

# yvyrareta

ISSN-0328-8854

DICIEMBRE 2003 N°12 REVISTA FORESTAL PAIS DE ARBOLES



Universidad Nacional de Misiones - Facultad de Ciencias Forestales

Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales - Eldorado - Misiones - Argentina



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES**



**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**

**INSTITUTO SUBTROPICAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES (ISIF)**

**Autoridades**

Rector:

**Dr. Fernando Gabriel JAUME**

Vice-Rector:

**Dr. Roberto Samuel GUTAWSKI**

Sec. Gral. de Ciencia y Tecnología:

**Ing. Carlos Emilio GALIAN**

Decano:

**Ing. Miguel Angel LOPEZ**

Vice-Decano:

**Ing. Juan Carlos KOZARIK**

Sec. Académica:

**Ing. Alicia BOHREN**

Sec. Extensión:

**Arq. Marta NÜRNBERG**

Sec. Administrativo:

**Sr. Bernardino BOBADILLA**

Sec. Bienestar Estudiantil:

**Sr. Fabián ROMERO**

Secretario de Ciencia y Técnica:

**M. Sc. Patricio MAC DONAGH**

Secretaria Técnica:

**Ing. Elizabeth WEBER / Ing. Liliana RIVERO**

---

Facultad de Ciencias Forestales. Bertoni 124. C.P.3380 Eldorado, Misiones, Argentina.

TEL:03751- 431526, 431780,431766. FAX: 03751-431766

e-mail: [isif@facfor.unam.edu.ar](mailto:isif@facfor.unam.edu.ar)

web: [www.facfor.unam.edu.ar](http://www.facfor.unam.edu.ar)

Editada por el

# INSTITUTO SUBTROPICAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES

de la Facultad de Ciencias Forestales

Editor Responsable: M.Sc. Miguel Angel LÓPEZ  
Editor Científico: M.Sc. Patricio Miguel MAC DONAGH  
Secretaria Técnica: Ing. Elizabeth WEBER/ Ing. Liliana RIVERO  
Editor invitado: Dr. Marcelo BARRERA  
Agradecimiento especial por su colaboración con el Comité Editorial de este número a: M. Sc. Roberto FERNANDEZ (Director EEA Montecarlo-INTA)

---

EVALUADORES DE ESTE NÚMERO

---

- Ing. Esteban MORALES (CITEMA-INTI, Arg.)
- Dra. Graciela BOLSON (UFPr, Brasil)
- Ing. Enrique WABO (UNLP, Arg.)
- M.Sc. Ernesto ANDENMATTEN (EEA Bariloche-INTA, Arg.)
- Lic. Stella Marys RIVERA (UNLP, Arg.)
- Ing. Walter ABEDINI (UNLP, Arg.)
- M.Sc. Martín AGUERRE (AFOA, Arg.)
- Ing. Sergio TONON (UNaM, Arg.)
- Ing. Ftal. Héctor GARTLAND (UNaM, Arg.)
- Ph.D. Pedro BALATTI (UNLP, Arg.)

---

La Revista Forestal Yvyrareta es una publicación de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones, en la que se dan a conocer resultados de investigaciones en un amplio campo de las áreas científicas forestales y ambientales.

La periodicidad de la misma es anual.

Se imprimen 300 ejemplares

Indizada en LATINDEX

Indizada en CAB ABSTRACTS

ISSN – 0328 – 8854

La Revista no se hace responsable de las opiniones contenidas en los artículos, siendo responsabilidad exclusiva de los autores de los mismos.

Toda correspondencia relacionada a la Revista debe ser dirigida a: Sr. Editor Científico/Facultad de Ciencias Forestales. 3380 Bertoni 124.

Eldorado, Misiones, Argentina. TE: 054 3751 431780/431526. Fax 054 3751 431766

Email: [isif@facfor.unam.edu.ar](mailto:isif@facfor.unam.edu.ar) Web: [www.facfor.unam.edu.ar](http://www.facfor.unam.edu.ar)

---

### **Comentarios del Editor Científico**

Con respecto a las ediciones de la Revista Forestal Yvyrareta País de Árboles, números 11 (2001), 12 (2002), y 13 (2003), debo comentar que hemos sufrido demoras no deseables. Como es de público conocimiento, durante el año 2001 Argentina sufrió una crisis política y económica, con consecuencias hasta nuestros días. La bancarrota de la economía, y el default del país, afectaron los presupuestos nacionales de los años 2001, 2002, 2003, y tal vez continúe. Uno de los sectores económicos más afectados fue el presupuesto de las Universidades Nacionales, y principalmente las actividades de investigación. Debido a estas razones, hemos tenido falta de recursos para imprimir los números 11, 12, y 13.

A mediados del año 2003, se obtuvo soporte financiero de nuestra Universidad para imprimir los números 11 y 12. Estos dos números ahora están listos, y esperamos imprimir los números 13 y 14 durante el año 2004.

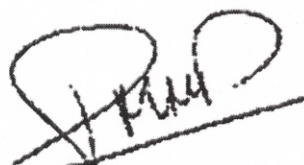
Espero que Uds. puedan entender que estas demoras en la publicación de esta Revista Científica, estuvieron principalmente relacionados con los problemas financieros y presupuestarios de la Universidad Nacional de Misiones, originados en la crisis Argentina, la cual, desafortunadamente, afectó mucho más que el sector científico. A pesar de estas circunstancias, no hemos resignado la calidad de la revista, y todos los atributos editoriales fueron mantenidos y mejorados.

### **Commentary from the Scientific Editor**

Regarding the editions of the Revista Forestal Yvyrareta País de Árboles numbers (2001) Issue 11, the (2002) Issue 12, and (2003) Issue 13, may I say that we have suffer non desirable delays. These problems were related with the well know Argentina's political and economical problems, occurred during 2001, and with consequences until nowadays. The hole economic bankrupt, and the country default, affected the national budget of 2001, 2002, 2003, and so on. One of the most affected economy sector was the National Universities budget, and mainly the Research Activities. Due this reasons we have had lack of resources to print the issues 11, 12 and 13.

By the middle of the year 2003, we get from our University financial support to print the issues 11 and 12. These two issues are now printed, and we expect to print the issues 13 and 14 during the year 2004.

I hope that you will understand that these delays on the publication of our Journal, were mainly related with the financial and budgetary problems of the Misiones National University, owed on the Argentine crisis, that unfortunately affected more than the research sector. Even this crisis, we do not resign the quality of our journal, and all the scientific characteristic were maintained and improved.



Patricio Mac Donagh  
Editor Científico  
Revista Forestal Yvyrareta

---

# INDICE

---

## Artículos científicos

- PREDICCIÓN DEL DIÁMETRO SOBRE MUÑONES EN *PINUSTAEDAL*. EN EL DEPARTAMENTO IGUAZÚ, MISIONES  
MAXIMUM DIAMETER OVER STUBS PREDICTION OF *PINUS TAEDA* L. IN IGUAZÚ DEPARTMENT, MISIONES.  
Hugo Enrique FASSOLA, Mónica GELID de RUBIAL, Paula FERRERE 1
- RESULTADOS DEL ANÁLISIS FINANCIERO Y SOCIOECONÓMICO DEL MANEJO FORESTAL Y SILVOPASTORIL DE *GREVILLEA ROBUSTA* EN MISIONES  
TECHNICAL AND SOCIOECONOMIC ANALYSIS RESULTS OF *GREVILLEA ROBUSTA* FORESTRY AND SILVOPASTORAL MANAGEMENT IN MISIONES.  
Luis COLCOMBET, Ernesto CRECHI, Hugo FASSOLA, Santiago LACORTE, M. SAN JOSÉ 9
- RELACIONES HIPSOMÉTRICAS PROMEDIOS PARA *Pinus elliottii* ENGL. EN MISIONES Y NE DE CORRIENTES  
HEIGHT-DIAMETER AVERAGE CURVES FOR *Pinus elliottii* ENGL. IN MISIONES AND NORTH-EAST OF CORRIENTES  
Rubén Alberto COSTAS, Gustavo Hernán RODRIGUEZ 19
- CLAVE DE RECONOCIMIENTO DE ESPECIES FORESTALES DE MISIONES, ARGENTINA, POR MEDIO DE LA CORTEZA.  
RECOGNITION KEY OF FOREST TREES OF MISIONES, ARGENTINA, BY MEANS OF THEIR BARK.  
Alicia BOHREN, Luis GRANCE, Martín GARTLAND, Dora MIRANDA, Héctor KELLER, Claudio DUMMEL 26
- FACTORES QUE AFECTAN LA FORMACION DE BROTES ADVENTICIOS A PARTIR DE EMBRIONES MADUROS DE *Pinus taeda* L. VIA ORGANOGENESIS  
FACTORS CONTRIBUTING TO ADVENTITIOUS SHOOT INDUCTION VIA ORGANOGENESIS IN *Pinus taeda* L. MATURE EMBRYOS  
Fernando NIELLA, Patricia ROCHA 41
- CORRELACIONES GENÉTICAS ENTRE PILODYN Y DENSIDAD DE LA MADERA DE *Pinus elliottii* var. *elliottii* EN LA MESOPOTAMIA ARGENTINA  
GENETIC CORRELATIONS FOR PILODYN AND WOOD DENSITY OF *Pinus elliottii* var. *elliottii* IN THE MESOPOTAMIA ARGENTINA  
Juan A. LOPEZ (h), Gabriela M. STAFFIERI 46
- EFFECTO DE TRATAMIENTOS INDUCTIVOS EN EL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE *PINUS ELLIOTTII* X *CARIBAEA* Y *PINUS TAEDA*  
ROOTING INDUCTION TREATMENT EFFECTS IN SLASH x CARIBBEAN PINE AND LOBLOLLY PINE CUTTINGS  
Patricia ROCHA, Fernando NIELLA 50

**COMUNICACIONES**

**LOS ESCASOS RESULTADOS DE LA LEY FORESTAL N°4884 EN LA PROVINCIA DE SAN LUIS.**

**THE SCARCE RESULTS OF THE FOREST LAW N° 4884 IN SAN LUIS PROVINCE.**

**Stella BOGINO, Mirta GOMEZ, Anselmo AVILA, Zunilda FURLAN, Sandra ESCUDERO, Amalia CORRAL, Hugo MOLINERO**

PREDICCIÓN DEL DIÁMETRO SOBRE MUÑONES EN *PINUS TAEDA* L.  
EN EL DEPARTAMENTO IGUAZÚ, MISIONES\*

MAXIMUM DIAMETER OVER STUBS PREDICTION OF *PINUS TAEDA* L.  
IN IGUAZÚ DEPARTMENT, MISIONES.

Hugo Enrique Fassola<sup>1</sup>

Mónica Gelid de Ruibal<sup>2</sup>

Paula Ferrere<sup>3</sup>

Fecha recepción: Setiembre de 2002

Fecha aceptación: Febrero de 2004

<sup>1</sup>. Investigador INTA EEA Montecarlo. TE y FAX ++54 (3751) 480057 / 480512, E mail : hfassola@ceel.com.ar AE 4. (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina.

<sup>2</sup>. ExJefe Area Investig. Ftal. APSA. TE ++54 (375) 7470027. (3378) Pto. Esperanza, Misiones, Argentina.

<sup>3</sup>. Ex Becaria. INTA EEA Montecarlo. TE y FAX ++54 (3751) 480057 / 480512, E mail : ferrere@infovia.com.ar AE 4. (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina.

\*Proyecto parcialmente financiado por SAGPyA – BIRF (Convenio de Préstamo 3948 – AR) Proyectos de Investigación Aplicada (PIA) en Bosques de Cultivo 20/96

#### SUMMARY

This study showed that maximum diameter over stubs (mdos) in trees of *Pinus taeda* L. origin Marion can be predicted with accuracy for any pruning lift up to a maximum of 4 and a dos height of 7,7 m above ground. Independent variables employed for dos prediction were diameter at breast height (D.B.H.), total height (H) and heighth above ground of the base of green crown before pruning (bgcbp). The best fitted and validated model was:

$$mdos = 3.5836 + 0.291966 * D.B.H. + 0.611349 * DADOS$$

$$\text{where } DADOS = D.B.H. * \left( \frac{H - bgcbp}{H - 1.3} \right)$$

Key words: pruning, diameter over stubs, forest management, *Pinus taeda*.

#### RESUMEN

Este estudio demostró que el diámetro máximo sobre muñones (dmsm) de un ejemplar de *Pinus taeda* L. origen Marion puede ser estimado con razonable seguridad para cualquier realce de poda hasta un máximo de 4 y hasta una altura de ocurrencia de 7,7 m. Las variables empleadas en el modelo ajustado para estimar el dmsm para un levante de poda dado son el diámetro a la altura del pecho (dap), la altura total (H) y la altura de la base de copa verde previo a la poda (bcvpp). El mejor modelo ajustado y validado contra una muestra independiente fue:

$$dmsm = 3,53836 + 0,291966 * dap + 0,611349 * DADOS$$

$$\text{Donde } DADOS = dap * \left( \frac{H - bcvpp}{H - 1,3} \right)$$

**Palabras clave:** poda, diámetro sobre muñones, manejo forestal, *Pinus taeda*.

#### INTRODUCCIÓN

Los rendimientos de rollizos podados están dados por las dimensiones de los mismos, por el tamaño del "cilindro con defectos" (cd) y por el grado de eficiencia durante la conversión (PARK, 1980,1982; TURNER Y PRICE, 1996; FASSOLA et al., 1999a).

PARK (1980,1982, 1985) definió al cilindro que contiene los defectos (cd) como el "cilindro que contiene la médula, los muñones de la poda, la oclusión de la herida de poda y las sinuosidades del fuste".

KNOWLES (1970), PARK (1980) y OLIVARES Y MENESES (1985), señalan que el diámetro máximo sobre muñón (dmsm) tiene estrecha relación con el dap, la altura total, el diámetro de ramas en el verticilo correspondiente y la altura de poda. FASSOLA *et al.* (1999a) determinaron una relación estrecha entre el diámetro del cilindro que contiene los defectos y el diámetro máximo sobre muñones (dmsm) en *Pinus taeda* L.; siendo el diámetro sobre muñón (dsm) una variable de fácil medición en cada levante de poda, mediante el empleo de una cinta diamétrica sobre los muñones de las ramas de cada verticilo inmediatamente después de la poda. Resultando el mayor de ellos en el dmsm para un levante de poda determinado.

Relaciones que permitan establecer las dimensiones del mismo como resultado de determinados esquemas silvícolas en rodales podados han sido desarrolladas en forma gráfica (SUTTON Y CROWE, 1975) y también ajustando modelos (KNOWLES *et al.*, 1987) para *Pinus radiata* D. Don en Nueva Zelanda. En nuestro país sólo se han establecido relaciones para algunos esquemas silvícolas de *Pinus elliottii* Engelm (FASSOLA, 1992) y en ejemplares podados de *Pinus taeda* L. origen Marion sólo para el primer levante de poda en dos sitios diferentes del litoral argentino (FASSOLA *et al.*, 1997, 1999b).

Considerando la importancia de poder predecir la dimensión que alcanzará el diámetro máximo sobre muñones (dmsm) bajo distintas alternativas silvícolas, para esta última especie que ha alcanzado gran difusión en el litoral argentino, se recurrió a la información generada por un ensayo de poda y raleo a los fines de determinar cuales eran las variables independientes que mejor explicaban las variaciones en el tamaño del mismo y ajustar un modelo de predicción para árboles podados.

## MATERIAL Y MÉTODO

La información fue recogida en un ensayo de raleo y poda en *Pinus taeda* L. origen Marion (FASSOLA *et al.*, 1997) que fue instalado en 1995

sobre una plantación comercial de la especie a la edad de 3 años, espaciada originalmente a una distancia de aproximadamente 3 x 1,7 m. El último año de observación fue en 1998 correspondiendo con la aplicación del último levante de poda en aquellos tratamientos donde estaba previsto.

Este ensayo se encuentra ubicado en la localidad de Puerto Libertad, Departamento Iguazú, pro-

vincia de Misiones, Argentina, a los 26°14' de lat. Sur y 54° 36' de long. Oeste.

Los suelos responden a las características del gran grupo Kandiudult y el clima es semitropical húmedo (PAPADAKIS, 1974).

Sobre la plantación original, configurando un diseño de tipo sistemático clinal, se procedió a ejecutar un raleo configurando 4 densidades distintas (1960; 980; 490 y 245 plantas/ha) donde se aplicaron podas anuales en cuatro intensidades diferentes (0 %, 30 %, 50 % y 70 % de remoción de copa verde). Para cada intensidad de poda también se aplicó diferente número de realces de poda, variando estos de uno a cuatro, de frecuencia anual. Cada tratamiento configurado tuvo cinco pseudo-réplicas. En cada parcela o pseudo-réplica se procedió a la selección de árboles, donde en cada año se midieron distintas variables, detalladas en la Tabla 1, que totalizaron un total de 633 observaciones. En dicha tabla también se especifican los valores mínimos y máximos alcanzados por las mismas y también se describen las condiciones de densidad de los rodales configurados con los distintos tratamientos.

Dado que para *Pinus taeda* L. origen Marion sólo se contaba con modelos que permitían predecir las dimensiones del diámetro máximo sobre muñones (dmsm) para un primer levante de poda y una sola densidad, a partir del dap (FASSOLA *et al.*, 1997, 1999), y considerando como antecedentes a KNOWLES (1970), PARK (1980) y OLIVARES Y MENESES (1985), se procedió a analizar mediante análisis de correlación y regresión el grado de asociación que presentaba con las distintas variables de estado a los fines de poder predecir sus dimensiones en situaciones donde se aplicaban varios levantes de poda y situaciones diversas de densidad.

Mediante el empleo de una muestra independiente de 66 datos procedentes del mismo ensayo y seleccionada al azar en forma previa al ajuste de los modelos, se determinó el error estimación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado de los análisis efectuados se determinó que el dap y la altura eran las variables que más explicaban la variación en el diámetro máximo sobre muñones. Otras variables de importancia fueron la intensidad de las podas, especialmente la última aplicada, el número de realces o levantes y luego el diámetro de ramas.

Una variable, que expresa la conicidad del fuste, también presentó alta asociación con el diámetro máximo sobre muñones. Esta variable, denominada DADOS (a), fue utilizada junto con el diámetro de ramas por KNOWLES *et al.* (1987) a fin de predecir el diámetro máximo sobre muñones en rodales podados de *Pinus radiata* D. Don. Aunque en el pre-

sente caso se le introdujo como modificación la utilización de la altura de la base de la copa verde previa a la aplicación de la poda (bcvpp), ya que mostró mejor comportamiento que la altura de ocurrencia del diámetro máximo sobre muñones (hdmsm) utilizada por los autores originalmente.

$$\text{Donde } DADOS = dap * \left( \frac{H - bcvpp}{H - 1,3} \right)$$

dap = diámetro a 1,3 m del suelo (cm)

H = altura (m)

bcvpp = altura desde el suelo de la base de copa verde previo a la poda (m)

Con posterioridad se procedió a ajustar diversos modelos, seleccionándose los cuatro siguientes:

(1)

$$dmsm = b_0 + b_1 * dap + b_2 * DADOS$$

(2)

$$dmsm = b_0 + b_1 * dap + b_2 * dap^2 + b_3 * DADOS$$

(3)

$$dmsm = b_0 + b_1 * dmr + b_2 * DADOS$$

(4)

$$dmsm = b_0 + b_1 * dmr + b_2 * dmr^2 + b_3 * DADOS$$

Siendo dap, dmr y DADOS variables predictoras y  $b_0$ ,  $b_1$ ,  $b_2$  y  $b_3$  coeficientes estimados de los datos.

Analizados los modelos ajustados se descartaron inicialmente los modelos con término cuadrático (2 y 4) debido a la presencia de una elevada multicolinealidad y por la escasa contribución de ese término a la mejora del ajuste.

Los estadísticos del modelo (1), que utiliza dap como una de las variables predictoras, fueron superiores a aquellos que resultaron del ajuste del modelo (3), que emplea diámetro máximo de ramas, siendo esta una variable ampliamente utilizada en trabajos anteriores. En las Tablas 2 y 3 se presentan sus respectivos coeficientes y estadísticos.

Puede atribuirse el mejor ajuste logrado con el modelo (1) a que la forma del árbol sería un elemento predictor relevante, siendo adecuadamente reflejado por el dap. Esta es una de las variables empleadas en los diferentes modelos existentes de predicción del diámetro a distintas alturas – aparte del tamaño del mismo - dada la estrecha correlación que exhibe. Expresa por lo tanto mejor las variaciones en el diámetro máximo sobre muñones para distintos tamaños de arboles considerados, que el diámetro máxi-

mo de ramas empleado en el modelo (3).

También la variable predictoradora DADOS, empleada en ambos modelos, contribuyó fuertemente a expresar la conicidad del fuste, aparte de estar directamente vinculada al tamaño del árbol por emplearse el dap y la altura total en su construcción. Al incluir también en su construcción la intensidad de la poda previa (bcvpp) está reforzando el efecto de la forma en la predicción del diámetro máximo sobre muñones. LARSON (1965), afirma que como consecuencia de la poda se produce una concentración de auxinas en la base de la copa que provoca un engrosamiento del fuste en esa zona. En el análisis de correlación inicial la variable base de la copa verde previa a la poda (bcvpp) manifestó una alta asociación con el diámetro máximo sobre muñón, mayor inclusive que el diámetro máximo de ramas.

Otra causal de que el modelo (3), basado en el empleo de la variable predictoradora diámetro máximo de ramas (dmr), haya presentado estadísticos menos satisfactorios que el modelo (1) pudo haberse debido a la fuerte variación en la misma para diámetros máximos sobre muñones similares. Probablemente valores promedio de la misma de rodales podados brinden mejor respuesta en la predicción del diámetro máximo sobre muñones (KNOWLES *et al.*, 1987; MENESES Y VELAZCO, 1990).

La selección del modelo (1) implica por otra parte que la predicción del diámetro máximo sobre muñones en ejemplares de *Pinus taeda* L. origen Marion pueda efectuarse sobre la base de variables de fácil medición o estimación, como el dap, la altura y la altura desde el suelo a la base de copa verde previa a la aplicación de la poda.

En las Figuras 1 y 2 se presentan los diámetros máximos sobre muñones observados y estimados, como también los residuos del modelo (1).

Contrastados estos modelos contra la muestra independiente el error promedio del modelo (1) fue de 0,026 cm y el error absoluto promedio alcanzó 0,82 cm, mientras que en el modelo (3) estos valores alcanzaron 0,101 y 0,95 cm respectivamente. Estos resultados permitieron seleccionar definitivamente el modelo (1), cuya expresión es:

$$dmsm = 3,53836 + 0,291966 * dap + 0,6111349 * dados$$

Con este modelo el 68 % de los errores absolutos de estimación del diámetro máximo sobre muñones (dmsm) de la muestra independiente fueron inferiores a 1 cm (Tabla 4)

**Tabla 1: Valores mínimos y máximos de las variables de estado de los rodales y ejemplares de *Pinus taeda* L. origen Marion, utilizados en el estudio**

**Table 1: Maximum and minimum values of the stands and trees state variables of *Pinus taeda* L. origin Marion, employed in the study**

	E	árboles	G	dap	H	dmsm	hdmsm	bcv	dmr	Hp	poda
	años	n°/ha	m <sup>2</sup> /ha	cm	m	cm	m	m	cm	m	%
Mín	3	121	1,48	4	3,2	7,6	7,7	0,13	0,3	1,45	9,4
Máx	6	2094	23,95	28,01	14,1	23	0,1	7,4	12,5	9,6	71,3

E=edad; árboles = número de plantas; G = área basal; dap =diámetro; H= altura, dmsm = diámetro máximo sobre muñones, hdmsm = altura desde el suelo de ocurrencia del dmsm; bcv = altura desde el suelo de la copa verde; dmr = diámetro de la rama de mayor diámetro medido en sentido horizontal, ubicada en el verticilo correspondiente al dmsm; Hp = altura de poda; poda = porcentaje de remoción de copa verde, expresado como proporción de la longitud de la misma tomada desde el ápice a la base.

**Tabla 2: Coeficientes de los modelos de predicción del diámetro máximo sobre muñones en *Pinus taeda* L. origen Marion en Iguazú**

**Table 2: Coefficients of the prediction models for maximum diameter over stubs (mdos) of *Pinus taeda* L. origin Marion in Iguazú**

	coeficientes modelo (1) dap	coeficientes modelo (1) dmr
constante	3,53836	4,43059
x	0,291966	0,408518
DADOS	0,611349	0,768157

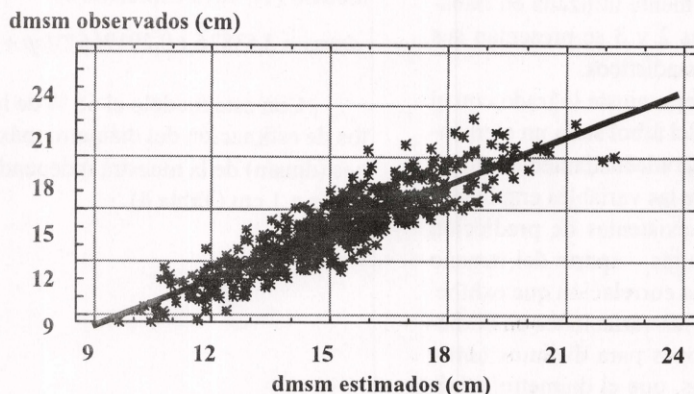
**Tabla 3: Estadísticos y resultados del análisis de la varianza de los modelos predictores del diámetro máximo sobre muñones (dmsm) en *Pinus taeda* L. origen Marion en Iguazú**

**Table 3: Statistics and ANOVA results of the predictor models for maximum diameter over stubs (mdos) of *Pinus taeda* origin Marion in Iguazú**

	R <sup>2</sup>	ESE	n	F calc	n.s.
<u>modelo(1)</u>	0,793	1,060	567	737,533	0,000
modelo (3)	0,718	1,190	504	639,29	0,000

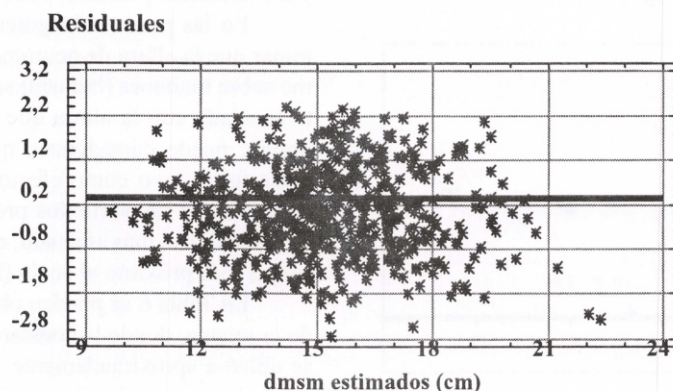
**Fig. 1: Diámetros máximos sobre muñón (dmsm) estimados y observados de *Pinus taeda* L. origen Marion empleando el modelo (1).**

**Fig. 1 : Estimated and observed maximum diameter over stubs (mdos) in *Pinus taeda* L. origin Marion with model (1)**



**Fig. 2: Residuales del modelo (1) de predicción del diámetro máximo sobre muñón en *Pinus taeda* L. origen Marion**

**Fig. 2: Residuals of the model (1) for maximum diameter over stubs (mdos) prediction model of *Pinus taeda* L. origin Marion.**



**Tabla 4: Error porcentual, parcial y acumulado, de estimación del modelo (1) del diámetro máximo sobre muñón (dmsm) en *Pinus taeda* L. origen Marion**

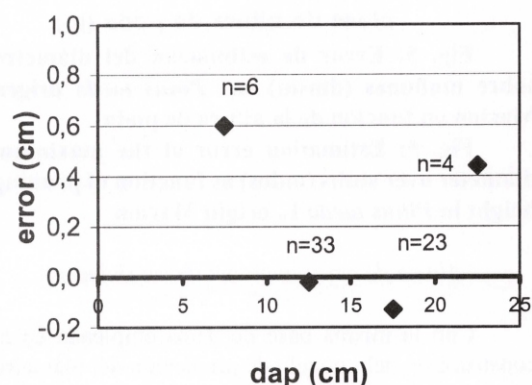
**Table 4: Estimation error of the model(1), partial and accumulated percentage, for maximum diameter over stubs (mdso) prediction of *Pinus taeda* L. origin Marion**

Diferencias absolutas estimados/observados clase (cm)	Parcial %	Acumulado %
0-0,25	15	15
0,25-0,5	23	38
0,5-0,75	20	57
0,75-1	11	68
1-1,25	5	73
1,25-1,5	5	77
1,5-1,75	5	82
1,75-2	9	91
2,25-2,50	6	97
2,5-2,75	3	100

Analizado el error promedio de estimación del diámetro máximo sobre muñones (dmsm) por clases diamétricas, se observó que se producía una subestimación del mismo en las clases extremas, 5-9,99 cm y 20-24,99 cm de diámetro, aunque el número de observaciones en las mismas fue bajo. En las

clases diamétricas donde es habitual aplicar podas el error fue muy bajo (Fig. 3).

El error de estimación del modelo seleccionado por clases de altura evidenció una subestimación leve del diámetro máximo sobre muñones (dmsm) en las clases de altura 2-3,99 m y de relativa mayor magnitud en las clases de 8-9,9 y 12-13,99, aunque debido al bajo número muestras independientes de estas clases puede considerarse que entre los 2 y 8 m ha tenido un buen comportamiento (Fig. 4), debiendo realizarse nuevas verificaciones con muestras que incluyan clases de altura mayores a los 8 m. Analizado el de error estimación del diámetro máximo sobre muñones (dmsm) en función de la altura de poda se observó una subestimación del dmsm por debajo de los 2 m de altura de poda y también por sobre los 6 m, aunque en este último caso con un número de muestras más importante que en el anterior.



**Fig. 3: Error de estimación del diámetro máximo sobre muñón *Pinus taeda* L. origen Marion en función del dap**

**Fig. 3: Estimation error of the maximum diameter over stubs as function of D.B.H. in *Pinus taeda* L. origin Marion**

Entre los 2 y los 6 m de altura de poda, que se correspondió con parte de la información generada donde se ejecutó un primer realce de poda, como también con un segundo y tercer realce, demostró un buen comportamiento (Fig. 5)

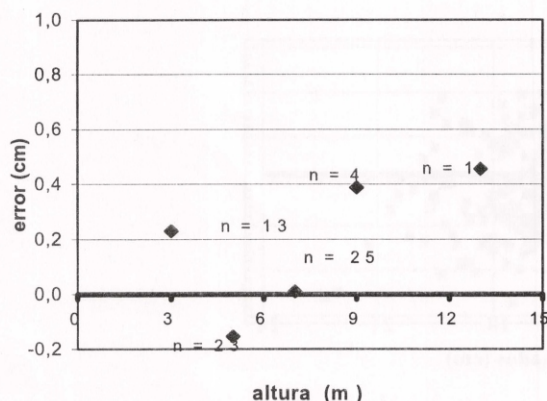


Fig. 4: Error de estimación del diámetro máximo sobre muñones en *Pinus taeda* L. origen Marion en función de la altura total.

Fig. 4: Estimation error of the maximum diameter over stubs as function of total height in *Pinus taeda* L. origin Marion

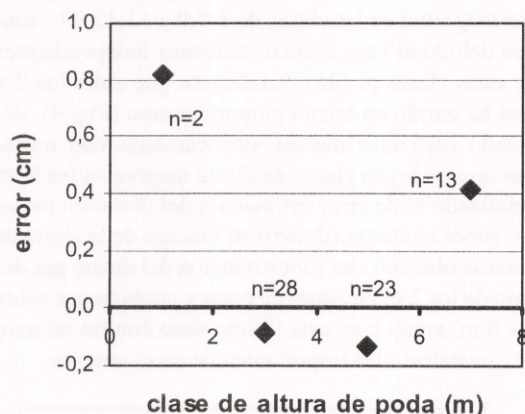


Fig. 5: Error de estimación del diámetro sobre muñones (dmsm) en *Pinus taeda* origen Marion en función de la altura de poda

Fig. 5: Estimation error of the maximum diameter over stubs (mdos) as function of pruning height in *Pinus taeda* L. origin Marion

*Altura de ocurrencia del dmsm (hdmsm)*

Con la misma base de datos empleada en la construcción del modelo de predicción del diámetro sobre muñones (dmsm) se procedió a analizar la relación existente entre la altura de ocurrencia de este y variables del árbol.

Como resultado del análisis se determinó en el presente caso que, para la primera poda el diámetro máximo sobre muñones (dmsm) se producía en casi

la totalidad de los casos por debajo de 1,30 m, aunque no se encontró asociación con ninguna variable. En la Tabla 5 se presenta la altura promedio de ocurrencia del mismo, como también del desvío estándar y los máximos y mínimos observados.

En las podas subsiguientes fue posible determinar que la altura de ocurrencia del diámetro máximo sobre muñones (hdmsm) se encuentra fuertemente asociada con la altura que se alcanzó en la poda previa; puede considerarse que la reducción de la masa foliar tuvo como efecto un engrosamiento de las ramas de los verticilos próximos a la base de la copa, siendo el más afectado, en la mayoría de los casos, el más próximo al suelo (LARSON, 1965).

En Tabla 6 se pueden observar los coeficientes de la misma, donde la constante indica que el dmsm se ubicó a aproximadamente 18 cm de la base de la copa, lo que evidencia que en términos generales este se produjo en el primer verticilo. En la Figura 6 se observa la representación gráfica de esta relación

Tabla 5: Altura de ocurrencia del diámetro máximo sobre muñones (hdmsm) en la primera poda de *Pinus taeda* L. Marion

Table 5: Height of maximum diameter over stubs (hmdos) in the first pruning lift of *Pinus taeda* L. Marion

	hdmsm poda 1(m)
prom	0,48
mín	0,10
máx	1,07
desv. est.	0,23

Tabla 6: Coeficientes y estadísticos de la relación entre altura de ocurrencia del diámetro máximo sobre muñones (hdmsm) y la base de la copa verde previo a la poda (bcvpp), a partir del segundo realce de poda en *Pinus taeda* origen Marion

Table 6: Coefficients and statistics of the relationship between height of maximum diameter over stubs and crown base before pruning for second an higher pruning lift of *Pinus taeda* L. Marion

Parámetro	Coefficientes
constante	0,178
bcvpp	0,993
R2	97,272

hdmsm observada (m)

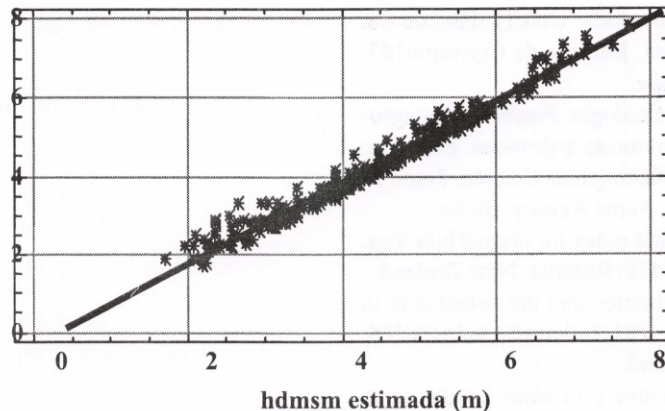


Fig. 6: Altura de ocurrencia, partir del segundo realce de poda, estimada y observada, del diámetro máximo sobre muñones (hdmsm) en ejemplares de *Pinus taeda* L. origen Marion en Iguazú.

Fig. 6: Estimated and observed height of maximum diameter over stubs (hdmsm) after second pruning lift in *Pinus taeda* L. origen Marion in Iguazú

#### CONCLUSIONES

El diámetro máximo sobre muñones de ejemplares de *Pinus taeda* L. origen Marion, sometidos a diversos tratamientos de poda y raleo, pudo ser predicho, para las condiciones del ensayo evaluado, en virtud a que su variación pudo ser explicada por variables predictoras como el dap y DADOS, expresando esta última fundamentalmente la conicidad del fuste.

Mediante el desarrollo y empleo de modelos de nivel regional, de características similares al ajustado en este estudio, es factible programar la ejecución de esquemas de podas que mantengan el diámetro máximo sobre muñones de similares dimensiones en los sucesivos realces mediante el empleo de variables de fácil acceso. Evitando de esa forma la presencia de cilindros con defectos agregados, a fin de maximizar el rendimiento en madera libre de nudos.

La coincidencia de la altura de ocurrencia del diámetro máximo sobre muñones con la altura de la base de la copa verde previo a la poda o de los primeros verticilos podados en el realce considerando, sería atribuible a la concentración de auxinas promovida por la poda.

#### AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración de los Ing. Ftale. D. Allegranza, A. Friedl, N. Parh, A. Lupi, J. Bernio y de los técnicos J. Segovia y C. Valiente en la ejecución de las mediciones, aportes y sugerencias.

#### BIBLIOGRAFÍA

FASSOLA H. E. 1992. Regímenes silvícolas con producción de madera libre de nudos en *Pinus*

*elliottii* Engelm en la zona central de la Prov. de Corrientes. Primer informe de avance : El control del diámetro sobre muñón en 15 cm con tratamientos silvícolas directos. Fac. de Cs. Ftale. UNaM. Ivyraretá 3:28-62.

FASSOLA H. E. y Gelid de Ruibal M.. 1997. Diámetro máximo sobre muñones al momento de la primer poda en árboles dominantes de *Pinus taeda* L. del Depto. Iguazú, Misiones. INTA EEA Montecarlo, Informe Técnico 19: 1-7.

FASSOLA H. E., Fahler J., Ferrere P., Allegranza D. y Bernio J..1999a. Determinación del cilindro con defectos en rollizos podados de *Pinus taeda* L. y su relación con el rendimiento en madera libre de nudos. Proyecto de investigación aplicada 20/96. Informe Final. EEA Montecarlo.11pp.

FASSOLA H. E., Rodriguez A. F., Allegranza D., Hernández P. A., Ferrere P., Durán M. y Reboratti H..1999b. Resultados iniciales de tratamientos silvícolas directos en *Pinus taeda* L. origen Marion, en el NE de Corrientes. INTA EEA Montecarlo, Informe Técnico 22:1-9. Argentina

KNOWLES R.L.. 1970. Occlusion defect in pruned *Pinus radiata* logs. In : Forest Research Institute Symposium n° 12 : Pruning and thinning practice 2: 145-146. New Zealand Forest Service.

KNOWLES R.L., West G. G. y Koehler A. R.. 1987. Predicting diameter-over-stubs in pruned stands of radiata pine. Forest Research Institute Bulletin 12:1-25. New Zealand.

LARSON P. 1965. Stem form of young *Larix* influenced by wind and pruning. Forest Science. Vol. II n° 4:412-433.

MENESES M. y Velazco J. 1990. Crecimiento

- diametral de ramas en árboles podados. En : Determinación de relaciones básicas en árboles de *Pinus radiata* D. Don para el desarrollo de un modelo simulador de poda. UACH- Fac. de Cs. Ftiles. Serie Técnica. Informe de Convenio 183: 28-46. Valdivia, Chile.
- PAPADAKIS J. 1974. Ecología, Posibilidades agropecuarias de las provincias argentinas. Enc. Arg. de Agric. y Jardinería. Segunda Edición. Tomo II, fascículo 3:3-7. Ed. Acme Agency. Bs As.
- PARK J. C. 1980. A grade index for pruned butt logs. NJFS. 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.. 1985. Recovery of clear lengths from pruned *Pinus radiata* sawlogs. NZJFS 15 (2): 207-222.
- OLIVARES P. B. y Meneses Mario V.. 1985. Diseño de un simulador de poda. En : *Pinus radiata* investigación en Chile, II:76-85. Univ. Austral de Chile.
- SUTTON W.R.J. y Crowe J. B. 1975. Selective pruning of radiata pine. New Zealand Journal of Forestry Science 5(2):171-195
- TURNER P. y Price C.S. 1996. Maximizing value of the plantation resource : Part 1 - Development of a Log Grading Proposal for Pruned Softwood Logs. Suid-Afrikaanse Bosbouydskrif 176 : 29-33.

**RESULTADOS DEL ANÁLISIS FINANCIERO Y SOCIOECONÓMICO  
DEL MANEJO FORESTAL Y SILVOPASTORIL DE *Grevillea Robusta*  
EN MISIONES\***

**TECHNICAL AND SOCIOECONOMIC ANALYSIS RESULTS OF *Grevillea*  
*Robusta* FORESTRY AND SILVOPASTORAL MANAGEMENT IN MISIONES.**

**Luis Colcombet<sup>1</sup>  
Ernesto Crechi<sup>1</sup>  
Hugo Fassola<sup>1</sup>  
Santiago Lacorte<sup>2</sup>  
M. San José<sup>3</sup>**

Fecha de recepción: Agosto de 2002  
Fecha de aceptación: Febrero de 2004.

<sup>1</sup>Técnicos Área Forestal. INTA EEA Montecarlo. Av. El Libertador 2472. (3384) Montecarlo, Misiones, Argentina. Tel. y Fax: [54] – (3751) – 480 057 / 512; E-mail: intam@ceel.com.ar

<sup>2</sup>Técnico. INTA CR Misiones, Campo Anexo El Zaimán, R.N. n° 12, km 7. (3300) Posadas, Misiones, Argentina. Tel./Fax: [54] - (3752) –480 640 / 709; E-mail: intasml@espacio.com.ar

<sup>3</sup>Técnico de Danzer S.A. Posadas, Misiones. Tel. [54] – (3752) – 480 695; E-mail: danzfor@arnet.com.ar

\*Trabajo parcialmente financiado por el Proyecto de Desarrollo Forestal, convenio SAGPyA-BIRF, PIA 01/01 “Silvicultura de implantación, conducción y manejo de *Grevillea robusta* A.”

#### **SUMMARY**

Using density management diagrams, several forestry and silvopastoral management options have been analyzed. Two of the management's are discussed, according to the following objectives: growing both trees and cattle and maximizing trees DAP increase, both up to obtaining DBH's 45 and 48 cm. The SF in the final models studied varied from a minimum to a maximum of 31 – 49 and 38 – 50 respectively, witch corresponded with RSDI ranges 329-158 and 235-148 respectively. The socioeconomic evaluation concluded that the use of “new genetics” shortened the rotation period from more than 50 years to the order of 30 years, and that the management “A” that prioritized low SF's and RSDI's and allows forage growth, the economic results where higher with or without cattle (IRR 8,3 and 8,4%). Increasing DBH from 45 to 48 cm prolongs final cut age 4 to 5 years. The introduction of cattle to the forest management “A” increased the use of labor 14 % and allowed positive cash flow from age 8 (years) on.

**Key words:** Forest management, silvopastoral management, socioeconomic indicators, *Grevillea robusta*

#### **RESUMEN**

Se analizaron estrategias de manejo forestal y foresto-ganadero de *Grevillea robusta* A. en base al empleo de diagramas de manejo de la densidad. Se discutieron los resultados de dos de ellos, cuyos objetivos priorizados fueron compatibilizar las produc-

ciones de madera y carne (A) y maximizar el volumen de madera de gran diámetro (B). A su vez se analizaron dos diámetros (dap) objetivo (45 y 48 cm). Para ellos se utilizaron Factores de espaciamientos (FE%) cuyos límites inferior y superior fue-

ron 31-49 y 38-50 respectivamente que se correspondieron con un IDR de 329-158 y 235-148. La evaluación socioeconómica demostró que el empleo de material genético mejorado disminuyó el período de rotación de más de 50 años al orden de 30 años y que el manejo A, donde se utilizaron FE e IDR bajos que permitieron el crecimiento de forraje, los resultados económicos fueron los mayores sin y con ganadería (TIR 8,4% a 8,3%). Por otro lado, el incremento del dap objetivo de 45 a 48 cm alargó la edad de tala rasa en 4 a 5 años. Por último, la introducción de la ganadería al manejo "A" incrementó el uso de la mano de obra en un 14 % y permitió obtener saldos anuales positivos a partir del 8° año.

**Palabras clave:** Manejo forestal, manejo silvopastoril, indicadores socioeconómicos, *Grevillea robusta*.

## INTRODUCCIÓN

El género *Grevillea* comprende más de 260 especies, donde *Grevillea robusta* alcanza el mayor porte con alturas de 40 m y diámetros de 1,2 m. *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).

La especie reúne una serie de características madereras deseables, tales como: óptimo porte forestal, buena calidad de madera y un mercado relativamente favorable.

Aunque se estima que existen ya aproximadamente unas 2.000 ha implantadas con dicha especie (INTA, 2002), son pocas las herramientas con que se dispone para analizar inversiones empleando la especie de referencia.

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, etc.).

En 1994 se instaló en Posadas, Misiones, un ensayo de densidades de plantación de *Grevillea robusta* A. A partir del año 1999 se introdujo, bajo el dosel arbóreo de *Grevillea*, ganado vacuno (cruzas índicas con hereford) con destino a la producción de carne. 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 determinaron 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, FASSOLA *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.

## MATERIALES Y METODOS

Los planes silviculturales de *Grevillea robusta* analizados fueron confeccionados mediante Diagramas de Manejo de la Densidad (DAY, 1985). FASSOLA *et al.* (2002) establecieron las líneas de zonas de manejo que se presentan en la Figura 1, estando estas identificadas por los siguientes valores de FE e IDR: como límites inferior y superior, respectivamente, de la zona de manejo, FE 15% e IDR 836, a partir de la cual se produciría mortalidad por competencia; como límites inferior y superior de la zona de manejo silvopastoril FE 30 % e IDR 370 respectivamente; como límites a los fines de evitar daños mecánicos por vientos, FE 89 % e IDR 88, como límites para evitar o minimizar la ocurrencia de brotes adventicios, FE 58 % e IDR 150 y un diámetro de referencia de 25 cm.

Los FE (DAY, 1985; DAY y GONDA 1987) e IDR (CABRELLI *et al.*, 1997) fueron estimados mediante las siguientes fórmulas:

donde: N = número de árboles por hectárea;

$$FE(\%) = \sqrt{\frac{10.000}{N}} \cdot \frac{100}{h_{dom}}$$

$h_{dom}$  = altura dominante (m)

$$IDR = 1,0147 \cdot (10)^{(\text{LOG}(N) + 1,605 \cdot \text{LOG}(Dg) - 2,250)}$$

donde: N = número de árboles por hectárea, Dg = diámetro cuadrático (cm) y LOG = logaritmo decimal.

La ecuación de altura dominante (Hdom) utilizada fue la ajustada por FASSOLA *et al.* (2002):

$$H_{dom} = -4,1506 - 8,35072 \cdot \ln(1/E) \quad (1)$$

Contrastando la Hdom calculada con la ecuación (1) contra la Hdom de parcelas de la misma especie a los 4 años, pero cuyo material genético original era semilla procedente del huerto de Dehra Dum, India, (CRECHI, Informe Interno 2002), se estableció un diferencial porcentual entre materiales mejorados y sin mejorar – FASSOLA *et al.* (2002) basan sus estudios en estos últimos materiales - el cual fue empleado como factor de corrección para contrastar la diferencia de crecimiento entre ambos. Partiendo del supuesto que dicha proporcionalidad en la evolución de la Hdom se mantiene constante a lo largo del turno, dicho valor fue del 14,8 %.

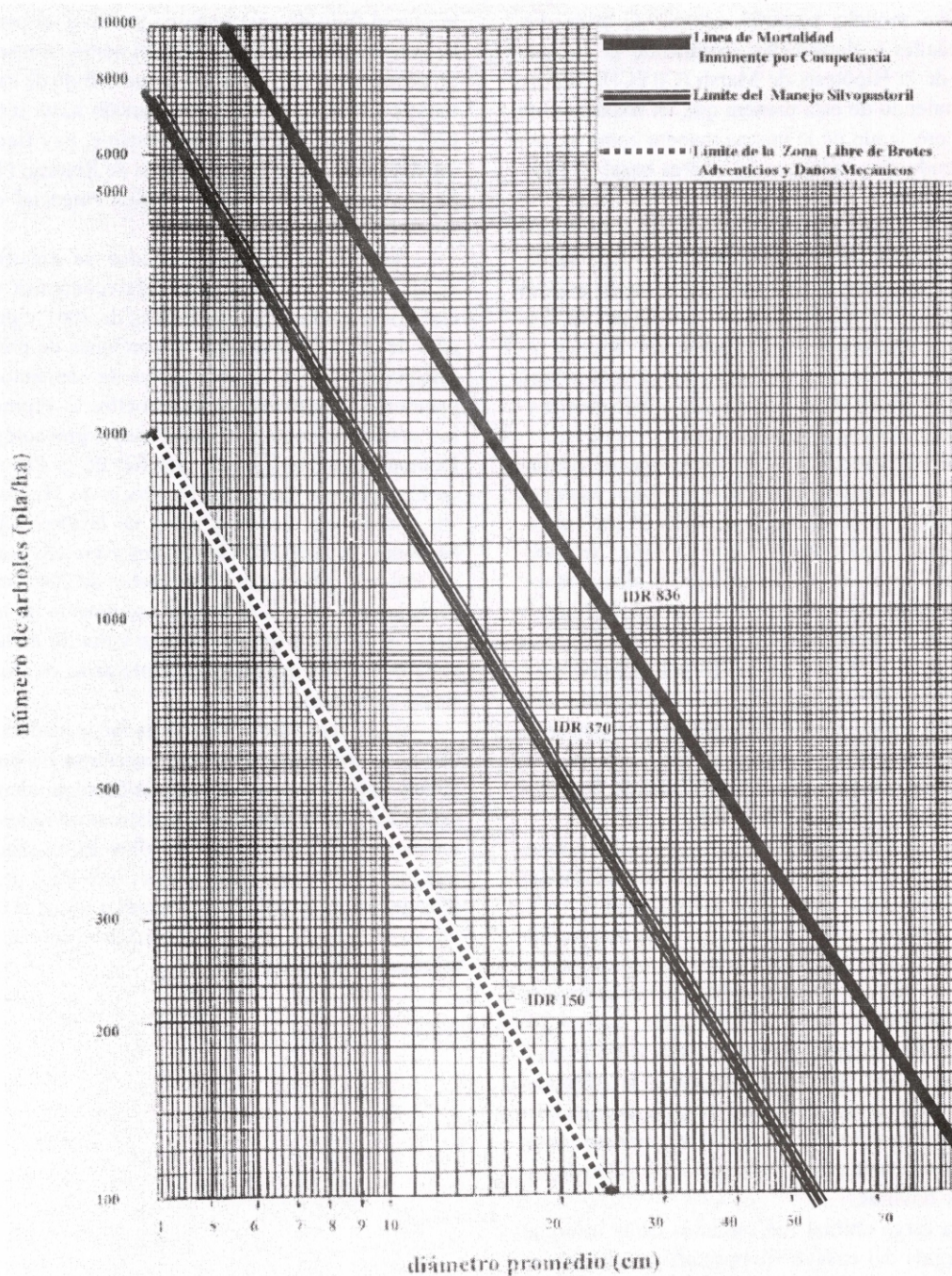


Figura 1. Diagrama de manejo de la densidad de *Grevillea robusta* A. (FASSOLA *et al.*, 2002)  
 Figure 1. *Grevillea robusta* A. density management diagram (FASSOLA *et al.*, 2002)

La ecuación de crecimiento en área Basal (G), empleada en el presente trabajo fue obtenida mediante ajuste paramétrico (CLUTER *et al.*, 1992) de los coeficientes de las ecuaciones de crecimiento

en área basal para distintas densidades de plantación de FASSOLA *et al.* (2002). Mediante este procedimiento se obtuvo el siguiente modelo

$$G = 51,467668 * (1 - (0,435346 + 0,115706 * \ln(N)) * \text{EXP}(-(-0,0280517 + 0,00357419 * \sqrt{N}) * E))$$

donde: G=área basal (m<sup>2</sup>/ha), N=número de árboles por hectárea, EXP=base logaritmo neperiano, E=edad (años)

Este modelo permitió estimar  $G$  para distintas edades y densidades, asumiendo el cumplimiento de la Hipótesis de Marsh (CRECHI, 1996). Presuponiendo de esta manera que un rodal raleado seguirá creciendo de la misma manera como lo viene haciendo otro rodal con igual área basal y número de árboles.

El volumen total con corteza ( $V$ ) se estimó como:  $V \text{ (m}^3\text{/ha)} = G \text{ (m}^2\text{/ha)} \times h \text{ (m)} \times 0,5$ , donde:  $h$ =Altura total del árbol (m) y 0,5 es el coeficiente de forma utilizado por defecto, al no disponer de funciones de volumen para la especie. El volumen total con corteza de los diferentes productos se estimó como el volumen de un cilindro considerando el diámetro en punta fina y largo de troza.

Se consideró una densidad inicial de plantación de 1111 plantas por hectárea, podadas hasta los 8 m de altura, anualmente, a partir del 3º año con remociones de copa verde de hasta un 30%. Se seleccionaron 2 alternativas de manejo de plantaciones: A) "foresto-ganadero", donde se privilegió el manejo forestal que permitiese un razonable desarrollo de ganado de carne bajo el dosel forestal de *Grevillea* y B) "forestal", donde se privilegió el incremento diamétrico del árbol. Los límites inferior y superior de FE e IDR fueron en promedio: FE%: A) 31-49 y B) 38-50 y se corresponden respectivamente con IDR de: "A", 329-158 y "B", 235-148.

Los productos madereros considerados fueron: rollizos podados con destino a la industria de láminas (+ de 40 cm en punta fina, 2,70 m longitud,  $LN > 40$ ); rollizos podados con diámetros menores comprendidos entre 35 y 40 cm ( $35 < LN < 40$ ), rollizos no podados con destino a aserrado (diámetros superiores a 20 cm en punta fina, 2,70 m longitud;  $Aserr. > 20$ ) y rollizos de diámetros comprendidos entre 15 a 25 cm en punta fina, de la porción basal del árbol (podados) apeados en las entresacas, de las cuáles es posible obtener machimbre. El producto ganadero considerado fue "carne en pié", obtenido del rodeo de engorde de bovinos.

La carga animal fue estimada de la información surgida del ensayo silvopastoril emplazado en la misma área que el ensayo de densidades que permitió establecer las zonas de manejo (LACORTE, com. Pers., 2002). Con respecto a las zonas de manejo silvopastoril deben comprenderse que dichos límites dependen no sólo de la radiación solar disponible para el estrato herbáceo, sino también de otros elementos como precipitaciones, fertilidad etc. Por lo que debe tenerse en consideración que la línea que delimita su aplicación es una zona.

La evaluación socioeconómica incluyó el cálculo del empleo de mano de obra, el monto de la inversión para lograr el bosque, el campo ganadero o su combinación, la inversión total necesaria has-

ta que el flujo de caja se torna positivo, el período de inversión que se tomó como el tiempo transcurrido desde la implantación hasta que el flujo de caja se torna positivo, el tiempo transcurrido hasta recuperar la inversión (en moneda constante, Pay Back en inglés) y las clásicas Tasa Interna de Retorno (TIR), Valor Actual Neto (VAN) y Valor Potencial de la Tierra (VPT).

Los datos básicos utilizados se encuentran en la Tabla 1. La crisis financiera-económica y social vivida en la Argentina a fines de 2001 y principios de 2002 ha implicado distorsiones de precios. Interpretando este artículo como un elemento disparador de discusión, se ha resuelto: a) Promediar los precios y costos de las Zonas Agroecológicas Homogéneas "de Campo" del NE de la Provincia de Corrientes y Sur de la Provincia de Misiones y "de Monte" del centro y norte de la Provincia de Misiones; b) Actualizar los costos y precios conocidos del país, anteriores a Noviembre de 2001, multiplicarlos por las 2/3 partes del incremento de la cotización del dólar estadounidense y dividir dicho resultado por ella misma, para expresarlas en Dólares Estadounidenses.

Las excepción a dicha regla fue la madera destinada a exportación donde se respetaron sus cotizaciones internacionales en moneda Estadounidense, a sabiendas que la industria y comercio no necesariamente trasladan la totalidad de ellos. El resultado es que los costos y precios son superiores a los promedios de la década del 80 e inferiores a los de la década del 90 y que el precio del ganado es ligeramente inferior al promedio histórico.

Tabla 1: Tabla de insumos, productos y precios empleados en el análisis socioeconómico de manejo de *Grevillea robusta* A.Table 1: Costs and prices utilized in the *Grevillea robusta* A. socioeconomic analysis

PRECIOS DE VENTA DE LA PRODUCCIÓN		
Producto	Unidad	Precio
<b>CARNE</b>	U\$/kg en pié	0,47
<b>MADERA</b>		
Aserrió fino, toras podadas, 15 < Diam < 20 cm:	U\$/m <sup>3</sup> en pié	4,25
Aserrió corriente, diámetros > 20 cm:	U\$/m <sup>3</sup> en pié	8,50
Madera libre de nudos, 35 cm < Diám < 40 cm:	U\$/m <sup>3</sup> en pié	53,00
Madera libre de nudos, Diám > 40 cm:	U\$/m <sup>3</sup> en pié	113,00
<b>EROGACIONES</b>		
<b>INVERSIONES NECESARIAS PARA LOGRAR:</b>		
1 campo ganadero armado, con 28 / 34 potreros:	U\$/ha	\$312
1 plantación de <i>Grevillea robusta</i> , podada hasta los 8 m:	U\$/ha	\$933
<b>OTRAS EROGACIONES:</b>		
Sanidad y suplementación mineral para el ganado de carne:	U\$/cabz/año	8,86
Impuesto inmobiliario básico y tasa retributiva municipal:	U\$/ha/año	4,50
Impuesto sobre los activos o su equivalente:	% <sup>s</sup> /Capital	0,75%
Costo anual de administración:	U\$/ha	24

## RESULTADOS

Las Tablas 2 y 3 presentan para las 2 simulaciones realizadas, la evolución de diversos indicadores de estado del rodal, producto del manejo que se le dio en cada situación a la plantación de *Grevillea robusta*. En dichas tablas, se observa a la izquierda, el estado del rodal anterior y posterior al raleo, con las edades correspondientes al material comercial y el equivalente al de un material mejorado y a continuación las variables de estado de 1 hectárea del rodal (número de plantas, área basal, diámetro cuadrático, volumen total e IDR). A la derecha, se observan las extracciones realizadas.

La evolución del IDR y de la carga animal (CA) puede observarse en la Figura 2. En la misma se aprecian los raleos que en el modelo "A" (SP) se efectúan al 4º, 5º, 7º y 10º año y en el modelo "B" (Max Diam) al 4º y 8º año.

Las Tablas 4 y 5 presentan los resultados físicos y socioeconómicos de las simulaciones realizadas, según el objetivo propuesto. En las mismas es posible observar diferentes manejos, produciendo diferentes cantidades y calidades de productos, que terminaron traduciendo en diferentes resultados.

De la tabla 4 "resultados físicos" es posible de-

ducir que:

1.- La utilización de material genético mejorado hizo posible acortar el ciclo para la obtención de un dap promedio de 48 cm, de 51 a 33 años bajo un modelo de maximización del diámetro del árbol.

2.- Para posibilitar un crecimiento forrajero que permita cargas ganaderas razonables (modelo "A"), fue necesario resignar en promedio un 25 % del crecimiento volumétrico del bosque del modelo "B" (de 269 a 201 m<sup>3</sup>/ha y 330 a 244 m<sup>3</sup>/ha).

3.- Con el modelo "B" de maximización diamétrica del árbol, se logra incrementar la proporción de madera Libre de Nudos en un 7 % (de 59 % (A) a 63,5 % promedio (B)).

4.- Al incrementar el DAP objetivo de 45 a 48 cm, se incrementa la proporción de madera libre de nudos de más de 40 cm de diámetro en punta fina 77 % (de 24 % promedio (A) a 42,5% promedio (B)).

5.- Al estudiar los modelos silvopastoriles, fue necesario no disminuir el IDR por debajo del límite de la aparición de brotes epicórmicos en *Grevillea robusta*. Ello implicó resignar producción de forraje.

Tabla 2: Tabla de producción de *Grevillea robusta* A. privilegiando el manejo silvopastoril (modelo "A")

Table 2: *Grevillea robusta* A. production chart, privileging a silvopastoral management ("A")

ACTIVIDAD	ESTADO DEL RODAL								EXTRACCIONES		
	FE% (Min:38, Max:50)								G	Dg	V
	E1 <sup>1</sup>	E2 <sup>2</sup>	Hdom	N	G	Dg	V	IDR	G	Dg	V
	(años)	(años)	(m)	(pl/ha)	(m <sup>2</sup> /ha)	(cm)	(m <sup>3</sup> /ha)		(m <sup>2</sup> /ha)	(cm)	(m <sup>3</sup> /ha)
PRE-RALEO	4,3	4	8,1	1055	7,9	9,7	32	233			
1° RALEO									3,1	9	12
POS-RALEO	4,3	4	8,1	610	4,8	10,0	19	140			
PRE-RALEO	5,9	5	10,7	610	9,0	14	48	232			
2° RALEO									3,1	12	16
POS-RALEO	5,9	5	10,7	352	5,9	15	31	149			
PRE-RALEO	8,8	7	14,0	352	10,8	20	76	242			
3° RALEO									3,5	17	24
POS-RALEO	8,8	7	14,0	203	7,3	21	51	158			
PRE-RALEO	13,5	10,3	18,5	203	11,8	27	109	233			
4° RALEO									4,3	25	39
POS-RALEO	13,5	10,3	18,5	117	7,5	28	69	145			
TALA RASA	41	27	26,8	117	18,7	45	227	302	18,7	45	227
TALA RASA	49	31	29,2	117	21,4	48	259	336	21,4	48	259

<sup>1</sup> E 1: Edad correspondiente al material genético comercial

<sup>1</sup> E 2: Edad correspondiente al material genético mejorado

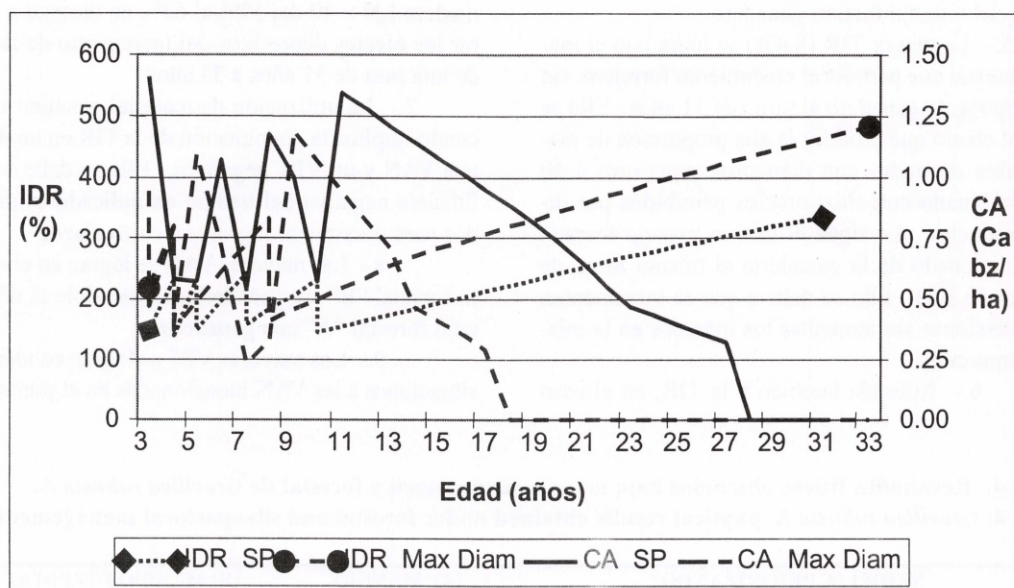
Tabla 3: Tabla de producción de *Grevillea robusta* A. privilegiando el manejo forestal (modelo "B")

Table 3: *Grevillea robusta* A. production chart, privileging a forestal management ("B")

ACTIVIDAD	ESTADO DEL RODAL								EXTRACCIONES		
	FE% (Min:38, Max:50)								G	Dg	V
	E 1	E 2	Hdom	N	G	Dg	V	IDR	G	Dg	V
	(años)	(años)	(m)	(pl/ha)	(m <sup>2</sup> /ha)	(cm)	(m <sup>3</sup> /ha)		(m <sup>2</sup> /ha)	(cm)	(m <sup>3</sup> /ha)
PRE-RALEO	5,4	4,6	9,9	1055	11,8	11,9	58	321			
1° RALEO									6,0	11,0	29,9
POS-RALEO	5,4	4,6	9,9	422	5,8	13,2	28	151			
PRE-RALEO	10,8	8,5	15,7	422	15,6	21,7	122	337			
2° RALEO									7,6	19,6	59,7
POS-RALEO	10,8	8,5	15,7	169	8,0	24,6	63	165			
TALA RASA	42	28	27,1	169	27,0	45	335	436	27,0	45,1	335,4
TALA RASA	51	33	28,7	169	30,8	48	381	484	30,8	48,1	381,7

E 1: Edad correspondiente al material genético comercial

E 2: Edad correspondiente al material genético mejorado



**Figura 2. Evolución del IDR y de la CA (Carga Animal) para los modelos de manejo de *Grevilea robusta* A. analizados**

**Figure 2. IDR and CA (animal load) evolution in the *Grevilea robusta* A. models analyzed**

Además, en la Figura N° 2 se visualiza para cada una de las 2 simulaciones la evolución del IDR y de la carga animal por hectárea (CA) en función de la edad. Se observa que a medida que el IDR supera 150, la producción forrajera disminuye por el creciente sombreado. En el modelo silvopastoril (A, SP en la figura n°2), se decidió ralea cuando la carga ganadera bajaba por debajo de las 2/3 partes del existente con un IDR 150. Ello ocurre con IDR del orden de 220-240 (años 4, 5, 7 y 10). Por ello, el sistema silvopastoril sacrifica producción de carne respecto de la de cielo abierto en el orden del 40 % si la tala rasa se decidiera a los 27 años. Este sacrificio es aún mayor si se decidiese extender la tala rasa a los 31 años para lograr un dap promedio de 48 cm en vez de 45 cm y un mayor valor del árbol, ya que las cargas ganaderas serían inferiores al 20 % del inicial, lo que implica que sus gastos directos superarían sus ingresos, lo que aconsejaría el uso de estas parcelas solamente como reserva forrajera en casos de necesidad (observar cortes de CA en los modelos A y B a la edad de 27 y 17 años respectivamente). En este último caso, se esta resignando el 48 % de la producción de carne.

6.- En el modelo B "maximización diámetro del árbol" (max diam en la figura n° 2), el período de pastoreo se reduce a 15 años (figura n° 2, quiebre de CA a los 17 años), lo que implica resignar el 74%, 78

% y 86 % de la producción potencial, con ciclos de 28, 33 y 51 años respectivamente.

De la Tabla N° 5, se deduce que:

1.- El empleo de mano de obra del manejo forestal es en promedio, casi 3,5 veces superior al del manejo ganadero. El empleo de mano de obra del sistema combinado silvopastoril promedio es a su vez, superior en un 14 % al promedio forestal.

2.- El monto de la inversión forestal pura es 3 veces superior al de la inversión ganadera pura. A su vez la inversión del sistema foresto-ganadero es 4 veces superior al ganadero puro o un 33% superior al forestal puro.

3.- La opción forestal requiere continuar con esfuerzos de inversión (impuestos, administración) luego de la implantación del bosque hasta el momento de su tala rasa, lo que implica incrementar sustancialmente la inversión inicial. Ello no ocurre con la ganadería, donde los ingresos superan los gastos directos desde el 3° año, de donde la inversión inicial se incrementa en un 17%. En el caso del sistema silvopastoril bajo el manejo forestal "A", los ingresos corrientes superan los gastos directos desde el 8° año, lo que implica que la inversión total supera en un 11% la inversión inicial en el establecimiento del sistema.

4.- El retorno de la inversión se produce al 17° año en la ganadería y al momento de efectuar la

tala rasa de los árboles en el caso de la forestación pura y del sistema foresto-ganadero.

5.- La mayor TIR (8,4%) se logra con el manejo forestal que permite el crecimiento forrajero, sin el componente ganadero al turno de 31 años. Ello se debe al efecto que produce la alta proporción de madera libre de nudos con diámetros superiores a 40 cm combinado con altos precios percibidos por dicho producto. Le sigue el mismo manejo forestal "A" adicionado de la ganadería al mismo turno de 31 años (8,3%). Ello se debe a que se incrementan las inversiones sin aumentar los ingresos en la misma proporción.

6.- Referida también a la TIR, en el caso

del manejo "B", el incremento de la proporción de madera LN > 40 del 59% al 63% no alcanza a superar los efectos depresivos del incremento de la edad de tala rasa de 31 años a 33 años.

7.- La utilización de material genético inadecuado implica la disminución de la TIR en un 43% y una VAN y un VPT negativos. Ello se debe a la influencia negativa del tiempo en indicadores diseñados para maximizar ingresos a corto plazos.

8.- Las mayores VAN se logran en el manejo forestal "B" sin ganadería, siguiéndole el del manejo forestal "A" con ganadería.

9.- Los mayores VPT se logran en idénticas situaciones a las VAN mencionadas en el punto

Tabla 4: Resultados físicos obtenidos bajo manejo silvopastoril y forestal de *Grevillea robusta* A.  
Table 4: *Grevillea robusta* A. physical results obtained under forestal and silvopastoral management

MODELO PRIORIZANDO:	(A) MANEJO SILVOPASTORIL		(B) MANEJO FORESTAL		
	Mejorada		Mejorada	Comercial	
TIPO DE GENÉTICA UTILIZADA:					
LONGITUD DEL CICLO (años):	27	31	28	33	51
CARNE PRODUCIDA:					
GANADERÍA PURA (kg/ha/ciclo):	5,263	6,087	5,469	6,499	8,873
Productividad media (kg/ha/año):			174		
SISTEMA SILVOPASTORIL (kg/ha/ciclo):	3.004		1.512		
Productividad media (kg/ha/año):	111	97	54	46	30
Años de pastoreo bajo los árboles (años):	25	25	15	15	15
MADERA PRODUCIDA:					
TOTAL (m <sup>3</sup> /ha en el ciclo):	201	244	269		330
I.M.A. (m <sup>3</sup> /ha y año):	7,4	7,9	9,6	10,0	6,5
D.A.P. (cm):	45	48	45	48	48
PROPORCIÓN de MADERA PRODUCIDA en CADA CATEGORÍA (% del total):					
Aserrio:	41%	41%	36%		37%
15 < Diám. < 25, de la base del árbol:	8%	7%	9%		7%
Diam. > 20, corriente:	33%	35%	28%		30%
Madera Libre de Nudos:	59%	59%	64%		63%
15 < Diám. < 20, de la base del árbol:	36%	17%	39%		18%
20 < Diám. < 25, corriente:	23%	41%	25%		44%

Tabla N° 5: Resultados socio-económicos estimados para los manejos silvopastoril y forestal de *Grevillea robusta* A.Tabla N° 5: Socio-economic results for silvopastural and forest management of *Grevillea robusta* A.

MODELO PRIORIZANDO:	PRODUCCIÓN DE CARNE		MAXIMIZANDO DIÁMETRO del ÁRBOL		
	Mejorada	Mejorada	Mejorada	Comercial	
<b>TIPO DE GENÉTICA UTILIZADA:</b>					
LONGITUD DEL CICLO (años):	27	31	28	33	51
<b>EMPLEO DE MANO DE OBRA (hombres / 100 ha):</b>					
Ganadería pura:	0,11				
Grevillea robusta:	0,42	0,37	0,40	0,34	0,22
Sist. Foresto-Ganadero:	0,48	0,41	0,42	0,36	
<b>PERÍODO DE INVERSIÓN (Años):</b>					
Ganadería pura:	3				
Grevillea robusta:	26	30	27	32	50
Sist. Foresto-Ganadero:	8	8	27	32	50
<b>TIEMPO de RECUPERACIÓN de la INVERSIÓN (PAY BACK; Años):</b>					
Ganadería pura:	17				
Grevillea robusta:	27	31	28	33	51
Sist. Foresto-Ganadero:	27	31	28	33	51
<b>TASA INTERNA DE RETORNO (TIR; %)</b>					
Ganadería pura:	5,8%	6,3%	6,0%	6,5%	
Grevillea robusta pura:	8,0%	8,4%	8,1%	8,1%	4,5%
Sist. Foresto-Ganadero:	8,0%	8,3%	7,6%	7,7%	
<b>VALOR ACTUAL NETO (VAN) AL 6,0% anual</b>					
Ganadería pura:	(\$9)	\$16	(\$2)	\$27	
Grevillea robusta:	\$660	\$996	\$1.136	\$1.136	(\$808)
Sist. Foresto-Ganadero:	\$717	\$1.053	\$758	\$1.008	
<b>VALOR POTENCIAL DE LA TIERRA (VPT) AL 6,0% anual</b>					
Ganadería pura:	(\$12)	\$21	(\$2)	\$33	
Grevillea robusta pura:	\$882	\$1.263	\$1.164	\$1.410	(\$1.903)
Sist. Foresto-Ganadero:	\$1.159	\$1.330	\$999	\$1.251	
<b>INVERSIONES NECESARIAS (\$/ha)</b>					
	Inversión implant.	Monto total a invertir desde el inicio hasta que anualmente los ingresos superen los egresos			
Ganadería pura:	\$312	\$365			
Grevillea robusta:	\$933	\$1.713	\$1.859	\$2.750	\$3.093
Sist. Foresto-Ganadero:	\$1.289	\$1.423	\$1.427	\$2.761	\$3.113

## CONCLUSIONES

El empleo de material genético adecuado es determinante en la maximización de los resultados físicos, sociales y financiero-económicos.

Los resultados socioeconómicos de la forestación de *Grevillea robusta* son superiores al de la ganadería. Estos resultados son comparables a los de bosques del género *Pinus* de la región, diferenciándose en la orientación del producto final.

Con los precios relativos utilizados, la introducción de la ganadería disminuye en forma muy poco significativa la TIR y aumenta ligeramente los resultados de VAN y VPT respecto del manejo forestal puro. A su vez, el sistema silvopastoril: es financieramente más abordable, al disminuir sensiblemente el monto total de la inversión ya que se produce un flujo de caja positivo a partir del 8° año; y ade-

más se emplea más mano de obra. Se puede inferir que decidir entre la forestación y el sistema foresto-ganadero depende de la habilidad de montar y administrar un sistema más complejo y de cuál es el factor limitante de la unidad que toma las decisiones.

Si bien la ganadería requiere de menores inversiones iniciales, sus resultados socioeconómicos son menores al de los dos anteriores, a excepción del monto a invertir que es de 1/3 de la forestación o del sistema foresto-ganadero.

## BIBLIOGRAFÍA

- CABRELLI, D.; Rebottaro, S.; Rezzano, C. 1997. Evaluación y análisis del manejo de la densidad en plantaciones de *Pinus taeda* L, por medio del índice de densidad del rodal. Ciencia y Técnica. AFOA LI n° 1:40-59.
- CLUTTER, F.H.; Fortson, J. C.; Piennar, L.V.; Brister, G.H. y Bayley, R.L. 1992. Timber management - a quantitative approach. 2<sup>nd</sup> ed.. New York. 333 p.
- COLCOMBET, L.; Crechi, E.; Fassola, H.; Ferrere, P.; Lacorte, S.M.. 1999. Comentarios personales y filmas preparadas por los autores para efectuar charlas y conferencias sobre sistemas silvopastoriles en Oberá, L.N. Alem y Gdor. Virasoro.
- CRECHI, E. H. 1996. Efeitos da densidade de plantação sobre a produção, crescimento e sobrevivência de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. em Misiones, Argentina. Dissertação Mestrado em Engenharia Florestal. Sector de Ciências Agrarias. Univ. Federal do Paraná. Curitiba. 172 p.
- CRECHI, E. H. 2002. Intensidad y oportunidad de raleo en *Grevillea robusta* A. PIA N° 1: "Silvicultura de establecimiento, conducción y manejo de *Grevillea robusta* A". Informe interno. Inédito. INTA Montecarlo.
- DAY, R. 1985. Crop plans in silviculture. Lakehead University. 58 p.
- DAY, R.; Gonda, H. 1987. Un método de planificación para el manejo de *Pinus elliottii* en Misiones tendiente a mejorar la producción. Actas: Simposio sobre Silvicultura y Mejoramiento Genético de Especies Forestales. CIEF. IV:116-133. Bs. As.
- FASSOLA, H.E.; Domecq, C.; Moscovich, F.; Ferrere, P.; Lacorte, S.; Hampel, H.; Maletti, C.; Allegranza, D. 2002. Pautas preliminares para la conducción de rodales jóvenes de *Grevillea robusta* A. orientados a la producción de madera de calidad. Inédito. INTA Montecarlo. 25 p.
- HARWOOD, C. E.; Booth, T.H. 1992. Status of *Grevillea robusta* in forestry and agroforestry. *Grevillea robusta* in forestry and agroforestry. Proc. of an International workshop, Ed. by : C.E. Harwood. Published by ICRAF. p 9-16.
- INTA, EEA Montecarlo. 2002. Informe Interno. 20 pp.
- LACORTE, S. 2000, 2001. Informes internos y materiales inéditos.

# RELACIONES HIPSOMÉTRICAS PROMEDIOS PARA *Pinus elliottii* ENGL. EN MISIONES Y NE DE CORRIENTES

## HEIGHT-DIAMETER AVERAGE CURVES FOR *Pinus elliottii* ENGL. IN MISIONES AND NORTH-EAST OF CORRIENTES

Rubén Alberto Costas <sup>1</sup>

Gustavo Hernán Rodríguez <sup>2</sup>

Fecha de recepción: Agosto de 2002

Fecha de aceptación: Febrero de 2004

<sup>1</sup>Ingeniero Forestal. Prof. de Estadística y Dasometría. F.C.F.-U.Na.M. Bertoni 124. Eldorado (3380) Misiones. E-mail: rcostas@facfor.unam.edu.ar.

<sup>2</sup>Ingeniero Agrónomo. Departamento Forestal. EEA Montecarlo. INTA. Av. del Libertador 2.472. Montecarlo (3384). Misiones. E-mail: forestmc@ceel.com.ar

### SUMMARY

Predictive models for average height of *Pinus elliottii* Engl. var. *elliottii* stands in argentine north-east are presents. The regressors variables are mean diameter at breast height and some cases the age. Data came from four provenance trials in Misiones and one in Corrientes north-east. The total number of provenance considered was 39 and the age range between 3 and 18 year. Present results of 40 functions ajusted, and propose to use two of these according to are considered one o both regressors variables.

The utility of the propose predictives models, is that having estimates of mean diameter at breast height of *Pinus elliottii* Engl. stand, we can forecast its average height.

**Key words:** Average height, mean diameter, functions, prediction

### RESUMEN

Son presentados modelos predictivos de la Altura media de plantaciones de *Pinus elliottii* Engl. var. *elliottii*, cultivadas en el NE de Argentina, tomando como variables predictoras al diámetro a la altura de pecho promedio y en algunos casos a la edad.

Los datos utilizados fueron los obtenidos en cuatro ensayos de procedencias ubicados en Misiones y uno en el NE de Corrientes. El número total de procedencias consideradas fue de 39 y el rango de edades desde los 3 hasta 18 años de edad.

Se muestran los resultados de los ajustes de 40 funciones, proponiéndose el uso de dos de ellas según se considere una o ambas variables regresoras.

La utilidad de uso de los modelos predictivos propuestos, radica en que a partir de la estimación del diámetro a la altura de pecho promedio de plantaciones cohetáneas de *Pinus elliottii* Engl., pueda predecirse la altura media de las mismas.

**Palabras clave:** Altura media, diámetro medio, funciones, predicción.

### INTRODUCCION

La relación entre la altura y el diámetro de los árboles que conforman un bosque ha tenido un profuso análisis en la literatura forestal, habida cuenta de su importancia en las estimaciones de volúmenes de árboles y en la caracterización de la estructura de las masas arbóreas entre otras utilidades.

Según HUSCH et al (1982), la altura y el DAP (diámetro del fuste a 1,30 m del suelo) están correlacionados entre sí, con relaciones que pueden ser expresadas por funciones matemáticas. Esos autores, como así también AVERY & BURKHART (1994) y PRODAN et al (1997) presentaron varias funciones que en un amplio rango de especies se han ajustado satisfactoriamente a los pares de observaciones altura-diámetro. FRIEDL (1988) y CRECHI et al (1998) citan a esta relación como relación hipsométrica.

Los rodales regulares coetáneos tienen medidas estadísticas descriptivas que resumen y representan a las variables observadas en cada árbol de cada rodal. Así, el DAP promedio (DM) y la altura promedio (HM) de un conjunto de árboles resumen y representan respectivamente a todos DAP y alturas del conjunto. Son combinaciones lineales de ellos, con las mismas esperanzas matemáticas respectivas

(STEEL & TORRIE. 1980). HM y DM son medidas utilizadas directa o indirectamente en la construcción de tablas de volúmenes de rodales (FRIEDL, 1988) y en análisis de crecimiento de las masas arbóreas (HUSCH et al, 1982).

De los resultados del Simulador Forestal (CRECHI et al, 1998) y datos de inventarios, se observó que DM y HM dependen de la especie, de la edad, de la calidad de sitio, de la densidad y de la forma de la distribución diamétrica del rodal. HUSCH et al (1982) destacan la importancia y utilidad del DM para caracterizar una masa forestal cohetánea, teniendo en cuenta que las medidas de variación, de sesgo y de curtosis de las distribuciones diamétricas están más íntimamente relacionadas al DM que a la edad y a la calidad de sitio. ALDER (1980), al analizar métodos estáticos para la predicción del rendimiento de masas arbóreas consideró al DM como uno de los componentes de mayor importancia, junto al volumen de las mismas.

PRODAN et al (1997), afirmaron que las alturas absolutas de los árboles de un rodal dependen de la especie, la calidad de sitio, la edad y del manejo del rodal. Teniendo en cuenta que HM es una combinación lineal de las alturas del rodal, también dependerá de las mismas características.

Siendo la densidad una de las principales expresiones del manejo de la masa, es razonable buscar expresiones que relacionen la densidad con el DM. Analizando una medida de la densidad de la masa como el área basal por unidad de superficie (AB), se puede observar que puede ser calculada a partir del DM. En concordancia con PRODAN et al (1997), se muestra que el AB puede expresarse como una función del DM.

$$\text{Si } AB = \sum^N \pi / 4 * D_i^2 = \pi / 4 * \sum^N D_i^2 \quad (1);$$

Donde N es el número de árboles por ha. y  $D_i$  el DAP de cada árbol de la hectárea promedio.

Por otro lado, la variancia poblacional de  $D_i$  es

$$\text{Var}(D_i) = [\sum^N (D_i - DM)^2] / N = [\sum^N D_i^2 - N * DM^2] / N \quad (2)$$

Si se despeja  $\sum^N D_i^2$  en (2) se obtiene

$$\sum^N D_i^2 = N * [\text{Var}(D_i) + DM^2] \quad (3)$$

Reemplazando  $\sum^N D_i^2$  en (1)

$$AB = \pi N / 4 * [\text{Var}(D_i) + DM^2] \quad (4)$$

Si la HM depende entre otros factores de la densidad, y el AB puede calcularse a partir de DM, se justifica encontrar relaciones funcionales entre la

HM y el DM.

La mayoría de las publicaciones citadas precedentemente que tratan sobre la relación hipsométrica lo hacen respecto de curvas ajustadas para diámetros individuales y alturas individuales y para masas en determinadas edades o clases de edades en rodales específicos.

El propósito de este trabajo fue obtener modelos predictivos de la HM de plantaciones de *Pinus elliottii* Engl. var. *elliottii* utilizando como variables independientes al DM y en algunos casos DM y la edad (E).

**MATERIALES Y METODOS**

Entre los años 1967 y 1968, fueron instalados 17 ensayos de procedencias de *Pinus elliottii* Engl. en el Nordeste argentino con el propósito de estudiar la variación geográfica (BARRET, 1974). En el presente trabajo fueron considerados 5 de esos ensayos y sólo los 39 orígenes correspondientes a *Pinus elliottii* Engl. var. *elliottii*. Las características de los mismos son descriptas en la Tabla 1.

Los datos analizados fueron provenientes de 5 ensayos con rangos de edades entre 3 y 18 años de edad y de densidades desde 816,33 plantas/ha. a los tres años hasta 204,08 plantas/ha a los 18 años. Las ubicaciones extremas de los ensayos fueron las latitudes 25° 43' S y 27° 15' S. y entre las Longitudes 54° 25' O. y 56° 14' O., ubicados en la provincia de Misiones y en el Nordeste de la provincia de Corrientes, Argentina.

Todos los ensayos tuvieron un diseño experimental en bloques completos al azar, con 5 repeticiones por procedencia. Cada repetición fue una parcela de 8 árboles plantados con un distanciamiento de 3,5m x 3,5m. La densidad inicial, de 816,33 plantas/ha, fue homogénea en todos los ensayos. Los raleos fueron realizados por lo bajo, eliminando los individuos de menores diámetros y/o con algunas anomalías en su fuste.

Para cada parcela en cada ensayo a la edad (E) correspondiente se calculó HM y DM, obteniéndose 2.385 observaciones. Luego se procedió al ajuste de 32 funciones no lineales y 8 funciones lineales. Las funciones no lineales fueron ajustadas a través del procedimiento Cuasi-Newton y las lineales a través del método de mínimos cuadrados.

Las fuentes bibliográficas de las funciones ajustadas fueron HUSCH et al (1982), PRODAN et al (1997), THREN (1993), INVENTARIO FLORESTAL NACIONAL. Reforestamento Río Grande do Sul (1983) y MYERS (1990). En la Tabla 2 se muestran algunos estadísticos descriptivos para las variables HM y DM. En la Tabla 3 se muestran los modelos ajustados.

**Tabla 1. Características de cada ensayo según ubicación geográfica, N° de procedencias presentes y edades correspondientes a las observaciones.**

**Table 1: Geographical data of trials, number of provenances and ages of observations in each.**

UBICACION	COORDENADAS GEOGRAFICAS	NUMERO DE PROCEDENCIAS POR ENSAYO	EDADES DE LAS OBSERVACIONES (Años)
Pto. Piray (Norte Misiones)	26° 31' S 54° 35' O	30	3, 10 y 18
Cuartel Río Victoria (Centro Misiones)	26° 56' S 54° 24' O	31	3, 4, 5, 10 y 17
El Zaimán (Sur Misiones)	27° 26' S 55° 54' O	22	3, 4, 5, 10 y 18
Pto. Península (Norte Misiones)	25° 43' S	15	3, 4, 5, 10 y 17
Pto. Luján (NE Corrientes)	27° 15' S 56° 14' O	12	3, 4, 5 y 10

**Tabla 2: Medidas de posición y rango de las variables HM y DM**

**Table 2: Descriptive measures of HM an DM data**

Variable	Media	Mediana	Mínimo	Máximo	Rango
HM (m)	10,29	6,75	2,43	24,50	22,07
DM (cm)	16,90	14,40	3,70	37,00	33,30

**Tabla 3: Identificación y expresiones de los modelos ajustados.**

**Table 3: : Identification and form of adjusted models.**

Nº de modelo y Denominación o Autor	Modelo
1- Modelo Lineal simple	$HM = B_0 + B_1 * DM$
2- Ajuste exponencial I	$HM = B_0 * \exp(B_1 / DM)$
3- Modelo Logístico	$HM = B_0 / (1 + B_1 * \exp(-B_2 * DM))$
4- Modelo de Gompertz	$HM = B_0 * \exp(-B_1 * \exp(-B_2 * DM))$
5- Modelo de Richards	$HM = B_0 / (1 + B_1 * \exp(-B_2 * DM))^{(1/B_3)}$
6- Modelo de Weibull	$HM = B_0 - B_1 * \exp(-B_2 * DM^{B_3})$
7- Modelo de Mitcherlich 1	$HM = B_0 - B_1 * B_2^{DM}$
8- Modelo de Mitcherlich 2	$HM = B_0 - B_1 * \exp(-B_2 * DM)$
9- Modelo de Mitcherlich 3	$HM = B_0 - \exp(-(B_1 + B_2 * DM))$
10- Modelo de Mitcherlich 4	$HM = B_0 * (1 - \exp(-B_1 * DM))$
11- Modelo de Mitcherlich 5	$HM = \exp(B_0) - B_1 * B_2^{DM}$
12- Modelo potencial I	$HM = B_0 * B_1^{DM}$
13- Modelo exponencial II	$HM = B_0 * \exp(B_1 * DM)$
14- Modelo cuadrático	$HM = B_0 + B_1 * DM + B_2 * DM^2$
15- Modelo de Näslund	$HM = 1,3 + (DM / (B_0 + B_1 * DM))^2$
16- Modelo de Wolfach	$HM = 1,3 + DM^2 / (B_0 + B_1 * DM + B_2 * DM^2)$
17- Modelo de Kopezki y Gerhardt I	$HM = B_0 + B_1 / DM^2$
18- Modelo de Kopezki y Gerhardt II	$HM = 1,3 + B_0 + B_1 / DM^2$
19- Modelo exponencial III	$HM = B_0 * DM^{B_1}$
20- Modelo logarítmico (Hendricksen)	$HM = B_0 + B_1 * \log(DM)$
21- Modelo potencial II	$HM = 1,3 + B_0 * (DM / (1 + DM))^{B_1}$
22- Modelo exponencial IV	$HM = 1,3 + B_0 * \exp(-B_1 / DM)$
23- Modelo exponencial V	$HM = B_0^{(B_1 * \log(DM) - B_2 * (\log(DM))^2)}$
24- Modelo de Trorey	$HM = 1,3 + B_0 * DM + B_1 * DM^2$
25- Meyer (adaptado)	$HM = 1,3 + B_0 * \exp(-B_1 * DM)$
26- Modelo de Petterson	$HM = 1,3 + (DM / (B_0 + B_1 * DM))^3$
27- Modelo de Korsun	$HM = \exp(B_0 + B_1 * \ln(DM) + B_2 * (\ln(DM))^2)$
28- Modelo de Curtis I	$HM = B_0 * (1/DM)^{B_1} * (1/E)^{B_2} * (1/(DM * E))^{B_3}$
29- Modelo lineal múltiple I	$HM = B_0 + B_1 * E + B_2 * DM + B_3 * E^2 + B_4 * DM^2 + B_5 * DM * E$
30- Modelo lineal múltiple II	$HM = B_0 + B_1 * E + B_2 * DM + B_3 * DM^2 + B_4 * DM * E$
31- Modelo lineal múltiple III	$\ln(HM) = B_0 + B_1 * E + B_2 * DM + B_3 * DM^2 + B_4 * DM * E$
32	$HM = 1,3 + 1 / (B_0 + B_0 / DM + B_1 / DM^2)$
33	$HM = 1,3 + 1 / (B_0 + B_1 * (1/DM))^2$
34	$HM = 1,3 + B_0 * DM + B_1 * DM^2$
35	$HM = B_0 + B_1 * DM + B_2 * DM^2 + B_3 * DM^3$
36	$HM = 1,3 + 1 / (B_0 + B_1 * DM^{(-1)} + B_2 * DM^{(-2)})$
37- Modelo exponencial VI	$HM = 1,3 + \exp(B_0 + B_1 * DM^{(-1)})$
38- Modelo exponencial VII	$HM = 1,3 + \exp(B_0 + B_1 * \log(DM) + B_2 * (\log(DM))^2)$
39- Modelo exponencial VIII	$HM = 1,3 + \exp(B_0 + B_1 * \log(DM / (1 + DM)))$
40- Modelo de Curtis II	$HM = 1,3 + \exp(B_0 + B_1 * 1/DM + B_2 * 1/E + B_3 * 1/(DM * E))$

Al ajustar cada función se obtuvo el coeficiente de determinación  $R^2$  ( $R^2$  ajustado en el caso de las funciones lineales) y el error estándar de estimación. Para el cálculo de este último en los casos de funciones donde la variable dependiente fue el  $\ln(HM)$ , los valores residuales que estaban expresados en unidades de  $\ln(HM)$  fueron retransformados a unidades de  $HM$ . En el caso de las funciones lineales se observó la significancia estadística de cada término presente en cada modelo a través de la prueba "t" para cada coeficiente de la función lineal.

Como criterios iniciales para seleccionar modelos se utilizaron los valores de  $R^2$  y los errores estándar de estimación. Para las tres funciones que presentaron los mayores  $R^2$  se calculó el estadístico PRESS, que indica la capacidad predictora de cada modelo, y se comprobó el cumplimiento del supuesto de homogeneidad de variancia si las funciones fueron ajustadas por el método de mínimos cuadrados. Finalmente, se seleccionó la función que presentó uno de los dos mayores  $R^2$ , el menor error estándar de estimación, el menor PRESS entre los calculados, tuvo todos sus términos significativos y presentó leves apartamientos del supuesto de homogeneidad de variancia.

**RESULTADOS**

En el Gráfico 1 se muestra el diagrama de dispersión los pares de valores (DM; HM) y en la Tabla 4 se muestran algunos resultados de los ajustes de los 40 modelos evaluados.

De todos los modelos ajustados, los modelos 29, 30 y 31 fueron los que mayores  $R^2$  ajustados produjeron, es decir los que mayor variación de  $HM$  explicaron. El error estándar de estimación del modelo 31 fue superior que los modelos 29 y 30. Los estadísticos PRESS, obtenidos para las funciones 29, 30 y 31 fueron 1057,47; 1055,67 y 2401,17 respectivamente.

En el modelo 29 todos los términos presentes fueron significativos, excepto la variable independiente  $E^2$ .

El modelo 30 tuvo todos sus términos significativos. Realizada la comprobación del supuesto de homogeneidad de variancia de los residuales comunes, se observaron leves apartamientos del mismo respecto de los valores predichos y de las variables independientes  $DM$  y  $Edad$ . Dados los indicadores estadísticos que presentó el modelo 30 respecto de los demás, fue seleccionado como el de mejor comportamiento respecto de las restantes funciones evaluadas. La expresión del modelo 30 ajustado fue

$$HM = -0,6049 + 1,0680 * E + 0,1065 * DM + 0,0076 * DM^2 - 0,0125 * E * DM \quad (5)$$

En la Tabla 5 se muestran los valores predichos de  $HM$  por el modelo 30, dentro de los rangos de  $DM$  y edades observados.

De los resultados de los ajustes de los modelos

con  $DM$  como única variable regresora, se observó que el modelo de Richards ( $N^{\circ} 5$ ) fue el de mayor  $R^2$  y menor error estándar de estimación. La expresión del mismo es la siguiente

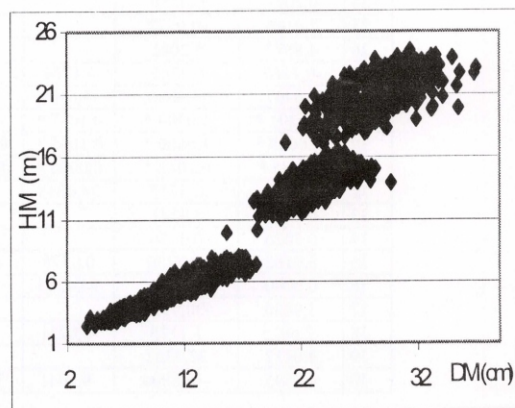
$$HM = 22,6903 / (1 + 66795444,0000 * \exp(-0,6327*DM))^{(1 / 7,4847)} \quad (6)$$

**CONCLUSION**

La alta correlación existente entre  $DM$  y  $HM$  llevó a que más del 90 % de las funciones ajustadas tuvieran un coeficiente de determinación  $R^2$  superior al 90 %. De los resultados obtenidos con las observaciones disponibles en este trabajo, no se aconseja el uso de las funciones identificadas con los números 1, 2, 12, 10, 13, 17, 18, 20 y 25 debido a que sus valores predichos de  $HM$  se alejan del diagrama de dispersión en uno o varios segmentos del rango de valores de  $DM$ .

**Gráfico 1: Diagrama de dispersión de los 2385 pares de valores  $DM_i$ ,  $HM_i$  observados.**

**Graph 1: Scatterplot of 2385 cases pairs of values  $DM_i$ ,  $HM_i$**



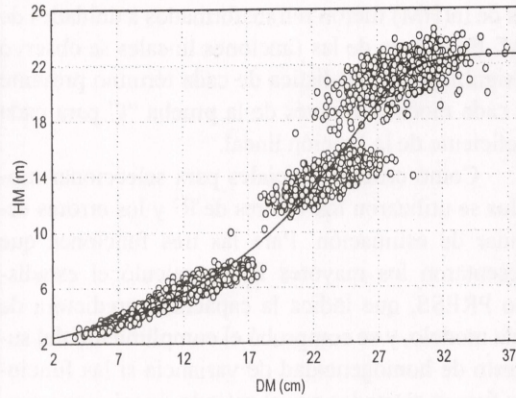
La utilidad de uso de los modelos predictivos propuestos radica en que a partir de la estimación del diámetro a la altura de pecho promedio de plantaciones cohetáneas de *Pinus elliottii* var *elliottii*, pueda predecirse la altura media de las mismas. En la realización de inventarios forestales, es conocida la economía que conlleva medir sólo los DAP de los árboles en lugar de medir también la altura de los mismos.

La eventual pérdida de precisión de las predicciones para plantaciones específicas se verá compensada con la versatilidad de utilización de los modelos propuestos en un amplio rango de variación geográfica en el nordeste argentino, para edades hasta los 18 años y con distintos regímenes de manejo de la densidad

El Gráfico 2 muestra el diagrama de dispersión de los datos y la función de Richards ajustada

**Gráfico 2: Diagrama de dispersión de los datos y función de Richards ajustada.**

**Graph 2: Scatterplot of data and adjusted Richards function.**



**Tabla 4: Estimaciones de los coeficientes de regresión, valores de R<sup>2</sup> y error estándar de estimación de cada modelo.**

**Table 4: Regression coefficients estimates, R<sup>2</sup> values and estándares errors of estimate in each model.**

Nº	B0	B1	B2	B3	B4	B5	R <sup>2</sup>	EE EST
1	-2,6963 *	0,7687 *					94,07%	1,6320
2	45,2836	-24,5450					91,18%	1,9916
3	32,5125	20,1971	0,1216				96,05%	1,3324
4	60,5301	3,9800	0,0445				95,74%	1,3852
5	22,6903	66795444.00	0,6327	7,4847			<b>96,55%</b>	<b>1,2474</b>
6	3,6202	-88,1610	42,8432	-0,9649			95,95%	1,3493
7	1315,4783	1318,2275	0,9994				94,03%	1,6391
8	-13,0105	-12,9766	-0,0324				95,31%	1,4512
9	615,8698	-6,4276	0,0013				93,98%	1,6529
10	2394,0062	0,0003					90,77%	2,0382
11	6,6296	759,9719	0,9990				94,00%	1,6451
12	2,7254	1,0716					93,43%	1,7205
13	2,7254	0,0692					93,43%	1,7205
14	1,0388*	0,2354*	0,0148*				95,50%	1,4219
15	4,9234	0,0601					95,55%	1,4162
16	24,4511	0,5723	0,0040				95,55%	1,4164
17	14,8679	-554,6858					51,86%	4,6574
18	18,7990	-2071,1596					74,96%	2,6488
19	0,2009	1,3681					95,26%	1,4619
20	-19,9189*	11,2508*					85,24%	2,5775
21	55,8871	32,5388					93,73%	1,6813
22	53,7950	30,9194					93,51%	1,7096
23	0,0503	-0,0823	0,0643				95,46%	1,4305
24	0,2027	0,0156					95,49%	1,4305
25	2,0146	-0,0772					92,43%	1,8470
26	4,8577	0,2082					95,23%	1,4651
27	-0,1162	0,3265	0,1786				95,48%	1,4279
28	0,6467	-5,5840	-5,6300	5,0437			98,98%	0,6783
29	-0,6201 *	1,0709 *	0,1077 *	-0,0011	0,0073 *	-0,0115 *	<b>99,01%</b>	<b>0,6639</b>
30	<b>-0,6049 *</b>	<b>1,0680 *</b>	<b>0,1065 *</b>	<b>0,0076 *</b>	<b>-0,0125 *</b>		<b>99,01%</b>	<b>0,6638</b>
31	0,4285 *	0,1018 *	0,0900 *	-0,0007 *	-0,0023 *		<b>99,23%</b>	<b>1,0603</b>
32	0,0040	0,5752	24,4245				95,56%	1,4141
33	0,0601	4,9241					95,56%	1,4138
34	0,2026	0,0156					95,51%	1,4225
35	6,0162	-0,8230	0,0779	-0,0011			96,09%	1,3279
36	0,0040	0,5752	24,4245				95,56%	1,4141
37	3,9850	-30,9167					93,53%	1,7076
38	-2,6025	1,7175	-0,0211				95,58%	1,4119
39	4,0232	32,5367					93,74%	1,6793
40	4,0545	-18,8904	-9,1041	53,4572			98,94%	0,6920

\* Coeficientes obtenidos por regresión lineal múltiple estadísticamente significativos.

**Tabla 5: Alturas medias (m) predichas por el modelo 30**  
**Table 5: Predicted average height by model 30**

E (Años)	DM (cm)							
	5	10	15	20	25	30	35	40
3	3,13	4,05						
6		6,88	7,99	9,48				
9			10,63	11,93	13,61	15,68		
12				14,38	15,88	17,75	20,01	
15					18,14	19,83	21,90	24,35
18					20,40	21,90	23,79	26,05

**BIBLIOGRAFIA**

- ALDER, D. 1980. Estimación del Volumen Forestal y Predicción del Rendimiento. Vol 2. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. 198pp.
- AVERY, T. E. and Burkhart, H. E. 1994. Forest Measurement. Fourth Edition. McGraw-Hill. New York. 408pp.
- BARRET, W. H. 1974. Variación Geográfica en *Pinus elliottii* ENGL. y *P. taeda* L. II. Cinco años de crecimiento en el nordeste argentino. IDIA - Suplemento Forestal. Buenos Aires.
- CRECHI, E. H.; Fassola, H. E. y Friedl, R. A. 1998. Simulador Forestal *Pinus Elliottii* V1.0. Programa Cooperativo Simulador de Crecimiento F.C.F. - I.N.T.A. Montecarlo, Misiones.
- FRIEDL, R.A. 1988. Dasometría. Parte I. Secretaría de Impresiones C.E.F.E. "A. Roth". F.C.F.-U.Na.M. Eldorado, Misiones. 120pp.
- HUSCH, B.; Miller, C. I. and Beers, T. W. 1982. Forest Mensuration. Krieger Publishing Company. Malabar, Florida. 402pp.
- INVENTARIO FLORESTAL NACIONAL. Reforestamento Rio Grande do Sul. 1983. Ministerio da Agricultura. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. Brasilia. 182pp.
- MYERS, R. H. 1990. Classical and Modern Regression with Applications. Second Edition. PWS-KENT Publishing Company. Boston.
- PRODAN, M.; Peters, R.; Cox, F. y Real, P. 1997. Mensura Forestal. IICA-BMZ/GTZ. San José. Costa Rica. 561pp.
- STEEL, R.G.D. and Torrie, J.H. 1980. Principles and Procedures of Statistics. A Biometrical Approach. McGraw-Hill Book Company. New York. 633pp.
- THREN, M. 1993. Dasometría. Apuntes de Clase. Serie Técnica Forestal. Volumen 1. Proyecto UNSE/GTZ. Universidad Nacional de Santiago del Estero. Facultad de Ciencias Forestales. 182 pp.

**CLAVE DE RECONOCIMIENTO DE ESPECIES FORESTALES DE MISIONES,  
ARGENTINA, POR MEDIO DE LA CORTEZA.**

**RECOGNITION KEY OF FOREST TREES OF MISIONES, ARGENTINA,  
BY MEANS OF THEIR BARK.**

**Alicia Bohren,<sup>1</sup>**

**Luis Grance<sup>2</sup>**

**Martín Gartland<sup>3</sup>**

**Dora Miranda<sup>4</sup>**

**Héctor Keller<sup>5</sup>**

**Claudio Dummel<sup>6</sup>**

Fecha de recepción: Setiembre de 2002

Fecha de aceptación: Abril de 2004

<sup>1,2,3</sup> Profesores de la cátedra Dendrología de la Facultad de Ciencias Forestales, UNaM, Fax++54 (3751)431766. alicia@facfor.unam.edu.ar Bertoni 124. (3382) Eldorado. Misiones. Argentina.

<sup>4</sup> Profesora de la cátedra Morfología Vegetal y Sistemática Vegetal de la Facultad de Ciencias Forestales, UNaM, Fax++54 (3751)431766. Bertoni 124. (3382) Eldorado. Misiones. Argentina.

<sup>5,6</sup> Colaboradores, egresado y estudiante de la Facultad de Ciencias Forestales. UNaM. Fax++54 (3751)431766. Bertoni 124. (3382) Eldorado. Misiones. Argentina.

**SUMMARY**

A macroscopic bark study of economic forest tree species, with the objective of systematizing their characteristics and to organize them in a dichotomic recognition field key has been done. The samples were collected in the Reserva Forestal de Uso Múltiple Guaraní, located in Guaraní Department, and PECOM's S. A. land, located in Iguazú Department, Province of Misiones. Two to five samples of each species have been collected, depending on the natural variability of each one in the adult stages ( $\geq 30$  cm D.B.H.), with the correspondent herbarium example. The descriptions considered the following bark characteristics: the design or aspect and the colour of the rhytidome, the thickness of the different parts of the bark, the structure, the colours in a green state, the texture, the visibility and the radio cellular characteristics, the presence and exudates characteristics, peridermis and rhytidome; and the presence of stratified secondary phloem. With the results, analogies and differences were established and they were summarized in a dichotomic key, a tool that permits to recognize and differentiate with great precision each one of the considered species.

**Key words:** Bark. Phloem. Bark anatomy. Dendrology

**RESUMEN**

Se ha realizado el estudio macroscópico de las cortezas de especies arbóreas de valor forestal, con la finalidad de sistematizar sus características y organizarlas en una clave dicotómica de reconocimiento a campo. Las muestras fueron recolectadas en la "Reserva Forestal de Uso Múltiple Guaraní", ubicada en el Departamento Guaraní, y en una Propiedad de PECOM S. A., en el Departamento Iguazú, Provincia de Misiones. Se han coleccionado de 2 a 5 muestras por especie, dependiendo de la variabilidad natural en el estado adulto ( $\geq 30$  cm d.a.p.), con su correspondiente material de herbario. Las descripciones comprendieron las siguientes características de la corteza: el diseño y el color del ritidoma; los

espesores de las distintas partes de la corteza, su estructura, textura, coloración en estado verde, visibilidad y características de los radios, presencia y características de los exudados, peridermis y ritidoma; y la presencia de floema secundario estratificado. De los resultados se observaron y establecieron analogías y diferencias que se han sistematizado en una clave dicotómica, herramienta que permite reconocer y diferenciar con precisión las especies consideradas.

**Palabras clave:** Corteza. Floema. Anatomía de corteza. Dendrología.

## INTRODUCCIÓN

Este trabajo tiene como objetivo el estudio de las características macroscópicas de la corteza y los diseños que presentan el ritidoma de las principales especies arbóreas de interés forestal de la Selva Paranaense presente en la Provincia de Misiones, con la finalidad de contribuir al conocimiento y producir una herramienta para el reconocimiento de especies.

Los primeros estudios sobre cortezas en ecosistemas forestales intertropicales se remontan a la década del 50 con trabajos de WOOD (1952), ROSAYRO (1953) y BEARD (1953). Más recientemente los trabajos de ROTH (1969), JIMÉNEZ SAA (1967), OUTER (1972), ROLLET (1980-1982), GHOUSE et al. (1979), IQBAL y GHOUSE (1982), ROTH (1981), BARAJA MORALES y PÉREZ JIMÉNEZ (1990), YUNUS et al. (1990) y ROTH y GIMÉNEZ (1997), revalorizan el estudio de las cortezas como un nuevo elemento para el reconocimiento de los árboles. Tales autores aportan una extensa nomenclatura para un conjunto de tejidos como la corteza secundaria.

Aunque el reconocimiento de especies es usualmente posible con la ayuda del diseño de la corteza, sería más confiable si se complementara con la anatomía de la misma (FURUNO 1990). Se entiende por corteza a todos los tejidos externos al cambium vascular que incluyen al floema secundario (corteza interna) y la peridermis, que en caso de existir varias generan el ritidoma (corteza externa), METCALFE y CHALK (1979).

En los ecosistemas selváticos donde existen árboles caducifolios de gran altura, el conocimiento del diseño y de la estructura de la corteza constituyen una herramienta valiosa para el reconocimiento de las especies, debido a que la disponibilidad de las hojas, flores y frutos es variable según la estación del año y a veces inaccesible por la altura en que se encuentran.

Para ello, se debe sistematizar el estudio de la corteza a nivel macroscópico de las especies de una determinada región, a partir de los 30 cm d.a.p. para establecer el rango de variabilidad de cada una y definir patrones de distribución de los tejidos corticales, que puedan ser posteriormente utilizadas en el reconocimiento de estas especies. Cuanto más ancha sea la corteza, mayor es su utilidad como elemento diagnóstico (JIMÉNEZ SAA, 1967), así como a mayor variabilidad de las cortezas de un ecosistema dado, mayor es su utilidad como herramienta para el reconocimiento, ROTH (1981).

Los antecedentes en el uso de la corteza para el reconocimiento de especies, de nuestra flora, son escasos. Se cuentan con observaciones macroscópicas realizadas a campo, durante más de 10 años por

GARTLAND (1985), quien propone una clasificación del diseño del ritidoma; de la estructura de las cortezas, definida como patrones de distribución de los tejidos floemáticos según ROLLET (1980-1982); y de la textura para las especies comerciales más importantes de la Selva Paranaense.

La revisión de esta información dendrológica generó la necesidad de profundizar los estudios macroscópicos de la corteza y sistematizar la información, incluyendo también la obtención de fotografías para facilitar la interpretación de los diseños y las estructuras corticales.

Estas observaciones sistemáticas de árboles en pie en su ambiente como así también de árboles apeados en las planchadas de aserraderos se originaron a partir de dos trabajos de GARTLAND et al., 1998 y 2000; que pretenden contribuir al conocimiento de la flora de Misiones, con el estudio de 33 especies arbóreas nativas pertenecientes a 14 familias botánicas.

Este trabajo tiene como objetivo elaborar una clave dicotómica a partir de las características macroscópicas de la corteza que sistematizadas y determinando patrones generales y específicos, permita reconocer y diferenciar las especies consideradas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras fueron recolectadas en la "Reserva Forestal de Uso Múltiple Guaraní", propiedad de la UNaM, ubicado en el Departamento Guaraní y en la propiedad de PECOM S. A. ubicada en el Departamento Iguazú, ambas de la Provincia de Misiones. Se han coleccionado 2 a 5 muestras por especie, dependiendo de la variabilidad natural en el estado adulto ( $\geq 30$  cm d.a.p.), en todos los casos fueron extraídas a la altura de pecho (d.a.p.), con su correspondiente material de herbario.

El estudio macroscópico de la corteza se realizó sobre material fresco a ojo desnudo y/o con lente de mano de 10x, realizándose la extracción de las mismas con un machete, acondicionándose en bolsas de plástico y/o frascos para su posterior estudio y relevamiento fotográfico en el laboratorio.

Para las descripciones se ha utilizado y adaptado la nomenclatura y metodología de ROLLET (1982), ROTH (1981), GARTLAND (1985) y JUNIKKA (1994). Las mismas se han volcado en planillas y comprendieron las siguientes características: forma del fuste, diseño o aspecto del ritidoma, los espesores de las distintas partes de la corteza, la estructura, la coloración en estado verde, la textura, la visibilidad y características de los radios, la presencia de exudados, tipo de floema duro y estratificación.

Del análisis de los datos se han establecido diferencias y analogías entre las especies, que se han

**Tabla 1: Listado de los nombres científicos, comunes y familias de las especies estudiadas - .**  
**Table 1: List of scientific, common and families names of the studied species.**

Nombre científico	Nombre común	Familia
<i>Aspidosperma australe</i> Müll. Arg.	Guatambú amarillo.	Apocynaceae
<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll. Arg.	Palo rosa.	Apocynaceae
<i>Pentapanax warmingianus</i> (Marchal) Harms.	Sabugero.	Araliaceae
<i>Schefflera morototonii</i> (Aubl.) Maguire, Steyerl. y Frodin.	Cacheta.	Araliaceae
<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	Caroba	Bignoniaceae
<i>Tabebuia alba</i> (Cham.) Sandwith	Lapacho amarillo	Bignoniaceae
<i>Tabebuia heptaphylla</i> (Vell.) Toledo.	Lapacho negro.	Bignoniaceae
<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arrab. ex Steud.	Loro negro.	Boraginaceae
<i>Patagonula americana</i> L.	Guayubira.	Boraginaceae
<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart	Anchico blanco	Fabaceae
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vog.) Macbr.	Grapia.	Fabaceae
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong.	Timbó.	Fabaceae
<i>Gleditsia amorphoides</i> (Griseb.) Taub.	Espina de corona	Fabaceae
<i>Holocalyx balansae</i> Micheli	Alecrín	Fabaceae
<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i> Hassler	Rabo molle.	Fabaceae
<i>Lonchocarpus leucanthus</i> Burkart	Rabo itá.	Fabaceae
<i>Machaerium paraguayense</i> Hassl.	Isapui	Fabaceae
<i>Myrocarpus frondosus</i> Allem.	Incienso.	Fabaceae
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	Anchico colorado.	Fabaceae
<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.	Cañafistola.	Fabaceae
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez.	Laurel negro.	Lauraceae
<i>Nectandra lanceolata</i> Nees.	Laurel amarillo.	Lauraceae
<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez.	Laurel ayuí.	Lauraceae
<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees.	Laurel guayca.	Lauraceae
<i>Bastardiopsis densiflora</i> (Hook et Arn.) Hassler	Loro blanco.	Malvaceae
<i>Cabrera canjerana</i> (Vell.) Mart.	Cancharana.	Meliaceae
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Cedro misionero.	Meliaceae
<i>Maclura tinctoria</i> (L.) Don ex Steudel.	Mora amarilla.	Moraceae
<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn.	Marmelero	Polygonaceae
<i>Prunus subcoriacea</i> (Chodat & Hassler) Koehne.	Persigero	Rosaceae
<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	Guatambú blanco.	Rutaceae
<i>Styrax leprosus</i> Hook. Et Arn.	Carne de vaca.	Styracaceae
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	Sota caballo	Tiliaceae

## RESULTADOS

A. Ritidoma caduco.

### SECCIÓN 1: CORTEZAS LABRADAS O ESCULPIDAS

AA. Ritidoma persistente.

B. Con fisuras y/o grietas.

C. Con predominio de fisuras longitudinales.

### SECCIÓN 2: CORTEZAS FISURADAS

CC. Con fisuras longitudinales y grietas transversales de igual magnitud, delimitando escamas de forma y tamaños diversos, adheridos total o parcialmente al fuste.

### SECCIÓN 3: CORTEZAS ESCAMOSAS

BB. Sin fisuras ni grietas.

C. Exclusivamente lenticeladas.

### SECCIÓN 4: CORTEZAS ASPERAS

CC. Con numerosas lenticelas y pliegues anulares que rodean total o parcialmente al fuste.

### SECCIÓN 5: CORTEZAS RUGOSAS

**SECCIÓN 1: CORTEZAS LABRADAS O ESCULPIDAS**

- A. Floema estratificado y estructura simple (laminar).
- B. Cortezas con exudado rojizo. Ritidoma castaño-rojizo.

*Machaerium paraguariense*

- BB. Cortezas sin exudados. Ritidoma de color grisáceo a ceniciento.

*Apuleia leiocarpa*

- AA. Floema no estratificado y estructura compleja.

- B. Estructura homogéneo-aglomerada. Textura pastosa. Corteza superior a 2 cm de espesor, inerte. Con mucílago.

*Ocotea dyospirifolia*

- BB. Estructura homogéneo-laminar. Textura fibrosa. Corteza de 3 a 5 mm de espesor, generalmente con espinas en el tronco. Con exudado cristalino.

*Gleditsia amorphoides*

**SECCIÓN 2: CORTEZAS FISURADAS**

- A. Floema estratificado.
- B. Estructura flamiforme.

*Luehea divaricata*

- BB. Estructura laminar.

- C. Fisuras pequeñas, domos en sección transversal con apariencia de corrugado o festoneado. Ritidoma caduco, constituido generalmente por 1 a 2 peridermis.

*Apuleia leiocarpa*

- CC. Fisuras medianas a grandes, domos con otras características. Ritidoma persistente constituido por numerosas peridermis.

- D. Textura corto fibrosa. Fisuras anastomosadas. Domos con marcas transversales superpuestas. Corteza quebradiza y aromática.

*Myrocarpus frondosus*

- DD. Textura fibrosa. Fisuras rectas, domos sin marcas transversales superpuestas. Corteza no quebradiza ni aromática, que se desprende en finas y largas láminas.

- E. Ritidoma duro y compacto. Corteza externa castaño-oscura.

*Tabebuia heptaphylla*

- EE. Ritidoma blando y esponjoso. Corteza externa blanquecina.

*Tabebuia alba*

- AA. Floema no estratificado

- B. Estructura simple, laminar. Fisuras largas y rectas, domos planos a ligeramente cóncavos, mayores a 3 cm de ancho. Corteza interna rosácea.

*Cedrela fissilis*

- BB. Estructuras complejas.

- C. Estructura homogéneo-aglomerada. Corteza interna rosado-amarillenta y la externa rosa intenso.

*Aspidosperma polyneuron*

- CC. Estructura reticulado-flamiforme. Corteza interna blanco-amarillenta.

- D. Textura fibrosa. Sin lenticelas corchosas en las fisuras.

- E. Corteza externa con estructura reticulada, la corteza interna se oxida rápidamente a un color castaño. Fuste cilíndrico y fisuras rectas.

*Cordia trichotoma*

- EE. Corteza externa sin estructura reticulada, la corteza interna se oxida a amarillo-naranja. Fuste canaliculado y fisuras anastomosadas.

*Patagonula americana.*

- DD. Textura parenquimatosa. Con lenticelas corchosas en las fisuras.

*Pentapanax warmingianus*

**SECCIÓN 3: CORTEZAS ESCAMOSAS**

- A. Floema estratificado.
  - B. Estructura reticulado – flamiforme. Con exudado mucilaginoso en la corteza interna y de coloración blanco amarillenta. Escamas rectangulares e isodiamétricas de consistencia corchosa.
    - Bastardiopsis densiflora*
  - BB. Con estructura flamiforme. Sin exudados, corteza interna rosácea. Escamas rectangulares e irregulares.
    - Luehea divaricata*
- AA. Floema no estratificado
  - B. Estructura simple.
    - C. Estructura homogénea ó laminar.
      - D. Estructura homogénea. Escamas a veces adheridas solamente por la parte media.
        - E. Escamas perfectamente rectangulares, fuste cilíndrico.
          - Peltophorum dubium*
        - EE. Escamas irregularmente rectangulares, fuste ligeramente canaliculado.
          - Parapiptadenia rigida*
      - DD. Estructura laminar. Escamas totalmente adheridas.
        - E. Escamas isodiamétricas (cuadrangulares), corteza interna de color amarillo ocre. Ritidoma constituido por escasas peridermis irregulares.
          - Ruprechtia laxiflora*
        - EE. Escamas rectangulares. Corteza interna rosácea desprendiéndose en finas láminas. Ritidoma constituido por numerosas peridermis regulares.
          - Cedrela fissilis*
    - CC. Estructura puntillada o en aglomerados.
      - D. Estructura puntillada.
        - E. Escamas isodiamétricas, reticulado.
          - F. Textura pastosa, corteza interna que se oxida rápidamente a castaño oscuro, aromática.
            - Ocotea puberula*
          - FF. Textura fibrosa, corteza interna blanquecina, sin oxidación.
            - Cabralea canjerana*
        - EE. Escamas rectangulares, adheridas únicamente por la parte media. Con oxidación de la zona próxima al cambiun a amarillo anaranjado.
          - Styrax leprosus*
      - DD. Estructura aglomerada.
        - E. Aglomerados lenticulares alternos. Corteza delgada menor a 5 mm. No aromáticas. Escamas rectangulares de 7 cm x 1 cm, delgadas.
          - Jacaranda micrantha*
        - EE. Aglomerados lenticulares difusos. Aromáticas.
          - F. Aglomerados lenticulares coalescentes en la parte más interna, circulares hacia la periferia. Escamas isodiamétricas.
            - Nectandra lanceolata*
          - FF. Aglomerados circulares y difusos. Escamas irregulares y delgadas.
            - Nectandra megapotamica*
  - BB. Estructura compleja.
    - C. Estructura homogéneo–aglomerada. Lenticelas grandes (5 mm de diámetro). Textura fibrosa. Corteza interna blanco rosácea, con exudados mucilaginosos abundante.
      - Enterolobium contortisiliquum*
    - CC. Estructura homogéneo–laminar. Lenticelas pequeñas, generalmente con espinas en el tronco. Textura fibrosa. Corteza interna delgada amarillenta, con exudado cristalino.
      - Gleditsia amorphoides.*

**SECCIÓN 4: CORTEZAS ÁSPERAS**

- A.** Floema estratificado. Lenticelas ordenadas en hileras transversales.
- B.** Estructura flamiforme que supera las dos terceras partes de la corteza interna, radios poco visibles.  
*Lonchocarpus leucanthus*
- BB.** Estructura flamiforme que no supera las dos terceras partes de la corteza interna, radios bien visibles.  
*Lonchocarpus muehlbergianus*
- AA.** Floema no estratificado. Lenticelas no ordenadas en hileras transversales.
- B.** Estructura simple.
- C.** Estructura aglomerada ó puntillada. Cortezas aromáticas, de oxidación rápida. Lenticelas dispuestas sin ordenamiento.
- D.** Estructura en aglomerados. Textura corto-fibrosa o fibrosa.
- E.** Aglomerados lenticulares coalescentes en la parte más interna, circulares hacia la periferia. Textura corto fibrosa.  
*Nectandra lanceolata*
- EE.** Aglomerados difusos; circulares en la parte más interna, circulares y lenticulares hacia la periferia. Textura fibrosa.  
*Nectandra megapotamica*
- DD.** Estructura puntillada. Textura pastosa, corteza interna que se oxida rápidamente a castaño oscuro.  
*Ocotea puberula*
- CC.** Estructura laminar. Corteza no aromática, sin oxidación. Lenticelas ordenadas en hileras longitudinales.  
*Balfourodendron riedelianum*
- BB.** Estructura compleja.
- C.** Estructura homogéneo-aglomerada.
- D.** Con látex blanquecino escaso en las proximidades del cámbium. Textura fibrosa. Corteza inferior a 1.5 cm de espesor.  
*Aspidosperma australe*
- DD.** Sin látex. Textura pastosa. Corteza superior a 2 cm de espesor.  
*Ocotea diospyrifolia*
- CC.** Estructura rayado-flamiforme-aglomerada ó homogéneo-flamiforme-aglomerada.
- D.** Estructura homogéneo-flamiforme-aglomerada.
- E.** Corteza interna blanco rosácea, con exudados mucilaginosos abundante. Lenticelas de 5 mm de diámetro. Ritidoma pardo-grisáceo.  
*Enterolobium contortisiliquum*
- EE.** Corteza interna blanco-amarillenta, con abundante látex de color amarillo. Lenticelas menores a 3 mm. Ritidoma verde-amarillento.  
*Maclura tinctoria*
- DD.** Estructura rayado-flamiforme-aglomerada.  
*Prunus subcoriaceae*

**SECCIÓN 5: CORTEZAS RUGOSAS**

- A. Floema estratificado. Corteza de 3 a 5 mm de espesor. Estructura laminar-flamiforme. Fuste canaliculado.

*Holocalyx balansae*

- AA. Floema no estratificado. Corteza superior a 5 mm de espesor. Estructura no laminar-flamiforme. Fuste cilíndrico.

- B. Estructura simple.

- C. Estructura aglomerada (aglomerados lenticulares coalescentes en la parte más interna, circulares hacia la periferia). Sin exudados. Lenticelas lenticulares en hileras transversales. Corteza aromática.

*Nectandra lanceolata*

- CC. Estructura flamiforme, con exudados cristalinos. Lenticelas orbiculares ordenadas en hileras verticales. Corteza no aromática.

Schefflera morototoni

- BB. Estructura compleja

- C. Estructura flamiforme-aglomerada. Sin látex. Ritidoma pardo grisáceo.

- D. Lenticelas pequeñas poco conspicuas (1 mm de diámetro). Textura arenosa. Corteza interna de coloración blanco amarillenta. Sin exudados.

*Albizia niopoides*

- DD. Lenticelas grandes (5 mm de diámetro). Textura fibrosa. Corteza interna blanco rosácea, con abundante exudado cristalino.

*Enterolobium contortisiliquum*

- CC. Estructura homogéneo-flamiforme-aglomerada. Con látex amarillo. Ritidoma verde-amarillento.

*Maclura tinctoria*

**CONCLUSIONES**

La corteza aporta caracteres diagnósticos macroscópicos que debidamente uniformados y sistematizados constituyen elementos valiosos para el reconocimiento de especies a campo. Frecuentemente es difícil expresar con fidelidad el aspecto que presentan algunas cortezas, por lo que consideramos de gran importancia la ilustración de las mismas; dicho aspecto llega a ser tan característico en ocasiones, que puede ser en sí mismo una excelente herramienta para una pronta y eficiente identificación.

Cuanto más ancha es la corteza mayor es su utilidad como elemento diagnóstico, como también a mayor variabilidad de las cortezas de un ecosistema dado mayor es su utilidad para el reconocimiento de especies. Los caracteres considerados son útiles y eficaces cuando se establece el sitio donde se va a utilizar la clave, las dimensiones de los fustes y la variabilidad que pueda presentar una especie dada en estado adulto.

Las 33 especies consideradas presentan patrones diagnósticos específicos que están dadas principalmente por el diseño del ritidoma, la estratificación

tangencial del floema, la estructura, textura, exudados y coloraciones, lo que permitió la elaboración de una clave dicotómica de reconocimiento basada en estas características.

**GLOSARIO ILUSTRADO**

**Agglomerados lenticulares alternos:** Cuando el tejido mecánico de la corteza, visto desde la sección transversal, se agrupa y su contorno adopta la figura de una lente, se disponen además alternadamente (las nuevas capas se ubican entre las dos anteriores y así sucesivamente). (Figura V, G)

**Agglomerados lenticulares coalescentes:** Cuando el tejido mecánico de la corteza, visto desde la sección transversal, se agrupa y su contorno adopta la figura de una lente, muy próximos unos a otros que parecen unidos. (Figura V, A)

**Agglomerados lenticulares difusos:** Cuando el tejido mecánico de la corteza, visto desde la sección transversal, se agrupa y su contorno adopta la figura de una lente, dispuestos sin un orden determinado. (Figura VI, E)

- Anastomosadas:** Cuando los bordes peridérmicos de las fisuras no son continuos y se anastomosan (unen) con otros en quince. (Figura II, A)
- Corteza áspera:** Son aquellas que no presentan fisuras ni grietas, pero cuya superficie no es homogénea debido a la ocurrencia de lenticelas o pequeñas protuberancias peridérmicas, ó la ocurrencia de ambas características simultáneamente. (Figura IV)
- Corteza escamosa:** Cuando presenta surcos o fisuras de similar magnitud en el sentido axial y transversal (grietas). De tal modo quedan definidas escamas o placas de diversas formas geométricas. (Figura III)
- Corteza fisurada:** Se definen como aquellas en que los surcos o fisuras longitudinales adquieren un claro predominio en relación a las transversales. (Figura II)
- Corteza labrada o esculpida:** Son aquellas en que la caída del ritidoma deja improntas perfectamente delimitadas por bordes sobre elevados que delimitan figuras generalmente irregulares. (Figura I, A, B, C y D)
- Corteza pulverulenta:** Cuando el ritidoma se desprende en pequeñas partículas, y al tacto tiene una apariencia al polvo.
- Corteza rugosa:** Son aquellas que presentan prominencias anulares alrededor del fuste, y perpendiculares al eje axial de aquel. El espaciamiento y relevancia de las prominencias anulares son muy variables en las distintas especies. (Figura I, E, F, G y H)
- Escamas cuadrangulares:** Porción de ritidoma delimitado por fisuras y grietas, que definen una figura cuadrangular. (Figura III, A, B y E)
- Escamas irregulares:** Porción de ritidoma delimitado por fisuras y grietas, que definen una figura irregular. (Figura III, F y H)
- Escamas isodiamétricas:** Las que muestran escamas o placas de dimensiones similares en sentido superficial. Las escamas adoptan formas cuadrangulares o poligonales. La apariencia de red, podría permitir denominarlas reticuladas. (Figura III, D)
- Escamas rectangulares:** Porción de ritidoma delimitado por fisuras y grietas, que definen una figura rectangular. (Figura III, C)
- Estructura aglomerada:** Esta estructura es originada por el floema duro (fibras y/o esclereidas), que se disponen en paquetes de tamaño y contornos diversos (circulares, cuadrangulares, irregulares, lenticulares, etc.) que además se pueden disponer en forma alterna, opuesta y con distintos grados de coalescencia. (Figura V, A y G)
- Estructura compleja:** Cuando a lo ancho de la sección transversal de la corteza se observa más de un tipo de ordenamiento del tejido mecánico. Resultan de la combinación de dos o más tipos estructurales simples. (Figura VI)
- Estructura de la corteza:** Está dada por la distribución espacial de los tejidos constitutivos de la corteza interna, visto desde la sección transversal de la misma.
- Estructura flamiforme:** Esta estructura con silueta en forma de llamas o llamaradas puede presentar distintos grados de desarrollo, dependiendo de la dilatación que sufren los radios hacia la periferia. (Figura V, D)
- Estructura homogénea:** En esta estructura no se observa ninguna distribución particular de los tipos celulares, vistos desde la sección transversal. (Figura V, H)
- Estructura laminar:** La estructura laminar típica corresponde a alineamientos tangenciales de floema duro (fibras y/o esclereidas) separadas por líneas de floema blando (parénquima y/o tubos cribosos) ó canales secretores (macroscópicamente visibles por diferencias de coloración), los radios generalmente no son visibles. Esta estructura se detecta también por la alternancia de coloraciones visibles a ojo desnudo o con lente de hasta 10x, que se corresponden a los distintos tipos celulares, estas láminas pueden ser continuas, concéntricas, onduladas, discontinuas. (Figura V, C)
- Estructura puntillada:** El floema duro (fibras) se presenta en pequeños paquetes, semejan-do puntos, dispuestos difusamente en la sección transversal, en coloración distinta al resto del tejido cortical. (Figura V, B)
- Estructura rayada:** En esta estructura los radios son evidentes, originando líneas radiales en alternancia con otros tejidos. (Figura V, F)
- Estructura reticulada:** Resulta de la combinación de una estructura laminar y rayada, donde el tejido duro y los radios floemáticos generan un diseño en red o retículo. (Figura V, E)
- Estructura simple:** Cuando a lo ancho de la sección transversal de la corteza se observa un único tipo de ordenamiento del tejido mecánico. (Figura V)
- Fisura:** Surco paralelo al eje del tronco. (Figura II)
- Floema estratificado:** Es el originado por un cámbium estratificado, donde las iniciales fusiformes y los radios están dispuestos en filas horizontales, de forma que sus extremos se sitúan aproximadamente al mismo nivel, visible macroscópicamente en la sección longitudinal tangencial como pisos.
- Grieta:** Surco transversal al eje del tronco.
- Reticulado:** Con aspecto de red, generalmente como consecuencia de un ordenamiento regular de piezas o elementos. (Figura III, A, B y E)

**Ritidoma caduco:** Un ritidoma es caduco cuando las capas externas de la corteza no soportan la presión del crecimiento radial y en consecuencia se desprenden y caen del tallo. (Figura I, A, B, C y D)

**Ritidoma persistente:** Cuando el ritidoma es fuerte y no obstante de sufrir fisuraciones longitudinales y transversales, permanece adherido al tallo. (Figuras II, III, y IV)

**Textura:** Hace referencia a la composición celular de la corteza.

#### AGRADECIMIENTOS

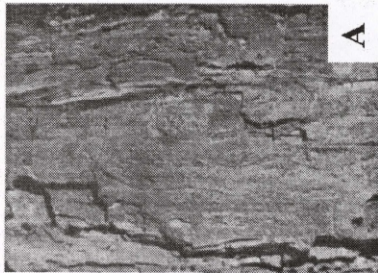
Agradecemos la colaboración de la Profesora Silvia Martínez por sus aportes y correcciones del inglés.

#### BIBLIOGRAFÍA

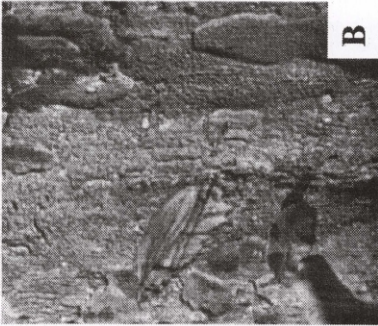
- BARAJA MORALES J. y L. A. Pérez Giménez. 1990. Manual de Identificación de árboles de selva baja mediante cortezas. Universidad Autónoma de México. México. 83p.
- BEARD, C. F. S. 1953. Key for the identification of the more important trees of Tobago on characters of bark and blaze. *Emp. For. Journ.*, Vol. 23: 34-36.
- FURUNO, T. 1990. Bark structure of deciduous broad-leaved trees grown in the San'in Region, Japan. *IAWA Bulletin n.s.*, Vol 11(3): 239-254.
- GARTLAND, H. M. 1985. Apuntes de Dendrología. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. Eldorado. Misiones. 120 p.
- GARTLAND, H.; Grance, L.; Bohren, A., Miranda, D. y H. Keller. 1998. Reconocimiento de árboles y rollizos de las principales especies nativas de Misiones por características macroscópicas de la corteza y otros caracteres. Proyecto de Investigación. Instituto Forestal de Investigaciones Forestales (ISIF). Facultad de Ciencias Forestales. UNaM. Eldorado Misiones.
- GARTLAND, H.; Bohren, A.; Grance, L.; Miranda, D. y H. Keller. 2000. Reconocimiento de especies leñosas de interés secundario de la Selva Paranaense (Misiones, Argentina) por corteza y otros caracteres dendrológicos. Inédito.
- GHOUSE, A.; M. Iqbal; F. Siddiqui y A. Jamal. 1979. Taxonomic significance of sclerenchyma distribution in the secondary phloem of some Indian Tropical Trees. *Feddes Repertorium*. 90: 173-178.
- IQBAL, M. y A. K. M. Ghouse. 1982. Comparative bark feature of some arid zone species of *Acacia* and *Prosopis*. *Phytomorphology* 32: 373-380.
- JIMENEZ SAA, J. H. 1967. La identificación de los árboles tropicales utilizando características del tronco y la corteza. I.I.C.A. (Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la O. E. A. Centro de Enseñanza e Investigación). Turrialba. Costa Rica.
- JUNIKKA, L. 1994. Survey of English macroscopic bark terminology. *IAWA Journal* Vol. 15 (1):3-45.
- METCALFE, C. R. y L. Chalk. 1979. The stem. In: *Anatomy of the Dicotyledons*. 2<sup>nd</sup> ed. Vol.1 Clarendon Press. Oxford. (eds. C. R. Metcalfe y L. Chalk): 166-180.
- OUTER, R. W. 1972. Tentative determination key to 600 trees, shrubs and climbers from the Ivory Coast, Africa, mainly based on characters of the living bark, besides the rhytidome and the leaf. I. Large Trees. *Landbouwhogeschool Wageningen* 72-18:1-73.
- ROLLET, B. 1980. Intérêt de l'étude des écorces dans la détermination des arbres tropicaux sur pied. *REV. BOIS ET FORÊT DES TROPIQUES* 194:3-28.
- ROLLET, B. 1982. Intérêt de l'étude des écorces dans la détermination des arbres tropicaux sur pied. *REV. BOIS ET FORÊT DES TROPIQUES* - 195:31-50.
- ROSAYRO, R. A. de. 1953. Field characters in the Identification of Tropical Forest Trees. *Emp. For. Rev.*, Vol 32:124-141.
- ROTH I. y A. M. Giménez de Bolzón. 1997. Argentine Chaco Forests. Dendrology, tree structure, an economic use. 1. The semi-arid Chaco. *Encyclopedia of plant anatomy*; Bd. XIV. Teil 5. Gebrüder Borntraeger, Berlín. 180 p.
- ROTH, I. 1969. Características estructurales de la corteza de árboles tropicales en zonas húmedas. *Darwiniana* 15(1-2):115-127.
- ROTH, I. 1981. Structural patterns of tropical barks. *Handbuch der Pflanzen Anatomie*. Band IX. Teil 3. Gebrüder Borntraeger. Berlín. 609 p.
- WOOD, G. H. S. 1952. Bark as mean of tree identification. *J. Oxford Univ. For. Soc.* 6:15-27.
- YUNUS, M., D. Yunus y M. Iqbal. 1990. Systematic bark morphology of some tropical trees. *Botanical Journal of the Linnean Society* 103:367-377.

FIGURA I

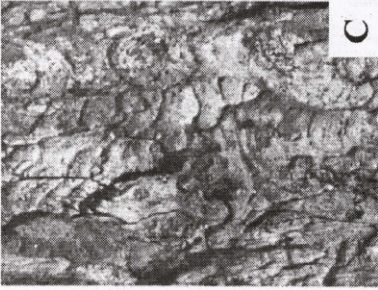
CORTEZAS LABRADAS O ESCULPIDAS - DIPPLED BARK



**A**  
*Gledisia amorphoides*  
(Griseb) Taubert.



**B**  
*Machaerium paraguayense* Hassl.



**C**  
*Apuleia leiocarpa* (Vogel) Macbride

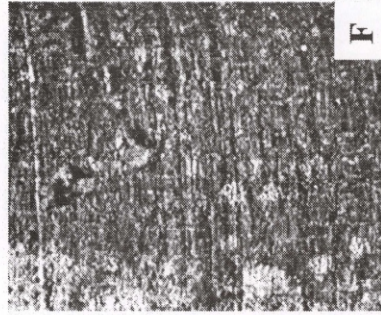


**D**  
*Ocotea diospyrifolia*  
(Meisn.) Mez. Emend. Hassl.

CORTEZAS RUGOSAS - RUGOSE BARK



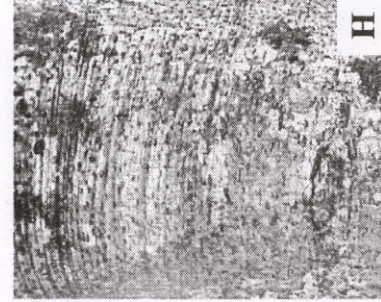
**E**  
*Holocalyx balansae* Mich.



**F**  
*Schefflera morototonii*  
(Aubl.) Maguire, Steyerl. y Frodin.



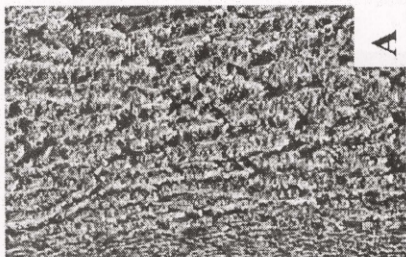
**G**  
*Albizia niopoides*  
(Spruce ex Benth.) Burk.



**H**  
*Enterolobium contortisiliquum*  
(Vell.) Morong

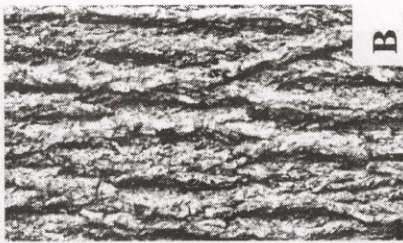
FIGURA II

CORTEZAS FISURADAS - FISSURED BARK



A

*Myrocarpus frondosus*  
Fr. Allem.



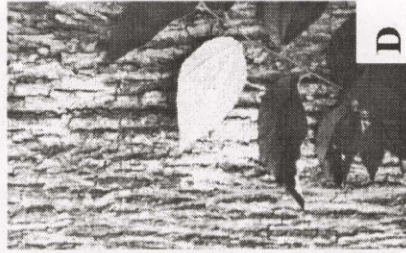
B

*Tabebuia heptaphylla*  
(Vell.) Toledo



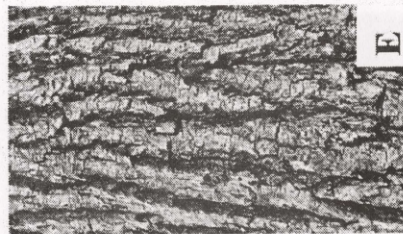
C

*Tabebuia alba* (Cham.) Sandw.



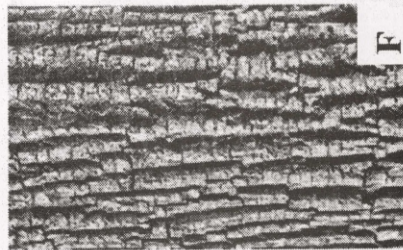
D

*Luehea divaricata*  
Mart. Et Zucc



E

*Cedrela fissilis* Vell.



F

*Cordia trichotoma*  
(Vell.) Johnst.



G

*Patagonula americana* L.

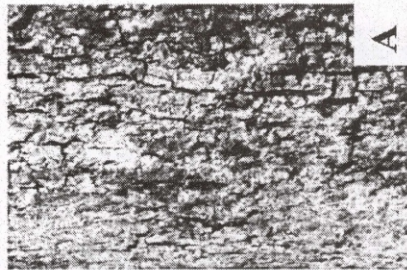


H

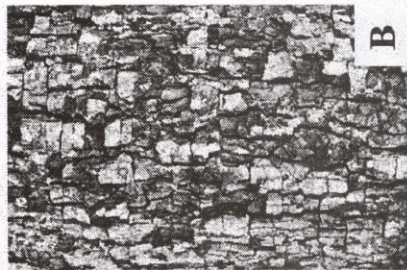
*Pentapanax warmingianus*  
(Marchal.) Harms.

FIGURA III

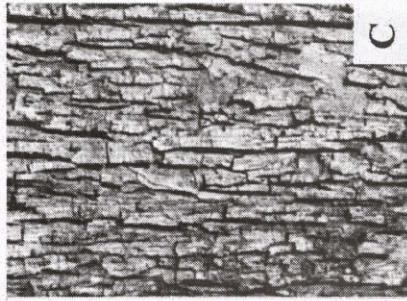
CORTEZAS ESCAMOSAS - SCALY BARK



**A**  
*Bastardiopsis densiflora*  
(Hook et Arn) Hassl.



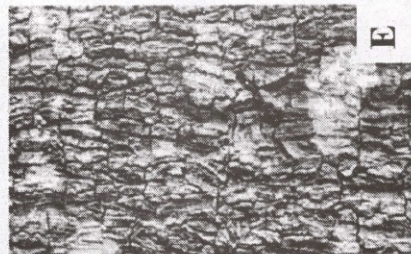
**B**  
*Cabratea canjerana subsp. canjerana*  
(Vell.) Mart.



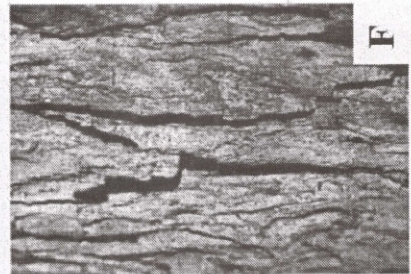
**C**  
*Parapiptadenia rigida*  
(Benth.) Brenan



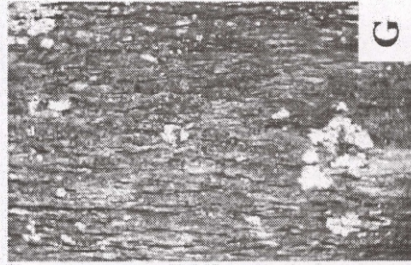
**D**  
*Ruprechtia laxiflora* Griseb.



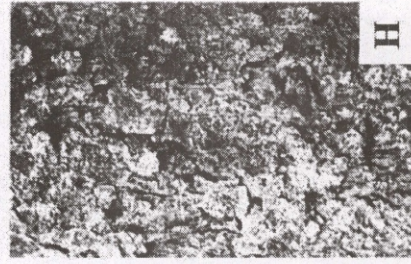
**E**  
*Ocotea puberula*  
(Nees, Et Mart.) Nees.



**F**  
*Syrax leprosus* Hook. Et Arn.



**G**  
*Jacaranda micrantha* Cham.



**H**  
*Nectandra megapota*  
(Spreng.) Mez.

FIGURA IV

CORTEZAS ASPERAS - LENTICELATE BARK



**A**  
*Lonchocarpus leucanthus* Burk.



**B**  
*Nectandra lanceolata* Nees.



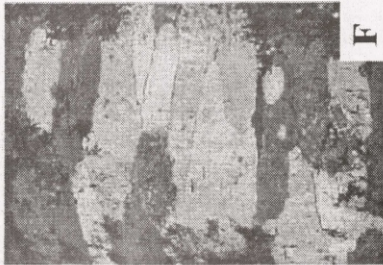
**C**  
*Balfourodendron riedelianum*  
(Engler) Engler.



**D**  
*Maclura tinctoria*  
(L.) Don ex Steudel.



**E**  
*Aspidosperma australe*  
Muell. Arg.



**F**  
*Ocotea diospyrifolia*  
(Meissn.) Mez. Emend. Hassl.



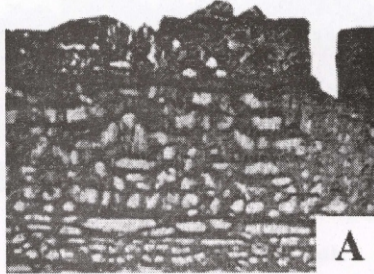
**G**  
*Enterolobium contortisiliquum*  
(Vell.) Morong



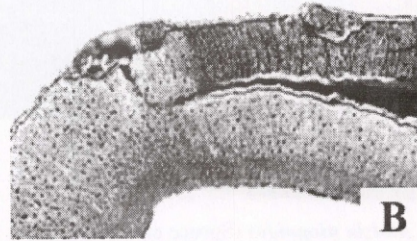
**H**  
*Prunus subcoriacea*  
(Chodat & Hassler) Koehne

FIGURA V

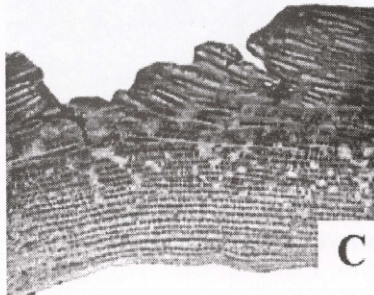
ESTRUCTURAS SIMPLES - SIMPLE STRUCTURES



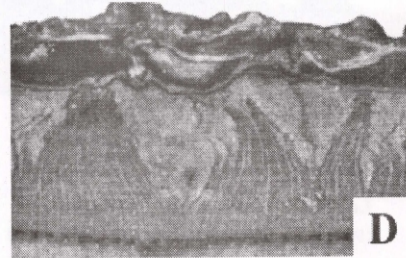
*Nectandra lanceolata* Nees.  
Estructura aglomerada x 10



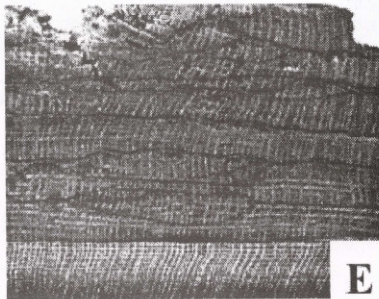
*Styrax leprosus* Hook. & Arn.  
Estructura puntillada x 15.



*Cedrela fissilis* Vell.  
Estructura laminar x 10



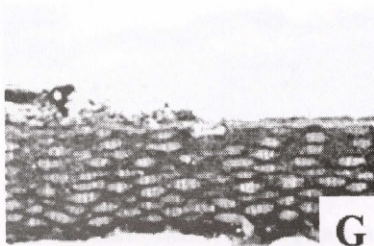
*Luehea divaricata* C. Martius  
Estructura flamiforme x 10



*Cordia trichotoma* (Vell. Conc.) Arrab. ex Steudel  
Estructura reticulada x 10



*Jacaratia spinosa* (Aubl.) A. DC.  
Estructura rayada x 10



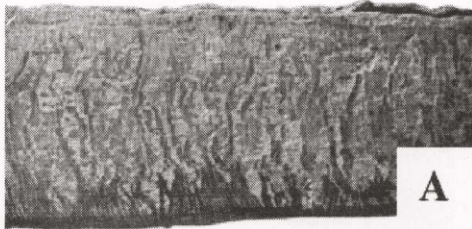
*Jacaranda micrantha* Cham.  
Estructura aglomerada x 20



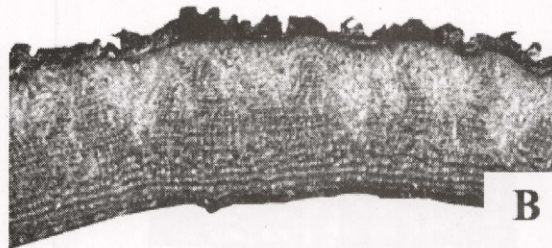
*Peltophorum dubium* (Sprengel) Taubert  
Estructura homogénea

FIGURA VI

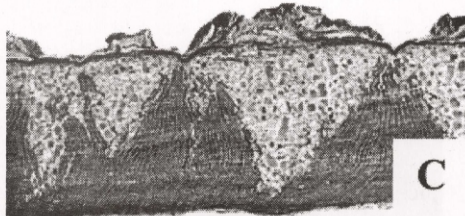
ESTRUCTURAS COMPLEJAS - COMPLEX STRUCTURES



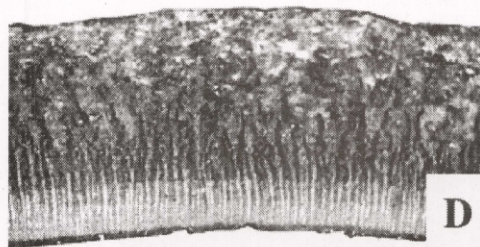
*Albizia niopoides* (Spruce ex Benth.) Burk.  
Estructura flamiforme-aglomerada x 10



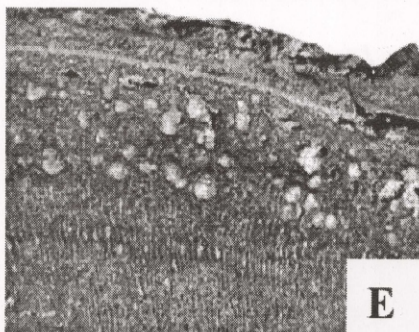
*Ateleia glazioveana* Baill.  
Estructura laminar-flamiforme x 10



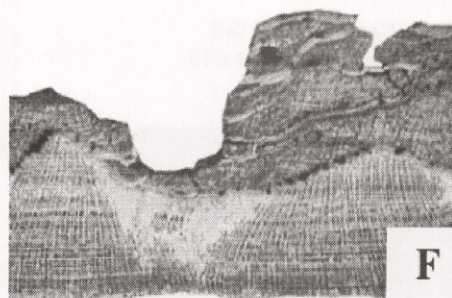
*Lonchocarpus nitidus* (Vog.) Benth.  
Estructura flamiforme-aglomerada x 10



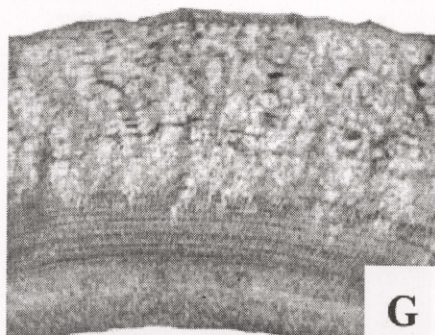
*Prunus subcoriaceae* (Chodat & Hassler) Koehn  
Estructura rayado-flamiforme-aglomerada x 10



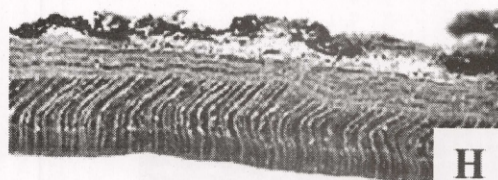
*Ocotea diospyrifolia* (Meissn.) Mez. emend. Hassl.  
Estructura homogéneo-aglomerada x 10



*Patagonula americana* L.  
Estructura reticulado-flamiforme x 10



*Maclura tinctoria* (L.) Don.  
Estructura homogéneo-flamiforme-aglomerada x 10



*Gleditsia amorphoides* (Griseb) Taubert.  
Estructura homogéneo-laminar x 20

# FACTORES QUE AFECTAN LA FORMACION DE BROTES ADVENTICIOS A PARTIR DE EMBRIONES MADUROS DE *Pinus taeda* L. VIA ORGANOGENESIS

## FACTORS CONTRIBUTING TO ADVENTITIOUS SHOOT INDUCTION VIA ORGANOGENESIS IN *Pinus taeda* L. MATURE EMBRYOS

Fernando Niella<sup>1</sup>

Patricia Rocha<sup>1</sup>

Fecha de recepción: Setiembre de 2002.

Fecha de aceptación: Abril de 2004.

1 - Investigador Laboratorio de Propagación Vegetativa - Facultad de Ciencias Forestales - Universidad Nacional de Misiones - Bertoni 124. 3382 Eldorado, Misiones-Argentina. (Tel: 0054 —3751 —431780 Int. 115) Email: FNIELLA@arnet.com.ar .

### SUMMARY

The morphogenic capacity of mature embryos of loblolly pine (*Pinus taeda* L.) was studied. Three factors were tested: 1) embryo developmental stage, 2) explant type; and 3) 6-Benzyladenine (BA) concentrations as well as Abscisic acid (ABA) presence in the induction media. The results indicated that the factors above cited influenced the morphogenic capacity and the adventitious shoot differentiation. The highest induction and differentiation frequencies were obtained when cotyledon with hypocotile were used as explant (dissected from mature embryos with a radicle length between 2 – 5 mm) and cultured on BA (5 mg/l) and ABA (0.026 mg/l) WV5 induction media. An average number of 20 harvested shoots per explant were obtained over a 10 weeks period.

**Key words:** *Pinus*, cotyledon, micropropagation, BA 6-Benzyladenine, ABA Abscisic acid

### RESUMEN

La capacidad de formación de brotes adventicios, a partir de embriones maduros de *Pinus taeda*, fue estudiada en función de: 1) estadio de desarrollo del embrión; 2) el explanto utilizado (cotiledones separados y cotiledones con hipocotile); y 3) la concentración de BA (Benzilamino purina) y presencia de ABA (ácido abscísico) en el medio inductivo. Los resultados presentados en este estudio demuestran que tanto el estadio de desarrollo del embrión, el tipo de explanto, la concentración de BA en el medio inductivo, tienen influencia en la respuesta morfogénica y posterior desarrollo de brotes adventicios. La mayor frecuencia de inducción y diferenciación se obtuvo cuando cotiledones con hipocotile disectados de embriones con una longitud de radícula de 2-5 mm fueron utilizados como explantos y cultivados en medio inductivo WV5 suplementado con BA (5 mg/l) y ABA (0,026 mg/l). En estas condiciones se obtuvo una producción promedio de 20 brotes/explanto en un periodo de 10 semanas.

**Palabras clave:** *Pinus*, micropropagación, cotile-

don, BA 6-Benziladenina, ABA ácido abscísico.

### INTRODUCCIÓN

*Pinus taeda* L. es una de las especies de coníferas de mayor importancia económica en Norte y Sur América. En Argentina, se ha desarrollado un programa de mejoramiento genético para pino taeda (*Pinus taeda* L.), comenzando a partir del año 2002 la producción local de semillas de polinización controlada a partir de poblaciones selectas. Con el objetivo de aumentar la disponibilidad de este material genético mejorado de alto costo y en general escaso, se ha propuesto un sistema de propagación vegetativa que integra las técnicas de *organogénesis*, *micropropagación* y la *macropropagación* (ROCHA y NIELLA, 2001a). En el caso de la organogénesis directa, la mayoría de las regeneraciones *In vitro* exitosas en el género *Pinus* han sido el resultado de la utilización de embriones maduros y cotiledones (SEN et al., 1989; MOTT y AMERSON, 1981; y SOMMER, 1987; MEHRA PALTA, 1983; AITKEN, 1988; ROCHA y NIELLA, 2001a y 2001b). La *in-*

*ducción de brotes adventicios* vía organogénesis se inicia mediante la aplicación de citoquininas, solas o en combinación con auxinas y otras hormonas como es el caso del ácido abscísico (ABA) (SEN et al., 1989; MOTT y AMERSON, 1981; y SOMMER, 1987; MEHRA PALTA, 1983).

El presente estudio explora la influencia del explanto, y el tipo y concentración de reguladores de crecimiento, en la capacidad de formación de brotes adventicios a partir de embriones maduros de *Pinus taeda* cultivados in vitro. El objetivo de este trabajo, fue determinar la capacidad de formación de brotes adventicios en función a: i) estadio de desarrollo del embrión; ii) el explanto utilizado (cotiledones separados y cotiledones con hipocótilo); y iii) la concentración de BA (6-Benzyladenine) y presencia de ABA (ácido abscísico) en el medio inductivo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Material vegetal

Semillas de *Pinus taeda* de origen comercial fueron suministradas por las empresas Bosques del Plata S.A y PeCom Forestal S.A. Las semillas fueron esterilizadas en solución de lavandina® 50%, y estratificadas en frío a 4°C por un período de 30-45 días.

### Diseción del explanto

Como fuente de explanto se utilizaron embriones maduros, germinados y clasificados en función al *estadio de desarrollo del embrión y tipo de explanto*.

1. *Estadio de desarrollo del embrión*: una vez iniciada la germinación de la semilla, los embriones fueron disecados asépticamente y clasificados de acuerdo al *estadio de desarrollo* de los mismos: 1) *Embrión tipo 1*: embriones cuya radícula, al momento de la escisión comienza a emerger y su longitud es de 1-2 mm; y 2) *Embrión tipo 2*: embriones cuya radícula emergió al momento de la escisión y su longitud es de 2-5 mm.

2. *Tipo de explanto*: 1) Cotiledones separados, 2) Cotiledones con hipocotile

### Medio de cultivo

El medio de cultivo utilizado fue el medio WV5 básico (COKE, 1996) suplementado con 30 g/l de sacarosa (SIGMA), y 8 g/l de agar (SIGMA). El pH fue ajustado a  $5,75 \pm 0,05$  con OHNa o CIH 1 N, previo a ser esterilizado en autoclave por 25 minutos a 121 °C.

### Reguladores de crecimiento

Para determinar la concentración óptima de BA con o sin la presencia de ABA, se adoptó un arreglo factorial de los tratamientos (para este ensayo se utilizaron embriones en estadio tipo 2, y los explan-

tos fueron cotiledones con hipocotile): 1) Control WV5 libre de hormonas; 2) WV5 + 5 mg/l de BA + 0 mg/l ABA; 3) WV5 + 10 mg/l de BA + 0 mg/l ABA; 4) WV5 + 5 mg/l de BA + 0,026 mg/l de ABA; y 5) WV5 + 10 mg/l de BA + 0,026 mg/l de ABA

### Condiciones de cultivo

Los cultivos se mantienen en cámara de cría con un fotoperiodo de 16 horas, intensidad lumínica de 4500 lux (lámpara fluorescente Philips 84) y una temperatura constante de  $24 \pm 2$  °C.

### Colecta de datos y análisis estadístico

La frecuencia de embriones inducidos (verdes, brillantes, hinchados y con emergencia de yemas adventicias < a 2mm) y embriones no inducidos (amarronados), fueron evaluados después de 45 días posteriores al cultivo inicial. El promedio de brotes adventicios/embriones se evaluó a los 75 días posteriores al cultivo inicial. Cada tratamiento (estadio de desarrollo del embrión, tipo de explanto) fue repetido 5 veces y cada repetición consistió de 10 explantos. Se utilizó el diseño completamente aleatorizado, con arreglo factorial de los tratamientos. Los datos fueron analizados con el análisis de la varianza (Statistical Analysis System, SAS Institute, Cary-USA). La variación entre los tratamientos fue analizada por el test de Fisher's Least Significant Difference (LSD).

## RESULTADOS

### 1. Estadio de desarrollo del embrión

Ambos *tipos de explantos*, independientemente del estadio de desarrollo del embrión respondieron a la inducción a los 10-15 días, presentando color verde brillante e hinchados y coloración verde rojiza en los cotiledones con hipocotile en algunos casos. Los resultados indicaron que los embriones maduros en los dos *estadios de desarrollo (tipo 1 y 2)* poseen capacidad morfogénica. No obstante la frecuencia de inducción fue significativamente mayor en embriones *tipo 2* (Tabla 1) para explanto *cotiledon + epicotile* ( $85,00 \pm 8,16$ ) comparado a la frecuencia de inducción en embriones *tipo 1* para explanto *cotiledon* y explanto *cotiledon + hipocotile* ( $50,00 \pm 10,00$  y  $64,00 \pm 9,79$  respectivamente). En embriones *tipo 2* no se observó diferencias significativas entre los dos tipos de explantos utilizados, *cotiledones* ( $70,00 \pm 9,18$ ) y *cotiledones con hipocotile* ( $85,00 \pm 8,16$ ), aunque la frecuencia de inducción fue mayor cuando se utilizó como explanto a *cotiledones con hipocotiles*. Además en embriones *tipo 1* con explanto *cotiledones* la frecuencia de amarronamiento fue significativamente mayor ( $35,00 \pm 9,79$ ) comparado a la frecuencia de amarronamiento obtenida con embriones *tipo 2* con explanto *cotiledon + hipocotile* ( $8,00 \pm 5,53$ ).

**Tabla 1: Frecuencia de inducción y amarronamiento en función del estadio de desarrollo del embrión y tipo de explanto, a partir de embriones maduros de *Pinus taeda*.****Table 1: Induction frequency and browning from *Pinus taeda* mature embryo at different stages of development and explant type.**

Embrión	Explanto	N	Inducción±SE	Amarronamiento±SE
<b>Tipo 1</b>	<i>Cotiledones</i>	100	50,00±10,00bcd	35,00±9,79a
	<i>Cotiledón + hipocotile</i>	100	64,00±9,79bc	18,00±7,48ab
<b>Tipo 2</b>	<i>Cotiledones</i>	100	70,00±9,18ab	12,00±6,66bc
	<i>Cotiledon+hipocotile</i>	100	85,00±8,16a	8,00±5,53bcd

1: Fisher LSD, tratamientos con la misma letra no son significativamente distintos

**2 Concentración de BA y presencia de ABA en el medio inductivo**

La máxima respuesta morfogénica se observó en medio con BA y ABA, después de 6 semanas de cultivo. La frecuencia de inducción fue afectada por la concentración de BA en el medio nutritivo. Las frecuencias de inducción, aún cuando no significativa, fue mayor cuando los cultivos se efectuaron en medio suplementado con la menor concentración de BAP (5mg/l) irrespectivamente de la presencia o no de ABA en el medio nutritivo (80,00±10,00 y 68,00±9,52 respectivamente). Si bien la presencia

de ABA en el medio no demostró incrementar significativamente la formación de tejido meristemático, cuando el ABA se adicionó al medio se observó que los explantos presentaban, posteriormente, una frecuencia mayor de diferenciación y número de brotes adventicios promedios por explanto (24,00±3,00) (Tabla 2). En el tratamiento control sin reguladores del crecimiento no se observó inducción y los explantos se amarronaron o permanecieron estancados en su desarrollo, hasta su eliminación del ensayo (10 semanas posteriores al cultivo).

**Tabla 2: Frecuencia de inducción, amarronamiento y número de brotes adventicios promedio/explanto (estadio tipo 2, cotiledon+hipocotile), en función de la concentración de BA y presencia o ausencia de ABA en el medio inductivo (WV5), a partir de embriones maduros de *Pinus taeda*.****Table 2: Induction frequency, browning and shoot number per explant (stage 2, cotyledon + hypocotyle) from *Pinus taeda* mature embryo cultured on WV5 nutrient medium supplemented with BA and ABA.**

ABA mg/l	BA mg/l	N	Inducción ±SE <sup>1</sup>	Amarronamiento±SE <sup>1</sup>	Brotos/explanto ±SE <sup>1</sup>
<b>0</b>	5	50	68,00±9,52ab	20,00±8,16abc	18,00±4,00ab
	10	50	60,00±10,00abcd	32,00±9,52a	12,00±3,00bc
<b>0.026</b>	<b>5</b>	<b>50</b>	<b>80,00±10,00a</b>	<b>18,00±9,00abcd</b>	<b>24,00±3,00a</b>
	10	50	65,00±8,53abc	20,00±9,60ab	16,00±6,00abc

1: Fisher LSD, tratamientos con la misma letra no son significativamente distintos

**DISCUSION**

Los resultados presentados en este estudio indican que tanto el estadio de desarrollo del embrión, el tipo de explanto y la concentración de BA y ABA en el medio inductivo, tienen influencia en la respuesta morfogénica y posterior desarrollo de brotes adventicios. Esto ha sido también demostrado en otras especies de pinos (THORPE, 1987; ABDULLAH et al., 1985; AITKEN et al., 1984). Particularmente, en las condiciones de estudio del presente trabajo, se demuestra la importancia de usar como explanto a cotiledones no separados, unidos a su respectivo hipocotile, como forma de aumentar la frecuencia de inducción, y formación de brotes adventicios y al mismo tiempo disminuir el amarronamiento. Es esta una diferencia importante con otras publicaciones, que utilizan cotiledones separados del embrión como ex-

planto adecuado (MOTT Y AMERSON, 1981; SEN, 1989; THORPE, 1988) y que en nuestras condiciones de estudio, evidenciaron un mayor porcentaje de amarronamiento y menor frecuencia de inducción. También se observó que cuando los cotiledones se cultivan *sin el hipocotile*, las yemas adventicias se iniciaban en su mayoría en el extremo del cotiledón, mientras que cuando se cultivan los cotiledones *con el hipocotile* las yemas adventicias se formaban en todo el explanto, con formación de un *cluster* de yemas adventicias, que subsecuentemente se desarrollan en brotes adventicios normales resultando así en una mayor tasa de rebrote.

Con respecto a los reguladores de crecimiento, el presente trabajo muestra la misma tendencia observada por (SEN et al., 1989), donde la presen-

cia de ABA (0,026 mg/l) en el medio inductivo combinada con bajas concentraciones de BA (5 mg/l) incrementa la frecuencia de inducción, posterior diferenciación y número de brotes adventicios obtenidos por explanto a partir de embriones maduros de *Pinus taeda*. Sin embargo, nuestros resultados indican que el incremento en la frecuencia de inducción obtenidos en presencia de ABA no fueron significativamente distintos a los resultados obtenidos en ausencia de ABA.

## CONCLUSIÓN

Los resultados presentados en este estudio demuestran que tanto el estadio de desarrollo del embrión, el tipo de explanto y la concentración de reguladores de crecimiento en el medio inductivo, tienen influencia en la capacidad de formación de brotes adventicios a partir de embriones maduros de *Pinus taeda*. La mayor frecuencia de inducción y diferenciación se obtuvo cuando cotiledones con hipocotile disectados de embriones con una longitud de radícula de 2-5 mm fueron utilizados como explantos y cultivados en medio inductivo WV5 suplementado con BA (5 mg/l) y ABA (0,026 mg/l). En estas condiciones se obtuvo una producción promedio de 20 brotes/explanto en un periodo de 10 semanas. La tasa de formación de brotes por semilla obtenida mediante la técnica de organogénesis directa descrita en este trabajo y su integración con las técnicas de micropropagación para la multiplicación de estos brotes adventicios, demuestran la potencialidad de las técnicas de cultivo de tejidos para aumentar la disponibilidad de material genético elite.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a la Facultad de Ciencias Forestales – UNAM y las empresas Forestal Bosques del Plata S.A y Pérez Companc S.A. por el apoyo financiero a este proyecto.

## BIBLIOGRAFIA

- ABDULLAH, A.; J. Grace and M. Yeoman. 1986. Rapid micropropagation of *Calabrian Pine* from primary and secondary bud on shoot explant. Canadian Journal of Forest Research. 16 (3) 2: 637-641.
- AITKEN CHRISTIE, J. and T. Thorpe. 1984. Clonal propagation: Gymnosperm. In: Vasil, I.K. Ed. Cell culture and somatic cell genetics of plants. Laboratory procedures and their application. New York Academic Press: 81-95
- AITKEN CHRISTIE, J.; A. Singh and H. Davies. 1988. Multiplication of meristematic tissue: a new tissue culture system for radiata pine. In: Genetic Manipulation of Woody Plants. Eds: Hanover J. y Keathley D. Plenum Press-NY. Pp.: 413-432.
- AMERSON, H. V.; Frampton L. J.; Mott R. L.; y Spaine, P.C. 1987. Tissue culture of conifers using Loblolly pine as a model. In: Genetic Manipulation of Woody Plants. Eds: Hanover J. y Keathley D. Plenum Press-NY. Pp.: 117-138.
- COKE, J. E. 1996. Basal nutrient medium for in vitro cultures of loblolly pines. USA Patent 5,534,433 y 5,534,434.
- MEHRA-PALTA, A. 1983. Clonal Propagation of Gymnosperms. US Patent 4,417,417.
- MOTT, R. L. y Amerson H. V. 1981. A tissue culture process for the clonal production of Loblolly pine plantlets. North Carolina Agricultural Research Service Tech. Bull No: 271.
- ROCHA, P. y Niella, F. 2001A. Research and Development of Vegetative Propagation Techniques for *Pinus* Sp. In the Northeast Region of Argentina. Proceedings of the 26<sup>th</sup>. Biennial Southern Forest Tree Improvement Conference. June 26-29, 2001. Ed.: Jeffrey F. D. Dean-Georgia University, Athens, GA, USA. Pp.: 32-38.
- ROCHA, P. y Niella, F. 2001B. Informe técnico: Presentación de avances en técnicas de cultivo de tejido para *Pinus taeda* y *Pinus elliottii x caribaea*. Presentado en: Seminario interno Enero 2001. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. Eldorado, Misiones. Circulación interna. 173 p.
- ROCHA, P. y Niella, F. 2001C. Manual de procedimientos: Técnica de micropropagación para el establecimiento in vitro y multiplicación vegetativa de *Pinus taeda* y *Pinus elliottii x caribaea*. Presentado en: Seminario interno Julio 2001. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. Eldorado, Misiones. Circulación interna. 25 p.
- SEN, S.; Newton r. j.; Fong, f.; y J. Neuman. 1989. Abscisic acid: a role in shoot enhancement from loblolly pine (*Pinus taeda* L.) cotyledon explants. Plant Cell Report (1989) 8: 191-194.
- THORPE, T. A.; S. Harry.; and Kumar P. P. 1991. Application of micropropagation to forestry, In: Micropropagation: Technology and Application. Eds. P.C. Debergh and R.H. Zimmerman. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands, pp. 311-336.
- THORPE, T. A.; and S. Biondi. 1984. Conifers. In: Sharp W.; Evans D.; Ammirato, P; Yamada

Y; eds. Handbook of plant cell culture. Crop Species. New York: Macmillan Publishing Company: 435-470. Vol. 2.

# CORRELACIONES GENÉTICAS ENTRE PILODYN Y DENSIDAD DE LA MADERA DE *Pinus elliottii* var. *elliottii* EN LA MESOPOTAMIA ARGENTINA\*

## GENETIC CORRELATIONS FOR PILODYN AND WOOD DENSITY OF *Pinus elliottii* var. *elliottii* IN THE MESOPOTAMIA ARGENTINA

Juan. A. López (h.)<sup>1</sup>  
Gabriela M. Staffieri<sup>1</sup>

Fecha de recepción: Julio de 2002.  
Fecha de aceptación: Febrero de 2004

<sup>1</sup> INTA. E.E.A. Bella Vista. Corrientes. Argentina. E-mail: jlopez@correo.inta.gov.ar

\* Investigación parcialmente financiada por el Proyecto de Desarrollo Forestal (SAGPyA-BIRF) a través del PIA 48/98 (Calidad de la madera de familias e individuos sobresalientes de *Pinus elliottii* var. *elliottii* en el Noreste Argentino).

### SUMMARY

Genetic correlations for Pilodyn and wood density were estimated using the 10 best families in growth in 3 progenie trials of the Series F and the 10 best families in growth in 3 progenie trials of the Series S of *Pinus elliottii* var. *elliottii*. The trials are in 6 sites in the Mesopotamia Region, Argentina, and they belong to the Breeding Program of INTA.

The genetic correlation for Pilodyn and wood density was strongly negative in each site and in each Series. In both cases the genetic correlations were higher than the phenotypic correlations for individual trees.

The use of Pilodyn would allow to differentiate families or group of trees with high, medium or low wood density. Therefore the use of Pilodyn would be a significant contribution to the strategies of the Breeding Program in this species.

**Key words:** *Pinus elliottii* var. *elliottii*, Pilodyn, wood density; genetic correlations

### RESUMEN

Con el fin de estimar la correlación genética entre determinaciones realizadas con Pilodyn y densidad de la madera de *Pinus elliottii* var. *elliottii* se evaluaron 10 familias sobresalientes en crecimiento volumétrico en 3 ensayos de progenies de la Serie F y 10 familias de igual condición en 3 ensayos de la Serie S. Dichos ensayos están distribuidos en 6 sitios de la Mesopotamia Argentina y pertenecen al Programa de Mejoramiento Genético del INTA.

Los resultados muestran que al considerar cada ensayo en particular se constató una fuerte correlación genética negativa entre Pilodyn y densidad de la madera. Igual resultado se obtuvo al realizar el análisis conjunto a nivel de cada serie de experimentos. En ambos casos, las correlaciones genéticas resultaron de mayor magnitud que las fenotípicas a nivel de árboles individuales.

La incorporación de mediciones realizadas con Pilodyn permitirá diferenciar familias o grupos de individuos de alta, media o baja densidad de la madera lo cual proporcionaría un significativo aporte a las estrategias del Programa de Mejoramiento Genético de la especie.

**Palabras clave:** *Pinus elliottii* var. *elliottii*, Pilodyn, densidad de la madera, correlaciones genéticas

### INTRODUCCION

*Pinus elliottii* var. *elliottii* es una de las coníferas más plantadas en la Mesopotamia Argentina. Esta especie, de reconocidas características favorables para la producción de madera sólida y pulpa tiene un significativo interés dentro del Programa de Mejoramiento Genético del INTA, no sólo por su excelente comportamiento en una amplia región de suelos arenosos y arenosos hidromórficos sino también, por la importancia que tiene en la generación de híbridos con *P. caribaea* var. *hondurensis* adaptados a las condiciones ecológicas regionales.

Independientemente si el objetivo de producción es madera sólida o pulpa, la densidad de la madera directa o indirectamente condiciona la calidad del producto final (ZOBEL, 1992, 1988; MALAN *et al.*, 1996). Por ello, la búsqueda de métodos que permitan la evaluación de dicha característica en el mayor número posible de individuos de las poblaciones de selección y mejoramiento resulta de gran interés.

Actualmente existen equipamientos costosos (densitómetros) que proporcionan información

confiable utilizando muestras destructivas y no destructivas (HODGE y PURNEL, 1993; MUNERI y BOLODIS, 1998). No obstante, un penetrómetro denominado Pilodyn y utilizado hace tiempo en varias especies ha mostrado un desempeño promisorio en la medición indirecta de la densidad de la madera de árboles en pie (COWN, 1982; SPRAGUE *et al.*, 1983; LÓPEZ, 1995; MUNERI y RAYMOND, 2000)

El objetivo del presente trabajo fue determinar el nivel de asociación genético y fenotípico entre las determinaciones realizadas con Pilodyn (mm de penetración) y la densidad de la madera ( $\text{Kg/m}^3$ ) en algunas familias sobresalientes de *P. elliotii* var. *elliottii* a efectos de contribuir a futuras estrategias de mejoramiento.

### MATERIALES Y METODOS

Se analizaron 10 familias (medio-hermanos) sobresalientes en crecimiento volumétrico en 3 ensayos de progenies de la Serie F y 10 familias de igual condición en 3 ensayos de la Serie S. Dichas familias se ubican dentro del 30% de los mejores materiales de la población de mejoramiento del INTA (HUBER *et al.*, 1996). Las características generales de los ensayos y de las familias analizadas se consignan en la Tabla 1.

Por cada familia, en cada sitio, se seleccionaron 3 individuos dominantes y codominantes en cada una de las 4 primeras repeticiones de los ensayos originales. De esta manera se conformó una población muestral de 720 individuos (2 Series x 3 ensayos x 10 familias x 4 repeticiones x 3 individuos). Luego del muestreo, por diferentes razones, varios individuos debieron ser descartados con lo cual sólo el 88% de la población muestral fue analizada.

En cada individuo, en sentido este-oeste, se realizaron dos determinaciones con Pilodyn (PIL) a 1,20 m de altura. Posteriormente, de la misma posición de altura se extrajo un disco de 5 cm de espesor que luego fue cuarteado en el laboratorio para obtener un listón diametral (corteza-médula-corteza) en sentido este-oeste de aproximadamente 3 cm x 3 cm de espesor. A efectos de cuantificar la variación en sentido radial cada listón diametral fue seccionado en dos listones radiales (corteza-médula) y cada listón radial fue subdividido en 3 secciones de igual tamaño. De esta manera la primera sección permitió estimar la densidad de la madera en la zona cercana a la corteza (DBc) y la segunda sección a la densidad de la zona media (DBm). La sección correspondiente a la zona cercana a la médula no fue considerada por su bajo valor de representatividad. En este sentido cabe destacar que, si bien cada sección corresponde al 33% del radio, la DBc representa el 55,52% del área transversal y la DBm al 33,43%. Por lo tanto, sólo con ambas secciones (66% del radio) se representa el 88,95% del área transversal a 1,20 m.

La densidad básica de la madera ( $\text{Kg/m}^3$ ) se procesó utilizando el método de SMITH (1954) sobre muestras sin extractivos (destilación continua durante 24 horas con alcohol-benceno en una proporción 1:1).

Para la determinación de las correlaciones genéticas los análisis fueron conducidos a nivel de plantas individuales, considerando a todos los efectos aleatorios. Los componentes de varianza y covarianza fueron estimados usando PROC VARCOM método REML (SAS, 1992). Las correlaciones fenotípicas individuales se obtuvieron a través del procedimiento CORR (SAS, 1992)

**Tabla 1. Características generales de los ensayos y de los materiales evaluados.**  
Table 1: Site general characteristics

Serie	Ensayos <sup>1</sup>	Localidad	Tipo de suelo	Edad de evaluación	Familias analizadas
F <sup>2</sup>	F211	Gob. Virasoro - Ctes.	Franco-limoso	13 años	4; 39; 44; 46; 81; 96; 123; 36; 139; 159
	F212	Garruchos - Ctes.	Rojo arcilloso		
	F213	Pto. Laharrague - Mnes.	Rojo arcilloso		
S <sup>3</sup>	S214	Concordia - E.R.	Arenoso	9,5 años	F9; F10; F24; F28; F30; F37; M1; M22; M24; M29
	S215	Bella Vista - Ctes.	Arenoso		
	S216	Pto. Esperanza - Mnes.	Rojo arcilloso		

<sup>1</sup> denominación tomada de: HUBER *et al.*, (1996); <sup>2</sup> materiales provistos por: University of Florida (U.S.A.);

<sup>3</sup> materiales provistos por: U.S. Forest Service (U.S.A.)

**RESULTADOS Y DISCUSION**

Tal como se aprecia en las Tablas 2 y 3, consistentemente en todos los ensayos se registró una fuerte correlación genética negativa entre Pilodyn (penetración en mm) y densidad de la madera de la zona cercana a la corteza (PIL x DBc). Exceptuando lo ocurrido en el ensayo S214 las correlaciones genéticas entre PIL y DBm fueron de menor magnitud. No obstante, el promedio de la densidad de ambas posiciones radiales (DB<sub>66</sub>) que en conjunto representan el 88,95% del área transversal, también evidenciaron valores de correlación altos con el PIL ( $r_G > -0,70$ ). Estos resultados son coincidentes con los obtenidos en otras investigaciones (SPRAGUE *et al.*, 1983; GRAVES, *et al.*, 1996; MUNERI and RAYMOND, 2000, LOPEZ *et al.*, 2001).

Por su parte las correlaciones fenotípicas resultaron altamente significativas ( $p < 0,001$ ) y tuvieron un patrón similar a las genéticas, aunque con coeficientes de menor valor absoluto.

El comportamiento de las correlaciones genéticas y fenotípicas discutidas con anterioridad no mostraron cambios significativos de tendencia ni de magnitud al analizar en conjunto cada serie de experimentos (Tablas 1 y 2). Este resultado evidencia que la asociación genética del Pilodyn y la densidad de la madera entre las familias de *P. elliottii* fue muy consistente a pesar de las diferencias de edad, de ambientes (Tabla 1) y de las diferencias significativas en la densidad de la madera de las familias y de los ensayos de ambas series (datos no presentados). No obstante, la especie en cuestión se caracteriza por una gran plasticidad y adaptabilidad a la mayoría de los ambientes de la región. Por ello, es probable que en las otras especies de interés del Programa de Mejoramiento que conduce el INTA no ocurra lo mismo, particularmente con la especie *P. caribaea* var. *hondurensis* de reconocida sensibilidad a determinadas condiciones ambientales.

**Tabla 2. Correlaciones genéticas ( $r_G$ ) y fenotípicas ( $r_F$ ) entre Pilodyn y densidad de la madera en diferentes posiciones radiales en los ensayos de la Serie F.**

**Table 2: Genetics and phenotypics correlations among Pilodyn and Word density in different radial positions F serial trials.**

		Ensayos			Análisis conjunto
		F211	F212	F213	
PIL x DBm	$r_G$	<b>-0,48</b>	<b>-0,63</b>	<b>-0,20</b>	<b>-0,73</b>
	$r_F$	-0,34 **	-0,39 **	-0,34 **	-0,32 **
PIL x DBc	$r_G$	<b>-0,92</b>	<b>-0,90</b>	<b>-0,97</b>	<b>-0,95</b>
	$r_F$	-0,56 **	-0,73 **	-0,70 **	-0,61 **
PIL x DB <sub>66</sub> <sup>1</sup>	$r_G$	<b>-0,70</b>	<b>-0,91</b>	<b>-0,78</b>	<b>-0,86</b>
	$r_F$	-0,47 **	-0,65 **	-0,60 **	-0,50 **

<sup>1</sup> DB<sub>66</sub>=(DBm+DBc) / 2

\*\* significativo  $p < 0,001$

**Tabla 3. Correlaciones genéticas ( $r_G$ ) y fenotípicas ( $r_F$ ) entre Pilodyn y densidad de la madera en diferentes posiciones radiales en los ensayos de la Serie S.**

**Table 3: Genetics and phenotypics correlations among Pilodyn and Word density in different radial positions S serial trials.**

		Ensayos			Análisis conjunto
		S214	S215	S216	
PIL x DBm	$r_G$	<b>-0,90</b>	<b>-1,02</b>	<b>-0,41</b>	<b>-0,76</b>
	$r_F$	-0,54 **	-0,44 **	-0,48 **	-0,36 **
PIL x DBc	$r_G$	<b>-0,81</b>	<b>-1,10</b>	<b>-0,82</b>	<b>-0,93</b>
	$r_F$	-0,75 **	-0,70 **	-0,72 **	-0,75 **
PIL x DB <sub>66</sub> <sup>1</sup>	$r_G$	<b>-0,88</b>	<b>-1,05</b>	<b>-0,70</b>	<b>-0,87</b>
	$r_F$	-0,68 **	-0,62 **	-0,67 **	-0,62 **

<sup>1</sup> DB<sub>66</sub>=(DBm+DBc) / 2

\*\* significativo  $p < 0,001$

## CONCLUSIONES

Se detectó una fuerte correlación fenotípica y genética negativa entre Pilodyn y densidad de la madera de *Pinus elliottii* var. *elliottii* tanto a nivel de ensayos individuales como a nivel de Series de experimentos.

Los resultados obtenidos sugieren que la incorporación de mediciones realizadas con Pilodyn permitirá diferenciar familias o grupos de individuos de alta, media o baja densidad de la madera lo cual proporcionaría un significativo aporte a las estrategias del Programa de Mejoramiento Genético de la especie

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer especialmente al Ing. Martín A. Marcó por la introducción y seguimiento de los materiales y ensayos evaluados. Así también al Proyecto Forestal de Desarrollo (SAGPyA-BIRF) por la financiación parcial de la presente investigación.

## BIBLIOGRAFIA CITADA

- COWN, D. J. 1982. Use of the Pilodyn wood tester for estimating wood density in standing trees. Influence of site and tree age. New Zealand Forestry Service. FRI. Bulletin N° 13 . 13 p.
- GRAVES, B. L.; Borralho, N. M.; Raymond, C. A. and Farrington, A. 1996. Use of Pilodyn for indirect selection of basic density in *Eucalyptus nitens*. Canadian Journal of Forest Research. 26: 1643-1650.
- HODGE, G. R. and R. C. Purnel. 1993. Genetic parameter estimates for wood density, transition age and radial growth in slash pine. Canadian Journal For. Res. 23: 881-891.
- HUBER, D. A.; White, T. L 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). 93 p.
- LÓPEZ, J. A. (h). 1995. Ajuste preliminar del Pilodyn 6J Forest para estimar densidad de la madera de *Eucalyptus grandis*. 6° Reunión de comunicaciones científicas y técnicas. UNNE. Resúmenes. pp: 77
- LOPEZ, G.; Apiolaza, A. ; Potts, P.; Dutkowski, G.; Gelid, P. and J. Rodriguez Traverso. 2001. Genetic parameters for growth and Pilodyn from *Eucalyptus globulus* in Argentina. Simposio Internacional IUFRO. Valdivia. Chile. Actas. p: 142
- MALAN, F. S., Retief, R. J. and S. T. Dyer. 1996. Improvement of South African Timber Resource: Concerns and Proposed Strategies. South African Forstry Journal. 175: 61-65.
- MUNERI, A.; V. Balodis. 1998. Variation in wood density and tracheid length in *Pinus patula* grown in Zimbabwe. Sothern Afr. Forestry Journal. 182: 41-50.
- MINERI, A.; C. A. Raimond. 2000. Genetics parameters and genotype-by-environment interactions for basic density, Pilodyn penetration an stem diameter in *Eucalyptus globulus*. Forest genetics. 7 (4): 317-328.
- SAS Institute Inc. 1992. SAS/STAT User's Guide. Release 6.04. Edition. 1028 p.
- SMITH, D. M. 1954. Maximum moisture content method for determining specific gravity of small wood samples. Rep. US. Forest Prod. Lab. Rep. 2054. 8 p.
- SPRAGE, J. R., Talbert, J. T., Jett, J. B. and R. L., Bryant. 1983. Utility of the Pilodyn in selection for mature wood specific gravity in loblolly pine. For. Sci. 29: 696-701
- ZOBEL, B. 1992. Silvicultural effects on wood properties. IPEF International. Piracicaba. 2: 31-38

# EFFECTO DE TRATAMIENTOS INDUCTIVOS EN EL ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE *Pinus Elliottii X Caribaea Y Pinus Taeda*

## ROOTING INDUCTION TREATMENT EFFECTS IN SLASH x CARIBBEAN PINE AND LOBLOLLY PINE CUTTINGS

Patricia Rocha<sup>1</sup>

Fernando Niella<sup>1</sup>

Fecha de recepción: Setiembre de 2002

Fecha de aceptación: Abril de 2004.

1 - Investigador Laboratorio de Propagación Vegetativa - Facultad de Ciencias Forestales - Universidad Nacional de Misiones – Bertoni 124. 3382 Eldorado, Misiones-Argentina. (Tel: 0054 --3751 --431780 Int. 115) Email: FNIELLA@arnet.com.ar .

### SUMMARY

Five cuttings induction treatments were tested for their effects on *Pinus taeda* y *Pinus elliottii x caribaea* rooting capacity. The cuttings stored at 4°C in the dark for a 7 days period were significantly greater than those of control treatment (untreated cuttings). These results are relevant on three topics: 1) Treatment increases the rooting percentage by 20% compared to the untreated control; 2) It decreases operational cost, since auxins are not used; and 3) allows better harvest and rooting planning.

**Key words:** *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *P. caribaea* var. *hondurensis*, *Pinus taeda* L., macropropagation, Indol Butiric Acid (IBA), vegetative propagation.

### RESUMEN

Con el objetivo de aumentar la capacidad de enraizamiento de estacas de *Pinus taeda* y *Pinus elliottii x caribaea*, se estudiaron cinco tratamientos de inducción post-cosecha. De todos los tratamientos analizados en ambas especies, solamente el de almacenamiento de las estacas a 4°C en oscuridad por un período de siete días superó significativamente al tratamiento control (estacas no tratadas). Los resultados obtenidos son relevantes dado que: 1) aumentan el porcentaje de enraizamiento hasta un 20% con respecto al control, 2) descartan la necesidad de utilizar auxinas, con la consiguiente reducción de costos operativos y 3) facilita el manejo operativo de las estacas, permitiendo planificar mejor las cosechas y posterior enraizamiento de las mismas.

**Palabras clave:** *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *P. caribaea* var. *hondurensis*, *Pinus taeda* L., macropropagación, Acido indol butírico (AIB), propagación vegetativa.

### INTRODUCCIÓN

La técnica de enraizamiento de estacas ha demostrado ser un método eficiente para la propagación vegetativa en muchas especies forestales. En la

actualidad, existen sistemas de producción comercial a gran escala de estacas enraizadas para *Pinus radiata* D. y *Picea abies* (RITCHIE, 1991). El *Pinus taeda*, considerada como una de las especies de pino de mayor importancia económica en el mundo, ha sido, no obstante, clasificado como una de las especies de coníferas más difícil de propagar vegetativamente vía macropropagación. La mayoría de los intentos de enraizar *Pinus taeda* L. (*P. taeda*), que han sido publicados, reportan rangos de enraizamiento de 0 a 60% (WISE y CALDWELL, 1994). Por otro lado, en el caso de *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *P. caribaea* var. *hondurensis* (*P. elliottii* x *caribaea*), se han publicado tasas de enraizamiento de hasta un 89% para un amplio rango de familias.

El desarrollo de un sistema de macropropagación operativo para *Pinus taeda* y *Pinus elliottii x caribaea* a gran escala, depende del entendimiento del rol e interacción que tienen factores como el genotipo, edad y manejo de la planta madre, manejo y tratamientos inductivos post-cosecha de las estacas y condiciones ambientales durante el proceso de enraizamiento de estas especies. Existen varios trabajos publicados, que demuestran que la capacidad de enraizamiento de las estacas en especies leñosas puede ser mejorada mediante tratamientos

post-cosecha (almacenamiento en frío y/o oscuridad, y la aplicación de tratamientos inductivos) (LAND y CUNNINGHAM, 1994). Dentro de los productos químicos aplicados en estacas de coníferas se pueden mencionar las auxinas (polvo o líquida), fungicidas y retardantes de crecimiento de brotes (WISE y CALDWELL, 1992; GREENWOOD et al, 1980 y 1995). En general los resultados de la aplicación de tratamiento post-cosecha para el género *Pinus* han sido dispares y con distinto grado de éxito.

El objetivo del presente trabajo fue estudiar el efecto de los tratamientos de manejo e inducción post-cosecha en la capacidad de enraizamiento de estacas de *Pinus taeda* y *Pinus elliottii x caribaea* provenientes del rebrote de plantas madre juveniles de un amplio rango de genotipos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Material vegetal

#### *Pinus elliottii x caribaea*

Las estacas se obtuvieron del rebrote de plantas madre (de semillas F2 comercial) de 7 meses de edad, (decapitadas a los 4 meses), criadas en *setos a campo*. Las estacas seleccionadas presentaron morfología juvenil con diámetro no menor a 1,5 mm.

#### *Pinus taeda*

Las estacas se obtuvieron del rebrote de plantas madre (de semilla de polinización abierta de origen comercial) de 9 meses de edad, (decapitadas a los 6 meses), criadas en *maceta a pleno sol*. Las estacas seleccionadas presentaron morfología juvenil con diámetro no menor a 1,5 mm.

### Manejo de las estacas

Las estacas fueron cosechadas, puestas en bolsas de polietileno y almacenadas en congelador hasta su arribo al laboratorio. En el laboratorio, las estacas fueron acondicionadas mediante un corte fresco de las bases (horizontal) a un tamaño final de 8 cm y tratamiento de las bases con fungicida. Las estacas así acondicionadas fueron asignadas a los diferentes tratamientos inductivos.

### Tratamientos y diseño experimental

Las estacas acondicionadas fueron distribuidas aleatoriamente en grupos de 40 estacas por tratamiento inductivo para cada especie. Los tratamientos fueron asignados en un diseño completamente aleatorizado:

1. AIB 2000 ppm, disuelto en 50% etanol: la forma de aplicación fue una inmersión rápida de la base de la estaca (2,5 cm) por 15 segundos.

2. AIB 30ppm/4°C/oscuridad, disuelto en agua: la forma de aplicación fue una inmersión de la base de la estaca (2,5 cm) por un período de siete días, en heladera a 4°C.

3. AIB 30ppm/temperatura ambiente/oscuridad, disuelto en agua: la forma de aplicación fue una inmersión de la base de la estaca (2,5 cm) por un período de siete días, a temperatura ambiente, en oscuridad.

4. 4°C/oscuridad: almacenamiento de las estacas en posición vertical por un período de siete días, en heladera a 4°C.

5. Temperatura ambiente/oscuridad: almacenamiento de las estacas en posición vertical por un período de siete días, a temperatura ambiente, en oscuridad.

Los tratamientos control fueron los siguientes:

1. Control: cultivo inmediato de las estacas luego de la cosecha.
2. 50% Etanol 96°: la forma de aplicación fue una inmersión rápida de la base de la estaca (2,5 cm) por 15 segundos, previo al cultivo.

### Condiciones de enraizamiento

Luego de la aplicación de los correspondientes tratamientos inductivo y control, las estacas fueron insertadas en bandejas Hiko de 90 cm<sup>3</sup>, conteniendo como sustrato corteza de pino compostada y perlita en una relación 3:1. Las bandejas se mantuvieron en invernáculo en condiciones semi-controladas de humedad y temperatura.

### Colecta de datos y análisis estadístico

Las variables consideradas para evaluar el efecto de los tratamientos fueron: porcentaje de enraizamiento (ROOT), largo máximo de raíces expresada en cm (LMAX), y número de raíces laterales primarias (LP). La evaluación se efectuó a los 90 días de iniciado el ensayo. Los promedios, errores estándar y análisis de la varianza se desarrollaron usando el Sistema de Análisis Estadístico (SAS), usando el módulo GLM (General Lineal Model).

## RESULTADOS

El análisis de los resultados (Tabla 1) indica diferencias significativas en el porcentaje de enraizamiento (ROOT) para los diferentes tratamientos inductivos (p-value: 0,0076;  $\alpha=0,05$ ) para las dos especies consideradas, *P.taeda* y *P. elliottii x caribaea*. Las variables longitud máxima (LMAX), y raíces laterales primarias (LP), presentaron diferencias no significativas para los tratamientos en estudio.

El tratamiento post-cosecha de almacenamiento de las estacas a 4°C en oscuridad por un periodo de 7 días (97,0±3,03 % para *Pinus taeda* y 100,0±,0 para *Pinus elliottii x caribaea*) demostró ser significativamente distinto a los tratamientos control y a la inducción con AIB para la variable porcentaje de enraizamiento, para las dos especies en estudio (Tabla 1). Sin embargo, estas diferencias fueron no significativas con respecto al almacenamiento a temperatura ambiente y oscuridad por el mismo periodo para ambas especies (87,5±7.2 % para *Pinus taeda* y 94,7±5,2 para *Pinus elliottii x caribaea*).

El test de comparaciones múltiples (Fisher's LSD) identifica las diferencias significativas entre los tratamientos inductivos para la variable porcentaje de enraizamiento. La frecuencia de enraizamiento varió de un 100±0,0% cuando las estacas de *P. elliottii x caribaea* fueron almacenadas a 4°C en oscuridad por un período de 7 días, a un 64,7±11,9% en el tratamiento con AIB 2000 ppm (inmersión 15"). Mientras que en *P. taeda* el porcentaje de enraizamiento varió de un máximo de 97,0±3,03 % en estacas almacenadas a 4°C en oscuridad por un período

de 7 días a un 71,2±7,6 en estacas inducidas con AIB 2000 ppm (inmersión 15"). Aunque no significativamente, las variables longitud máxima (LMAX) y raíces laterales primarias (LP) fueron afectadas por los tratamientos inductivos, observándose un promedio de LMAX que fue de 7,9±1,12 cm y 6,9±1,02 cm para *P. elliottii x caribaea* y *P. taeda* respectivamente, cuando las estacas fueron almacenadas a temperatura ambiente y oscuridad por un período de 7 días, a un mínimo de 5,5±0,39 cm y 4,8±0,49 cm, cuando fueron inducidas con AIB 30 ppm a 4°C por un período de 7 días. El número de raíces laterales primarias varió en *P. elliottii x caribaea* de un promedio de 4,2±0,95 raíces en estacas inducidas con AIB 30ppm a temperatura ambiente durante 7 días, a un promedio mínimo de 1,9±0,30 raíces en el tratamiento control, sin inducción. Mientras que en *P. taeda* el número de raíces laterales primarias, varió de un promedio de 3,8±0,78 raíces en estacas inducidas con AIB 30ppm a temperatura ambiente durante 7 días, a un promedio mínimo de 1,36±0,32 raíces en estacas inducidas con AIB 2000 ppm (inmersión 15")

**Tabla 1. Efecto de los tratamientos de inducción en estacas de *P. taeda* y *P. elliottii x caribaea*: promedios (Mean), error estándar (ES) y numero de observaciones (N) para las variables Porcentaje de enraizamiento (ROOT), longitud máxima (LMAX), y raíces laterales primarias (LP).**

**Table 1: *P. taeda* y *P. elliottii x caribaea*: cuttings induction treatments effects on rooting capacity (ROOT), root length (LMAX), and lateral roots (LP).**

Tratamiento inductivo	N	ROOT	LMAX	LP
		MEAN±ES <sup>1</sup>	MEAN±ES	MEAN±ES
<b><i>P. taeda</i></b>				
4°C - 7 días	40	97,0±3,03a	6,2±0,69	2,1±0,25
Temp. amb. - 7 días	40	87,5±7,2ab	6,9±1,02	3,0±0,45
Control	40	81,8±6,8bc	5,6±0,87	1,45±0,18
AIB 30ppm 4°C - 7 días	40	73,4±10,0cd	4,8±0,49	3,2±0,46
AIB30ppm temp.Amb. -7 días	40	72,8±11,2cd	5,6±0,48	3,8±0,78
Etanol - 15"	40	72,2±10,8cd	6,8±0,86	3,1±0,34
AIB 2000 ppm - 15"	40	71,2±7,6cd	4,5±0,64	1,36±0,32
<b><i>P. elliottii x caribaea</i></b>				
4°C - 7 días	40	100,0±0,0a	6,1±0,39	2,2±0,30
Temp. amb. - 7 días	40	94,7±5,2ab	7,9±1,12	2,8±0,34
Control	40	78,9±9,6bc	7,1±0,85	1,9±0,30
AIB 30ppm 4°C - 7 días	40	75,0±9,9cd	5,5±0,39	2,8±0,44
AIB 30ppm temp. Amb. -7 días	40	73,0±11,8cd	6,6±0,56	4,2±0,95
Etanol - 15"	40	72,2±10,8cd	7,2±1,06	3,0±0,54
AIB 2000 ppm - 15"	40	64,7±11,9cd	6,8±0,97	2,4±0,31

1 Fisher LSD, tratamientos con la misma letra no son significativamente distintos; α: 0.05

## DISCUSIÓN

Los resultados presentados en este trabajo evidencian que los tratamientos de inducción y manejo post-cosecha pueden afectar en forma significativa la capacidad de enraizamiento en estacas de *Pinus taeda* y *Pinus elliottii x caribaea*. De todos los tratamientos de manejo e inducción post-cosecha estudiados, para ambas especies, el tratamiento de estacas almacenadas a 4°C en oscuridad por un periodo de 7 días fue el único que superó en forma significativa al tratamiento control. El incremento en la capacidad de enraizamiento de estacas obtenido mediante el almacenamiento post-cosecha de las mismas en oscuridad y en posición vertical, puede estar asociado con un incremento en los niveles de auxinas endógenas de la estaca (HAISSIG y RIEMENSCHNEIDER, 1992). La exclusión de luz de las estacas (almacenamiento en oscuridad) es posible que evite la destrucción de las auxinas endógenas (ácido indol acético, AIA) que son sensibles a la luz y a las altas temperaturas. Por otro lado, el almacenamiento de las estacas en forma vertical puede favorecer el traslado polar de auxinas y acumulación de carbohidratos en la base de las estacas, contribuyendo esto, a mejorar la capacidad de enraizamiento de estas especies (LAND y CUNNINGHAM, 1992).

En el caso de los tratamientos con AIB, ninguno difirió significativamente del tratamiento control. Indicando esto, que en las condiciones estudiadas, el AIB no es efectivo para mejorar la capacidad de enraizamiento en *P. taeda* y *P. elliottii x caribaea*. Aún cuando la aplicación de AIB se efectuó mediante dos vías diferentes, inmersión en solución acuosa o inmersión rápida con 50% etanol, las estacas tratadas con AIB presentaron menor capacidad de enraizamiento que el control. Esto sugiere que el AIB inhibió el enraizamiento en las condiciones ensayadas. Resultados publicados por THETFORD y BLAZICH (1995), FRAMPTON et al. (1999), y ROCHA y NIELLA (2000) mostraron una tendencia similar, donde las estacas no tratadas presentaron un porcentaje de enraizamiento significativamente mayor que las estacas tratadas con AIB.

El hecho de que el almacenamiento post-cosecha de las estacas en oscuridad en posición vertical (por un periodo de 7 días) en presencia de IBA, resultara en un porcentaje de enraizamiento significativamente menor al obtenido en estacas almacenadas bajo las mismas condiciones, pero en ausencia de IBA, corrobora aun más el efecto inhibitorio de la aplicación de auxinas exógenas en la capacidad de enraizamiento de estacas de *Pinus taeda* y *Pinus elliottii x caribaea* en las condiciones estudiadas.

## CONCLUSIÓN

Desde el punto de vista del desarrollo de un sistema de macropropagación operativo a gran escala, estos resultados son relevantes desde tres aspectos: 1) **umentan el porcentaje de enraizamiento** hasta un 20%, con respecto al control, 2) descartan la necesidad de utilizar auxinas, con el consiguiente **reducción de costos** operativos y 3) **facilita el manejo operativo** de las estacas, permitiendo planificar mejor las cosechas y posterior enraizamiento de las estacas. Estos resultados contribuyeron a la elaboración de un manual de procedimiento de enraizamiento para *Pinus taeda* y *Pinus elliottii x caribaea*.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a la Facultad de Ciencias Forestales – UNAM y las empresas DKM S.A; Forestal Bosques del Plata S.A y Perez Companc S.A. por el apoyo financiero a este proyecto.

## BIBLIOGRAFÍA

- FRAMPTON, J. Goldfarb, B. and Surles, S. 1999. Nursery rooting and growth of loblolly pine cuttings: effects of rooting solutions and full-sib family. *South. J. Appl. For.* 23 (2): 108-115.
- GREENWOOD, M.S.; Marino, T.M.; Meier, R.D.; Shahan, K.W. 1980. The role of mist and chemical treatments in rooting loblolly and shortleaf pine cuttings. *Forest Sci.* Vol 26, No. 4 : 651-655.
- GREENWOOD, M.S.; Weir, R.J. 1995. Genetic variation in rooting ability of loblolly pine cuttings: effects of auxins and family on rooting on hypocotile cuttings. *Tree Physiology* 15:41-45.
- HAISSIG, B. and Riemenschneider, D. 1992. The original basal stems section influence rooting in *Pinus banksiana* cuttings. *Physiologia plantarum* 86: 1, 1-5.
- LAND, S. B. and Cunningham, M. 1994. Rooted cutting macropropagation of Harwoods. En: *Proceedings of the Southern regional information Exchange Group Biennial Symposium on Forest genetics: Applications of Vegetative Propagation In Forestry.* Huntsville, Alabama - Published by: Southern forest Experiment Station, New Orleans, Louisiana, USA.. Pg: 75-96.
- RITCHIE, G.A. 1991. The commercial use of conifer rooted cuttings in forestry: A world overview. *New Forests.* 5:247-275.
- ROCHA, P. y Niella, F. 2000. Informe técnico: Presentación de avances en técnicas de propagación vegetativa para *Pinus taeda* y *Pinus elliottii x caribaea*. Presentado en: Seminario

- interno Abril 2000. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. Eldorado, Misiones. Circulación interna. 63 p.
- ROCHA, P. y Niella, F. 2001. Manual de procedimientos: Metodología de manejo de plantas madres, producción de brotes y enraizamiento subsecuente para la propagación vegetativa de *Pinus taeda* y *Pinus elliottii x caribaea*. Presentado en: Seminario interno Diciembre 2001. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de Misiones. Eldorado, Misiones. Circulación interna. 24 p.
- THETFORD, M. and Blazich F. 1995. Comparison of IBA and P-IPB for propagation of Loblolly pine stem cuttings. SNA Research Conference-Vol. 40:269-271
- WISE, F.; and Caldwell, T. 1992. Macropropagation of conifers by stem cuttings. En: Proceedings of the Southern regional information Exchange Group Biennial Symposium on Forest genetics: Applications of Vegetative Propagation In Forestry. Huntsville, Alabama - Published by: Southern forest Experiment Station, New Orleans, Louisiana, USA.. Pg.: 51-73

## COMUNICACIONES

### LOS ESCASOS RESULTADOS DE LA LEY FORESTAL N°4884 EN LA PROVINCIA DE SAN LUIS.

### THE SCARCE RESULTS OF THE FOREST LAW N° 4884 IN SAN LUIS PROVINCE.

Stella Bogino<sup>1</sup>

Mirta Gómez<sup>1</sup>

Anselmo Ávila<sup>1</sup>

Zunilda Furlán<sup>1</sup>

Sandra Escudero<sup>1</sup>

Amalia Corral<sup>1</sup>

Hugo Molinero<sup>2</sup>

Fecha recepción: Julio de 2002  
Fecha aceptación: Octubre de 2003

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería y Ciencias Económico-Sociales. Universidad Nacional de San Luis. Avenida. 25 de mayo 384. C.P. 5730. Villa Mercedes (S.L.) T.E 02657-434545 sbogino@fices.unsl.edu.ar

<sup>2</sup> Agencia de Extensión Rural. INTA San Luis. Ituzaingó 1128. 5700 San Luis

#### SUMMARY

The so-called "Green Bonus Law" (Law number 4884) has been in force in the province of San Luis since 1991. In it, there was agreed the allowance of non-refundable grants to people or firms, that carried out some kind of forestry using exotic or local woody species of trees, after three years of farming. After ten years of this law enforcement, the forested area, planted with these species scarcely amounts to 379 hectares. Surveys have been conducted among farmers in order to determine the causes of such results. The lack of knowledge of the law and the forest activity are the most important causes of the scarce results of its application.

**Key words:** Law number 4884. scarce results, San Luis.

#### RESUMEN

En San Luis, está en vigencia desde el año 1991, la ley provincial N°4884, conocida como "Ley del bono verde". En sus artículos establece la asignación de subsidios, no reintegrables, para aquellas personas o empresas que hayan realizado plantaciones con especies leñosas, exóticas o nativas, a los tres años de lograda la plantación. A diez años de la sanción de esta ley, la superficie forestada con especies exóticas en la provincia, solo alcanza las 379 hectáreas. Se realizó una encuesta a los productores agropecuarios con el objeto de establecer los motivos que provocaron estos resultados. El desconocimiento de la ley y de la actividad forestal son las causas más importantes de los escasos resultados de su aplicación.

**Palabras clave:** Ley 4884, escasos resultados, San Luis.

#### INTRODUCCIÓN

En San Luis, está en vigencia desde el año 1991, la Ley provincial N°4884, la cual caducó en el año 2000 y se prorrogó, por decreto, hasta el año 2003. (GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE SAN LUIS, 1991)

Dentro de los beneficios que otorga esta ley, se encuentra la asignación de subsidios no reintegrables, para aquellas personas o empresas que hayan realizado plantaciones con especies leñosas, exóticas o nativas, a los tres años de lograda la plantación y con un porcentaje de pérdidas no mayor del

diez por ciento.

Están contempladas dentro de los beneficios de esta ley, las plantaciones que tengan una superficie de 1 a 10.000 hectáreas y los montos asignados varían de acuerdo a la especie utilizada y a la densidad de plantación.

**Tabla 1: Valores asignados por hectárea de acuerdo con la especie. (Programa Integral Forestal. 2001)**

**Table 1: Values per hectare according to the specie. (Programa Integral forestal.2001)**

Coníferas	\$ 1.924
Salicáceas	\$ 1.768
Eucaliptos	\$ 2.214
Acacias y olmos	\$ 1.278
Algarrobo para madera	\$ 2.303
Algarrobo para frutos	\$ 1.608

Sin embargo, a diez años de sancionada esta ley, la superficie forestada con especies exóticas, en la provincia, solo alcanza las 379 hectáreas; si bien los proyectos de plantaciones presentados, durante el año 2001, superan las 2.000 hectáreas y se prevé un incremento considerable en los próximos dos años. (Programa Integral Forestal, 2001).

Estos valores nos permiten inferir que los resultados son poco satisfactorios, teniendo en cuenta que la provincia tiene una superficie de 7.674.800 hectáreas, todas aptas para la implantación de especies leñosas.

El objetivo de este trabajo es evaluar las causas que determinaron estos resultados, a pesar de los importantes beneficios económicos que esta ley otorga.

La hipótesis de trabajo se basó en que la carencia de servicios silvícolas y de extensión; la falta de material de propagación forestal en el ámbito provincial; el hecho que la actividad agropecuaria se sustente tradicionalmente en la agricultura y la ganadería y que en el ámbito gubernamental una sola persona se encargue de las tareas de aprobación, certificación y seguimiento de los planes presentados; son los factores causales de los escasos resultados en la aplicación de esta ley.

#### MATERIALES Y MÉTODOS.

Para conocer las causas que determinaron los escasos resultados de esta ley, se llevó a cabo una encuesta, debido a que los datos publicados disponi-

bles no eran suficientes para poder arribar a una conclusión.

Se eligió el modelo de encuesta explicativa. A través de esta encuesta se trató de establecer, de manera confiable, la relación de la variable dependiente analizada (escasos resultados de la ley 4884) y de una o más causas (Falta de interés, desconocimiento de la ley, etc.). Mediante la medición de estas causas, es posible establecer, en el curso del análisis, su relación con el fenómeno. (SHAO, 1973)

La provincia de San Luis tiene un número de 4.234 explotaciones agropecuarias, de acuerdo a los datos preliminares del último censo nacional agropecuario (INDEC, 2002).

Previo a la determinación del tamaño de la muestra, se realizó un muestreo para tener una primera aproximación de las características del universo a muestrear.

El tamaño muestral se determinó a través de la fórmula (COCHRAN y COX, 1965; SHAO, 1972):

$$n = \frac{N z_{\alpha/2}^2 P(1-P)}{(N-1)e^2 + z_{\alpha/2}^2 P(1-P)}$$

Donde:

n = tamaño muestral.

z = correspondiente al nivel de confianza elegido

P = proporción de una categoría de la variable e: error máximo

N: tamaño de la población

El tamaño muestral que resultó de la aplicación de la fórmula es de 208 individuos. El diseño elegido fue completamente aleatorizado.

La encuesta se basó en indagar si el productor conoce la ley N°4884, tiene interés en forestar y ante la posibilidad de la falta de interés en esta actividad, inquirir acerca de los motivos de la misma.

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La escasa superficie forestada en la provincia dentro del marco de esta ley, determinó que se debía indagar, en primer lugar, si los productores agropecuarios conocen la ley 4884. La ausencia de un servicio de extensión forestal y el hecho que el programa provincial esté a cargo de una sola persona (PROGRAMA INTEGRAL FORESTAL, 2001) justifican en cierta medida el hecho que la ley sea desconocida para las tres cuartas partes de los productores encuestados. (tabla.2)

**Tabla 2 Porcentaje de productores que conocen la ley 4884.****Table 2: Percentage of the farmers that know the 4884 law.**

¿Conoce la ley 4884?	Si	No	Total
Nº de productores	53	155	208
Porcentajes	25.48%	74.15%	100%

De acuerdo con de FINA (1969) y MÁRMOL (1961) esta provincia posee una amplia zona con buena aptitud forestal, para la implantación de especies exóticas, donde la forestación contribuiría a aumentar la rentabilidad de los establecimientos agropecuarios, sin competir con la agricultura y la gana-

dería.

Estas dos actividades agropecuarias son tradicionalmente muy antiguas en la provincia. La ganadería se comenzó a realizar apenas aconteció la conquista por parte de España, mientras que existen datos concretos que la agricultura ya se practicaba en la época precolombina (CAPITANELLI y ZAMORANO, 1972)

Mientras que la relación que el hombre de esta provincia con las masas forestales siempre ha sido de naturaleza extractiva a tal punto que hoy la provincia exhibe la más alta tasa de deforestación del país (MASEIRA, 2002). Esto, sumado al hecho mencionado en el párrafo anterior, nos permite comprender el desconocimiento de la ley y la falta de interés en esta actividad, puesta de manifiesto por los productores encuestados (tabla.3)

**Tabla 3: Motivos por los cuales la actividad forestal no es considerada potencialmente viable.****Table 3: Reasons that determine the forest activity is not consider potentially viable.**

¿Por qué no forestó?	Es una actividad que desconozco	No me interesa	Es a largo plazo	Otros
Nº de productores	103	52	49	4
Porcentaje	49.52%	25.00%	23.55%	1.93%

Algo notable es que INGARAMO et al. (1992) establecieron la existencia de 35.000 hectáreas implantadas en la provincia de Córdoba, en el área de las sierras de Comechingones, con condiciones de sitio similares a la provincia de San Luis. Lo que abre la posibilidad a futuras investigaciones acerca de porque esta actividad es relevante en esta provincia y no lo es en San Luis, teniendo en cuenta que las condiciones de sitio son muy parecidas.

### CONCLUSIONES

El móvil por el cual se sancionó esta ley, que era fomentar y estimular la actividad forestal en el ámbito de la provincia, no cumplió los resultados esperados.

Además, se concluye que el hecho que la actividad agropecuaria se sustente tradicionalmente en la agricultura y la ganadería y la ausencia de un servicio extensión forestal, privado o estatal, que permita hacer conocer la actividad, son los factores causales de los escasos resultados en la aplicación de esta ley.

Estos resultados preliminares determinan la necesidad de seguir indagando sobre esta temática, lo que abre la posibilidad de investigaciones futuras que se realizarán con el objeto de ampliar los primeras derivaciones encontradas hasta ahora.

### BIBLIOGRAFÍA

- CAPITANELLI, R.G. Y Zamorano, M. 1972. Geografía regional de la provincia de San Luis. Universidad Nacional de Cuyo. Fac. de Filosofía y letras, Instituto de Geografía. Boletín de estudios geográficos. Vol. XIX. N°74-77. 320p.
- COCHRAN, G.W. Y Cox, G.M.: Diseños experimentales, México, Trillas, 1965
- DE FINA, A. (1961) Difusión geográfica de cultivos índices en la provincia de San Luis y sus causas. Eudeba. 281 pp.
- INGARAMO, P., Verzino, G., Revol, J. 1992. Aprovechamiento de un establecimiento forestal situado en Potrero Garay. Dpto. Santa María Centro tecnológico forestal. Fundación banco provincia de Córdoba. Rev Asociación. Forestal. Argentina. XLVI(1):29-57.
- GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE SAN LUIS. (1991) Ley N°4884. 8pp.
- MACEIRA, N.M. 2002. Estado de conservación del bosque de caldén en la provincia de San Luis. Evaluación preliminar basada en el empleo de imágenes satelitales. 1° reunión Nacional para la conservación de la Caldenia Argentina. Pp.22. Córdoba.

MARMOL, L. (1969) Introducción experimental de especies forestales en las Sierras Grandes de Córdoba. Actas del Primer Congreso Forestal Argentino. Pp. 587-589.

PROGRAMA INTEGRAL FORESTAL (2001) Informe parcial de la superficie forestada dentro del marco de la ley 4884. Gobierno de la provincia de San Luis. 10p.

SHAO, S. 1972. (8° edic.) "Estadística para economistas y administradores de empresas". México. Ed. Herrero Hnos.WWW.INDEC.GOV.AR

Variable	Unidad	Valor
Superficie forestada	Ha	12.500
Superficie total	Ha	100.000
Porcentaje forestado	%	12,5

## NORMAS PARA LA PRESENTACIÓN DE TRABAJOS

La Revista Forestal YVYRARETA es una publicación de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Misiones, en la que se dan a conocer resultados de investigaciones en un amplio campo de las áreas científicas forestales.

Los trabajos deben ser originales, inéditos y de actualidad técnica científica. Los artículos serán: **Trabajos de investigación** comprenden resultados de estudios experimentales o descriptivos llevados a cabo hasta un punto que permita la deducción de conclusiones válidas; **Comunicaciones**: trabajos que contengan resultados de investigaciones en curso, o que desarrollen una nueva técnica o metodología; **Revisiones**: trabajos que resuman el estado actual del conocimiento sobre un tema. La aceptación de todos los trabajos recibidos para publicación estará basada en la revisión del comité editorial y los árbitros que se consideren necesarios.

Los manuscritos serán enviados a: Comité Editorial, **Revista Forestal Yvyraretá, Instituto Subtropical de Investigaciones Forestales, Facultad de Ciencias Forestales, Bertoni 124, (3380)Eldorado, Misiones, Argentina.** (Te: 03751-431780/431526, fax:0375-431766 e-mail: ISIF@facfor.unam.edu.ar)

**Presentación:** los trabajos deberán ser presentados en hojas de formato A4, escritas a doble espacio e impresas en procesador de texto Microsoft Word 6.0 para Windows, con dos copias impresas, cada página numerada en la parte inferior derecha, con márgenes izquierdo, superior e inferior de 2,5cm y derecho de 2cm. Podrán tener hasta un máximo de 15 páginas. El título debe ser conciso indicando con claridad su contenido, en letra mayúscula, negrita y centrado. Todas las partes de la estructura deberán ir alineadas al margen izquierdo, en mayúscula y en negrita. Si hubiera subtítulos, en minúscula y negrita. Al comienzo de las oraciones dejar una tabulación. Fuente Times New Roman tamaño 12. La estructura de los trabajos responderá al siguiente ordenamiento:

- **Carátula:** **TITULO**, en castellano e inglés; **AUTORES:** Nombre y apellido completo, centrado y minúscula, con llamadas numeradas. Debajo de los autores, alineadas a la izquierda, colocar: títulos, cargo e institución, incluyendo dirección completa y correo electrónico.

Comenzar en otra página con:

- **TITULO:** en castellano e inglés
- **SUMMARY:** resumen traducido al inglés, no superior a 150 palabras
- **Key words:** palabras claves traducidas al inglés.
- **RESUMEN:** Debe consistir en una condensación informativa de los métodos, resultados y conclusiones principales.
- **Palabras clave:** Cinco como máximo, en orden de importancia.
- **INTRODUCCIÓN:** Debe indicar claramente el objetivo e hipótesis de la investigación y su relación con otros trabajos relevantes. Estos, los trabajos, deberán citarse, hay dos casos: con el autor y sólo el año de publicación entre paréntesis; y otro caso de el autor y el año entre paréntesis, ya que luego aparecerá en la bibliografía

Por ejemplo: En comparación con el presente trabajo, VEILLON (1976) contó 278 individuos... ; o ..... como así también en los planes de mejoramiento (REPETTI, 1990).

- **MATERIALES Y MÉTODOS:** la descripción de los materiales debe ser en forma concisa y si las técnicas o procedimientos utilizados han sido publicados sólo deberá mencionarse su fuente bibliográfica, e incluir detalles que representen modificaciones sustanciales del procedimiento original.
- **RESULTADOS:** Estos se presentarán en lo posible en cuadros y/o figuras, que serán respaldados por cálculos estadísticos, evitando la repetición, en forma que en cada caso resulte adecuada para la mejor interpretación de resultados. Las denominaciones serán: tablas; figuras (mapa, organigrama), y gráfico (representaciones gráficas), deben ir incorporadas en el texto con numeración arábiga, en negrita, minúscula. Los gráficos y fotos serán impresos en blanco y negro. Los títulos de tablas, figuras y gráficos con traducción al inglés.
- **CONCLUSIÓN:** Debe ser basada en los resultados obtenidos y ofrecer, si es posible, una solución al problema planteado en la introducción.
- **AGRADECIMIENTOS**
- **BIBLIOGRAFIA:** Deberá estar **únicamente la bibliografía referenciada**, en orden alfabético. **Libros:** Autores (apellido e iniciales de los nombres), el primer apellido con mayúscula, año de publicación, Título, Editorial, Lugar de publicación, Número de volumen y de páginas. En caso de **Revistas:** Autores (apellido e iniciales de los nombres), el primer apellido con mayúscula, año de publicación, Título del artículo, nombre de la revista o publicación, Número de volumen y de Revista y páginas del artículo. El formato deberá ser con sangría francesa a 0,5 cm. Ejemplos: **Libro:** KOZLOWSKI T.T. 1984. Flooding and

Plant Growth. Academic Press. New York. 365pp. **Revista:** MOSS D.N., E.Satorre. 1994. Photosynthesis and crop production. Advances in Agronomy. 23, pp 639 -656.

**Abreviaturas y nombres científicos:** Las abreviaturas de nombres, procedimientos, etc. deben ser definidos la primera vez que aparezcan. Las abreviaturas de carácter físico se escribirán de acuerdo al Sistema Internacional de Unidades (SI). Cuando una especie es mencionada por primera vez en el texto principal, deberá colocarse el nombre vulgar (si lo tiene) y el nombre científico (en cursivo) con el autor. Subsecuentemente, se podrá usar el nombre vulgar o científico sin autor. En el Título será incluido el nombre científico con su autor.

Este libro se terminó de imprimir en Mayo de 2004  
en los talleres de

**creativa**  
diseño · imprenta

General Paz 2079 · TelFax (03752) 436425  
(N3300KMQ) Posadas · Misiones · Argentina  
creativa@creativadigital.com.ar  
Visite: [www.creativadigital.com.ar](http://www.creativadigital.com.ar)

**TIRAJE 300 EJEMPLARES**

## CONTENTS

- MAXIMUM DIAMETER OVER STUBS PREDICTION OF *PINUS TAEDA* L. IN IGUAZÚ DEPARTMENT, MISIONES.  
Hugo Enrique FASSOLA, Mónica GELID de RUBIAL, Paula FERRERE \_\_\_\_\_ 1
- TECHNICAL AND SOCIOECONOMIC ANALYSIS RESULTS OF *GREVILLEA ROBUSTA* FORESTRY AND SILVOPASTORAL MANAGEMENT IN MISIONES.  
Luis COLCOMBET, Ernesto CRECHI, Hugo FASSOLA, Santiago LACORTE, M. SAN JOSÉ \_\_\_\_\_ 9
- HEIGHT-DIAMETER AVERAGE CURVES FOR *Pinus elliottii* ENGL. IN MISIONES AND NORTH-EAST OF CORRIENTES  
Rubén Alberto COSTAS, Gustavo Hernán RODRIGUEZ \_\_\_\_\_ 19
- RECOGNITION KEY OF FOREST TREES OF MISIONES, ARGENTINA, BY MEANS OF THEIR BARK.  
Alicia BOHREN, Luis GRANCE, Martín GARTLAND, Dora MIRANDA, Héctor KELLER, Claudio DUMMEL \_\_\_\_\_ 26
- FACTORS CONTRIBUTING TO ADVENTITIOUS SHOOT INDUCTION VIA ORGANOGENESIS IN *Pinus taeda* L. MATURE EMBRYOS  
Fernando NIELLA, Patricia ROCHA \_\_\_\_\_ 41
- GENETIC CORRELATIONS FOR PILODYN AND WOOD DENSITY OF *Pinus elliottii* var. *elliottii* IN THE MESOPOTAMIA ARGENTINA  
Juan A. LOPEZ (h), Gabriela M. STAFFIERI \_\_\_\_\_ 46
- ROOTING INDUCTION TREATMENT EFFECTS IN SLASH x CARIBEAN PINE AND LOBLOLLY PINE CUTTINGS  
Patricia ROCHA, Fernando NIELLA \_\_\_\_\_ 50