado no município de Butiá, RS, situado nas coordenadas geográficas de 30°07'12" de latitude Sul e 51°57'45" de longitude Oeste, numa altitude média de 35 m.

Segundo a classificação climática de KÖPPEN, o clima é do tipo Cfa, caracterizado como subtropical. Onde a temperatura média anual é de 18°C, tendo a média das mínimas oscilando entre -3° C e 18°C e a média das máximas ultrapassando os 23° C. A região possui uma precipitação pluviométrica anual em torno de 1.600 mm e uma insolação de 2.300 horas (MORENO, 1961).

O solo da região em estudo pertence à Unidade de Mapeamento São Jerônimo, classificado como Argissolo Vermelho distrófico típico, textura argilosa, com relevo ondulado e substrato granítico, normalmente, estes solos são fortemente ácidos, com soma de bases e teores de matéria orgânica baixa (STRECK et al., 2002).

O preparo do solo foi realizado mediante uma gradagem na linha de plantio. Para o controle da matocompetição, fez-se a aplicação de herbicida roundup na faixa gradeada (70 cm). O plantio das sementes foi realizado através de plantadeira hidráulica (PHA). Após 12 meses realizou-se o raleio, deixando a planta de maior vigor, obedecendo a um espaçamento de 1,33 m x 3,0 m. Sendo realizado periodicamente o controle de formigas.

Metodologia

Em um povoamento de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) aos 7 anos de idade, com condições ambientais semelhantes, foram alocadas de forma sistemática cinco parcelas de 18 m x 24 m cada. Nestas parcelas foram distribuídos 20 coletores de serapilheira com 1m², constituídos de madeira e fundo em tela de nylon 1 mm, sendo instalados a 0,80 m de altura do solo. Os 4 coletores de cada parcela foram distribuídos com dois na linha e dois na entrelinha de plantio.

Para esse trabalho, o material interceptado nos coletores foi recolhido mensalmente a partir de junho de 2003, sendo que as coletas se seguiram até dezembro do mesmo ano. Na coleta, o material foi acondicionado em embalagem de plástico, identificado e levado para o Laboratório de Ecologia Florestal da UFSM, onde foi separado nas frações folhas, flores, frutos e fezes de lagartas. Após a separação, o material foi seco em estufa de circulação e renovação de ar a 70°C, até atingir peso constante, sendo posteriormente pesado em balança de precisão (0,01g), de cada fração coletada mensalmente foram retiradas alíquotas homogêneas de material, as quais foram moídas em moinho tipo wiley com peneira de 30 mesh e posteriormente analisadas quanto aos teores de S, B, Cu, Fe, Mn e Zn de acordo com a metodologia proposta por TEDESCO et al. (1995).

A serapilheira amostrada neste estudo considerou também as fezes da lagarta desfolhadoura, *Adeloneivaia subangulata*, que desenvolve em certos períodos um hábito de herbívoros intenso, consumindo os folíolos das plantas de acácia-negra.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A quantidade total de nutrientes contidos em uma floresta, só poderão ser determinados pela análise de sua quantidade presente nos diferentes componentes da vegetação (folhas, ramos, cascas, lenho, raízes etc.), na serapilheira e no solo.

A deposição total de serapilheira no decorrer do presente estudo foi de 2.302,8 kg ha⁻¹. A figura 1, mostra a contribuição percentual de cada uma das frações formadora da serapilheira nos 7 meses de estudo, sendo que a fração folhas foi a que apresentou maior contribuição (65%). A contribuição de cada fração em ordem decrescente foi: folha > fruto > flor > fezes. No mesmo local do presente estudo, SCHUMACHER et al. (2003) encontraram uma seqüência diferente dessa quando o povoamento estava com 3 anos de idade, a seqüência foi: folha > fezes > flor > fruto, sendo que essa maior produção de fezes foi devido a um ataque intenso da lagarta desfolhadora, no período de estudo.

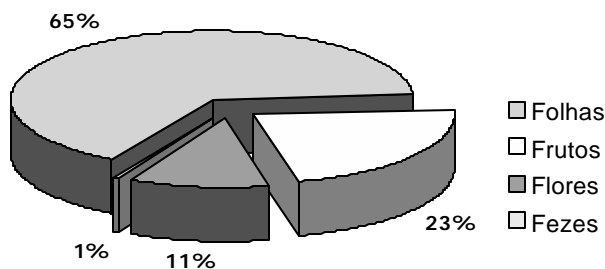


Figura 1-Distribuição média, para o período de junho a dezembro de 2003, das frações formadora de serapilheira da acácia-negra. Butiá, RS, Brasil.

Figure 1- Black wattle litter fractions average distribution, from June to December, 2003. Butiá, RS, Brazil.

ANDRADE et al. (2000) estudaram a deposição de serapilheira de espécies leguminosas, *Mimosa caesalpiniiifolia*; *Acacia mangium* e *Acacia holosericea*, todas com 4 anos de idade, sendo que a serapilheira dessas espécies era constituída principalmente por folhas, representando 64, 70 e 64 % respectivamente, dos resíduos depositados anualmente pelos povoamentos. A deposição média anual foi em torno de 10 Mg ha⁻¹, não apresentando diferença significativa entre as três espécies.

O material reprodutivo (flores e fruto), foram responsáveis por cerca de 34% da composição da serapilheira, esse resultado foi superior ao encontrado por ANDRADE et al. (2000), onde encontraram 14% de material reprodutivo para *M. caesalpiniiifolia*, 23% para *A. mangium* e 29% para *A. holosericea*.

Os conteúdos médios de S, B, Cu, Fe, Mn e Zn nas diferentes frações formadoras da serapilheira, podem ser observados na tabela 1.

Os elementos minerais presentes nas diferentes frações formadoras da serapilheira apresentaram composições químicas distintas. O maior conteúdo de enxofre foi encontrado na fração folhas, sendo que às frações frutos e flores apresentaram conteúdos intermediários. A menor concentração de enxofre ocorreu nas fezes. Segundo MALAVOLTA et al. (1989), o enxofre esta em todas as proteínas vegetais, aumentando a frutificação e ajudando na fixação simbiótica de nitrogênio.

O material reprodutivo (flores e frutos) detém o maior teor de boro, isso é devido, a este elemento ser imóvel concentrando-se em folhas jovens e órgãos novos, sendo essencial

para a formação da parede celular, para a divisão e aumento no tamanho das células (FERRI, 1985) e na germinação do grão de pólen e crescimento do tubo polínico (MALAVOLTA et al., 1989).

Tabela 1-Conteúdo médio de nutrientes nas diferentes frações da serapilheira em um povoamento de *Acacia mearnsii*. Butiá, RS, Brasil, 2003.

Table 1- Average nutrients content in different litter fractions in an *Acacia mearnsii* stand. Butiá, RS, Brazil, 2003.

Fração	g kg ⁻¹		mg kg ⁻¹			
	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Folha	0,9 a* (± 0,5)	40,4 a (± 16,9)	10,2 a (± 1,2)	228,2 b (± 71,4)	107,8 a (± 13,1)	14,3 a (± 2,1)
Fruto	0,8 a (± 0,5)	49,2 a (± 18,6)	7,1 c (± 0,5)	129,8 c (± 123,0)	54,4 b (± 26,0)	20,7 a (± 6,5)
Flor	0,7 a (± 0,4)	52,9 a (± 26,9)	7,65 bc (± 1,9)	130,9 bc (± 37,8)	99,0 ab (± 35,9)	16,3 a (± 4,5)
Fezes	0,5 a (± 0,3)	35,0 a (± 0,0)	10,03 ab (± 2,2)	582,5 a (± 403,7)	100,4 ab (± 50,6)	29,4 a (± 18,5)

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

Os elementos, cobre e manganês, possuem concentrações elevadas nas frações folhas e fezes e menor concentração no material reprodutivo. Para MALAVOLTA et al. (1989) maiores teores desses elementos aumenta a resistência da planta a doenças.

A fração fezes apresentou concentrações superiores de ferro e zinco e as demais frações apresentaram concentrações intermediárias. O ferro ajuda na fixação de nitrogênio e o zinco estimula o crescimento e a frutificação (MALAVOLTA et al., 1989).

A transferência média de nutrientes ao solo via serapilheira, durante um período de 7 meses de estudos, pode ser analisada na tabela 2 A maior contribuição para a ciclagem de nutrientes, no povoamento, é oferecida pela fração folhas, em virtude de sua predominante biomassa. Sua participação relativa variou de 57,8 % para o zinco até 81,6 % para o ferro.

Segundo CALDEIRA et al. (2003), estudando um povoamento de acácia-negra com 2,4 anos de idade, cerca de 65,9% dos micronutrientes que se acumulam acima do solo, estão contidos na copa (folhas e galhos vivos e mortos), destes cerca de 43,8% estão presentes nas folhas.

Em virtude de sua pequena biomassa, as frações flores e frutos, apresentaram baixa contribuição em nutrientes retornada ao solo, mesmo possuindo significativos teores químicos em sua massa seca.

Tabela 2- Transferência, durante sete meses, de S, B, Cu, Fe, Mn e Zn pelas diferentes frações formadoras da serapilheira total no povoamento de *Acacia mearnsii*. Butiá, RS, Brasil, 2003.

Table 2- Different litter fractions transfer of S, B, Cu, Fe, Mn and Zn during seven months in an *Acacia mearnsii* stand. Butiá, RS, Brasil, 2003.

Fração	kg ha ⁻¹		g ha ⁻¹				
	Peso	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Folha	1507	1,4 (70,2)*	54,7 (67,4)	15,8 (73,7)	320,3 (81,6)	166,7 (77,4)	21,5 (57,8)
Fruto	523	0,4 (19,3)	18,2 (22,4)	3,6 (16,9)	36,7 (9,4)	23,7 (11,0)	10,9 (29,4)
Flor	260	0,2 (10,2)	8,2 (10,1)	1,9 (9,1)	31,6 (8,6)	24,1 (11,2)	4,6 (12,3)
Fezes	13	0,0 (0,2)	0,1(0,1)	0,1 (0,4)	4,0 (1,0)	0,8 (0,4)	0,2 (0,6)
Total	2303	2,0	81,2	21,5	392,7	215,3	37,3

* Valores entre parênteses, referem-se à porcentagem de cada fração em relação a determinado nutriente.

O enxofre foi o nutriente fornecido em maior quantidade ao solo, fato devido a ele ser um macronutriente, estando presente em maiores concentrações nas diferentes frações da serapilheira. Dentre os micronutrientes, o Fe deteve a maior contribuição na devolução ao solo do povoamento florestal. Nesse sentido, a magnitude de transferência de nutrientes ao solo foi: S > Fe > Mn > B > Zn > Cu.

CONCLUSÕES

A deposição da serapilheira durante os sete meses de estudo foi de 2,3 Mg ha⁻¹, sendo a fração folhas, que predomina na serapilheira (65 %).

O S, Cu e Mn apresentaram conteúdos superiores na fração folhas, o Fe e o Zn na fração fezes e o B no material reprodutivo (flores e frutos).

A transferência de enxofre ao solo, foi aproximadamente de 2 kg ha⁻¹. O ferro, entre os micronutrientes, foi o que teve uma maior quantidade devolvida ao solo, com mais de 390 g ha⁻¹. Os demais apresentaram a seguinte magnitude de devolução Mn > B > Zn > Cu.

A fração folhas, devido a sua grande massa produzida e depositada no solo, fornece mais de 70 % dos nutrientes ao solo.

BIBLIOGRAFIA

- ANDRADE, A. G.; COSTA, G. S.; FARIA, S. M. Deposição e decomposição da serapilheira em povoamentos de *Mimosa caesalpinifolia*, *Acacia mangum* e *Acacia holosericea* com quatro anos de idade em planossolo. *Revista Brasileira de ciência do solo*, 24: 777-785, 2000.
- FERRI, M. G. *Fisiologia vegetal* 1. 2. ed. São Paulo: EPU, 1985. 362p.
- CALDEIRA, M. V. W.; NETO, R. M. R.; SCHUMACHER, M. V. Conteúdo e exportação de micronutrientes em Acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) procedência Batemans Bay (Austrália). *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v. 27, n. 1, p. 9-14, 2003.
- DALLAGO, J. S. Utilização da cinza de biomassa de caldeira como fonte de nutrientes no crescimento de plantas de acácia-negra (*Acacia mearnsii* de Wild.), 2000. 64p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2000.
- GOLLEY, F. B. Nutrient cycling and nutrient conservation. In: *Tropical forest ecosystems: structure and function*. Amsterdam: Elsevier, 1983. p. 137-156.
- JORDAN, C. F. Ciclagem de nutrientes e silvicultura de plantações na Bacia Amazônica. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO, 16., 1985, Ilhéus. Anais... Ilhéus, BA, 1985. p. 187-202.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. Piracicaba. Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201p.
- MORENO, J. A. *Clima do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 73p.
- POGGIANI, F. Alterações dos ciclos biogeoquímicos em florestas. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS. Anais... São Paulo: 1992, p. 734-739.
- SCHUMACHER, M. V.; BRUN, E. J.; RODRIGUES, L. M.; SANTOS, E. M. Retorno de nutrientes via deposição de serapilheira em um povoamento de acácia-negra (*Acacia mearnsii* de Wild.) no estado do rio Grande do Sul. *Revista Árvore*, v.27, n.1, p. 9-14, 2003.
- SHERRY, S. P. *The Black Wattle (Acacia mearnsii)* Pietermoritzburg: University of Natal Press, 1971. 402p.
- SIMON, A. A. A cadeia produtiva da acácia-negra, aspectos econômicos, sociais e ambientais. In: *Seminário Estadual de Reflorestamento e Recuperação Ambiental:*

Ambiente e tecnologia: o desenvolvimento sustentável em foco. 1., Lajeado. Anais... Lajeado, RS, 2003. P. 149-169.

STRECK, E. V. et al. Solos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Emater – RS/UFRGS, 2002. 107p.

TEDESCO, M. J. et al. Análise de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 118p. (Boletim Técnico nº 5).

**PROPIEDADES MECÁNICAS DE MADERA DE *Pinus taeda* L.
MARION DE DIFERENTES EDADES, MISIONES , ARGENTINA**

**MECHANICAL PROPERTIES OF WOOD OF *Pinus taeda* L. MARION
OF DIFFERENT AGES, MISIONES, ARGENTINA**

Elizabeth María Weber*

* Ing.Ftal. M.Sc. Facultad de Ciencias Forestales, UNaM. Bertoni 124, Eldorado, Misiones, Argentina. CP 3380. Email: eweber@facfor.unam.edu.ar

SUMMARY

The objective of this work was to investigate the mechanical properties of *Pinus taeda* L. Marion origin, grown on the north region of Misiones. This species is the most abundant in the 330000 ha. Planted in the region, and is present since 1980. Knowing the mechanical properties of wood allow us to calculate the maximal dimensions of the final pieces and therefore their uses. Wood from 6, 9 and 16 year old trees was studied. The variables analyzed were the static bending, fiber parallel compression, Janka hardness, shear parallel to grain, tension perpendicular to grain, and cleavage, and calculated the mean values, deviation and variation coefficient and test of jeans of these parameters. All of the mechanical properties increase with age. The wood is apte for carpentry, being also laminable

Key words: *Pinus taeda*, mechanical properties

RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo determinar las propiedades mecánicas de *Pinus taeda* L. origen Marion de diferentes edades del norte de Misiones. En Misiones las plantaciones forestales abarcan 330.000 ha. Esta especie es una de las más cultivadas desde la década del 80. Las propiedades mecánicas de la madera, nos permiten definir su uso y establecer las dimensiones de sus piezas. Se determinaron los valores medios, desviación estandar, coeficiente de variación y los test de medias, de las tres edades, de la resistencia a la flexión estática, compresión paralela a las fibras, dureza Janka, corte o cizallamiento paralelo a las fibras, tracción perpendicular a las fibras y clivaje o rajadura. Para todas las propiedades se registró un aumento en relación a la edad. La madera es apta para la carpintería, siendo además laminable.

Palabras clave: *Pinus taeda*, propiedades mecánicas

INTRODUCCIÓN

La economía de la Provincia de Misiones (Figura1) se basa principalmente en la actividad forestoindustrial y en la agricultura. La provincia cuenta actualmente con un total de 330.000 ha de plantaciones forestales, en su mayoría de coníferas (pinos y Araucaria), de las cuales 165.000 ha se encuentran en la zona norte centro, principalmente en los departamentos de Eldorado, Iguazú y Montecarlo (SAGPyA, 2001).



Figura 1: Ubicación geográfica del estudio

Figure 1: Geographical Location of the study.

Según estudios realizados se ha determinado que el mejor origen del *Pinus taeda* Lambert es el Marion, para el área descrita, y actualmente es el más plantado (SPARNOCHIA et al. 1992). Es importante determinar las propiedades físico mecánicas del *Pinus taeda* Lambert Marion de forma tal de determinar su uso más adecuado en la foresto industria. Las propiedades mecánicas de las maderas son aquellas que miden la aptitud y la capacidad de resistir de la madera a cargas externas, con diferentes efectos CORONEL(1995). Conocer las propiedades mecánica de la madera, nos ayudaría a definir su uso y establecer las dimensiones de sus piezas.

Se encuentran datos de propiedades mecánicas de *Pinus taeda* de 30 años de edad de Brasil a cuatro alturas a lo largo del fuste en el trabajo de la tesis de MUÑIZ (1993) , también TOMASELLI (1980) en Brasil. En estudios de Misiones podemos nombrar los de plantaciones *Pinus taeda* de 13 y 14 años de los Ing. GONZALEZ et al (1993), SUIREZS (2000) y de 21 años SPARNOCHIA (1992).

MATERIALES Y MÉTODOS

El material utilizado para los ensayos provino de 6 árboles de plantaciones de *Pinus taeda* origen Marion de 6 ,9 y 16 años de la Zona del Alto Paraná (Misiones). La plantación de 6 años del año 1994, de la empresa Perez Companc, Departamento de Iguazú, con 51ha y una densidad inicial de 1333 plantas por hectáreas; la de 9 años, del año 1992, en la empresa Lipsia, con 100 ha y una densidad inicial de 1736 plantas por hectárea; y la de 16 años, del año 1985, en la empresa Lipsia, Departamento de Iguazú, con 32 ha y una densidad inicial de 1763 plantas por hectárea. En las tres plantaciones con suelo que pertenece taxonómicamente al Gran Grupo Kandiudult.

Los datos meteorológicos de la zona norte de Misiones cedidos por la cátedra de climatología de la Facultad de Ciencias Forestales, (SILVA, 1998) establece una precipitación promedio de 1695,5 mm y las temperaturas medias mensuales máxima de 27,8 °C , mínima de 14,7 °C y media de 20,4 °C.

La elección de los seis árboles se realizo de la siguiente manera: para cada edad se eligieron aquellos árboles con DAP (diámetro a la altura del pecho) promedio que responda a dicha población, y que tengan troncos cilíndricos, rectos, sin bifurcaciones o defectos. De cada uno de estos árboles se tomaran los DAP y la altura. Los datos de DAP medio fueron cedidos por la s empresas y la elección de los seis árboles fue al azar. En la tabla 1 se presentan los valores promedio de los DAP y alturas de cada una de las edades.

Tabla 1 : Diámetros y alturas promedios de las tres plantaciones

Table 1: Diameters and heights averages of the three plantations

EDAD	DAP (cm)	ALTURA (m)
6	16,97	9,05
9	22,58	14,44
16	33,87	23,09

Los árboles fueron apeados a 30 cm del suelo para evitar tomar en la muestra madera con defectos de compresión y reacción del leño que se da en esas regiones. Luego se secciono el tronco en toras (trozas) de 1,5 m de largo, identificándose cada árbol y tora. Se sacaron los listones a utilizar, de sección cuadrada de 80 mm de lado, se llevaron bajo techo para que perdieran humedad hasta llegar aproximadamente a 15%. Cada listón se cepilló a 50 mm de lado, en los cuales se marcaron e identificaron las probetas para los distintos ensayos

mecánicos, según los requerimientos de las Normas ASTM, DIN e IRAM empleadas. El uso de las diferentes normas para los distintos ensayos se determinó en un acuerdo entre Centros Tecnológicos de Propiedades de la Madera de Argentina, con el fin de estandarizar las normas de los ensayos en 1987.

Los ensayos realizados y las Normas técnicas empleadas en el estudio se detallan en la Revista YVYRARETA N°3 (1992) y en SUIREZS (2000).

Los cálculos para el análisis de las medias de las tres edades se procesaron con un programa estadístico considerando tres niveles de edades y se consideró a las toras (2 para 6 años y 4 para 9 y 16 años) como parte de las repeticiones. Los seis árboles para cada edad se consideran como repeticiones y 2 probetas por árbol. Con 2 probetas por árbol se obtiene un nivel de confianza de la media de 95 % (CORONEL, 1995). Se realizó el test de comparación de medias de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Flexión estática

Para la determinación de la flexión estática y el cálculo del módulo de rotura, módulo de elasticidad y tensión en el límite proporcional, en cada probeta se tomaron los datos de carga y deformación para representar la curva de elasticidad y determinar el límite elástico, para luego procesar los datos.

En la tabla 2 se presentan los valores medios de las tres edades del módulo de elasticidad, de rotura y tensión en el límite proporcional a la flexión estática. En los resultados del análisis de variancia como así también en el test de comparación de medias de Tukey dan diferencias significativas entre edades, tanto en el módulo de elasticidad, de rotura y tensión en el límite proporcional. El módulo de elasticidad a los 6 años es muy bajo, aumentando un 266 % a los 9 años de edad y un 95 % a los 16 años respecto de los 9 años. El módulo de rotura (MR) y la tensión en el límite proporcional (TLP) han aumentado en menor porcentaje, siendo 60 % y 47 % para MR y 35 % y 52 % para TLP con respecto a las dos edades.

Tabla 2: Valores medios de flexión, del módulo de elasticidad, módulo de rotura y tensión en el límite proporcional para las tres edades.

Table 2: Mean values of bending, of moduli of elasticity, moduli of rupture of the three plantations

	Edad	Módulo de elasticidad	Módulo de rotura	Tensión en el límite proporcional
Media (kg/cm ²)	6	12560,70 a	261,45 a	178,37 a
	9	46070,30 b	417,74 b	241,60 b
	16	89907,82 c	613,60 c	367,80 c
	Total	56536,92	463,14	278,60
Desvío (kg/cm ²)	6	3097,78	52,22	63,24
	9	21172,45	106,70	66,18
	16	27531,82	104,00	85,05
	Total	36966,75	166,12	105,70
CV %	6	24,66	19,98	35,45
	9	45,96	25,54	27,39
	16	30,62	16,95	23,13
	Total	65,39	35,87	37,94

Letras iguales indican que entre ellos no hubo diferencias para $\alpha=0,05$

En la figura 2 podemos ver la comparación de medias del módulo de elasticidad a la flexión estática para las tres edades.

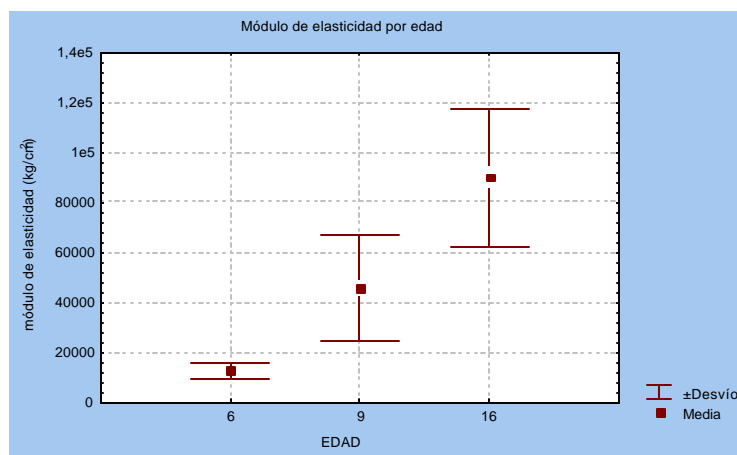


Figura 2: Comparación de medias del módulo de elasticidad de las tres edades

Figure 2: Comparison of means of the moduli of elasticity of the three ages.

Si comparamos estos valores de 9 años con los obtenidos por GONZALEZ et al, con plantaciones de 14 años dan valores menores. Los valores de SUIREZS (2000) con *Pinus*

taeda origen Marion presenta un módulo de elasticidad menor y un módulo de rotura superior a los encontrados.

A los 16 años valor del módulo de elasticidad, rotura y tensión en el límite proporcional es inferior a los obtenidos por TOMASELLI (1980), MUÑUIZ (1) con edades de 18 y 30, y similar al de SPARNOCHIA (1992) de 21 años y superior a los encontrados por GONZALEZ (1993) y SUIREZS(2000) de 14 años.

Tracción perpendicular a las fibras

En la tabla 3 se presentan los valores medios para la tracción perpendicular a las fibras de las tres edades. En el análisis de variancia y de las medias dan diferencias significativas entre edades y esfuerzos. Se manifiesta un aumento de la tracción tangencial y radial de 45 % y 40 % respectivamente cuando comparamos de 6 y 16 años.

Tabla 3: Valores medios, desvío, y coeficiente de variación (CV) de la tracción perpendicular de las tres edades en kg/cm².

Table 3: Mean values, deviation and variation coefficient (CV) of Tension perpendicular to grain for the three ages.

Edad	Esfuerzo	Media	Desvío	CV
6	tg	25,38 a	2,88	11,36
	rd	29,80 ab	1,92	6,44
9	tg	27,60 a	4,45	16,12
	rd	33,80 b	5,21	15,42
16	tg	36,86 c	3,85	10,46
	rd	41,88 d	4,21	10,04
		34,53	6,89	19,96

Letras iguales indican que entre ellos no hubo diferencias para $\alpha=0,05$

En la figura 3 se observa la comparación de medias de las tres edades.

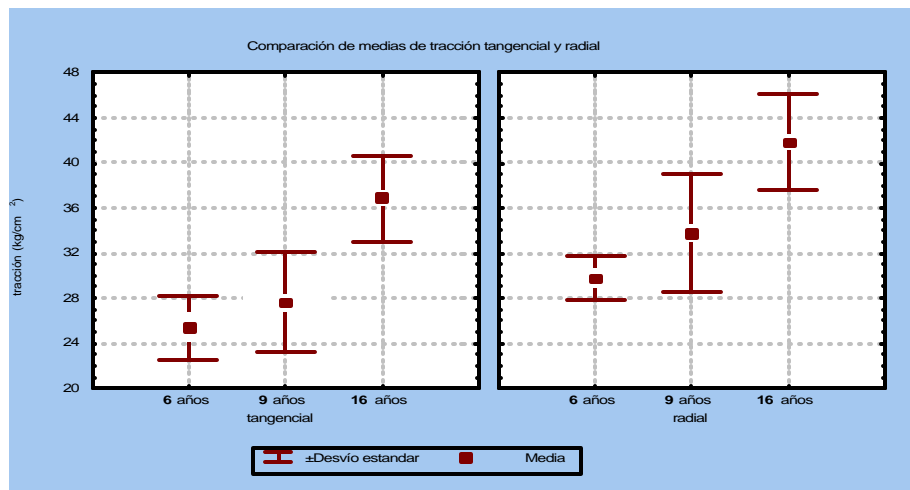


Figura 3: Comparación de medias de la tracción perpendicular a las fibras de las tres edades en el sentido radial y tangencial.

Figure 3: Comparison of means of the tension perpendicular to grain of the three ages in tangential and radial..

Los valores de 9 años son menores que los obtenidos para 14 años GONZALEZ et al(1993), SUIREZS (2000). A los 16 años, son mayores a los obtenidos para 14 años por GONZALEZ et al(1993) y similares a los de SUIREZS (2000).

Rajadura o clivaje

En la tabla 4 se presentan los valores medios para la rajadura o clivaje de las tres edades. En el análisis de variancia y de las medias dan diferencias significativas entre edades y esfuerzos. Se manifiesta un aumento del clivaje tangencial y radial de 47,8 % y 32,8 % respectivamente cuando comparamos de 6 y 16 años.

Tabla 4: Valores medios, desvío, y coeficiente de variación (CV) del clivaje de las tres edades en kg/cm.

Table 4: Mean values, deviation and variation coefficient (CV) of cleavage for the three ages.

Edad	Esfuerzo	Media	Desvío	CV
6	tg	25,50 a	2,72	10,68
	rd	32,36 bc	3,12	9,64
9	tg	29,67 ab	3,25	10,95
	rd	33,80 c	4,34	12,85
16	tg	37,69 d	3,60	9,55
	rd	42,99 e	4,15	9,66
		35,54	6,38	17,95

Letras iguales indican que entre ellos no hubo diferencias para $\alpha=0,05$

En la figura 4 podemos ver la comparación de medias de los valores de clavaje de las tres edades.

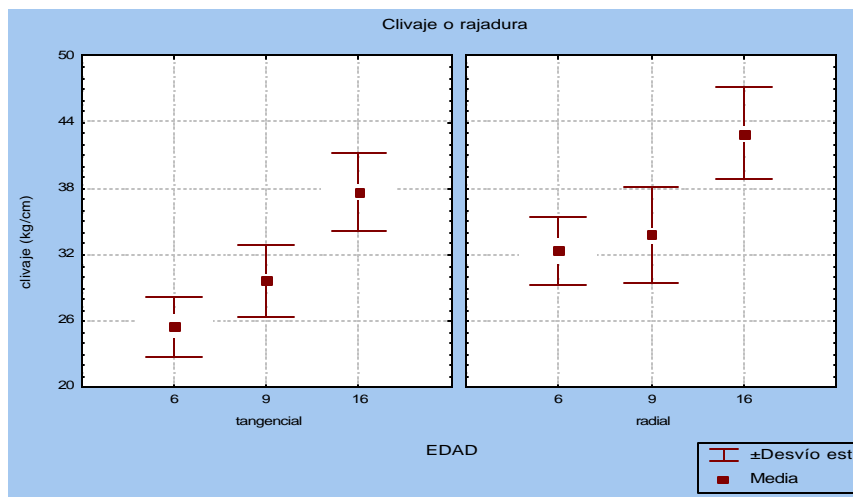


Figura 4: Comparación de medias de rajadura o clavaje de las tres edades.

Figure 4: Comparison of means of the cleavage of the three ages in tangencial and radial..

A los 9 años los valores son menores que los obtenidos para 14 años GONZALEZ et al(1993), SUIREZS (2000).

Los valores de 16 años son un poco menores que los obtenidos para 14 años SUIREZS (2000) y similares a los de GONZALEZ et al(1993).

Dureza Janka

Para esta propiedad la madera se comporta con una mayor dureza en la superficie transversal, luego la tangencial y por último la radial. Las valores de los 9 años son menores que los obtenidos para 14 años GONZALEZ et al(1993), SUIREZS (2000).

Los valores para los 16 años se presentan similares a los de GONZALEZ (1993), SPARNOCHIA (1993) y SUIREZS (2000).

En la tabla 5 se presentan los valores medios para la dureza Janka de las tres edades. En el análisis de variancia y de las medias dan diferencias significativas entre edades y esfuerzos. Se manifiesta un aumento de la dureza Janka en las superficies radial, tangencial y transversal de 59,1 %, 38 % y 54,4 % respectivamente cuando se comparan las edades 6 y 16 años.

Tabla 5: Valores medios, desvío, y coeficiente de variación (CV) de dureza Janka de las tres edades en kg/cm².

Table 5: Mean values, deviation and variation coefficient (CV) of Janka hardness for the three ages.

Edad	Superficie	Media	Desvío	CV
6	radial	165,50 a	38,69	23,38
	tangencial	210,50 ab	37,52	17,83
	transversal	230,00 bc	50,72	22,05
9	radial	235,16 bc	47,30	20,11
	tangencial	251,77 bc	44,38	17,63
	transversal	289,74 a	58,72	20,27
16	radial	263,39 c	33,08	12,56
	tangencial	290,57 d	35,44	12,20
	transversal	355,05 e	47,45	13,36
		277,04	61,25	22,11

Letras iguales indican que entre ellos no hubo diferencias para $\alpha=0,05$

En la figura 5 se observa la comparación de medias de los valores de dureza Janka de las tres edades.

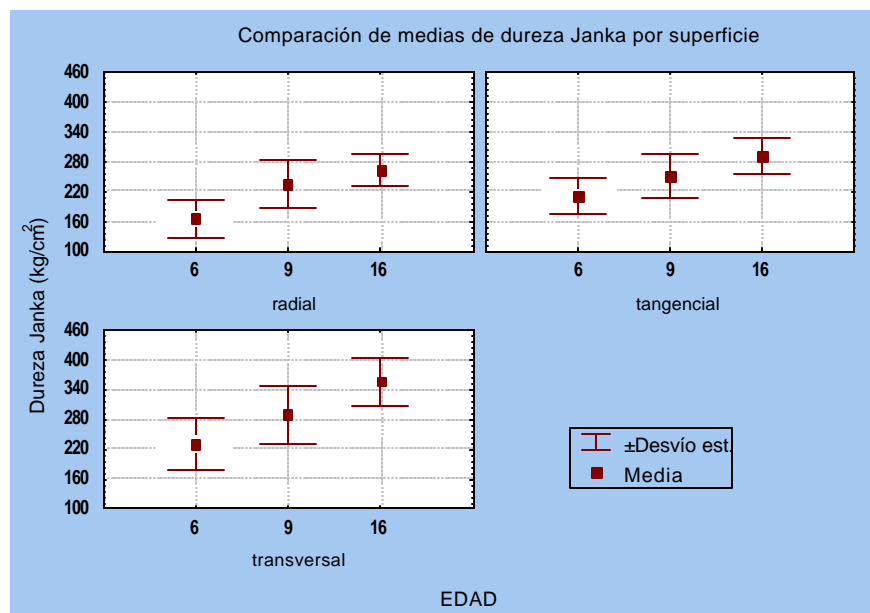


Figura 5: Comparación de medias de la dureza Janka por superficie y edad.

Figure 5: Comparison of means of Janka hardness of the three ages.

Corte o cizallamiento paralelo a las fibras

Los valores de 9 años son menores que los obtenidos para 14 años por GONZALEZ et al(1993) y SUIREZS,T (2000).

Los valores de 16 son similares a los obtenidos para 14 años por GONZALEZ et al (1993), SUIREZS (2000) e inferiores a los obtenidos por SPARNOCHIA (1992).

En la tabla 6 se presentan los valores medios para el corte o cizallamiento de las tres edades. En el análisis de variancia y de las medias dan diferencias significativas entre edades y esfuerzos. Se manifiesta un aumento del corte tangencial y radial de 17,85 % y 12,7 % respectivamente cuando se comparan las edades de 6 y 16 años.

Tabla 6: Valores medios, desvío, y coeficiente de variación (CV) del corte de las tres edades en kg/cm^2 .

Table 6: Mean values, deviation and variation coefficient (CV) of shear parallel to grain for the three ages.

Edad	Esfuerzo	Media	Desvío	CV
6	tg	89,95 ab	6,62	7,36
	rd	81,34 a	8,30	10,20
9	tg	94,42 b	9,17	9,71
	rd	86,37 a	8,11	9,39
16	tg	106,01 c	10,10	9,53
	rd	91,66 b	7,74	8,45
		94,02	11,40	12,12

Letras iguales indican que entre ellos no hubo diferencias para $\alpha=0,05$

En la figura 6 se observa la comparación de medias de la tensión de corte de las tres edades.

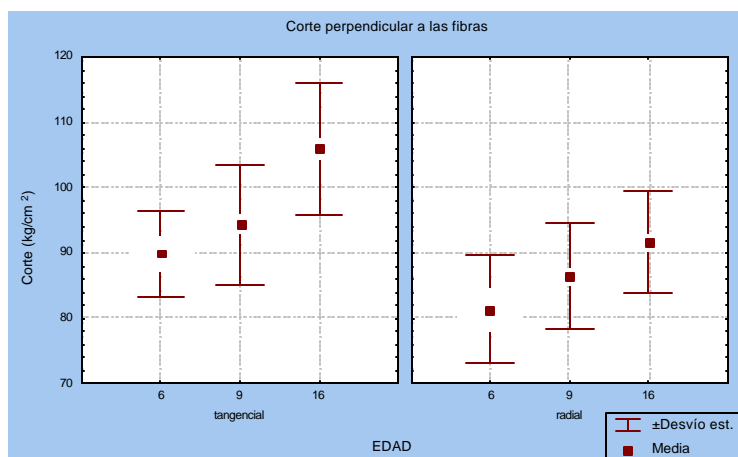


Figura 6: Comparación de corte o cizallamiento de las tres edades.

Figure 6: Comparison of means of shear parallel to grain of the three ages.

Compresión paralela a las fibras

De cada probeta se tomaron las cargas y deformaciones hasta la rotura y con cuyos valores se hicieron los gráficos de elasticidad, los valores promedios de módulo de elasticidad, módulo de rotura y tensión en el límite proporcional a la compresión paralela de las fibras. Se pueden observar los valores promedio de 9 años de los módulos de elasticidad, rotura y límite proporcional de compresión son muy pequeños comparados con los datos de los autores citados en la revisión bibliográfica.

En la tabla 7 y figura 7 se presentan los valores medios de las tres edades de módulo de elasticidad, de rotura y tensión en el límite proporcional a la compresión paralela a las fibras. En los resultados del análisis de variancia como así también en el test de comparación de medias de Tukey dan diferencias significativas entre edades, tanto en el módulo de elasticidad, de rotura y tensión en el límite proporcional. El módulo de elasticidad a los 6 años es muy bajo, aumentando un 158 % a los 9 años de edad y un 12,22 % a los 16 años respecto de los 9 años. El módulo de rotura (MR) y la tensión en el límite proporcional (TLP) no presentó diferencias estadísticamente significativas entre de 6 y 9 años, aumentando un 8 % para ambas. Han aumentado respecto de 9 y 16 años un 10% y 21 % en el MR y TLP respectivamente.

Tabla 7: Valores medios de módulo de elasticidad, módulo de rotura y tensión en el límite proporcional para las tres edades de la compresión paralela.

Table 7: Mean values of moduli of elasticity, moduli of rupture and proporcional tension limit of the three plantations for the parallel compression

	Edad	Módulo de elasticidad	Módulo de rotura	Tensión en el límite proporcional
Media (kg/cm ²)	6	11297,66 a	246,04 a	144,50 a
	9	29128,31 b	267,31 a	157,30 a
	16	32689,15 c	296,08 b	191,65 b
	Total	29058,63	278,33	171,65
Desvío (kg/cm ²)	6	2639,12	27,79	23,71
	9	6110,61	45,59	30,14
	16	8065,30	61,98	46,99
	Total	9082,89	54,91	42,31
CV %	6	23,36	11,30	16,41
	9	20,98	17,05	19,16
	16	24,67	20,93	24,52
	Total	31,26	19,73	24,65

Letras iguales indican que entre ellos no hubo diferencias para $\alpha=0,05$

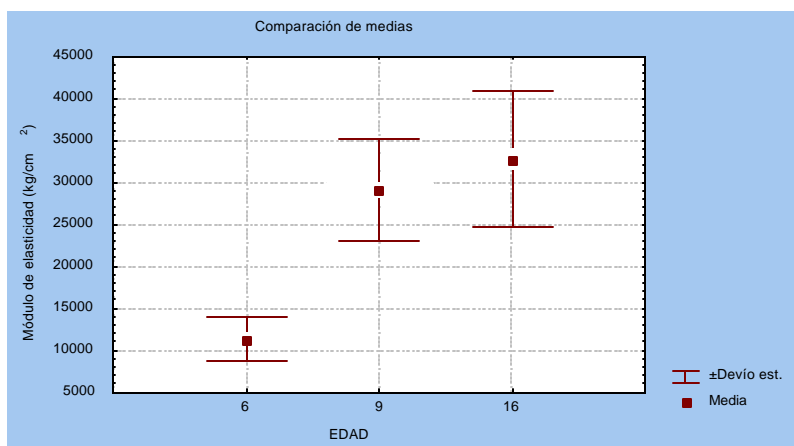


Figura 7: Comparación de medias del módulo de elasticidad de las tres edades

Figure 7: Comparison of means of moduli of elasticity of the three ages.

CONCLUSION

Si consideramos la clasificación SALLENAVE, (1991) para cada edad obtenemos los siguientes valores:

	6	9	16
Dureza normal	188	243,465	276,98
Cota de dureza	427,27	542,24	599,52
Cota de flexión	5,94	9,30	13,28
Cota laminabilidad	0,658	0,707	0,873

Con estos valores se mide la dureza, la aptitud para su uso en carpintería y la laminabilidad de la madera.

En esta clasificación la dureza normal es el promedio de la dureza radial y tangencial en kg /cm² y la Cota de dureza es la relación entre la dureza normal y la densidad aparente. Para estos valores se clasifica como madera semi dura.

La Cota de flexión es la relación entre el módulo de rotura y la densidad aparente, este índice está en el rango de las maderas con aptitud para carpintería.

La Cota de laminabilidad se refiere a la relación del clivaje promedio, radial y tangencial y la densidad aparente. Los valores para las tres edades están en el rango de muy laminables.

Según la clasificación de García citada por CORONEL (1995) de la dureza Janka, se realiza el promedio de las caras radial, tangencial y transversal, obteniéndose los siguientes valores: 202, 259 y 303 kg/cm² para 6, 9 y 16 años respectivamente. Las dos primeras edades

se encuentran en el valor de esta clasificación de maderas muy blandas y para los 16 años se encuentra en las maderas blandas.

Resumen de las propiedades físicas y mecánicas

PROPIEDADES MECÁNICAS		6 años	9 años	16 años
DUREZA	Radial	165,5	235,16	263,39
JANKA	Tangencial	210,5	251,77	290,57
(kg/cm²)	Transversal	230	289,74	355,05
FLEXIÓN ESTÁTICA (kg/cm²)	Módulo de elasticidad	12560,70	46070,3	89907,82
	Módulo de rotura	261,45	417,74	613,6
	Tensión en el limite proporcional	178,37	241,6	367,8
CORTE PARALELO (kg/cm²)	Tangencial	89,95	94,42	106,01
CLIVAJE (kg/cm)	Radial	81,34	86,37	91,66
	Tangencial	25,5	29,67	37,69
TRACCIÓN (kg/cm²)	Radial	32,36	33,8	42,99
	Tangencial	25,38	27,6	36,86
COMPRESION (kg/cm²)	Radial	29,8	33,8	41,88
	Módulo de elasticidad	11297,66	29128,31	32689,15
	Módulo de rotura	246,04	267,31	296,08
	Tensión en el limite proporcional	144,5	157,3	191,65

BIBLIOGRAFÍA

Argentina Inventario Nacional de Plantaciones Forestales. Secretaria de Agricultura, Ganadería Pesca y Alimentación. Bs.As. Diciembre 2001

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

CORONEL, Eduardo. Fundamentos de las propiedades físicas y mecánicas de las maderas. Segunda parte: Fundamentos de las propiedades mecánicas de la madera. Instituto de Tecnología de la Madera, Facultad de Ciencias Forestales. Santiago del Estero. Argentina.1995

DIN- Deutsch Industrie Norm N° 52186.

Estudio de tendencias y perspectivas del Sector Forestal en América Latina Documento de trabajo. Informe Nacional Argentina. Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable. Secretaria de Agricultura, Ganadería Pesca y Alimentación. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO .Italia. 2004

- GONZÁLEZ Raúl A., O. Pereyra, T. Suirezs. Propiedades Físicas y Mecánicas del Pino *taeda* reforestado en la provincia de Mnes. Yvyretá N° 4, 1.993.
- IRAM 9542 Método de determinación de la flexión estática. 1973.
- IRAM N° 9502. Norma técnica .Definición de la Madera. 1963.
- Ministerio Ecología Misiones <http://www.ecologia.misiones.gov.ar>
- MUÑIZ, Graciela. Caracterización e desenvolvimiento de modelos para estimar as propiedades e o comportamento na secagem da madeira de *Pinus elliotti* Engelm. e *Pinus taeda* L. Curitiba. Brasil. Tesis. 1993
- SALLENAVE, P. Propietes physiques et mecaniques des bois tropicaux. Nogentsur-Marne, Centre Technique Forestier Tropical. 1991.
- SECRETARIA DE AGRICULTURA, Ganadería Pesca y Alimentación. Bs.As. Diciembre 2001.
- SILVA, Fidelina. Datos climáticos de Iguazú, período 1941 – 1990. Informe asesoría. Cátedra agrometeorología. Facultad de Ciencias Forestales. Septiembre 1998.
- SPARNOCHIA, Lucia . Estudio de las propiedades físico mecánicas de *Pinus elliotti*, *Pinus taeda* y *Pinus pátula*. Jornadas sobre Pinos Subtropicales. Actas. Tomo II. CIEF. Eldorado, Misiones . Argentina. 1992
- SPARNOCHIA, Lucia; Gleid de Ruibal, Mónica. Características Morfológicas y físicas de la madera de *Pinus taeda* Marion. Jornadas sobre Pinos Subtropicales. Actas. Tomo II. CIEF. Eldorado, Misiones. Argentina. 1992
- Subsecretaría de Bosques y Forestación. Ministerio de Ecología, Recursos Naturales Renovables y Turismo. Gobierno de la Pcia de Misiones. Actitud Forestal. Folleto. 2003
- SUIREZS, Teresa. Efecto de la impregnación con CCA (cromo-cobre-arsénico) sobre las propiedades físicas y mecánicas de la madera de *Pinus taeda* L. Eldorado.Misiones. Tesis. UNaM. 2000.
- TOMASELLI, I. Comparação de qualidade da madeira de *Araucaria angustifolia* e *Pinus* sp. Producida em reflorestamentos. Curitiba:FUPEF, 1980.

**INSTALACION DE UNA PARCELA SILVOPASTORIL EN EL CHACO
SEMIARIDO DEL OESTE FORMOSEÑO
INSTALLATION OF A SILVOPASTORIL PLOT IN THE SEMI-ARID CHACO OF THE
OESTE FORMOSEÑO**

**Marcelo Zerbato¹
Walter Degano²**

¹ Ingeniero Forestal. EPRASOL (Equipo para la Promoción Solidaria). Urquiza y La Rioja, Ingeniero Juárez, provincia de Formosa. eprasol@arnet.com.ar.

² Ingeniero Forestal. Facultad de Recursos Naturales, Universidad Nacional de Formosa. Avda Gutnisky 3200. walterdegano@ciudad.com.ar.

RESUMEN

A partir del año 2004 se dan inicio a las actividades relacionadas a la conservación y el aumento de la disponibilidad de los recursos forrajeros en el campo comunitario perteneciente a la comunidad aborígen Toba Comlé'ec, de la localidad de Ingeniero Juárez en la provincia de Formosa, en el marco del proyecto de Desarrollo Productivo Comunitario llevado a cabo en la mencionada comunidad aborígen. Se instaló una parcela silvopastoril de 8 has, en el monte nativo chaqueño, introduciendo cuatro especies forrajeras gramíneas y una leñosa; todas de regiones subtropicales.

Si bien en otros lugares este tipo de manejo es muy empleado, y sus bondades conocidas, en la zona en cuestión no son muchas las experiencias en este sentido y menos aún a nivel de productores locales y en escala considerable. Los resultados provisorios son alentadores y presentan la alternativa de manejo válida para la comunidad y zona de influencia.

Palabras claves: Manejo silvopastoril, introducción de pasturas, Chaco semiárido

SUMMARY

Starting from the year 2004 they are given beginning to the activities related to the conservation and the increase of the readiness of the resources forrajeros in the community field belonging to the community aboriginal Toba Comlé'ec, of Engineer's Juarez town in the county of Formosa, in the mark of the project of Community Productive Development carried out in the mentioned aboriginal community. He/she settled a parcel silvopastoril of 8 there are, in the mount native chaqueño, introducing four species gramineous forrajeras and a woody one; all of subtropical regions.

Although in other places this handling type is very employee, and their well-known kindness, in the area in question are not many the experiences in this sense and less still at level of local producers and in considerable scale. The temporary results are encouraging and they present the valid handling alternative for the community and influence area..

Key words: I manage silvopastoril, introduction of pastures, semi-arid Chaco

INTRODUCCIÓN

A partir del año 2003 en el marco del proyecto “Fortalecimiento al Desarrollo Productivo Comunitario”, llevado a cabo en la comunidad Toba Comlec de Ing. Juárez y financiado por JICA¹, se realizaron diversas actividades con el fin de lograr la recuperación de los recursos forestales del campo comunitario y el aumento de la productividad del sitio en cuanto a forraje, para el desarrollo de un esquema productivo viable para la comunidad.

El campo en cuestión, por estar aledaño al pueblo y sin clausura, ha sido blanco durante años de cortas descontroladas que llevó al empobrecimiento de las masas boscosas; a esto se agregó el ingreso irrestricto de ganado vacuno y sin ningún tipo de manejo sobre las áreas donde se realiza el pastaje.

Con la implementación del proyecto se busca incorporar nuevas actividades productivas rentables, que se complementen con las actividades tradicionales que practican como forma de fortalecer su economía.

En este esquema los sistemas silvopastoriles, a partir del monte nativo chaqueño, se presentó como una opción válida para la comunidad. En la zona en cuestión no son muchas las experiencias en este sentido y menos aún a nivel de productores locales y en escala considerable.

Se presenta la información relacionada con las actividades y datos provisorios de producción, concernientes a la instalación de una parcela silvopastoril en monte nativo chaqueño semiárido, en el campo de la comunidad Toba de la localidad de Ingeniero Juárez – provincia de Formosa, con introducción de cuatro especies gramíneas forrajeras subtropicales y una leñosa. El objetivo del presente trabajo es aumentar la productividad forrajera en monte alto degradado del Parque Chaqueño Semiárido del oeste de la Provincia de Formosa, mediante la introducción de especies gramíneas y leñosas subtropicales.

Ubicación Geográfica: El campo comunitario de los Tobas de Ing. Juárez, se encuentra ubicado a seis (6) Km al norte de Ing. Juárez, sobre la ruta provincial N° 39.

¹ Agencia de Cooperación Internacional del Japón.

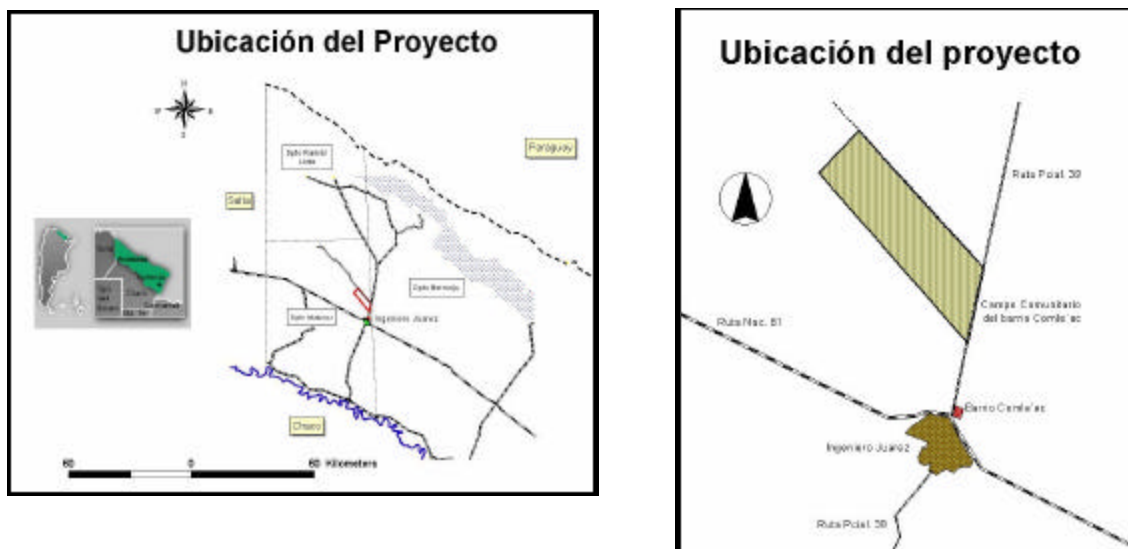


Figura 1: Ubicación del campo comunitario de la comunidad Toba Comle'ec, donde se instaló la parcela silvopastoril.

Temperatura y Precipitación: Los datos corresponden a la serie 1967-1983 de la estación meteorológica de Ing. Juárez ubicada a $23^{\circ}54'$ Latitud Sur y $61^{\circ}53'$ Longitud Oeste. Altitud 180 metros.

En la zona Oeste, el clima es cálido tropical con estación seca, con temperaturas medias anuales superiores a los 23° centígrados. Es la zona de mayores máximas medias del país con moderadas amplitudes térmicas estacionales (medias en enero 28°C y media en julio 18°C). La concentración estival de lluvias, insuficiente en el momento de mayor evaporación a causa de elevadas temperaturas, genera un balance hídrico marcadamente deficitario.

- Media anual 689 milímetros.
- Mes de máximas precipitaciones: enero 124,5 mm.
- Mes de mínima precipitaciones: julio 1,7
- Período lluvioso: noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo.

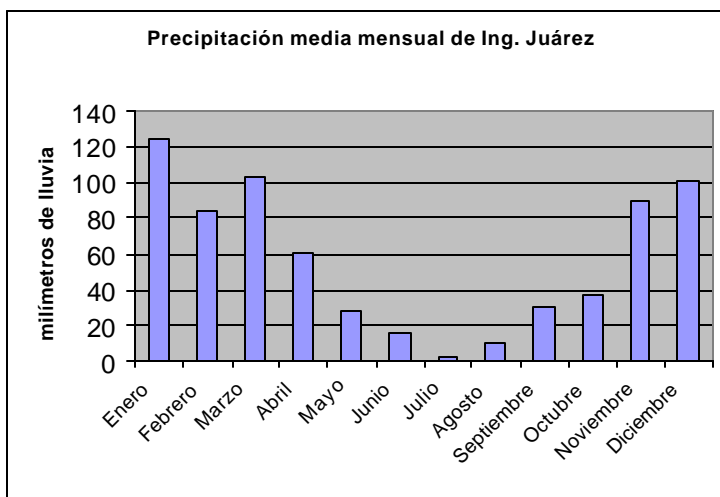


Gráfico 1: Distribución media anual de precipitaciones en la localidad de Ingeniero Juárez.

- Período de escasas precipitaciones: abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre.
- Entre los meses de noviembre a marzo inclusive, llueve el 73% de las precipitaciones totales del año.

Características del monte nativo: El campo comunitario posee 3300 has y se encuentra enclavado en el interfluvio de los ríos Bermejo y Pilcomayo. La fisonomía de sus bosques se encuentra claramente diferenciada en dos tipos. El primero constituido por Quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho blanco*) y Quebracho colorado santiagueño (*Schinopsis quebracho colorado*), asentado en suelo franco arenoso; en el estrato arbustivo sobresalen las especies duraznillo (*Ruprechtia laxiflora*) y las Caparidáceas como el Sacha poroto (*Capparis retusa*), y en el estrato herbáceo algunos pastos nativos (setaria, trichloris, digitaria) junto con bromeliáceas. En el otro ambiente predomina el Palo santo (*Bulnesia sarmientoi*) acompañado por Quebracho blanco (*Aspidosperma quebracho blanco*) y Palo cruz (*Tabebuia nodosa*) donde predomina un suelo arcilloso, pesado. El estrato arbustivo y herbáceo es similar al anterior ambiente.

La parcela se encuentra emplazada en el monte alto dominado por los dos quebrachos: Quebracho colorado santiagueño y Quebracho blanco.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se llevó a cabo el diagnóstico expeditivo de los recursos naturales del campo comunitario, en conjunto con la comunidad, que sirvió para determinar la condición y el estado de los recursos naturales (suelo-agua-vegetación), la elección del sitio, y las distintas actividades relacionadas con la instalación de la parcela silvopastoril: inventario forestal, desarbustado mecanizado, siembra de pasturas, plantación, medición de la disponibilidad de forraje y de la regeneración

Inventario Forestal: la metodología empleada para el estudio cuali-cuantitativo de la masa boscosa se basó en el relevamiento de parcelas rectangulares de 10 x 50 metros (ancho por largo), dispuestas sistemáticamente sobre el sitio seleccionado, abarcando los dos tipos forestales identificados en el diagnóstico. En esta superficie se midieron la totalidad de los árboles a partir de los 7 cm de Dap. Para el estudio del estrato arbustivo se tomó una fracción de 5 x 10 metros (ancho por largo) midiendo todos los ejes a partir de los 3 cm a 30 cm del suelo, contenidos en cada mata de arbustos. En la regeneración se consideró la

correspondiente a la de los árboles y se tomó un Subparcela de 5 x 50 metros (ancho por largo) contabilizando los renuevos hasta los dos metros de altura.

Desarbustado: se realizó el desarbustado mecanizado de con una topadora pequeña tipo D4. La consigna del trabajo fue la eliminación de todos los arbustos dejando en pie las especies forestales.

Finalizada la intervención de la máquina se utilizó una cuadrilla de siete personas que procedieron a retirar los residuos y raíces remanentes en el sitio. La parcela adoptó la forma de un rectángulo de 425 metros de largo por 200 metros de ancho, a la cual se la dividió, a lo largo, en cuatro subparcelas separadas entre sí por calles de 10 metros de ancho. Cada de una de éstas contiene una especie de gramínea diferente. Cabe aclarar que la parcela fue clausurada mediante la utilización de electrificador de cerca (boyero) utilizando cuatro hilos lisos galvanizado de alta resistencia.

Siembra de pasturas subtropicales exóticas: la siembra de pasturas se llevó a cabo la primera semana de noviembre del 2004, con el inicio de la temporada de lluvias en la región. Las especies utilizadas fueron seleccionadas por presentar características que pueden adaptarse a las condiciones climáticas y edáficas locales; algunas especies, como el Panicum maximun cv gatton panic, fueron probados por algunos pobladores con mayor o menor éxito, por lo que se decidió profundizar la experiencia ya existentes con estos pastos. La siembra fue al voleo, sobre el suelo recién desmontado, luego de la cual se “rameó” (frotar ramas sobre el suelo) la superficie para fijar las simientes al suelo. La densidad de siembra fue de 9 kg/ha para Panicum maximun cv Gatton panic; 8 kg/ha para Brachiaria brizanta; 7.5 kg/ha para Gramma rhodes cv. Callide y 6 kg/ha para Panicum maximun cv Tanzania.

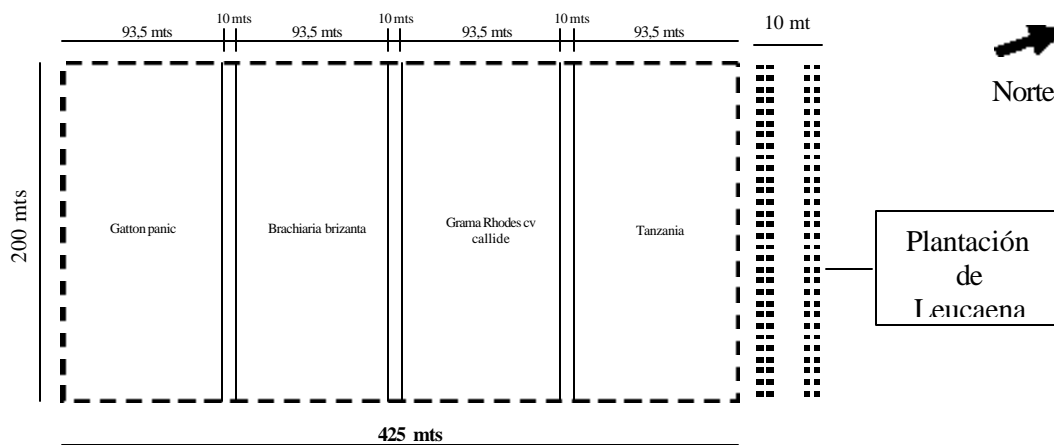


Figura 2: Croquis de disposición de subparcelas de gramíneas y *Leucaena leucocephala* en parcela silvopastoril

*12^{av} Jornadas Técnicas Forestales y Ambientales – FCF, UNaM– EEA Montecarlo, INTA
8, 9 y 10 de Junio de 2006 – Eldorado, Misiones. Argentina*

Estudio de la disponibilidad forrajera de las gramíneas: Las muestras se tomaron en dos momentos distintos, la primera a los cinco meses de sembrado el sitio y la segunda al año de la primera medición, es decir a los 17 meses de la siembra.

Para el estudio se realizó un muestreo sistemático, recorriendo cada parcela en zig-zag realizando cortes en parcelas $\frac{1}{4} \text{ m}^2$ equidistantes (un total de 10 por parcela), se depositó el material en bolsas de polietileno que luego fueron pesadas en balanzas electrónicas comerciales.

Para marco de $\frac{1}{4} \text{ m}^2$

$$\text{DFV/ha} = \frac{\text{PMV (kg)}}{0.25 \text{ m}^2} \times \frac{10.000 \text{ m}^2}{1 \text{ ha}}$$

Plantación de leucaena: Durante el mes de marzo de 2005, se lleva a cabo la plantación con *Leucaena leucocephala* cuyas semillas proceden de árboles de la zona y fueron producidos en macetines forestales en el vivero, que la comunidad toba Comlé'ec posee en su asentamiento urbano. El objetivo de este trabajo es obtener forraje de alto contenido proteico que complemente las gramíneas ya existentes. Se dispuso la plantación en callejón de 10 metros de ancho por 200 metros de largo, sobre el extremo norte de la parcela pastoril, y está constituido por una doble hilera a cada lado del mismo, distanciadas a 1 (un) metro entre sí y a 0,50 cm entre plantas. Se determina la biomasa de hojas y de ramas, a partir de 1 metro de altura de corte desde el suelo. La medición de la plantación, coincidió con la segunda toma de datos de las gramíneas.

RESULTADOS

En el estrato arbóreo: La cantidad de individuos por hectárea que arroja el inventario para Monte alto es de 146 arb/ha, siendo área basal de aproximadamente 5 m^2 y el volumen de fuste de $14 \text{ m}^3/\text{ha}$. En comparación con el presente trabajo, JICA (1995) determinó 176 ind/ha, para la región oeste de la provincia de Formosa, mientras que GRULKE (1994) encuentra 141 ind/ha en dos puestos de criollos de la provincia Salta; la vegetación, clima y suelo en los dos trabajos, son similares a la del presente estudio.

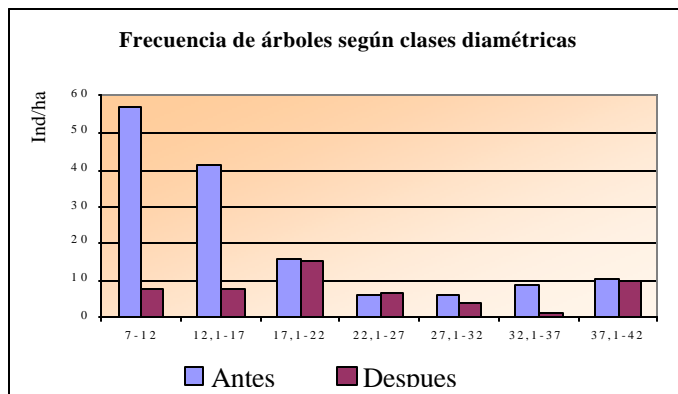


Gráfico 2: Distribución de individuos, según clases diamétricas, antes y después de la intervención.

La cantidad de individuos en las clases inferiores en el monte sin intervención, está por debajo del mínimo requerido. Esto puede deberse a una sobremadurez del bosque o una presión ganadera excesiva (GRULKE, 1994). La cantidad de individuos en las clases intermedias, también es bajo con la consecuente

limitación que las perspectivas de cosecha se reducen. La distribución diamétrica nos puede engañar al considerar todas las especies, ya que muestra una situación más o menos regular, y no de las especies particularmente susceptibles al ramoneo y pisoteo del ganado (p. ej. Quebracho colorado santiagueño).

Luego de la intervención de la topadora, el sitio quedó con un total estimado de 52 ind/ha. Del análisis del gráfico anterior se desprende que ante la imposibilidad de llevar a cabo una intervención ordenada y dirigida, la máquina voltea prácticamente todas las clases diamétricas inferiores a 17 cm de diámetro. Resulta entonces que la pérdida de individuos se torna bastante significativa; ésta no es tan notoria cuando analizamos el AB y el Volumen ya que como sabemos la mayor cantidad de estos parámetros están aportados por los árboles de diámetros superiores.

El estrato arbustivo: es propio del monte chaqueño degradado, conformado por un gran número de especies de las cuales predomina el Duraznillo (*Ruprechia laxiflora*) con 3477 ejes² por ha, y un total de 4262 ejes por ha.

² Ejes correspondientes a una especie, agrupados en un sector reducido de terreno formando matas, que sobresalen a nivel del suelo, cuyo diámetro fue medido a 30 cm del suelo.

Especies	Cantidad por ha	AB por ha en m ²	Dap prom. (cm)	Altura prom. (m)	Altura máx. (m)
<i>Algarrobillo</i>	46	0,062	4,70	3,33	3,50
<i>Bola verde</i>	215	0,462	4,84	2,74	3,40
<i>Cucharero</i>	31	0,272	10,55	3,35	3,50
<i>Duraznillo</i>	3477	5,769	4,54	3,14	6,20
<i>Garabato</i>	169	0,508	6,10	4,25	4,60
<i>Teatín</i>	77	0,231	6,20	3,00	3,00
<i>Meloncillo</i>	15	0,015	3,70	2,50	2,50
<i>Pata pata</i>	15	0,046	6,00	2,00	2,00
<i>Sacha poroto</i>	169	0,185	3,60	2,75	3,85
<i>Sacha sandia</i>	46	0,046	3,80	1,95	1,95
Total general	4262	7,595	5,40		

Tabla 1: Descripción del estrato arbustivo en el monte alto dominado por los dos Quebrachos.

Regeneración: La cantidad de renuevos encontrados en la parcela silvopastoril, a los 10 meses de realizada la clausura y siembra de pasturas, fue de 3146 individuos, de los cuales el 82 % corresponde a la especie de Quebracho colorado santiagueño. Se estima que las plántulas proceden de semillas que se encontraban en el suelo y se vieron favorecidas por el escarificado de la oruga y la clausura, como así también por el ingreso indiscriminado de luz directa al suelo, al abrirse el estrato superior. Por otra parte un alto porcentaje de renuevos, cerca del 35% muestreado, se encontraban ya en punto de marchites temporaria, debido a la prolongada escasez hídrica.

Salvo los renuevos de Guayacán, los valores correspondientes al resto de las especies mencionadas, antes de la intervención, son significativamente inferiores, y alarmante para el caso del Quebracho colorado santiagueño.

Especies	Alturas (m)			
	Después de la intervención			Antes de la intervención
	0-0,30	0,31-0,50	0,51 a +	Ind/ha
Quebracho colorado santiagueño (<i>Schinopsis quebracho colorado</i>)	2583	0	0	4
Quebracho blanco (<i>Aspidosperma quebracho blanco</i>)	542	0	0	74
Guayacán (<i>Caesalpinia paraguariensis</i>)	21	0	0	22
Total de renuevos por Ha	3146	0	0	100

Tabla 2: Situación de la regeneración en la parcela silvopastoril, antes y después de la intervención.

Disponibilidad de forraje en gramíneas: La disponibilidad de forraje aumentó significativamente entre una medición y otra. La cantidad de lluvia registrada en los 17 meses, contados a partir de la siembra, es de 1418 mm; 19 % más que los registros históricos considerando igual período de tiempo. CHIARULLI (2004) menciona 60 kg/MS/Ha/año de forrajimasa nativa, en el paraje Cabeza de Toro, cercano a San José de Boquerón, al noroeste del Departamento Copos, en Santiago del Estero, con déficit hídrico de 750 mm/año y bosque con signos de sobreexplotación forestal y sobrepastoreo. GLATZLE (1999), cita rendimientos comparativos entre Tanzania y Gatton panic, a las 14 semanas de crecimiento, de 26,8 y 12,2 tn MS/ha.

Especies	28/03/05	28/03/06
	Tn/ha ³	Tn/ha ³
Gatton panic	4.64	38.4
Brachiaria brizanta	5.4	24
Gramma rhodes	8.3	24
Tanzania	14.1	91.96

Tabla 3: Disponibilidad de materia verde de las especies forrajeras, implantadas en la parcela silvopastoril.

Disponibilidad de forraje en leñosa (*Leucaena leucocephala*): Si se considera la plantación en macizo de la especie, los valores de biomasa en follaje es de alrededor de las 11,5 tn MS/ha. Algunos datos de nuestro país hablan de 5000 a 7000 kg de MS/ha. Se remarca que su uso principal es como banco de proteína y no como forrajera base.

Parámetros	Total
Densidad arb/ha	16750
Dap medio (cm)	1,73
Altura media (m)	2,97
Inicio copa (m)	1,39
Peso húmedo follaje (tn/ha) (a)	32,59
Peso seco follaje (tn/ha)	11,46
Peso húmedo ramas (tn/ha) (b)	46,17
Total biomasa (a) + (b) (tn/ha)	78,76

Tabla 4: Datos relevados para la especie *Leucaena leucocephala*, implantadas en suelo de monte alto de dos quebrachos.

³ Las toneladas referidas corresponden a Peso de Materia Verde.

CONCLUSIONES

La utilización de maquinaria para el desarbustado en el monte chaqueño, tiene la desventaja de eliminar la casi totalidad de los individuos de las clases de diámetros inferiores, que aseguran la perpetuidad de las especies que componen el estrato arbóreo del monte.

La mayor disponibilidad de luz en el área de la parcela, conjuntamente con la clausura y probablemente la remoción del suelo realizado por el equipo de desmonte, permitieron a la especie más comprometida en materia de conservación como el Quebracho Colorado santiagueño, alcanzar niveles de regeneración extraordinarios en relación al estado natural del monte.

La clausura al ganado por un lapso de tiempo generoso, permite el afianzamiento de las gramíneas toda vez que pueden alcanzar el máximo desarrollo de planta posible en la zona y la resiembra, con lo cual la distribución de la especie se homogeniza en la extensión de la parcela. Hecho que se observa con las especies de *Gatton panic* y *Gramma rhodes*.

La conservación adecuada del forraje permitirá paliar el déficit forrajero en los meses de invierno, que son los más críticos en este sentido en la región.

El desarrollo de la leñosa ha presentado parámetros que son satisfactorios en comparación a otras regiones de mejores condiciones de sitio y es un complemento muy importante para las gramíneas.

Queda el interrogante si el desarrollo de los renuevos estará relacionado, además de las condiciones climáticas favorables, al manejo de las pasturas implantadas a través del corte o del pastoreo directo con la carga adecuada de ganado.

BIBLIOGRAFIA

GRULKE, M. 1994. Una pronta respuesta de manejo silvopastoril para el Chaco-Salteño. Informe final de la práctica NADEL realizada dentro de los proyectos de la Sociedad Alemana de Cooperación Técnica (GTZ), 150 pag.

JICA. 1995. Estudio sobre el inventario y el manejo forestal en la región del Parque Chaqueño de la República Argentina. Informe intermedio, 182 pag.

CHIARULLI, C. 2004. INCUPO – PROINDER. Técnicas innovadoras de manejo y producción forrajeras en bosques nativos mediante sistemas agroforestales análogos.

GLATZLE, A. 1999. Compendio para el manejo de pasturas en el Chaco. Proyecto Estación Experimental Chaco Central (MAG-GTZ). 186 pag.

**ECOLOGÍA Y CONSERVACIÓN DE AVES EN FORESTACIONES DEL
BOSQUE ATLÁNTICO DEL ALTO PARANÁ**

**ECOLOGY AND CONSERVATION OF BIRDS ON TREE PLANTATIONS IN
THE UPPER PARANA ATLANTIC FOREST**

Gustavo A. Zurita¹

Maria I. Bellocq¹

¹ Grupo de Ecología de Comunidades y Macroecología. Departamento de Ecología, Genética y Evolución, FCEyN, Universidad de Buenos Aires – CONICET.
gazurita@ege.fcen.uba.ar

RESUMEN

El reemplazo del bosque nativo por forestaciones monoespecíficas constituye una de las principales actividades económicas en el bosque Atlántico. Este reemplazo implica marcados cambios en la estructura y composición de la vegetación que afecta directamente a las comunidades animales. En este estudio evaluamos los efectos del reemplazo del bosque nativo por forestaciones (araucaria, pino y eucaliptus) en las comunidades de aves en el bosque Atlántico del Alto Paraná. La riqueza de especies en todas las forestaciones fue menor marcadamente menor respecto al bosque nativo, particularmente en las forestaciones recientemente cortadas. Asimismo las forestaciones maduras fueron poco utilizadas por especies dependientes del bosque nativo y fueron usadas principalmente por especies adaptadas a diferentes tipos de bosque, en el caso de las forestaciones maduras, y especies de ambientes abiertos en el caso de las forestaciones recientemente cortadas. En las actuales condiciones de manejo, las forestaciones comerciales constituyen un ambiente poco utilizado por las aves nativas del bosque Atlántico del Alto Paraná.

Palabras clave: aves, bosque Atlántico, biodiversidad, conservación

ABSTRACT

Replacement of the native forest by monoculture tree plantations is one of the main economical activity in the Atlantic forest. Changes in vegetation structure and composition associated to native forest replacement have strong effects on animal communities. We studied the effects of forest replacement by monoculture tree plantations (Araucaria, Pine and Eucalyptus) on bird communities in the Upper Parana Atlantic forest . In tree plantations, bird richness was lower than in the native forest, specially in recent cutted plantations. Plantations were mainly used by forest tolerant and edge species whereras forest-dependent species were common in native forest and rare in plantatios. Plantations under current management plans are not much used by Atlantic Forest birds

Keywords: birds, Atlantic forest, biodiversity, conservation

INTRODUCCIÓN

El reemplazo y degradación de los ambientes naturales son consideradas las dos principales amenazas a la conservación de la biodiversidad (BROOKS et al. 2002). En este contexto, y considerando que la superficie de ambiente natural que pueden ser protegidas es generalmente baja, resulta necesario incorporar las matrices antrópicas en los planes de conservación para garantizar la persistencia a largo plazo de las especies (VANDERMEER y PERFECTO 1997; REITSMA et a. 2001; PETERJOHN 2003; ZHIJUN y YOUNG 2005; FARIA et al. 2006).

El reemplazo del bosque nativo por forestaciones mono-específicas constituye un cambio radical en la composición y estructura de la vegetación que tiene importantes efectos sobre las comunidades animales. En términos generales se observa una disminución en la riqueza y abundancia de muchas especies de aves (CAINE y MARION 1991; DIAZ et al. 1998; WILSON y WATTS 1999; BARBER et al. 2001; MARDSEN et al. 2001; SEKERCIOGLU 2002); particularmente de aquellas muy asociadas al bosque nativo (STOTZ et al. 1996; PETIT y PETIT 2003).

El bosque Atlántico del Alto Paraná (o selva Paranaense) es considerado uno de los principales “hotspots” de biodiversidad en el mundo debido a su gran riqueza de especies (con al menos 682 especies de aves), número de endemismos y grado de amenaza que presenta (BROOKS et al. 1999). Una de las principales amenazas a la conservación de este ecosistema es el reemplazo del bosque nativo por forestaciones comerciales de especies exóticas (*Pinus* spp. y *Eucalyptus* spp.) y nativas (*Araucaria angustifolia*) para la producción de madera y pulpa.

En este trabajo estudiamos los efectos del reemplazo del bosque nativo por forestaciones mono-específicas en la comunidad de aves y discutimos el valor en términos de conservación de la biodiversidad de los sistemas forestales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Desarrollamos el estudio durante 2004-2006 en la región norte de la provincia de Misiones y sur de Paraguay cubriendo un área de 3700 km² de bosque semideciduo (OLIVEIRA FILHO y FONTES 2000). El área de estudio incluyó un mosaico de bosque nativo en áreas protegidas, yerbales (*Ilex paraguarienses*), cultivos anuales y forestaciones comerciales de pino (*Pinus* spp.), eucaliptos (*Eucalyptus* spp) y araucaria (*Araucaria angustifolia*).

Para comparar la comunidad de aves entre el bosque nativo y las diferentes forestaciones utilizamos el método de punto de escucha con radio ilimitado (BIBBY et al. 1998). Este método consiste en registrar todas las aves vistas u oídas durante un determinado periodo de tiempo en diferentes puntos de muestreo. La abundancia puntual para cada especie se determina como el número de puntos en que se registró dicha especie / total de puntos muestreados. Realizamos los muestreos durante primavera-verano, periodo de mayor actividad vocal de las aves, entre las 6:00-10 a.m. Cada punto fue relevado por 5 minutos. Muestreamos un total de 50 puntos en bosque protegido (P.N. Iguazú y P.P. Urugua-í), 94 en forestaciones maduras (23 en Araucaria, 32 en Eucaliptos y 39 en Pino) y 21 en forestaciones recientemente cortadas y aún no replantadas. Clasificamos a las especies de acuerdo a su capacidad de utilizar diferentes ambientes para comparar la respuesta de los diferentes grupos al reemplazo del bosque nativo (ALEIXO 1999; STOTZ et al. 1996). De esta manera definimos tres grupos: 1) especies dependientes del bosque nativo, 2) especies tolerantes (que pueden utilizar diferentes tipos de bosque) y 3) especies de borde y áreas abiertas.

Para describir la estructura de la vegetación utilizamos una adaptación del método de BRAUN-BLANQUET (1964) de abundancia-cobertura, con 10 categorías entre 0-100%. Con este método estimamos la cobertura del estrato herbáceo/arbustivo hasta 1.5m, estrato arbóreo bajo entre 1.5-5.0 m, estrato arbóreo medio entre 5-15 m y estrato arbóreo alto con mas de 15 m. Como una medida de complejidad estructural de la vegetación calculamos el índice de Shannon-Winner, utilizando la cobertura relativa de cada estrato (MAGURRAN 2004).

Realizamos análisis de varianza (ANOVA) para comparar la cobertura de los diferentes estratos de vegetación entre las forestaciones y el bosque nativo. Para comparar la riqueza de aves entre forestaciones y el bosque nativo, dado que el esfuerzo de muestreo fue diferente, calculamos un estimador de riqueza de especies (Chao1) y su intervalo de confianza del 95% utilizando el programa EstimateS (COLWELL 2005). Para comparar la estructura de la comunidad (considerando riqueza y abundancia) de aves realizamos un análisis de agrupamiento (cluster análisis).

RESULTADOS

Todas las variables de vegetación estudiadas presentaron diferencias significativas al comparar forestaciones y el bosque nativo (Tabla 1). Las forestaciones maduras estuvieron caracterizadas por una alta cobertura del estrato arbóreo alto y

herbáceo y una baja cobertura del estrato arbóreo medio y bajo. El bosque nativo, por otro lado, se caracterizó por una cobertura intermedia de todos los estratos arbóreos (excepto el estrato alto) y herbáceo-arbustivo y una mayor complejidad estructural (Índice de Shannon). Finalmente las forestaciones recientemente cortadas se caracterizaron por una cobertura intermedia del estrato herbáceo/arbustivo, una muy baja cobertura de todos los estratos arbóreos y una menor complejidad estructural.

Registramos un total de 120 especies de aves durante los muestreos. La riqueza de especies estimada (Chao1) fue significativamente mayor en el bosque nativo respecto a las forestaciones (no hubo superposición de los intervalos de confianza del 5-95%) y similar entre las distintas forestaciones (pino, araucaria y eucaliptus). Las forestaciones recientemente cortadas tendieron a poseer la menor riqueza de especies.

En cuanto a la composición de especies, las forestaciones maduras presentaron una alta similitud en la comunidad de aves y claramente diferenciada del bosque nativo y las forestaciones cortadas (Figura 1). La comunidad de aves en bosque estuvo principalmente compuesta por especies dependientes de bosque y tolerantes, las forestaciones maduras se caracterizaron por ser utilizadas principalmente por especies tolerantes y poco por especies dependientes de bosque. En las forestaciones cortadas la comunidad de aves estuvo principalmente compuesta por especies de borde y áreas abiertas.

CONCLUSIONES

Una marcada disminución en la riqueza de aves es una característica general de los sistemas forestales mono-específicos en regiones de bosques neotropicales y templados (CAINE y MARION 1991; DIAZ et al. 1998; WILSON y WATTS 1999; BARBER et al. 2001; MARDSEN et al. 2001; SEKERCIOGLU 2002). En nuestro estudio la pérdida de especies en todas las forestaciones estudiadas (araucaria, pino y eucaliptus) fue mayor al 50%, este efecto se evidencia particularmente en forestaciones recientemente cortadas donde la riqueza fue un 80% menor respecto al bosque nativo. Este marcado efecto en la riqueza de aves puede asociarse a las características estructurales y de composición de la vegetación. El bosque nativo estuvo caracterizado por la presencia de diferentes estratos de vegetación en proporciones similares, generado por el proceso de regeneración natural del bosque, lo que sumado a la alta diversidad de especies vegetales y la presencia de elementos característicos (árboles muertos), genera un sistema heterogéneo donde pueden coexistir un gran número de

especies de aves. Por otro lado, las forestaciones maduras se caracterizaron por una alta homogeneidad estructural con un estrato arbóreo alto dominante. Esta simplificación estructural y en la diversidad de especies vegetales genera la disminución en la pérdida de aves observada, particularmente en las forestaciones recientemente cortadas.

Los efectos del reemplazo del bosque en la comunidad de aves no solo estuvieron asociados a cambios en la riqueza sino también en la composición de especies. En bosques neotropicales muchas aves son altamente dependientes del bosque nativo (STOTZ et al. 1996; PETIT y PETIT 2003; SEKERCIOGLU 2003). Estas especies constituyen el grupo más sensible a las perturbaciones antrópicas y la mayoría de las especies en peligro de extinción. En nuestro estudio las aves que utilizaron las forestaciones maduras fueron principalmente especies tolerantes, o poco sensibles, y especies de borde y áreas abiertas, mientras que menos de un 20% de las aves registradas se categorizaron como dependientes de bosque. Por otro lado la comunidad de aves en forestaciones recientemente cortadas estuvo compuesta principalmente por especies de ambientes abiertos con un bajo valor de conservación.

En conclusión, registramos una marcada disminución en la riqueza de aves e importantes cambios en la composición de especies en todas las forestaciones estudiadas respecto al bosque nativo. Estos cambios fueron similares tanto en forestaciones de araucaria, pino y eucalipto y estuvieron asociados a una marcada pérdida de heterogeneidad estructural y de diversidad en la vegetación. Bajo las actuales condiciones de manejo las forestaciones representan un ambiente poco favorable para las aves nativas del bosque Atlántico del Alto Paraná. Medidas de diversificación en la estructura de las plantaciones, la conservación de remanentes de bosque nativo entre forestaciones en forma de cortinas y macizos son algunas de las medidas que contribuirían a mejorar la sustentabilidad ecológica de esta actividad económica.

AGRADECIMIENTOS

Diferentes organismos gubernamentales nacionales y provinciales y empresas privadas facilitaron los permisos para desarrollar este proyecto. Por este motivo agradecemos al Ministerio de Ecología, Recursos Naturales y Turismo de la provincia de Misiones, la Administración de Parques Nacionales y la empresa Alto Paraná. Este proyecto fue posibilitado por subsidios de la Universidad de Buenos Aires, Universidad Maimónides y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF por sus siglas en inglés).

TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1. Análisis de varianza (ANOVA) para las variables estructurales de vegetación medidas en bosque nativo y forestaciones del bosque Atlántico del Alto Paraná.

Diferentes letras implican diferencias significativas.

Table 1. ANOVA of vegetation variables measured in native forest and plantations in the Upper Paraná Atlantic forest. Different letters imply significant differences.

	F	P	Bosque	Araucaria	Pino	Eucaliptus	F. Cortada
Diversidad	208,1	<0.001	a	ab	b	c	d
E. Herbáceo	5,8	<0.001	a	b	bc	abc	ac
E. A. Alto	127,8	<0.001	a	b	b	b	c
E. A. Medio	70,0	<0.001	a	b	c	c	c
E. A. Bajo	39,2	<0.001	a	a	b	b	c

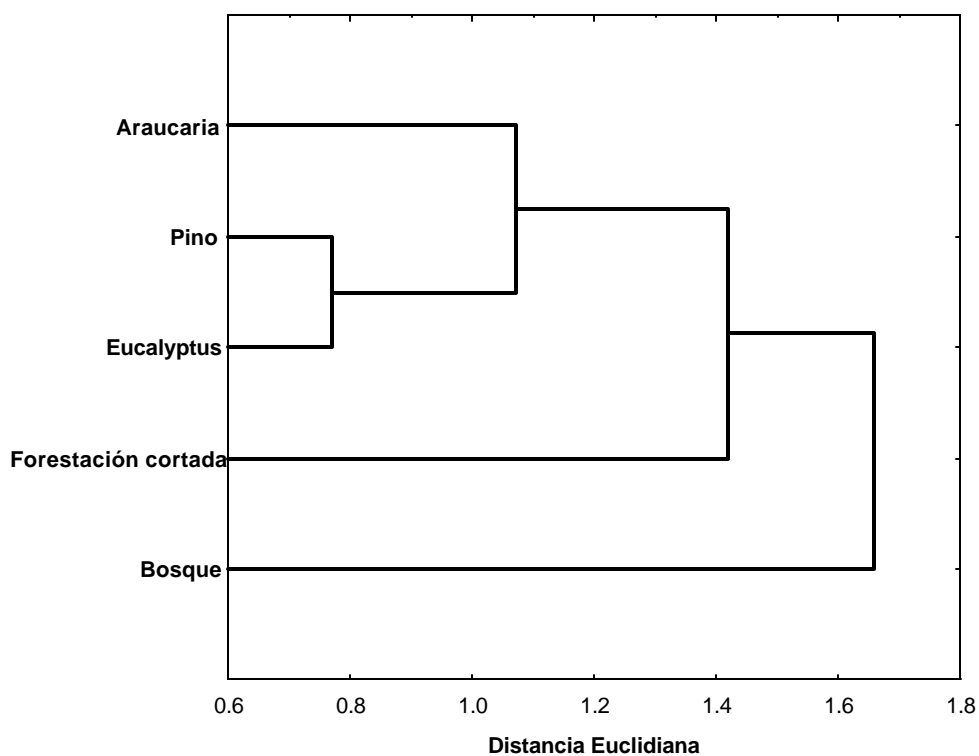


Figura 1. Análisis de agrupamiento basado en la riqueza y abundancia relativa de las especies de aves en bosque nativo y forestaciones en el bosque Atlántico del Alto Paraná.

Figure 1. Cluster analysis based on bird richness and relative abundance on plantations and native forest. In the Upper Atlantic Forest.

BIBLIOGRAFIA

- ALEIXO, A. 1999. Effects of selective logging on a bird community in the Brazilian Atlantic forest. *The Condor* 101:537-48.
- BARBER, D.R.; Martin, T.E.; Melchior, M.A.; Thill, R.E.; Wigley, T.B. 2001. Nesting success of birds in different silvicultural treatments in Southeastern U.S. pine forests. *Conservation Biology* 15(1):196-207.
- BIBBY, C.; Jones, M.; Mardsen, S. 1998. *Expedition Field Techniques. Bird Surveys*. London: Expedition Advisory Centre. 134 p.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL. 2004. *Threatened birds of the world*. Cambridge: BirdLife International.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1964. *Pflanzensoziologie-Grundzüge der Vegetationskunde*. Springer Verlag, Wien. 865 pp.
- BROOKS, T.M.; Mittermeier, R.A.; Mittermeier, C.G.; Da Fonseca, G.A.B.; Rylands, A.B.; Konstant, W.R.; Flick, P.; Pilgrim, J.; Oldfield, S.; Magin, G.; Hilton-Taylor, C. 2002. Habitat loss and extinction in the hotspots of biodiversity. *Conservation Biology* 16(4):909-23.
- BROOKS, T.M.; Tobias, J.; Balmford, A. 1999. Deforestation and bird extinctions in the Atlantic forest. *Animal Conservation* 2:211-22.
- CAINE, L.A.; Marion, W.R. 1991. Artificial addition of snags and nest boxes to slash pine plantations. *Journal of Field Ornithology* 62(1):97-106.
- COLWELL, R.K. 2005. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples 2005. Version 7.5. Persistent URL <purl.oclc.org/estimates>.
- DIAZ M.; Carbonell, R.; Santos, T.; Telleria, J.L. 1998. Breeding bird communities in pine plantations of the Spanish plateau: biogeography, landscape and vegetation effects. *Journal of Applied Ecology* 35:562-74.
- FARIA, D.; Laps, R.R.; Baumgarten, J.; Cetra, M. 2006. Bat and bird assemblages from forests and shade cacao plantations in two contrasting landscapes in the Atlantic Forest of southern Bahia, Brazil. *Biodiversity and Conservation* 15:587-612.
- MAGURRAN, A.E. 2004. *Measuring biological diversity*. Oxford: Blackwell. 256 p.
- MARDSEN, S.J.; Whiffin, M.; Galetti, M. 2001. Bird diversity and abundance in forest fragments and Eucalyptus plantations around an Atlantic forest reserve, Brazil. *Biodiversity and Conservation* 10:737-51.

- OLIVEIRA FILHO, A.T.; Fontes, M.A.L. 2000. Patterns of floristics differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and the influence of climate. *Biotropica* 32(4b):793-810.
- PETERJOHN, B.G. 2003. Agricultural landscapes: can they support healthy bird populations as well as farm products? *The Auk* 120(1):14-9.
- PETIT, L.J.; Petit, D.R. 2003. Evaluating the Importance of Human-Modified Lands for Neotropical Bird Conservation. *Conservation Biology* 17(3):687-94.
- REITSMA, R.; Parrish, J.D.; McLarney, W. 2001. *Agroforestry Systems* 53:185-93.
- SEKERCIOGLU, C.H. 2002. Effects of forestry practices on vegetation structure and bird community of Kibale National Park, Uganda. *Biological Conservation* 107:229-40.
- STOTZ, D.F.; Fitzpatrick J.W.; Parker III T.A.; Moskovits D.A. 1996. *Neotropical Birds: Ecology and Conservation*. Chicago: The University of Chicago Press. 478 p.
- VANDEERMER, J.; Perfecto I. 1997. The agroecosystem: a need for the conservation biologist's lens. *Conservation Biology* 11:591-2.
- WILSON, M.D.; Watts B.D. 1999. Response of brown-headed nuthatches to thinning of pine plantations. *Wilson Bulletin* 111(1):56-60.
- ZHIJUN, W.; Young, S.S. 2005. Differences in bird diversity between two swidden agricultural sites in mountainous terrain, Xishuangbanna, Yunnan, China. *Biological Conservation* 110:231-43.