

VOLUMEN 4 N° 2

---

CIENCIA  
E  
INVESTIGACION  
FORESTAL

---

DICIEMBRE 1990



**INFOR**

INSTITUTO FORESTAL - CHILE  
FILIAL CORFO



**VOLUMEN 4 Nº 2**

---

**CIENCIA  
E  
INVESTIGACION  
FORESTAL**

---

**DICIEMBRE 1990**

**INSTITUTO FORESTAL - CHILE  
FILIAL CORFO**



**CIENCIA E INVESTIGACION FORESTAL es una revista  
técnico-científica del Instituto Forestal  
(Filial CORFO), que se publica en  
Junio y Diciembre de cada año.  
ISSN 0716 - 5994**

- Director** : José Antonio Prado D.
- Editor** : Santiago Barros A.
- Consejo Editor** : Rolando Bennewitz B.      Hans Grosse W.  
Ignacio Cerda V.      Vicente Pérez G.  
Ronald Du Belloy G.      Jorge Cabrera P.  
Roberto Ipinza C.
- Editores Asociados** : René Alfaro (Canadá)      Manuel Ortiz  
Ronald Brun (Alemania)      Hernán Peredo  
Hernán Cortés      Roland Peters  
Fernando Cox      Hernán Poblete  
Roberto Delmastro      Juan Schlatter  
Claudio Donoso      Harald Schmidt  
Fernando Garrido      Jorge Toro  
Bertram Husch      Antonio Vita  
Walter Kauman      Derek Webb (Canadá)  
Roberto Melo      Daniel Wisecarver  
Eduardo Morales      Roy Wotherspoon  
Ramiro Morales
- Dirección Postal** : Huérfanos 554. Casilla 3085. Santiago Chile  
Fonos 397911 - 391363  
Fax 381286

---

La revista no se responsabiliza por los conceptos, afirmaciones u opiniones vertidas por los autores de las contribuciones publicadas. El valor de la suscripción anual 1990, que consta de dos revistas, es de \$ 5.000, incluido IVA, siendo de \$ 2.200, para los estudiantes universitarios. El valor de la suscripción para los interesados del extranjero es de US\$ 20.00, incluido el franqueo. El Valor de cada ejemplar es de \$ 2.300 y de \$ 1.000 para estudiantes (US\$ 12, incluido franqueo para el extranjero). Se autoriza la reproducción parcial de la información contenida en la publicación, sin previa autorización, citando como fuente a "Revista Ciencia e Investigación Forestal INFOR CHILE". Se aceptan colaboraciones de Chile y el extranjero, siempre y cuando se ajusten a las normas establecidas en el Reglamento de Publicación, contenido al final de esta edición. Dirija su correspondencia al Editor.

---

## CONTENIDO

<b>Artículos</b>	<b>Pág.</b>
Módulo de elasticidad dinámico y esfuerzo de compresión paralela a la fibra en ciertas coníferas canadienses..... <i>A. Campos B.</i>	145
Influencia de los factores de la madera y de las condiciones del macerado en el tiempo de calentamiento de trozas ..... <i>R. Moreno M. y F. Devlieger S.</i>	159
Ensayos de procedencias de <i>Eucalyptus camaldulensis Dehnh</i> en la zona semiárida de Chile ..... <i>S. Barros A.</i>	171
Antecedentes sobre la capacidad de retoñación de algunas especies del género <i>Eucalyptus</i> en Chile. ..... <i>J. A. Prado D; J. C. Bañados M. y A. Bello D.</i>	183
 <b>Apuntes</b>	
Proposición preliminar para el desarrollo de un Software de procesamiento de imágenes satelitales ..... <i>C. Bahamondez V. y J.C. Bañados M.</i>	191
Apuntes sobre algunas acacias australianas 1.- <i>Acacia mearsii de Willd.</i> ..... <i>U. Kannegiesser S.</i>	198
Desarrollo del bosque nativo - Problemática a nivel mundial ..... <i>H. Grosse W.</i>	213
Funciones de volumen, modelos de crecimiento y factor de forma para <i>Drimmys winteri Forst</i> ..... <i>I. Quiroz M.</i>	228
 <b>Notas Bibliográficas</b>	
Estadísticas Forestales 1989 .....	237
Exportaciones forestales chilenas (Enero - Diciembre 1990).....	237
Boletín de precios forestales. Junio - Octubre - Diciembre 1990 .....	238
Precios de productos forestales chilenos (Actualizados al primer semestre de 1990) .....	238
La industria del aserrio 1989 .....	239
Manual de cálculo de construcciones en madera 1990 .....	239

Alberto Campos Barker (\*\*)

### RESUMEN

*En el estudio se emplearon cien piezas de madera de 2" x 4", perteneciente al grupo de especies madereras canadienses : Spruce - Pine - Fir, de 2,44 m de longitud, en estado verde y adquiridas en los aserraderos ubicados al sur de New Brunswick, Canadá.*

*La madera fue separada en dos grupos con contenidos de humedad diferentes y cada uno de estos grupos en dos grados de calidad de aquellos definidos en las Normas de Clasificación : National Lumber Grades Authority.*

*Cada pieza fue ensayada para determinar : 1) el Módulo de elasticidad dinámico usando vibraciones transversales y longitudinales, y 2) la resistencia en la compresión paralela a las fibras. De las piezas así ensayadas se obtuvieron probetas pequeñas, normalizadas, libres de defectos, con la finalidad de obtener la resistencia a la compresión paralela a las fibras.*

*El estudio permitió establecer que las mediciones del Módulo de Elasticidad obtenidas con el método de vibraciones transversales y longitudinales está altamente correlacionado con el determinado en las probetas normalizadas. Los valores del coeficiente de correlación, r, resultaron de 0,937 y 0,927 para cada uno de los grados en estado seco. Sin embargo, el valor de r fue sólo 0,780 y 0,475 para el estado verde.*

*Las fallas del 85% de las piezas en estado seco y del 71% del estado verde, ensayadas en compresión paralela a las fibras estuvieron relacionadas con un nudo. Esto sugiere que los nudos y las pronunciadas desviaciones de fibras son los defectos más importantes que se deben considerar cuando las piezas de madera son solicitadas en compresión paralela a las fibras.*

### ABSTRACT

*One hundred pieces of 2"x4" green Spruce-Pine-Fir lumber of length 2.44 meter were purchased from a southern New Brunswick sawmill.*

*The lumber was sorted into two moisture condition groups and, within each group, into two grade-groupings according to Standard Grading Rules, National Lumber Grades Authority.*

*Each piece was tested to determine dynamic modulus of elasticity using transverse and longitudinal vibrations, and compressive strength parallel to grain. Small clear specimens were cut out from failed specimens and tested to determine their compressive strength parallel to grain.*

*It was found that MOE measurements obtained from transverse and longitudinal vibrations are highly correlated, r values of 0.937 and 0.927 were obtained for each grade grouping in dry condition. However, r values of only 0.780 and 0.475 were obtained for green condition.*

*The failures of 85% of the dry pieces and 71% of the green pieces tested in compression parallel to grain, were related to a knot, which suggests that knots or severe cross-grain are the most important defects to be considered when lumber is loaded in compression parallel to grain.*

(\*) Trabajo presentado a la reunión del grupo 5.02 : Timber Engineering Group de la International Union of Forestry Research Organizations, IUFRO, Saint John, New Brunswick, Canada, Julio 1990.

(\*\*) Ingeniero Civil, Instituto Forestal - Div. Industrial - Candidato a Master Of Science Department of Forest Engineering University of New Brunswick P.O. Box 4400 Fredericton, New Brunswick Canada E3B 5A3



## INTRODUCCION

Durante años diversas técnicas han sido usadas para medir propiedades mecánicas de la madera. Inicialmente sólo se usaron métodos estáticos para medir propiedades mecánicas en probetas pequeñas y de tamaño estructural. Las propiedades más frecuentemente medidas estáticamente han sido flexión, compresión y tracción paralela a la fibra. En los años cincuenta, se iniciaron a mayor escala las mediciones de propiedades dinámicas, Jayne (1959) desarrolló una técnica de ensayo dinámico no destructivo para ensayar madera libre de defectos. Miller y Tardif (1967) desarrollaron un clasificador vibracional que se basó en la medición del módulo de elasticidad dinámico de las piezas sometidas a flexión. Diversas otras investigaciones se han llevado a cabo usando vibración como instrumento de medición de las propiedades dinámicas de la madera (ej. Pellerin 1965; Orosz 1977; Chui 1989; Chui y Smith 1989a).

Uno de los aspectos más trascendentes al ensayar madera usando técnicas de vibración, es la calidad de los equipos. Metriguard Inc. desarrolló un aparato portátil para medir la velocidad de propagación de las ondas (stress waves) en la madera. Este aparato usa una técnica basada en la vibración longitudinal de ondas, a diferencia de los equipos tradicionales que usan vibración transversal, donde la flexión se produce perpendicular al largo de la pieza de madera.

El objetivo principal del presente trabajo es estudiar la relación existente entre el uso de técnicas de vibración transversal y longitudinal para la determinación del módulo de elasticidad dinámico del grupo que comprende spruce - pine - fir proveniente del Noreste Canadiense. La razón para estudiar estas tres especies como un sólo grupo, es debido a que en Canadá se comercializan juntas bajo un grupo llamado S-P-F, el cual comprende : *Picea rubens*, *Picea mariana*, *Picea glauca*, *Pinus banksiana* y *Abies balsamea*.

El segundo objetivo fue determinar en el grupo spruce - pine - fir, el esfuerzo de compresión paralela a la fibra en ensayos de probetas de tamaño estructural.

Finalmente se obtuvo dos probetas pequeñas libres de defectos de cada pieza ensayada a escala real en compresión, con estas probetas pequeñas se realizaron nuevamente ensayos de compresión paralela a la fibra, destinados a encontrar la relación entre la resistencia a la compresión paralela de las probetas pequeñas libres de defectos y las de tamaño estructural.

## PROCEDIMIENTOS Y RESULTADOS

Cien piezas de spruce - pine - fir de 50x100x2440 mm fueron obtenidas en estado verde de un aserradero de la provincia de New Brunswick, Canadá. La madera fue clasificada en dos grupos, de acuerdo a la National Lumber Grades Authority, Standard Grading Rules (1987). Grupo 1 : Selecto Estructural (SS) y Estructural Nº1, grupo 2 : Estructural Nº 2 y Nº 3. Cada grupo fue separado en estado verde (contenido de humedad superior al 30%) y estado seco (contenido de humedad de 8%), ver tabla 1. El secado de las piezas fue realizado en un secador convencional.

Dos de las piezas del estado seco fueron usadas como control durante el secado, y una pieza verde fue eliminada debido a problemas de calidad.

**Tabla 1. Distribución del muestreo**

Condición	Piezas en grupo 1	Piezas en grupo 2
Verde	20	29
Seco	22	26

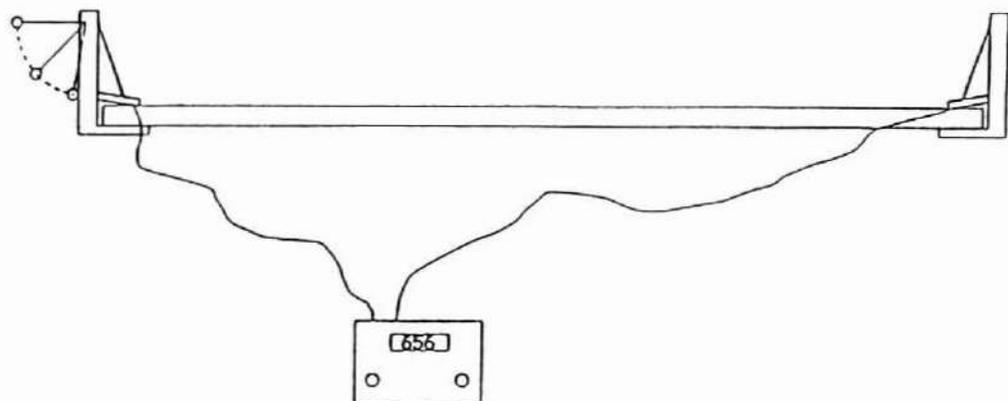
### Módulo de Elasticidad (MOE) Medido en vibración longitudinal

La primera medición fue la velocidad de transmisión de ondas longitudinales. Para este propósito se utilizó el "stress wave timer" modelo 239 A de Metriguard Inc.. El sistema se basa en obtener la velocidad de transmisión de ondas longitudinales que viajan a través de la pieza; conocido este valor se calcula el módulo de elasticidad dinámico longitudinal ( $MOE_{sw}$ ) de acuerdo a lo indicado en la figura 1.

Debido a que las ondas longitudinales pueden ser distorsionadas por nudos y otros defectos de la madera, para cada pieza se tomaron diversas mediciones de la velocidad de onda, hasta obtener cinco veces la misma lectura.



Figura 1. MOE medido en vibración longitudinal



donde :

$$MOE_{sw} = \frac{v^2 \times p \times k}{g}$$

$MOE_{sw}$  = Módulo de elasticidad dinámico longitudinal (MPa)

$v$  = velocidad de ondas (m/seg)

$p$  = densidad de la pieza al ser ensayada ( $kg/m^3$ )

$g$  = constante gravitacional ( $9,81 \text{ m/seg}^2$ )

$k$  = constante =  $9,81 \times 10^{-6}$  (adimensional)

La tabla 2 muestra el promedio, desviación standard y el coeficiente de variación para las mediciones del módulo de elasticidad dinámico usando ondas longitudinales.

Tabla 2. Resultados de  $MOE_{sw}$  (MPa)

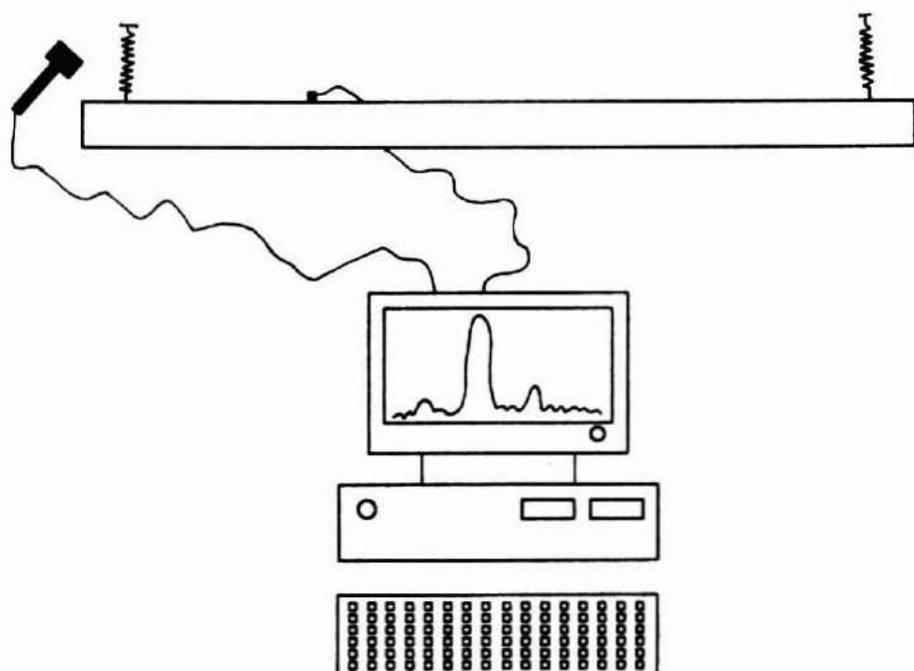
Condición		$MOE_{sw}$ grupo 1	$MOE_{sw}$ grupo 2
seco	promedio	13696	11284
	desv. st.	1663	2150
	c.v. (%)	12,1	19,0
verde	promedio	11354	10534
	desv. st.	1364	2104
	c.v. (%)	12,0	20,7

**MOE medido en vibración transversal.**

En este ensayo la pieza de tamaño estructural fue suspendida de dos resortes para permitirle vibrar libremente. Ensayos realizados por Chui (1989) muestran que las primeras dos a tres frecuencias naturales de vibración no son afectadas por la posición de los puntos de suspensión.

Para medir la respuesta vibracional causada al impactar la pieza suspendida de los resortes con un martillo instrumental, se colocó un acelerómetro en el canto de la pieza, tal como se muestra en la figura N° 2. La respuesta vibracional de la pieza fue analizada por un analizador de espectros. La primera, segunda y tercera frecuencias naturales fueron identificadas y registradas. La primera y segunda frecuencia natural se usaron para calcular el módulo de elasticidad en vibración transversal ( $MOE_{TV}$ ) y el módulo dinámico de corte ( $G$ ), de acuerdo a lo indicado por Chui y Smith (1989b). La tercera frecuencia natural se registró como información adicional.

**Figura 2. MOE medido en vibración transversal**



La tabla 3 muestra los datos obtenidos en la medición del módulo de elasticidad dinámico transversal y libre del efecto de corte, usando técnicas de vibración transversal.

**Tabla 3 Resultados del MOE<sub>TV</sub> (MPa)**

Condición		MOE <sub>TV</sub> grupo 1	MOE <sub>TV</sub> grupo 2
Seco	promedio	13831	10801
	desv. st.	1840	2423
	c.v. (%)	13,3	22,4
Verde	promedio	10413	9454
	desv. st.	1574	2413
	c.v. (%)	15,1	25,5

El porcentaje de atenuación de las piezas también fue medido usando vibración transversal. Los valores obtenidos concuerdan con aquellos reportados por Chui y Smith (1989a). La tabla 4 muestra los valores de atenuación obtenidos para los grupos 1 y 2 en estado seco y verde.

**Tabla 4. Valores de Atenuación (%)**

Condición		grupo 1	grupo 2
Seco	promedio	0,90	1,07
	desv. st.	0,06	0,15
	c.v. (%)	6,62	13,80
Verde	promedio	1,65	1,67
	desv. st.	0,49	0,43
	c.v. (%)	29,80	25,80

## Esfuerzo de compresión en piezas estructurales

Para determinar el esfuerzo de compresión en piezas de tamaño estructural ( $F_c$ ), es decir 38 x 89 x 2438 mm, se utilizó una máquina de ensayo que provee apoyo lateral para prevenir el pandeo lateral, de acuerdo a lo indicado por la norma ASTM D198-84 (1989).

La carga se aplicó usando una bomba manual hidráulica, que permite un adecuado grado de control sobre la velocidad de aplicación de carga. La carga aplicada fue medida por dos celdas de carga; una incorporada al plato de carga y la otra al plato de reacción en el otro extremo de la pieza. El uso de dos celdas de carga proporciona un buen elemento de control para el caso en que se produzca pandeo, si las fuerzas medidas por ambas celdas de cargas son significativamente diferentes, esto significa que la carga aplicada en un extremo no es la misma que la recibida en el otro, por lo tanto existe la posibilidad de pandeo debido a que las cargas no están alineadas. Los resultados de ensayos en los cuales ocurra pandeo, tenderán a ser conservativos si es que el esfuerzo máximo de compresión es calculado usando la máxima fuerza recibida en la celda de carga de reacción.

La carga fue aplicada a una velocidad constante de acuerdo a la cláusula 25.3 de la norma ASTM D198-84, para alcanzar la carga de falla en aproximadamente 10 minutos, pero no menos de 5 ni más de 20 minutos.

El esfuerzo máximo de compresión para piezas de tamaño estructural fue calculada de acuerdo a la siguiente fórmula :

$$F_c = \frac{P}{A}$$

donde :

- $F_c$  = esfuerzo máximo de compresión (MPa)
- $P$  = carga máxima (N)
- $A$  = sección transversal de la pieza de madera (mm<sup>2</sup>)

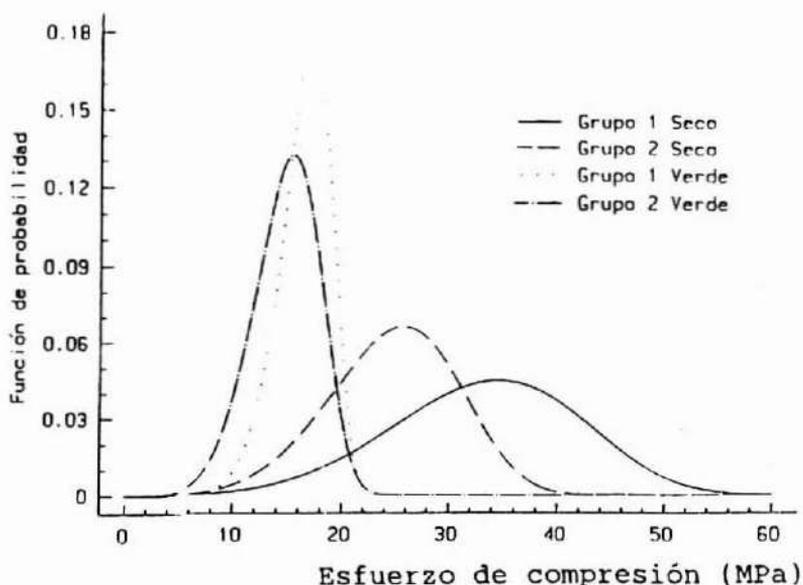
La tabla 5 muestra el esfuerzo máximo de compresión, el promedio, desviación standard, coeficiente de variación y percentil del 5%, para cada combinación de grupo y contenido de humedad.

**Tabla 5. Resultados de ensayos de compresión**

Condición		Fc grupo 1	Fc grupo 2
Seco	promedio	33,38	24,74
	desv. st.	8,86	5,75
	c.v. (%)	26,50	23,20
	5th	18,81	15,27
Verde	promedio	16,44	14,72
	desv. st.	2,12	3,02
	c.v. (%)	12,90	20,50
	5th	12,95	9,76

Los resultados de los ensayos de compresión en piezas estructurales fueron ajustados usando la distribución biparamétrica de Weibull, obteniéndose la curva de distribución de la figura 3.

**Figura 3. Esfuerzo de compresión en piezas de tamaño estructural.**



### Esfuerzo de compresión en probetas pequeñas libres de defectos.

Dos probetas libres de defectos de 25 x 25 x 100 mm fueron extraídas de la zona cercana a la cual se produjo la ruptura, estas probetas pequeñas fueron posteriormente ensayadas en compresión paralela a la fibra en una máquina universal de ensayo de acuerdo a las cláusulas 255 a 257 de la norma ASTM D 143-83 (1989).

El esfuerzo de compresión de las probetas libres de defectos ( $f_c$ ) se calculó de acuerdo a la siguiente fórmula :

$$f_c = \frac{p}{a}$$

donde :

- $f_c$  = esfuerzo máximo de compresión de la probeta (MPa)
- $p$  = carga máxima (N)
- $a$  = sección transversal de la probeta (mm<sup>2</sup>)

La tabla 6 indica para las probetas libres de defectos, el esfuerzo máximo de compresión, promedio, desviación standard, coeficiente de variación y percentil del 5% correspondiente a cada combinación contenido de humedad y grupo.

Tabla 6. Resultados de ensayos de compresión en probetas libres de defectos (MPa)

Condición		fc grupo 1	fc grupo 2
Seco	promedio	53,42	46,84
	desv. st.	6,70	9,08
	c.v. (%)	12,50	19,30
	5th	42,38	31,89
Verde	promedio	16,12	17,79
	desv. st.	2,31	2,80
	c.v. (%)	14,30	15,70
	5th	12,32	13,18

## ANALISIS DE LOS RESULTADOS

### Mediciones del MOE

De los resultados obtenidos en las mediciones del  $MOE_{sw}$  y del  $MOE_{TV}$ , se puede concluir que a pesar de que en ambos casos las ondas viajan de diferentes formas

a través de la pieza de madera, la máxima diferencia en los resultados considerando los valores promedio entre  $MOE_{sw}$  y  $MOE_{TV}$  es sólo 4% en piezas secas, y 11.6% en piezas verdes. Las figuras 4 y 5 muestran para los grupos 1 y 2, respectivamente, comparaciones entre los valores en estado seco del MOE usando vibración transversal y longitudinal. Estas curvas han sido ajustadas a la distribución biparamétrica de Weibull.

Figura 4. Frecuencia Acumulada  $MOE_{sw}$  vs  $MOE_{tv}$  para grupo 1, seco.

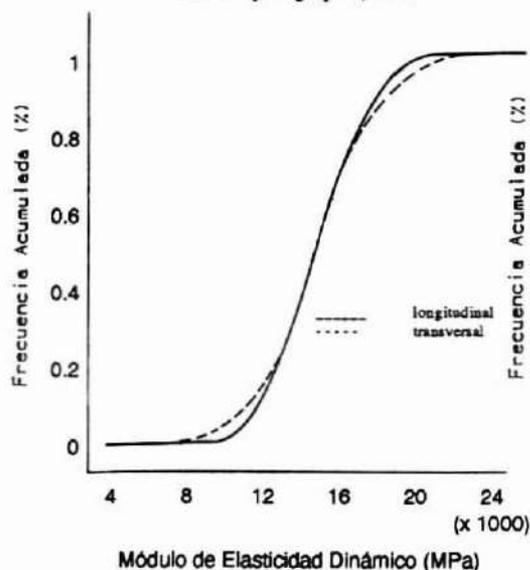
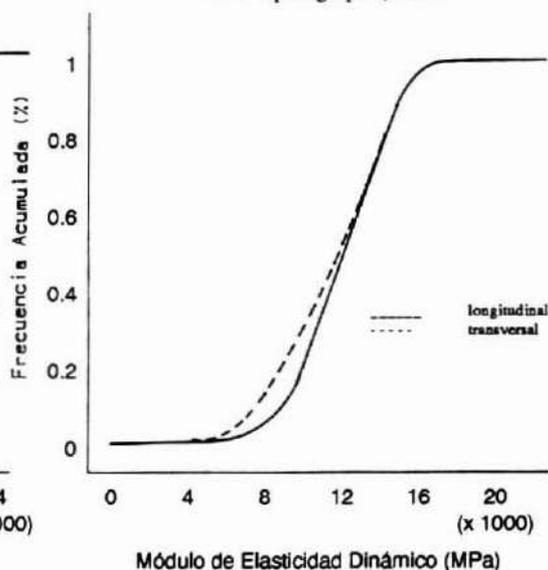


Figura 5. Frecuencia Acumulada  $MOE_{sw}$  vs  $MOE_{tv}$  para grupo 2, seco.



El análisis de regresión lineal entre  $MOE_{sw}$  y  $MOE_{TV}$  mostró que en piezas secas, estas propiedades están altamente correlacionadas, obteniéndose valores del coeficiente de correlación  $r=0.937$  para el grupo 1 y  $r=0.927$  para el grupo 2. Sin embargo, en piezas verdes los valores de  $r$  fueron 0.780 y 0.475 para los grupos 1 y 2, respectivamente, de lo que se postula que altos contenidos de humedad afectan de manera diferente a la transmisión de ondas transversales y longitudinales.

La relación entre la densidad al contenido de humedad de ensayo y el MOE (ambos tv y sw) se analizó también usando regresión lineal. Se encontró que para piezas secas, es posible predecir el MOE con una buena precisión usando dicha densidad como parámetro estimador. Sin embargo, esto no es aplicable a piezas en estado verde, donde se obtuvo bajas correlaciones entre MOE y densidad de ensayo.

La tabla 7 muestra los coeficientes de correlación (valores  $r$ ) entre  $MOE_{sw}$ ,  $MOE_{TV}$  y densidad.

**Tabla 7. Correlaciones entre MOE y densidad de ensayo.**

Condición	Ecuación	r
Seco	$MOE_{SW1} = 260,2 + 0,014 \times \text{Dens 1}$	0,66
	$MOE_{SW2} = 306,5 + 0,012 \times \text{Dens 2}$	0,69
	$MOE_{TV1} = 268,5 + 0,013 \times \text{Dens 1}$	0,72
	$MOE_{TV2} = 315,4 + 0,011 \times \text{Dens 2}$	0,72
Verde	$MOE_{SW1} = 365,4 + 0,017 \times \text{Dens 1}$	0,22
	$MOE_{SW2} = 281,5 + 0,023 \times \text{Dens 2}$	0,63
	$MOE_{TV1} = 619,6 - 4E-3 \times \text{Dens 1}$	-0,06
	$MOE_{TV1} = 405,2 + 0,011 \times \text{Dens 2}$	0,43
Nota : los subíndices numéricos denotan grupos 1 o 2.		

### Esfuerzo máximo de compresión

Los resultados de los ensayos para determinar el esfuerzo máximo de compresión se entregan en la tabla 5. De acuerdo a estos resultados se pudo confirmar experimentalmente que mientras mejor es el grado de la madera, más alta es su tensión de compresión, y la madera seca presenta una mayor resistencia a la compresión paralela que la verde.

Durante el desarrollo de los ensayos se pudo confirmar que la mayoría de las piezas fallaron en un nudo o debido a la presencia de este. De hecho el 85.4% de las piezas secas y el 71.4% de las piezas verdes fallaron debido a lo anterior, sin embargo, las probetas pequeñas debido a que carecen de defectos fallaron en compresión pura. Esto significa, como fue establecido previamente por Madsen (1988), que las probetas pequeñas libres de defectos y las de tamaño estructural tienen modos de falla totalmente diferentes en compresión paralela a la fibra, por lo tanto deben ser consideradas dos materiales diferentes. Para apoyar (o rechazar) esta teoría se realizaron correlaciones estadísticas entre  $f_c$  y  $F_c$ , las que confirmaron que no se puede determinar confiablemente el esfuerzo máximo de compresión de piezas en tamaño estructural, basado en ensayos de probetas pequeñas libres de defectos (ver tabla 8).



También se realizaron análisis entre el esfuerzo máximo de compresión, en piezas de tamaño estructural, y la densidad de ensayo, el  $MOE_{sw}$  y el  $MOE_{TV}$  respectivamente, sin embargo, y según se postula, debido a la misma razón los coeficientes de correlación fueron muy bajos como para poder concluir confiablemente alguna relación entre estos parámetros.

**Tabla 8. Relaciones entre Fc y fc.**

Condición	Parámetros	Coef. de correl.
Seco	Fc1 vs fc1	$r = 0,192$
	Fc2 vs fc2	$r = 0,248$
Verde	Fc1 vs fc1	$r = 0,126$
	Fc2 vs fc2	$r = 0,377$

## CONCLUSIONES

Las siguientes conclusiones se pueden deducir del ensayo de piezas de spruce - pine - fir de 38 x 89 mm proveniente del Noreste Canadiense.

1.- En ensayos de compresión el 85% de las piezas en estado seco y el 70% de aquellas en estado verde fallaron en un nudo o debido a la presencia de un nudo. Esto sugiere que el defecto más importante a considerar cuando una pieza va a trabajar sometida a esfuerzos de compresión paralela a la fibra son los nudos.

2.- El percentil del 5% en la resistencia de compresión para piezas estructurales en estado verde, está entre un 45% y un 56% del mismo parámetro para piezas ensayadas a un 8% de contenido de humedad.

3.- A la luz de los resultados obtenidos en este estudio, se sugiere que los valores de resistencia para spruce - pine - fir sean determinados en ensayos de piezas de tamaño estructural, y no basándose en los valores de probetas libres de defectos, a los que se les aplica posteriormente factores de corrección.

4.- Para disminuir la posibilidad de error en futuros ensayos de compresión, se sugiere se usen celdas de carga que midan la carga a ambos extremos de la pieza, tal

como fue hecho en este estudio. Esto permitirá detectar errores inmediatamente durante el proceso de ensayo y tomar las medidas correctivas pertinentes.

5.- Se estima necesario realizar estudios conducentes a determinar la influencia del largo de las piezas en la tensión de compresión paralela de spruce - pine - fir, a fin de verificar la existencia de este efecto reportado últimamente por algunos investigadores.

6.- Posteriores estudios debieran ser realizados a fin de verificar en un mayor rango de especies, la relación entre los valores de módulo de elasticidad obtenidos usando ondas longitudinales y transversales.

## RECONOCIMIENTOS

Este trabajo fue realizado con el apoyo financiero del **International Development Research Centre**, Ottawa, Canadá, apoyo que es gratamente reconocido. El autor desea expresar también sus agradecimientos a los **Drs. I. Smith y Y.H. Chui** de la Universidad de New Brunswick, Canadá por su valioso apoyo durante el desarrollo de este estudio.

## BIBLIOGRAFIA

**American Society for Testing and Material.** ASTM D143-83 "Small Clear Specimens of Timber", 1989.

**American Society for Testing and Material.** ASTM D198-84 "Static Tests of Timbers in Structural Sizes", 1989.

**American Society for Testing and Material.** ASTM D245-81 "Establishing Structural Grades and Related Allowable Properties for Visually Graded Lumber", 1989.

**Bodig J. and Jayne B. A.** "Mechanics of Wood and Wood Composites". Van Nostrand Reinhold Co. Inc., New York, USA, 1982.

**Chui Y. H.** "Vibration Testing of Wood and Wooden Structures-Practical Difficulties and Possible sources of error". Proceedings of the 7th Symposium on Nondestructive Testing of Wood, Washington State University, 1989.

**Chui Y. H. and Smith I.** "Quantifying Damping in Structural Timber Components". Proceedings of the Second Pacific Timber Engineering Conference 1989a : 57-60. Auckland, New Zealand.

**Chui Y. H. and Smith I.** "Influence of Rotatory Inertia, Shear Deformation and Support Condition on Natural Frequencies of Wooden Beams". Paper accepted for publication in Wood Science and Technology, 1989b.

**Jayne B. A.** "Vibrational Properties of Wood as Indices of Quality". Forest Products Journal Vol. 9 N° 11. Nov. 1959.

**Iam F.** "Summary Testing Procedures Report for Lumber Properties in Grade Testing Program". Report Prepared for Canadian Wood Council. Project 5443033. Forintek Canada Corporation, 1987.

**Madsen B.** "New Opportunities for Improved Timber Engineering" Department of Civil Engineering, University of British Columbia Vancouver, B. C. Canada, 1988.

**Miller D. G. and Tardif Y.** "Development of a Vibration Grader and Comparison of Vibration Grading With Visual and Mechanical Grading". Forestry Branch, Dept. of Forestry and Rural Development, Departmental Publication N° 1208, 1967.

**National Lumber Grades Authority.** "Standard Grading Rules for Canadian Lumber", 1987.

**Orosz I.** "Relationships Between Transverse Free Vibration E and Other Properties as effected by Knots". Forest Products journal Vol. 27 N° 1:23-27, 1977.

**Pellerin R. F.** "A Vibrational Approach to Nondestructive Testing of Structural Lumber". Forest Products Journal Vol. 15 N° 3:93-101, 1965.

# INFLUENCIA DE LOS FACTORES DE LA MADERA Y DE LAS CONDICIONES DEL MACERADO EN EL TIEMPO DE CALENTAMIENTO DE TROZAS

Rogelio Moreno Muñoz (\*)  
Francis Devlieger Sollier (\*\*)

## RESUMEN

*En el presente trabajo se expone una modelación lineal de conducción de calor transiente para predecir tiempo de calentamiento de rollizos de madera hasta la temperatura deseada para el debobinado.*

*El modelo se resuelve por aproximación numérica, empleando el método explícito de las diferencias finitas.*

*Se analiza también la influencia que ejerce la anisotropía de la madera en los tiempos de calentamiento.*

*Los resultados muestran que para relaciones superiores a 3:1 entre el largo y el diámetro de la troza, el tiempo de calentamiento no se ve influenciado por la anisotropía de la madera. El tiempo de calentamiento depende fundamentalmente del diámetro de la troza a considerar, como asimismo del contenido de humedad de la troza y del gradiente de temperatura de la madera y del baño.*

**Palabras claves :** *Macerado de Trozas, Transferencia de Calor, Método Computacional.*

## ABSTRACT

*This paper presents a linear model of transient heat conduction to estimate log heating times for a given log peeling temperature.*

*The model solves for a numeric approximation using an explicit finite-difference technique.*

*The wood anisotropic effect on heating times is evaluated. It is found that for a relation 3:1 or more between log length and diameter, the anisotropic effect on heating time can be omitted.*

*The heating time depends fundamentally on log diameter, moisture content and gradient between wood and bath temperatures.*

**Key words :** *Log heating - heat conduction for log - computer program for log heating times.*

\* Ingeniero Civil Mecánico, Master en Ciencias, Ingeniería Mecánica, Instituto de Materiales y Procesos Termomecánicos. Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Universidad Austral de Chile. Casilla 567 - Valdivia.

\*\* Ingeniero de la Madera, Inst. Tecnología de Productos Forestales, Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Austral de Chile. Casilla 567 - Valdivia.

## INTRODUCCION

En la industria de contrachapados, se requiere de un calentamiento de las trozas de madera con el fin de ablandarlas para el posterior debobinado y elaboración de las chapas exentas de daños. El ablandamiento de los rollizos con el calor se efectúa en piletas de cocción, ya sea con vapor o agua caliente; trabajos de investigación indican que la rapidez del proceso en ambos casos es similar.

En la industria chilena, el proceso se realiza en piletas de agua caliente con tiempos de permanencia que debieran ser suficientes para calentar la madera a la temperatura adecuada hasta el rollizo central.

La temperatura al interior de la troza no es fácil de medir en terreno y se han publicado tablas para determinar tiempos de macerado; sin embargo, estas tablas se aplican a la madera del hemisferio norte y la información entregada es válida solamente para los procesos en condiciones similares a las investigadas por Feihl (1972) y Feihl y Godin (1975). La información teórica proporcionada por Steinhagen et al. (1980), Steinhagen (1986) y Steinhagen et al. (1987), no es aplicable a la industria sin un programa computacional que entregue rápidamente los tiempos de calentamiento. Además el modelo no toma en cuenta la anisotropía de la madera.

El objetivo de este trabajo consiste en estudiar modelos lineales de conducción de calor transiente, para simular el calentamiento y predecir el tiempo de macerado de las trozas en un baño de agua caliente a temperatura constante. Se analiza un modelo unidireccional de conducción radial y otro de conducción bidireccional, considerando la anisotropía de la madera en cuanto a su difusión térmica. Las hipótesis del trabajo consisten en considerar, por un lado, que la madera posee propiedades térmicas constantes para valores medios de temperatura y contenido de humedad de las trozas durante el proceso y por otro que la temperatura inicial de la troza es uniforme y superior a 0 °C, y la del baño constante.

La temperatura deseada en el rollizo central para el posterior debobinado, se deduce del trabajo de Lutz (1972), en función de la densidad básica de la especie a considerar.

## FORMULACION DEL MODELO MATEMATICO

La base matemática del trabajo es la ecuación de Fourier para conducción transiente en sólidos con propiedades térmicas y temperatura inicial constantes.

$$\rho C \frac{\partial T}{\partial t} = \nabla \cdot [K_r \nabla T_r + k_z \nabla T_z]$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \nabla \cdot [\alpha_r \nabla T_r + \alpha_z \nabla T_z]$$

donde :

$$\alpha = \frac{k}{\rho C}$$

Haciendo empleo de coordenadas cilíndricas, el modelo unidireccional a resolver es :

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha_r \left( \frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T}{\partial r} \right); \quad r \neq 0$$

$$-k_r \frac{\partial T}{\partial r} = h(T - T_b); \quad r = R$$

$$\frac{\partial T}{\partial r} = 0; \quad r = 0$$

$$T = T_i; \quad t = 0$$

En el caso bidireccional la ecuación diferencial es :

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha_r \left( \frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial T}{\partial r} \right) + \alpha_z \frac{\partial^2 T}{\partial z^2}; \quad r \neq 0$$

Los valores de las propiedades térmicas de la madera, necesarios para desarrollar la ecuación de Fourier se correlacionaron con la humedad, temperatura y densidad básica de la misma, en base a los datos recopilados por Steinhagen (1977). Específicamente, la correlación para la difusión térmica radial es :

$$\alpha_r = (\alpha_0 + aT) A^H$$

$$\alpha_0 = (5,58 - 1,08 \times 10^{-2} H) \times 10^{-4}; \quad T = 0 \text{ } ^\circ\text{C}, \quad 40\% < H < 120\%$$

$$A = 1,15 - 0,29 \text{ GS}$$

La constante "a" asume el valor  $6 \times 10^{-7}$  para el rango de  $40\% < H < 80\%$  y  $8,5 \times 10^{-7}$  para el rango de  $80\% < H < 120\%$

Al considerar el modelo bidireccional se asume una relación de 2:1, entre la conductividad axial y la conductividad radial, según se desprende del trabajo de Steinhagen (1977).

La evaluación del coeficiente de transferencia de calor por convección natural, se realizó empleando la ecuación de Mc Adams (1954).

$$Nu = \frac{hD}{k} = 0,53 \left[ \frac{g\beta (T_b - T_{r=R}) D^3}{\nu^2} Pr \right]^{0,25}$$

Válida dentro del rango  $10^4 < GrPr < 10^9$

El modelo matemático se resuelve por aproximación numérica, empleando el método explícito de diferencias finitas, dando origen a las siguientes ecuaciones, para el campo de la temperatura, en el caso del modelo radial con una malla de N nodos.

$$T_i^{n+1} = \frac{1}{M} [ T_{i-1}^n + T_{i+1}^n + \frac{T_{i+1}^n - T_{i-1}^n}{2i} ] + T_i^n [ 1 - \frac{2}{M} ]; i = 1, 2, \dots, N - 1$$

$$M = \frac{\Delta r^2}{\alpha_r \Delta t} \geq 2$$

$$T_N^{n+1} = \frac{hT_b + (k_r T_{N-1}^{n+1} / \Delta r)}{h + k_r / \Delta r}$$

$$T_0^{n+1} = \frac{4T_1^n}{M} + T_0^n [ 1 - \frac{4}{M} ]; i = 0, M \geq 4$$

El método también es aplicable al modelo que considera conducción radial y axial; sin embargo, la condición de estabilidad, en este caso, exige emplear intervalos de tiempo más pequeños, aumentando notablemente el tiempo de computación.

## RESULTADOS

Se desarrolló un programa computacional para predecir los tiempos de calentamiento, cuyos parámetros de entrada son la densidad básica de la especie, largo, diámetro de la troza, diámetro del rollizo central, humedad de la madera, temperatura del baño, temperatura inicial y deseada en el rollizo central de la troza. El programa evalúa propiedades térmicas para la humedad y temperatura media de la troza, durante el proceso.

La figura muestra una curva típica de calentamiento de una troza según el modelo de conducción radial.

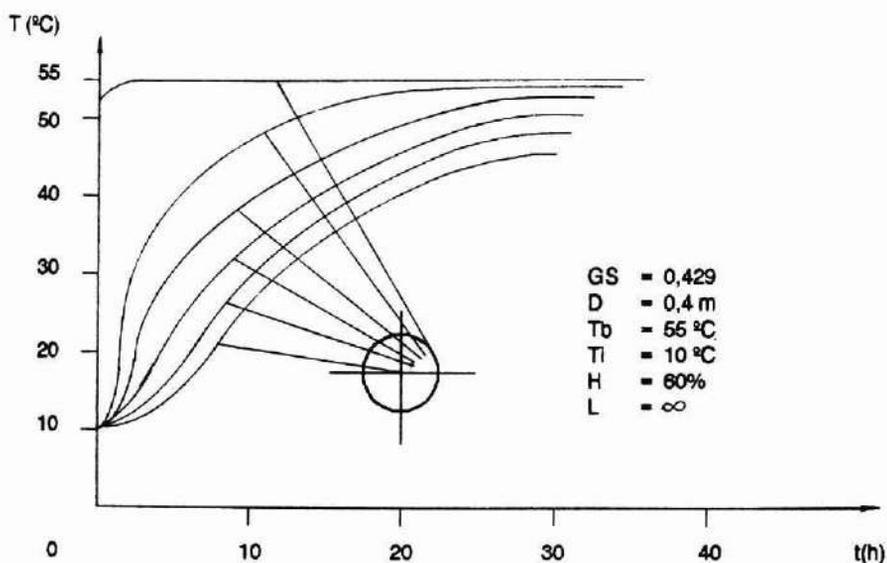


Figura 1.- Campo de temperatura de una troza según modelo unidireccional.

El estudio de la influencia de la anisotropía de la madera en las curvas de calentamiento, se muestra en la figura 2, que corresponde a la evolución de la temperatura en el tiempo para las fibras que se encuentran en la línea central de una troza de madera de relación 3:1 entre el largo y el diámetro. Las variaciones observadas en los resultados entregados por ambos modelos existen sólo en los extremos de la troza y son inapreciables en el centro geométrico de la misma; así, el tiempo de calentamiento se puede predecir asumiendo un medio isotrópico, sin cometer errores significativos, cuando la relación largo-diámetro es la ya citada, situación normalmente observada en la práctica.



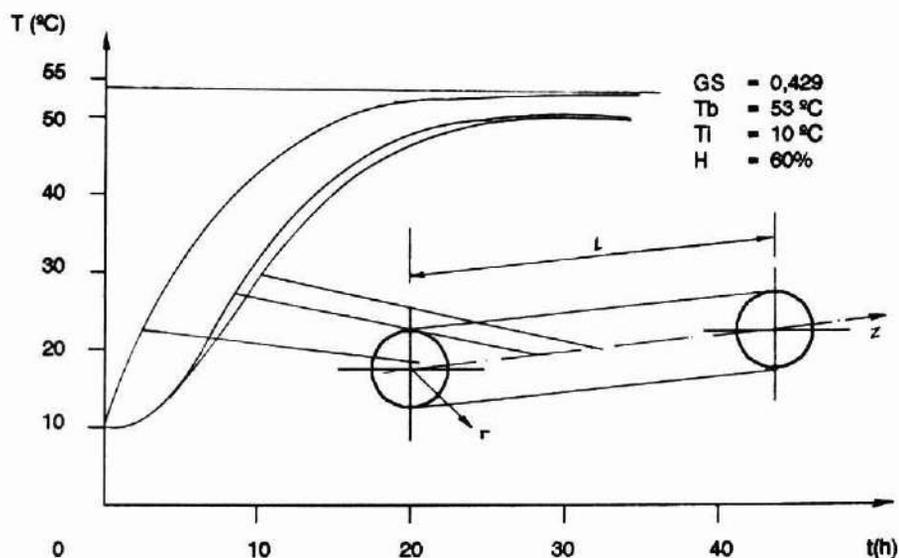


Figura 2.- Evolución de la temperatura en el eje central de una troza considerando la anisotropía de la madera.

Se analizó también la dependencia del tiempo de macerado en función del diámetro de la troza, evidenciándose una relación parabólica entre ambas variables. (figura 3).

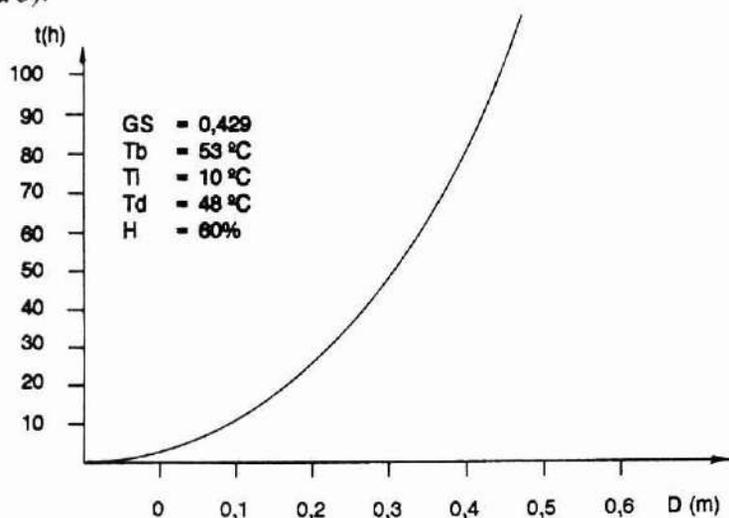


Figura 3.- Tiempo de calentamiento en función del diámetro del rollizo.

Gran influencia ejerce la temperatura del baño en el tiempo de calentamiento, según lo mostrado en la figura 4, y es así como aumentos de algunos grados de la temperatura de la pileta pueden reducir significativamente el tiempo necesario de calentamiento.

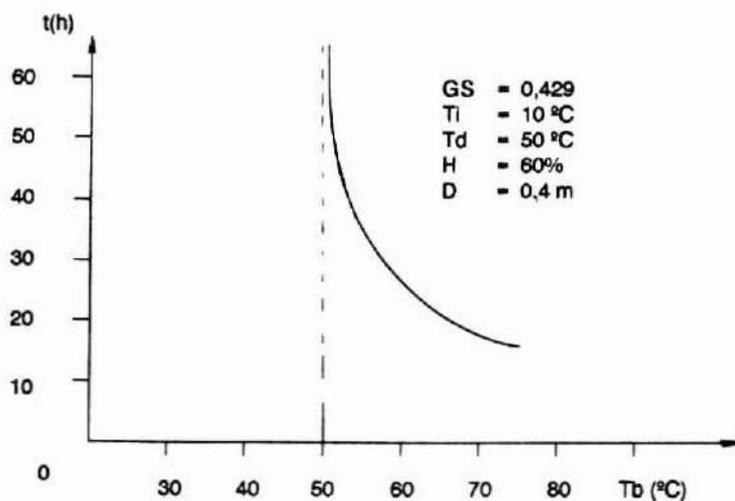


Figura 4.- Tiempo de calentamiento en función de la temperatura del baño.

Las propiedades térmicas de la madera también juegan un rol importante, tal como se muestra en la figura 5.

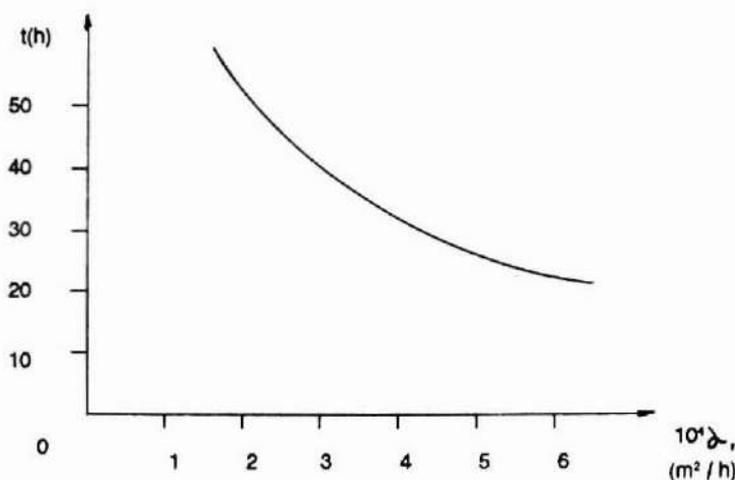


Figura 5.- Tiempo de calentamiento en función de la difusividad térmica.

Al evaluar la influencia de cada uno de los parámetros que permiten calcular la difusividad se encontró que la densidad básica de la madera no tiene una influencia significativa en el tiempo de calentamiento (Cuadro 1) para alcanzar una temperatura de macerado determinada. No obstante lo anterior, su influencia en la determinación de la temperatura óptima de debobinado hace que los tiempos de macerado puedan variar.

Cuadro 1.- Tiempos de macerado para diferentes especies.

Especie	GS	Td (C°)	Tb (C°)	t (h)
Ulmo	0,537	70	65	38,9
Roble	0,492	70	65	38,4
Araucaria	0,483	70	65	38,1
Pino	0,429	70	65	37,7
Tepa	0,418	70	65	37,6
Alamo	0,331	70	65	36,8

D = 0,4 m, Ti = 10°C, H = 60%

La temperatura inicial y el contenido de humedad de la troza son otros parámetros que determinan el valor de las propiedades térmicas y los tiempos de macerado (Cuadro 2). Es así que un aumento en el contenido de humedad de la troza y/o bajas temperaturas iniciales de la troza obligan a tener tiempos de macerado mayores.

Cuadro 2.- Tiempos de macerado para diferentes contenidos de humedad y temperatura inicial de la troza.

H (%)	t (h)
60	33,4
80	34,9
100	35,9
120	37,5

GS = 0,429, D = 0,4 m  
Ti = 10 °C  
Tb = 53 °C Td = 48 °C

Ti (°C)	t (h)
5	35,0
10	33,4
15	31,7
20	29,7

GS = 0,429, D = 0,4 m  
H = 60%  
Tb = 53 °C Td = 48 °C

## CONCLUSIONES

Debido a los altos coeficientes de transferencia de calor por convección entre la troza y el baño de agua caliente ( $Bi > 100$ ), no se puede esperar una disminución notable en el tiempo de calentamiento al intentar agitar un baño.

La anisotropía de la madera no influye en el tiempo de calentamiento cuando la relación diámetro-largo de la troza es igual o superior a 1:3.

Un calentamiento racionalizado, debe tener en cuenta el tamaño y contenido de humedad de las trozas. Se recomienda seleccionar las trozas de acuerdo a estos parámetros para ser calentadas en pozos diferentes.

El tiempo de calentamiento, puede disminuirse considerablemente a través del control de la temperatura del baño, empleando altas temperaturas al final de la etapa de calentamiento del proceso de macerado.

Se recomienda estudiar el mejor régimen de macerado desde el punto de vista del consumo de energía y los efectos secundarios que se pueden producir en la madera, producto de altas tasas de entrega de calor al emplear temperaturas del baño más altas que las requeridas para el debobinado.

## RECONOCIMIENTO

Este estudio es parte del Proyecto "Estudio de una modelación teórica lineal para el macerado de trozas de madera", inscrito en la Dirección de Investigación y Convenios de la Universidad Austral de Chile.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1.- **DEVLEIGER, F.** 1986. Técnica de debobinado, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile., 24 p.
- 2.- **FEIHL, O.** 1972. Heating frozen and nonfrozen veneer logs. *Forest Prod. J.* 22(10) : 41-50.
- 3.- **FEIHL, O.; GODIN, V.** 1975. Heating veneer logs : a practical guide. Can. Dept. Env., Eastern Forest Prod. Lab., Ottawa, Ontario, Canadá. Forestry Tech. Report 9.19 pp.
- 4.- **LUTZ J. F.** 1972. Veneer species that grow in the United States. USDA Forest Serv., Forest Prod. Lab., Madison, Wis. Research Paper FPL 167.127 pp.
- 5.- **Mc ADAMS, W. H.** 1954. Heat transmission, 3 ed., Mc Graw Hill Book Company, New York.
- 6.- **STEINHAGEN, H. P.** 1977. Thermal Conductive properties of wood, green or dry from - 40°C to + 100°C : a literature review. USDA Forest Serv., Forest Prod. Lab., Madison, Wis General Tech. Report FPL-9 10pp.
- 7.- **STEINHAGEN, H. P.; MYERS, G. E.; KUBLER, H.** 1980. Heating time charts for frozen and nonfrozen veneer logs. *Forest Prod. J.* 30 (40) : 27-37.
- 8.- **STEINHAGEN, H. P.** 1986. Computerized finite-difference method to calculate transient heat conduction with thawing. *Wood and Fiber Sci.* 18 (3) : 460-467.
- 9.- **STEINHAGEN H. P.; LEE, H. W.; LOEHNERTZ, S. P.** 1987. LOGHEAT : a computer program for determining log heating times for frozen and nonfrozen logs. *Forest Prod. J.* 37 (11-12) : 60-64.

## NOMENCLATURA

A	Factor de corrección de la difusividad en términos de GS
C	Calor específico de la madera (Kcal/Kg °C)
GS	Densidad básica de la madera
D	Diámetro de la troza (m)
g	Aceleración de gravedad (m/s <sup>2</sup> )
kr	Conductividad térmica radial de la madera (Kcal/h m°C)
kz	Conductividad térmica axial de la madera (Kcal/h m°C)
h	Coefficiente convectivo de transferencia de calor troza-agua (Kcal/h m <sup>2</sup> °C)
k	Conductividad térmica del agua (Kcal/h m°C)
L	Longitud de la troza (m)
M	Parámetro adimensional de estabilidad en método numérico
T	Temperatura de la troza (°C)
Tb	Temperatura del baño (°C)
Td	Temperatura deseada para el debobinado (°C)
Ti	Temperatura inicial de la troza (°C)
Ti <sup>n</sup>	Temperatura en el nodo i para el tiempo n (°C)
t	Tiempo (h)
r	Posición radial en la troza (m)
R	Radio de la troza (m)
e <sub>j</sub>	Vector unitario de la dirección j
Pr	Número adimensional de Prandtl
Bi	Número adimensional de Biot
Gr	Número adimensional de Grashof
Nu	Número adimensional de Nusselt
H	Contenido de humedad de la madera (%)
Z	Posición longitudinal en la troza (m)

## SIMBOLOS GRIEGOS

- $\alpha_0$  = Difusividad térmica de la madera a 0°C (m<sup>2</sup>/h)
- $\alpha_r$  = Difusividad térmica radial de la madera (m<sup>2</sup>/h)
- $\alpha_z$  = Difusividad térmica axial de la madera (m<sup>2</sup>/h)
- $\beta$  = Coeficiente de expansión volumétrica del agua (1/K)
- $\rho$  = Densidad aparente de la madera (Kg/m<sup>3</sup>)
- $\Delta_r$  = Tamaño de un nodo en la dirección radial (m)
- $\Delta_t$  = Intervalo de tiempo (h)
- $\nabla$  = Operador gradiente
- $\nabla \cdot$  = Operador divergencia
- $\nu$  = Viscosidad cinemática del agua (m<sup>2</sup>/s)

# ENSAYOS DE PROCEDENCIAS DE *EUCALYPTUS CAMALDULENSIS* DEHNH EN LA ZONA SEMI ARIDA DE CHILE

Santiago Barros Asenjo (\*)

## RESUMEN

En el año 1984 se establecieron cuatro ensayos de procedencias de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn en la zona semiárida chilena (32 - 34° LS), donde la precipitación media anual es de 300 a 700 mm y de régimen invernal.

En estos ensayos se incluyeron 14 procedencias obtenidas de CSIRO Australia y los resultados obtenidos a las edades de 1 y 4 años se analizan en el presente trabajo.

En todos los ensayos, sin excepción, los mejores resultados se obtienen con dos procedencias correspondientes a Lake Albacutya, Victoria.

**Zonas Semiáridas. Procedencias. *Eucalyptus camaldulensis*.**

## ABSTRACT

Four *Eucalyptus camaldulensis* provenances trials were established in the Chilean semiarid region (32 to 34° S.L.), where the mean annual rainfall ranges from 300 to 700 mm, with a winter maximum.

Fourteen provenances provided by CSIRO, Australia, were included and the results at first and fourth year after plantation are analyzed in this paper.

Two provenances from Lake Albacutya, Victoria, show the best results in each one of the trials.

**Semiarid zones. Provenances. *Eucalyptus camaldulensis***

(\*) Ingeniero Forestal - División Silvicultura - Instituto Forestal - Casilla 3085 Santiago - Chile.



## INTRODUCCION

En Chile se inició en 1962 un amplio programa de Introducción de Especies Forestales con el objeto de seleccionar especies adecuadas para la forestación de distintas zonas del país. Los resultados de este programa indican que para la zona semiárida central de Chile existen algunas especies del género *Eucalyptus*, como : *Eucalyptus globulus* y sus subespecies, *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus sideroxylon*, *Eucalyptus cladocalyx* y otras, que pueden ser utilizadas en plantaciones de alguna magnitud, principalmente con fines energéticos o para la producción de madera para usos menores y, posiblemente en el futuro, para la industria de pulpa y papel.

De entre las especies mencionadas, la más interesante es *Eucalyptus globulus*, ya que su potencial de crecimiento es mayor. Sin embargo, esta especie se desarrolla bien en los sectores costeros, de clima más favorecido por el efecto del mar. En los sectores interiores, en cambio, el éxito de la forestación con esta especie es incierto debido a las reducidas precipitaciones, a la presencia de un período seco estival de 6 a 8 meses y a la frecuente ocurrencia de años secos, en los que las precipitaciones alcanzan niveles significativamente inferiores a los considerados normales.

El uso de técnicas intensivas de establecimiento de plantaciones, que incluyen subsolado, control de competencia, fertilización y riego de establecimiento, permite aumentar considerablemente las posibilidades de éxito, pero aún así, cuando se presentan años extremadamente secos, el fracaso puede ser total.

Bajo las condiciones expuestas, adquiere especial importancia *Eucalyptus camaldulensis*, especie de mayor resistencia a restricciones hídricas, que además, por la amplia distribución natural en sus zonas de origen, presenta una gran variabilidad genética, la cual facilita una más afinada selección de procedencias de semillas.

En el país existe un subsidio estatal para el fomento de la forestación, éste alcanza al 75% de los costos reales de las diferentes faenas y está condicionado a la obtención de una supervivencia mayor o igual al 75% después del primer período seco estival. La aplicación de este subsidio desde el año 1975 permitió que las tasas anuales de forestación en el país se elevaran por sobre las 70.000 ha. Sin embargo, el efecto de este incentivo ha sido prácticamente nulo en la zona semiárida, debido principalmente al desconocimiento de los pequeños y medianos propietarios sobre especies, procedencias de semillas y técnicas de establecimiento adecuadas para las zonas.

A través de diferentes líneas de investigación el Instituto Forestal está probando técnicas intensivas de establecimiento de plantaciones con distintas especies, está seleccionando las procedencias más adecuadas para algunas de estas y recientemente inició un programa de mejoramiento genético para aquellas especies más destacadas en investigaciones anteriores.

La selección de las procedencias de semillas más adecuadas para la forestación de un determinado lugar o zona puede conducir a importantes ganancias de crecimiento en las plantaciones (Eldridge and Cromer, 1987). En Marruecos el Servicio Forestal está reemplazando procedencias locales de *Eucalyptus camaldulensis* por una de Lake Albacutya, Victoria, Australia, con la cual espera incrementar los rendimientos volumétricos de las plantaciones en 105% (Bellefontaine et al., 1979; Knockaert, 1984). En Nigeria se ha triplicado y en Israel se ha octuplicado el rendimiento mediante selecciones de procedencias (Lacaze, 1977).

*Eucalyptus camaldulensis* es una de las especies del género más difundidas en el mundo. FAO (1979) estima que existen unas 500 mil hectáreas de plantaciones fuera de Australia, principalmente en España y Marruecos. En diversos lugares del mundo se han desarrollado investigaciones tendientes a la selección de procedencias y estas han demostrado que existe un considerable grado de variabilidad intraespecífica (Lacaze, 1977; Bellefontaine et al., 1979).

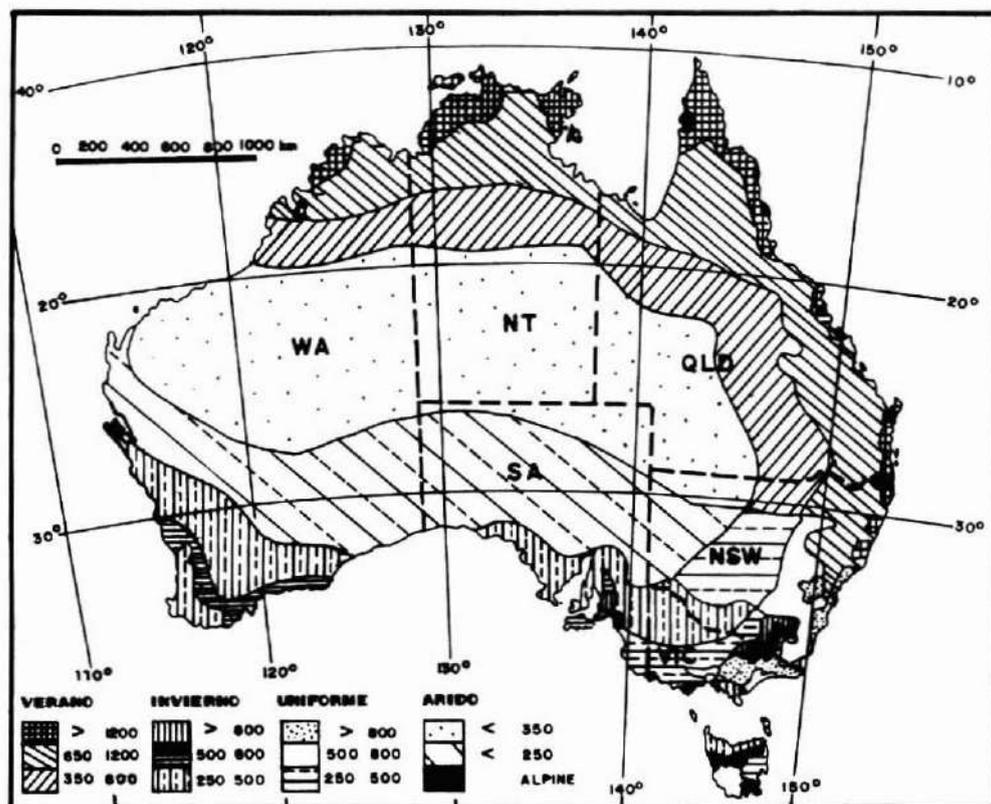
El procedimiento tradicional para seleccionar las procedencias a probar es el de las analogías climáticas, sin embargo este sistema puede provocar la inclusión de procedencias que se ubican geográficamente en los límites del área de distribución natural y no en los sectores de mayor ocurrencia, donde la especie se desarrolla mejor. También el procedimiento puede descartar orígenes que poseen una especial plasticidad o adaptabilidad (Boland et al., 1980). La procedencia de Lake Albacutya es un buen ejemplo de esto, ya que en donde ha sido probada ha dado un buen resultado. Se trata de una procedencia de clima mediterráneo que ha mostrado buena adaptación a los climas tropicales (Jackson and Ojo, 1973. cit. por Boland et al., 1980).

Lo más adecuado al iniciar los ensayos de procedencias es intentar incluir orígenes que representen lo mejor posible toda el área de distribución natural de la especie (Burley and Wood, 1979). En esta primera etapa se pueden probar 10 a 30 procedencias dependiendo esto de la amplitud de la distribución natural y de la variabilidad genética de la especie.

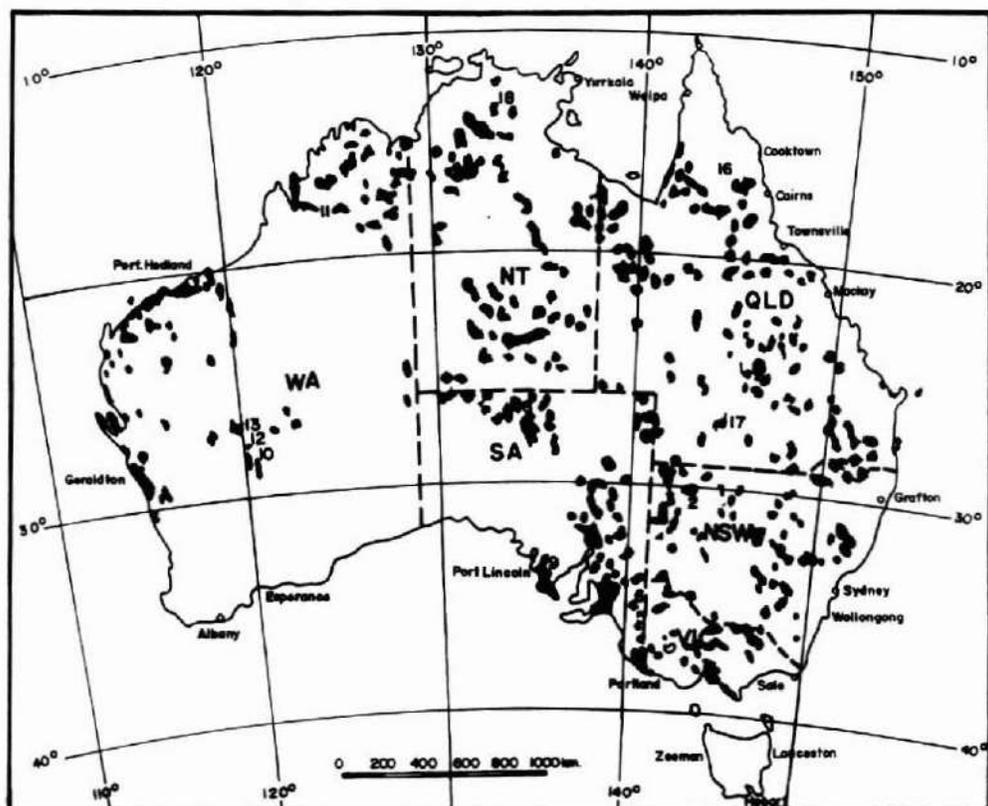
*Eucalyptus camaldulensis* está presente en todos los estados de Australia con la sola excepción de Tasmania. Se le encuentra en altitudes que varían de los 30 a 600 msnm, bajo climas tropicales a templados, con temperaturas extremas de -6 y 54°C y precipitaciones de 250 a 1000 mm. por año, sean éstas de régimen invernal, estival o uniformemente distribuidas. Prospera sobre suelos tan diversos como arcillas y arenas aluviales y soporta bien inundaciones prolongadas y salinidad en el suelo (Turnbull, 1973).

En los mapas N°s 1 y 2 se muestra en forma esquemática los regímenes pluviométricos de Australia y la distribución natural de *Eucalyptus camaldulensis*.

Mapa N° 1.  
REGIMENES DE PRECIPITACION  
AUSTRALIA



Mapa N° 2  
**DISTRIBUCION NATURAL *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.  
 AUSTRALIA**



- |                     |                    |                |
|---------------------|--------------------|----------------|
| 1 = Darling River   | 8 = Oodnadatta     | 13 = Wiluma    |
| 2 = Mimindes        | 9 = Port Lincoln   | 16 = Emu Crack |
| 3 = Umberumberka C. | 10 = Agnew         | 17 = Quilpie   |
| 5 = Lake Albacutya  | 11 = Fitzroy River | 18 = Katherine |
| 6 = Lake Albacutya  | 12 = Wiluma        |                |

## MATERIAL Y METODO

Se obtuvo una colección de 14 procedencias de semillas, las plantas fueron producidas en macetas de polietileno, previo almácigo en cajas, y se establecieron los ensayos durante el invierno de 1984.

Las técnicas de establecimiento fueron simples; la preparación de suelos se efectuó con arado agrícola con tracción animal y no se adicionaron productos químicos.

El diseño experimental es de parcelas al azar con tres repeticiones, las parcelas son de 20 plantas, con la excepción de uno de los ensayos en que estas son de 25 plantas. En el primer caso las parcelas son dos hileras de 10 plantas y se miden todas y, en el segundo, las parcelas son cuadradas, de 5 por 5 plantas, y se controlan solamente las 16 centrales. Las mediciones de control son anuales y en estas se registran las variables altura total (m), diámetro del cuello (cm) y supervivencia (%).

Para el análisis estadístico se utiliza como variable respuesta a la sumatoria de  $D^2H$ , parámetro que permite integrar las tres variables medidas en terreno. Este parámetro es sometido a un análisis de varianza y pruebas de Barlett y Tukey, lo cual permite definir diferencias significativas al 95% de confianza.

En el cuadro N° 1 se da la ubicación y caracterización de los lugares de ensayo.

Cuadro N° 1  
UBICACION Y CARACTERIZACION LUGARES DE ENSAYO

ENSAYO	REGION	LATITUD	PRECIPITACION MEDIA ANUAL (mm)	TEMPERATURA MEDIA ANUAL (°C)	PERIODO SECO (mes)
RINCONADA	V	32°30'S	232	14,8	7 - 9
MEL - MEL	V	33°20'S	480	14,4	7 - 9
LAS PALMAS	RM	33°40'S	512	14,7	7 - 9
LLALLAUQUEN	VI	34°15'S	554	13,0	6 - 8

Los ensayos de Rinconada, Mel-Mel, Las Palmas y Llallauquén se ubican en las cercanías de La Ligua, Casablanca, Leyda y balneario Llallauquén en el Lago Rapel, respectivamente.

Los suelos en los cuatro lugares de ensayo son del gran grupo pardo no cálcicos. Presentan texturas medias, son delgados a moderadamente profundos y de reacción neutra a moderadamente básica.

En el cuadro N° 2 se identifican las procedencias de semillas incluidas en cada lugar de ensayo.

Cuadro N° 2  
PROCEDENCIAS PROBADAS

CODIGO	ESTADO	LOCALIDAD	RINCON.	LAS PALMAS	MEL-MEL	LLALLAU.
12500	NSW	DARLING RIVER	X		X	X
13194	NSW	MIMINDEE	X		X	X
11836	NSW	UMBERUMBERKA C	X	X		X
13554	VIC	LAKE ALBACUTYA	X	X	X	X
10666	VIC	LAKE ALBACUTYA	X	X	X	X
12828	SA	ODNADATTA	X	X	X	X
10885	SA	PORT LINCOLN	X	X	X	X
9856	WA	AGNEW	X	X	X	X
12350	WA	FITZROY RIVER	X	X	X	
13433	WA	WILUMA			X	
7912	WA	WILUMA	X	X		X
12964	QLD	EMU CREEK			X	
13264	QLD	QUILPIE	X	X		X
12181	NT	KATHERINE	X	X		X

La cantidad de plantas obtenida a partir de las muestras de semillas disponibles no permitió incluir todas las procedencias en cada uno de los ensayos.

los codigos que muestra el cuadro N° 2 corresponden a aquellos utilizados por CSIRO, Australia, para sus colecciones de semillas.

## RESULTADOS

En los cuadros N°s 3 a 6 se anotan los resultados obtenidos al primer año de edad, indicándose altura y supervivencia media de los tratamientos, y a los cuatro años de edad, incluyéndose altura, supervivencia y diámetro medios, además de la sumatoria de D<sup>2</sup>H. Los tratamientos están ordenados de mayor a menor de acuerdo a este último parámetro.

Cuadro N° 3  
**RESULTADOS ENSAYOS DE PROCEDENCIAS *Eucalyptus camaldulensis***  
**RINCONADA V REGION**

PROCEDENCIA		1 AÑO		4 AÑOS			
CODIGO	ESTADO	S (%)	H (m)	S (%)	H (m)	D (cm)	D <sup>2</sup> H (Mcm <sup>3</sup> )
10666	VIC	93	1,1	93	3,4	4,7	171,1
13554	VIC	95	1,0	95	3,1	4,6	164,0
11836	NSW	95	0,7	93	2,7	4,5	134,1
12181	NT	95	0,7	97	2,7	3,8	97,9
12350	WA	88	0,6	88	2,6	4,1	96,6
7912	WA	90	0,6	90	2,3	4,0	93,1
10885	SA	88	0,8	90	2,1	3,9	84,0
13194	NSW	77	1,0	75	2,8	3,2	63,9
12500	NSW	80	0,8	78	2,2	3,1	57,0
9856	WA	95	0,6	97	1,9	3,0	47,2
12828	SA	95	0,8	93	2,2	3,0	45,6
13264	QLD	87	0,7	85	1,9	3,1	42,8

Cuadro N° 4  
**RESULTADOS ENSAYOS DE PROCEDENCIAS *Eucalyptus camaldulensis***  
**LAS PALMAS, REGION METROPOLITANA**

PROCEDENCIA		1 AÑO		4 AÑOS			
CODIGO	ESTADO	S (%)	H (m)	S (%)	H (m)	D (cm)	D <sup>2</sup> H (Mcm <sup>3</sup> )
10666	VIC	97	1,1	97	4,0	5,7	300,4
13554	VIC	92	0,9	92	2,8	5,1	171,5
7912	WA	98	0,5	97	1,9	3,7	98,8
12181	NT	97	0,5	97	2,2	3,5	80,3
10885	SA	92	0,6	92	1,8	4,2	76,9
12350	WA	85	0,5	92	1,9	3,7	69,8
11836	NSW	97	0,6	95	1,7	3,3	45,9
12828	SA	100	0,4	100	1,6	2,9	40,5
13264	QLD	98	0,6	97	1,5	2,9	37,5
9856	WA	90	0,5	87	1,0	1,9	13,5

**Cuadro N° 5**  
**RESULTADOS ENSAYOS DE PROCEDENCIAS *Eucalyptus camaldulensis***  
**MEL - MEL, V REGION**

PROCEDENCIA		1 AÑO		4 AÑOS			
CODIGO	ESTADO	S (%)	H (m)	S (%)	H (m)	D (cm)	D <sup>2</sup> H (Mcm <sup>3</sup> )
10666	VIC	100	1,3	100	3,9	5,3	212,7
13554	VIC	98	1,1	98	3,4	5,0	171,4
10885	SA	100	0,9	100	2,2	4,9	120,9
12964	QLD	98	0,8	96	3,2	4,3	119,2
12500	NSW	100	0,9	98	2,3	3,8	82,1
13433	WA	100	0,7	100	2,2	3,5	61,7
12828	SA	100	0,6	100	1,7	2,6	30,7
13194	NSW	98	0,9	96	1,9	2,6	28,1
9856	WA	98	0,6	100	1,6	2,6	23,1
12350	WA	90	0,5	86	1,3	2,0	14,8

**Cuadro N° 6**  
**RESULTADOS ENSAYOS DE PROCEDENCIAS *Eucalyptus camaldulensis***  
**LLALLAUQUEN, VI REGION**

PROCEDENCIA		1 AÑO		4 AÑOS			
CODIGO	ESTADO	S (%)	H (m)	S (%)	H (m)	D (cm)	D <sup>2</sup> H (Mcm <sup>3</sup> )
10666	VIC	100	1,1	100	4,8	7,1	582,3
13554	VIC	100	1,0	97	3,9	6,3	409,6
12181	NT	98	0,6	98	3,4	5,5	279,4
13194	NSW	100	1,0	100	3,6	4,8	215,1
10885	SA	97	0,6	90	2,3	4,9	166,0
11836	NSW	100	0,7	100	2,8	4,9	162,4
13264	QLD	100	0,7	100	2,5	4,3	132,3
7912	WA	100	0,5	100	2,3	4,4	121,3
12500	NSW	95	0,7	95	2,4	4,2	118,8
9856	WA	98	0,5	90	1,8	3,4	63,7
12828	SA	98	0,5	98	1,9	3,3	58,8



## DISCUSION Y CONCLUSIONES

En los cuadros de resultados se puede apreciar que todas las procedencias probadas y en todos los ensayos mantienen, a los cuatro años de edad, una alta supervivencia. Esta es de un mínimo de un 85% en un par de casos, pero en la mayoría de los casos es cercana al 100%. Sin embargo, en el desarrollo alcanzado a esta edad se observan diferencias de importancia, ya que los valores extremos que se registran en los diferentes ensayos son de 1 a 4.8 m. para la altura total, y de 1.9 a 7.1 cm. para el diámetro del cuello, y para la variable respuesta ( $D^2H$ ) estos valores oscilan entre 13.5 y 582.3  $Mcm^3$ .

En el ensayo establecido en Rinconada, que es el que registra menor precipitación media anual (232 mm), las procedencias de Lake Albacutya, Victoria, muestran los mayores desarrollos triplicando o cuadruplicando aquellos alcanzados por las de menores desarrollos; Quilpie (Queensland) y Oodnadatta (Southern Australia). Sin embargo, el desarrollo de estas procedencias de Victoria no difiere estadísticamente en forma significativa del que registran las cinco procedencias que se ubican a continuación; Umberumberka Creek de New South Wales y otras de un apreciable menor desarrollo (Cuadro N° 3).

En las parcelas experimentales establecidas en Las Palmas también destacan claramente las procedencias de Lake Albacutya y una de éstas (10666) difiere significativamente de todas las restantes. El nivel de la variable respuesta para estos orígenes de semilla es más de diez veces superior que el alcanzado por aquél de Agnew, Western Australia (Cuadro N° 4).

Los resultados obtenidos hasta ahora en el ensayo de Mel-Mel indican similar tendencia. Los mayores desarrollos corresponden a las procedencias de Lake Albacutya, aunque en este caso el análisis estadístico no acusa diferencias significativas con aquellas de Port Lincoln (Southern Australia) y Emu Creek (Queensland) (Cuadro N°5).

En el ensayo de Llallauquén se reiteran los resultados para los orígenes de Lake Albacutya, que no difieren significativamente entre sí y uno de estos supera estadísticamente a todos los restantes. Buenos resultados muestran también las procedencias de Katherine (Northern Territory) y Mimindee (New South Wales) (Cuadro N° 6).

Las dos procedencias de Lake Albacutya son las de mayor desarrollo en los cuatro ensayos y, aunque no difieren significativamente entre sí, la colección identificada con el código 10666 supera en todos los casos a aquella identificada con el código 13554.

Otros resultados comunes a los cuatro ensayos son los menores desarrollos de las procedencias de Oodnadatta (Southern Australia) y Agnew (Western Australia).

Los resultados obtenidos en estos ensayos son en general coincidentes con la experiencia reunida en países de la cuenca del Mediterráneo.

Las procedencias Lake Albacutya (10666 y 13554 VIC) registran los mejores resultados en los cuatro lugares de ensayo. A continuación se ubican Katherine (12181 NT), Umberumberka Creck (11836 NSW), Port Lincoln (10885 SA) y Wiluma (7912 WA), cuyos resultados son satisfactorios en la mayoría de los ensayos.

La variabilidad intraespecífica es alta, ya que se encontraron diferencias estadísticamente significativas incluso entre las mejores procedencias. Las diferencias a los cuatro años de edad entre la mejor y peor procedencia en cada lugar, en términos de  $D^2H$ , es de más de 10 veces en la mayoría de los casos.

También son coincidentes los resultados en lo que se refiere a las limitaciones de la selección solamente por analogías climáticas. Las procedencias de Lake Albacutya, Umberumberka Creck y Wiluma, corresponden a zonas con menos de 250 mm anuales de precipitación y esta es de régimen invernal, por lo que muy probablemente habrían sido seleccionadas por este sistema. Sin embargo, difícilmente se habrían incluido aquellas de Port Lincoln, zona con más de 800 mm anuales, o de Katherine y Petford, que registran precipitaciones de 650 a 1200 mm y de régimen estival.

## REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS

- Bellefontaine R. et al., 1979.** Experience Internationale D' Origines D' *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. Dispositif de Sidi Slimane (Maroc) Ann. de la Recherche Forestiere au Maroc. V. 19.
- Boland, D.J.; M.I.H. Brooker and J.W. Turnbull. 1980.** Eucalyptus Seed. CSIRO. Australia. 191 p.
- Boland, D.J.; M.I.H. Brooker; G.M. Chippendale; N. Hall; B.P.M. Hyland; R.D. Johnston, D.A. Kleining and J.D. Turner. 1984.** Forest Trees of Australia. Nelson - CSIRO. Australia. 687 p.
- Burley J. and Wood, 1979.** Manual sobre Investigación de Especies y Procedencias con Referencia Especial a los Trópicos. Tropical Forestry Paper N° 10. Department of Forestry. Commonwealth Forestry Institute. University of Oxford.

**Eldridge, K.G. and Cromer, R. N. 1987.** Adaptation and Physiology of Eucalyptus in Relation to Genetic Improvement. En actas Simposio sobre Silvicultura y Mejoramiento Genético de Especies Forestales. Buenos Aires, Argentina. 6 a 10 de Abril de 1987.

**FAO. 1979.** Eucalyptus for Planting. FAO Forestry Series N° 11. Roma.

**Knockaert, C. 1984.** Production D' *Eucalyptus camaldulensis* Origine Lake Albacutya durant la Premiere et la Seconde Rotation. Ann. de la Recherche Forestiere au Maroc. V. 24.

**Turnbull, J. W. 1973.** Ecología y Variación de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. Instituto de Investigaciones Forestales de Canberra en Información sobre Recursos Genéticos Forestales. N° 2.

**Lacaze, J. F. 1977.** Study of the Ecological Adaptation of Eucalyptus : A Study of Provenances of *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. (FAO Project N° 6). En Nikles, Burley and Barnes. Progress and Problems of Genetic Improvement of Tropical Forest Trees. V. 2.

# ANTECEDENTES SOBRE LA CAPACIDAD DE RETOÑACION DE ALGUNAS ESPECIES DEL GENERO EUCALYPTUS EN CHILE

J. Antonio Prado D. (\*)

J. Carlos Bañados (\*)

Andrés Bello D. (\*)

## RESUMEN

Se analiza la capacidad de retoñación de 5 especies del género *Eucalyptus*, *E. delegatensis*, *E. globulus* ssp. *globulus*, *E. nitens*, *E. regnans* y *E. viminalis*.

Un año después de la corta sólo *E. regnans* no presentaba una retoñación suficiente como para asegurar la siguiente rotación de monte bajo. Las otras especies retoñaron bien, incluso *E. nitens* y *E. delegatensis*, especies que tradicionalmente se han considerado con ciertas limitaciones para rebrotar después de la corta.

Retoñación, *Eucalyptus*.

## ABSTRACT

Coppicing ability of 5 *Eucalyptus* species including *E. delegatensis*, *E. globulus* ssp. *globulus*, *E. nitens*, *E. regnans* y *E. viminalis*, is analyzed.

One year after the trees were cut, only *E. regnans* did not coppice abundantly enough to assure the next coppice rotation. The other species coppiced well, including *E. nitens* and *E. delegatensis*, species which are considered having a poor coppice ability.

Coppice, *Eucalyptus*.

(\*) Instituto Forestal, Huérfanos 554, Casilla 3085 Santiago - Chile.

## INTRODUCCION

La creciente demanda mundial por madera de fibra corta ha despertado un gran interés por la plantación con especies del género *Eucalyptus*.

Por su gran adaptabilidad a diversas condiciones de suelo y clima, en Chile existen varias especies que presentan altas tasas de crecimiento y que en muchos casos constituyen alternativas para la plantación en un determinado lugar.

La selección de la especie adecuada para un sitio en particular dependerá de varios factores, entre los que se destacan los aspectos climáticos y el objetivo de la plantación.

Cuando el objetivo es la producción de madera para pulpa en rotaciones cortas, uno de los factores más importantes a considerar es la capacidad de retoñación de la especie. Una especie que rebrote vigorosamente tiene claras ventajas sobre aquellas que no tienen esta capacidad, ya que permite eliminar los costos de reforestación, y un crecimiento acelerado por varias rotaciones.

Las especies del género *Eucalyptus* de más interés para la forestación en Chile son *E. globulus ssp. globulus*; *E. nitens*; *E. delegatensis*; *E. viminalis* y *E. regnans*.

De acuerdo a los antecedentes disponibles, *E. globulus ssp. globulus* y *E. viminalis* presentan una gran capacidad de retoñación, que puede dar origen a sucesivas rotaciones de monte bajo.

Las otras especies, en cambio, de acuerdo a lo que indica la literatura especializada, presentarían ciertos problemas para su regeneración desde el tocón. Esto hace que algunas compañías y forestadores prefieran *E. globulus*, aún en zonas en donde esta especie presenta problemas de adaptación, debido a las bajas temperaturas.

Turnbull y Pryor (1978) y Opie et al. (1978) señalan que *E. delegatensis* no rebrota bien; que en *E. regnans* esta característica es rara y que *E. nitens* puede producir regeneración de tocón, pero con ciertas dificultades.

La experiencia en Chile indica que en determinados casos las especies *E. delegatensis* y *E. regnans* rebrotan con bastante profusión y vigor; pero en otros, la regeneración es escasa o nula. Esto indica que hay factores tales como la procedencia, la

época de corta y al parecer, la altura de corte, que estarían incidiendo en la rebrotación de estas especies.

Los árboles de *E. nitens* que han sido cortados en Chile son escasos y en su mayoría forman parte de las parcelas del proyecto de introducción de especies del Instituto Forestal. La mayoría de estos árboles han retoñado, pero no muy vigorosamente. Esto puede deberse a que han quedado bajo el dosel de los otros árboles que componen la parcela.

Las parcelas de *E. nitens* considerados en este estudio son las primeras que se cortan a tala rasa, permitiendo observar la retoñación de la especie sin la influencia de otros árboles.

El presente trabajo analiza y compara la capacidad de retoñación de estas especies, aportando información que, sin duda, es importante al momento de tomar una decisión en cuanto a la o las especies a emplear, especialmente en proyectos destinados a la producción de pulpa.

## MATERIAL Y METODO

Se analiza la retoñación de las especies *E. globulus ssp. globulus*, *E. delegatensis*, *E. nitens*, *E. regnans* y *E. viminalis*, en parcelas de introducción de especies establecidas por el Instituto Forestal en 1968 y 1969, que fueron cortadas en Febrero de 1989 por el propietario del predio en donde INFOR había establecido el ensayo. Las parcelas están ubicadas en las cercanías de Mulchén.

Por tratarse de plantaciones experimentales, las especies están en parcelas distribuidas de acuerdo a un diseño estadístico. El diseño es de parcelas completamente aleatorizadas con tres repeticiones. En este caso, sin embargo, sólo se consideran los árboles con un desarrollo normal al momento de la corta, y que no hubiesen sido cortados anteriormente. La diferencia de edad (1 año) entre algunas de las parcelas se considera irrelevante para los efectos de este estudio.

La retoñación se midió en Abril de 1990, es decir, 14 meses después de la corta, registrándose las siguientes variables: % de tocones retoñados, número de retoños, altura máxima, diámetro del retoño de mayor altura, altura del tocón y diámetro del tocón. Además se registró el tipo de retoño, según su origen en el tocón. Los porcentajes se transformaron a arcosenos para su análisis estadístico.

Con el fin de conocer si existen diferencias en la capacidad de retoñación de las distintas especies en estudio, se comparan algunas de las variables registradas en terreno, mediante Análisis de Varianza. También se incluye la variable  $D^2H$ , que constituye una mejor estimación de la biomasa desarrollada por el retoño.

Los supuestos de homocedasticidad, normalidad y aditividad se comprueban con las pruebas de Bartlett, Shapiro - Wilk y Tukey respectivamente.

Para especificar las diferencias, cuando estas existen, se emplea el test de comparación múltiple de Tukey.

Además, se pretende establecer una relación entre la capacidad de retoñación y algunas características del tocón, que reflejan condiciones propias del árbol (diámetro del tocón) y del sistema de cosecha (altura del tocón), mediante análisis de regresión.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Después de 14 meses de haber sido cortados los árboles, la regeneración es abundante y vigorosa en 4 de las especies estudiadas. Solo la especie *E. regnans* presenta un porcentaje de retoñación considerablemente inferior. Así lo indican los resultados que se entregan a continuación.

### Capacidad de retoñación

La capacidad de retoñación está dada por el porcentaje de tocones que emitieron retoños y por el número de retoños que lograron desarrollarse. Estos resultados se presentan en el Cuadro N° 1.

Cuadro N° 1  
**PORCENTAJE DE RETOÑOS Y NUMERO DE RETOÑOS,  
 POT TOCON, SEGUN ESPECIE**

ESPECIE	% DE RETOÑACION	Nº DE RETOÑOS (x)
<i>E. viminalis</i>	100,0 a	5,2 c
<i>E. globulus</i> ssp. <i>glubulus</i>	93,1 a	6,6 b
<i>E. nitens</i>	81,8 a	5,9 b c
<i>E. delegatensis</i>	80,1 a	8,0 a
<i>E. regnans</i>	17,0 b	4,7 c

a,b,c : los valores acompañados por igual letra no presentan diferencias estadísticamente significativas al 95% de confianza.

*E. viminalis* y *E. globulus* confirman su excelente capacidad para retoñar después de la corta. En el caso de *E. globulus* se produjeron fallas, debido a que algunos tocones quedaron tapados por desechos de la explotación, lo cual impidió una retoñación normal. Esto también afectó a otras especies.

Aún cuando estadísticamente *E. delegatensis* y *E. nitens* no presentan diferencias significativas con las especies *E. viminalis* y *E. globulus*, la diferencia en cuanto a porcentaje de retoñación es considerable, ya que en la práctica esto significa perder un importante porcentaje de la capacidad productiva del bosque.

Al analizar las causas de la falta en la retoñación en *E. delegatensis* se pudo constatar que existe una alta correlación entre este proceso y la altura del tocón. La mayoría de los árboles que no rebrotaron fueron cortados a ras de suelo. Se puede decir que todos los árboles cortados a una altura normal (15 - 20 cm.) rebrotaron sin problemas. Fuera de lo señalado, el número y desarrollo de los rebrotes no mostró correlación con las características del tocón (altura y diámetro), tanto en esta como en las otras especies en estudio.

En consecuencia, los porcentajes de retoñación de *E. delegatensis* podrían ser muy superiores a los señalados en este estudio, si se tiene la precaución de dejar un tocón de unos 20 - 25 cm. de altura.

En el caso de *E. nitens*, también debería aumentar el porcentaje de retoñación al hacer una explotación más cuidadosa.

Los resultados de *E. regnans* confirman que tiene escasa capacidad para retoñar, lo cual le deja en clara desventaja frente a las otras especies.

Al analizar el número de retoños por tocón, la especie que rebrota más abundantemente, contra todo lo señalado, es el *E. delegatensis*. Aún cuando estadísticamente se producen diferencias significativas entre las especies, desde el punto de vista práctico éstas no son de gran importancia, ya que todas presentan un número de retoños suficiente como para asegurar la regeneración.

### **Tipo de retoño**

La retoñación de los Eucalyptus puede producirse a partir de yemas adventicias que se forman en la parte alta del tocón, entre madera y corteza, como consecuencia de la herida producida por el corte, y de yemas latentes, epicórmicas, situadas en los costados



del tocón, que se activan debido al desbalance fisiológico que se produce al cortar el árbol (Kramer y Kozlowski, 1960).

Por lo general la retoñación de yemas adventicias es más frágil y tiende a caerse por efecto del viento, desprendiendo la corteza. Este se observa con frecuencia en la regeneración de *E. delegatensis*, que se caracteriza por una corteza bastante blanda. La retoñación de yemas latentes bajas, en cambio, es más firme y es la que tiene mayores probabilidades de desarrollarse.

En el cuadro siguiente se indica el número de retoños según su origen.

Cuadro Nº 2  
**NUMERO DE RETOÑOS SEGUN SU ORIGEN**

ESPECIES	Nº DE RETOÑOS ADVENTICIOS (x)	Nº DE RETOÑOS EPICORMICOS (x)
<i>E. delegatensis</i>	2,2	5,8
<i>E. globulus ssp. globulus</i>	2,4	4,2
<i>E. nitens</i>	1,2	4,7
<i>E. regnans</i>	0,1	4,6
<i>E. viminalis</i>	2,1	3,1

En todas las especies, la mayoría de los retoños tiene su origen en yemas epicórmicas, lo cual asegura la estabilidad de la regeneración.

### Crecimiento

El crecimiento alcanzado por los retoños se presenta en el Cuadro Nº 3, expresado en base a tres variables : Altura máxima, Diámetro máximo y D<sup>2</sup>H, que combina las anteriores, dando una mejor idea de la biomasa total alcanzada por el retoño de mayor desarrollo.

Cuadro N° 3  
**ANTECEDENTES SOBRE EL CRECIMIENTO DE LOS RETOÑOS  
 SEGUN ESPECIE, 14 MESES DESPUES DE LA CORTA**

ESPECIES	ALTURA MAXIMA (cm)	DIAMETRO MAXIMO (cm)	D <sup>2</sup> H MAXIMO (cm <sup>3</sup> )
<i>E. globulus ssp globulus</i>	330 a	3,2 a	3,806 a
<i>E. regnans</i>	257 a	3,3 a	3,289 a
<i>E. nitens</i>	236 a	3,4 a	2,707 a
<i>E. viminalis</i>	271 a	2,9 a	2,299 a
<i>E. delegatensis</i>	228 a	2,6 a	1,704 a

a: Las especies acompañadas por la misma letra no presentan diferencias significativas.

Al analizar las variables Altura máxima, Diámetro máximo y D<sup>2</sup>H, las diferencias no son estadísticamente significativas, aún cuando son de importancia. En términos de altura *E. globulus* y *E. viminalis* son las especies de mayor crecimiento, pero si se toman las dos variables combinadas, se destacan también los desarrollos de *E. regnans* y *E. nitens*, que presentan un considerable desarrollo diamétrico.

LLama la atención el menor desarrollo alcanzado por *E. delegatensis*, aún cuando esto concuerda con el patrón que ha demostrado esta especie en Chile, que por lo general presenta un lento desarrollo en los 10 primeros años, y un desarrollo acelerado en los años siguientes.

## CONCLUSIONES

*E. globulus ssp. globulus* y *E. viminalis* presentan una excelente capacidad de retoñación y con los debidos cuidados al momento de la explotación se puede esperar que casi la totalidad de los árboles rebroten. Esto asegura varias rotaciones de monte bajo.

*E. delegatensis* y *E. nitens*, en contra de lo que señala la literatura, retoñan bien, con lo que se podría esperar por lo menos una rotación de monte bajo, antes de que el sitio quede subutilizado por una baja densidad en la plantación.

Se supone que con técnicas adecuadas de corta, se debería superar las cifras obtenidas en este estudio.

*E. regnans* no presenta una buena capacidad de retoñación, lo cual le pone en amplia desventaja como especie para ser manejada en rotaciones cortas.

## REFERENCIAS

**Kramer, P. J. y T. Kozlowski; 1960.** Physiology of Trees - McGraw - Hill Book Company Inc. 642 p.

**Opie, J. E. R.A. Curtin y W. D. Incoll 1978.** Stand Management. In : Eucalyptus for Wood Production. Eds. W. E. Hillis y A. G. Brown. CSIRO Australia 434 p.

**Turnbull J. W. y L. D. Pryor 1978.** Choice of Species and Seed Sources. In : Eucalyptus for Wood Production. Eds. W. E. Hillis y A. G. Brown, CSIRO - Australia 434 p.

**PROPOSICION PRELIMINAR PARA EL DESARROLLO DE UN SOFTWARE DE PROCESAMIENTO DE IMAGENES SATELITALES.** Carlos Bahamondez V. y Juan Carlos Bafiados M. Instituto Forestal, Huérfanos 554. Santiago.

## INTRODUCCION

La utilización de datos digitales obtenidos a partir de sensores remotos posibilita al usuario forestal el disponer de una poderosa herramienta, tanto por la presentación gráfica como por la flexibilidad en el manejo de estos datos.

La mayoría de los proyectos forestales, especialmente aquellos que dicen relación con el catastro de recursos a nivel nacional o regional, así como aquellos que implican la detección de plagas, control de incendios o el manejo y la explotación de bosques, requieren del uso de imágenes satelitales, debido a su amplia cobertura y a su bajo costo relativo. Como consecuencia de ello, las instituciones relacionadas deben disponer del equipo y procesadores necesarios para el manejo de esta información digital.

Aunque en el mercado existen actualmente varios procesadores de imágenes de diversos costos, el valor asociado a este software en algunos casos supera las posibilidades de adquirirlo. Bajo este contexto los autores del presente apunte, han venido desarrollando un procesador orientado al tratamiento de imágenes en microcomputadores.

## ALGUNOS CONCEPTOS UTILIZADOS PARA LA ELABORACION DEL PROCESADOR.

### Proceso de formación de imágenes y Modelo de imagen

Para la mayoría de los investigadores y personas en general, el concepto de imagen va asociado a la forma análoga en que ésta es representada, es decir una unidad continua e integrada cuya información no es posible desagregar. Las imágenes digitales, por otro lado, presentan información discreta y asociada a características que son específicas a la naturaleza del detector empleado.

Una imagen puede definirse como una función de intensidad lumínica  $f(x,y)$ , donde el valor o amplitud del elemento de imagen en la posición  $(x,y)$  corresponde a la intensidad de la imagen en ese punto. Todos los objetos son percibidos por medio de la energía que de ellos se capta.

La función de imagen  $f(x,y)$  se puede explicar entonces por la concurrencia de dos componentes: la Iluminación  $i(x,y)$  y la Reflección  $r(x,y)$  para la posición espacial  $(x,y)$ .

luego :

$$f(x,y) = i(x,y) \cdot r(x,y) \quad (1)$$

donde :

$$0 < f(x,y) < \infty$$

$$0 < i(x,y) < \infty \quad (2)$$

$$0 < r(x,y) < 1 \quad (3)$$

De lo anterior es posible observar que el componente  $i(x,y)$  condiciona las características del componente  $r(x,y)$ , ya que este último depende del tipo de radiación que incide sobre el objeto. A su vez, el componente  $r(x,y)$  está también determinado por la naturaleza del objeto iluminado. En otras palabras, el dato o valor digital que se presenta en una imagen satelital es el resultado de la interacción de los componentes de iluminación y reflexión reunidos en la función de imagen  $f(x,y)$ .

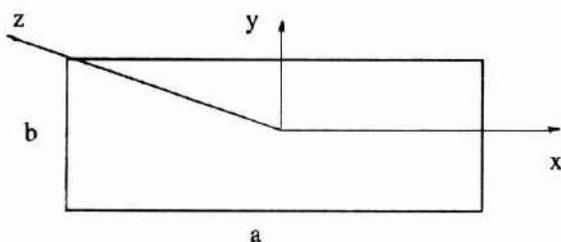
Con el propósito de hacer que la información incluida en  $f(x,y)$  esté realmente disponible, se requiere que el sensor utilizado realice una cuantificación del elemento observado, asignándole un valor y relacionándolo a coordenadas espaciales. Luego, cuando se despliega una imagen en pantalla, implícitamente se están recorriendo los valores asociados a la matriz de datos.

### Proceso de cuantificación

Cuando se requiere trabajar con una función de imagen  $f(x,y)$ , ésta debe tener una forma digital que incluya una resolución espacial y amplitud.

La resolución espacial se refiere a cual es la tasa de muestreo que actúa sobre la imagen, es decir que tan espaciados se encuentran los puntos uno de otro. Por otro lado la amplitud dice relación con el nivel de tono de gris alcanzado por el punto en la posición  $(x,y)$ .

El aspecto de resolución espacial de la imagen digital es muy importante, ya que supedita la potencialidad de la información al tamaño del elemento de imagen capturado en terreno y por ende condiciona la amplitud. Tal es así, que llevando esto al modelo (1) se tiene que:



Donde, el rectángulo representa el punto de terreno de dimensiones  $a \times b$  (resolución espacial), el cual involucra un tamaño mínimo, y por lo tanto, el vector  $z = f(x,y)$  (amplitud) representa el efecto integrado de los elementos que se encuentran dentro de este cuadro. En relación a la amplitud, ésta es distinta dependiendo del componente  $i(x,y)$  (según modelo 1), luego se habla de resolución espectral cuando se estipula cuantas partes del espectro electromagnético se utilizan para "iluminar" el mismo objeto. Por otro lado, cada componente  $i(x,y)$  tiene asociada una cantidad de niveles de gris sobre la cual se asignan valores a cada punto  $(x,y)$ . En este caso se habla de resolución radiométrica. En este mismo contexto la resolución temporal dice relación al período de tiempo que pasa entre una lectura de imagen y otra.

Para el caso de una imagen con datos obtenidos por el satélite LANDSAT (mapeador temático, TM), el tamaño de cada elemento de imagen en terreno es de 30 x 30 metros. Luego, cualquier objeto menor de 30 x 30 metros es incluido con otros y su aporte espectral es compartido. La resolución espectral es de 7 bandas, más la radiométrica de 256 niveles y la temporal de 16 días.

## DESARROLLO DEL PROCESADOR

### Objetivos propuestos

Con el desarrollo de este procesador de imágenes se pretende :

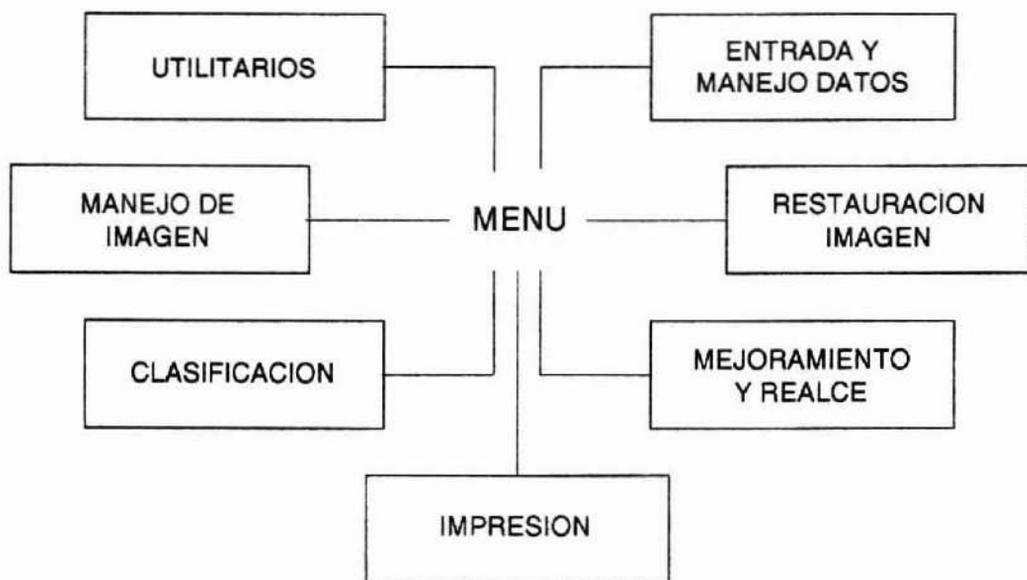
- Generar una configuración mínima en módulos de proceso que permita acceder, manejar, restituir, mejorar y clasificar la imagen en pantalla.
- Entregar una herramienta de análisis de bajo costo en equipo y de arquitectura abierta, lo cual implica la posibilidad de aumentar sus potencialidades por medio de la inclusión de otros algoritmos.

- Entregar una herramienta que permita la capacitación y entrenamiento de personas que deban realizar labores de fotointerpretación.

Para cumplir los objetivos señalados, se diseñó el procesador considerando minimizar el costo de desarrollo sin perder capacidades gráficas, además de establecer un diagrama de flujo mínimo para su funcionamiento eficiente.

### Módulos y Diagrama de Flujo propuestos

El Procesador de imágenes presenta el siguiente diagrama organizacional :



#### Módulo I : *Entrada y Manejo de Datos*

Este módulo permite manejar y mantener todos los archivos correspondientes a las imágenes completas, o subescenas de las diferentes bandas para datos provenientes de los Satélites Landsat, Spot, etc.

Se ha diseñado para grabar, borrar, combinar archivos y mezclar bandas e imágenes de diferentes fechas, y en general, para todo lo referente al traspaso y preparación de datos en todo tiempo de ejecución del procesador.

**Módulo II : Restauración de Imágen**

Este módulo permite verificar y corregir una serie de errores ocurridos durante la captura de los datos por parte del sensor. Como son :

- Correcciones geométricas, radiométricas, atmosféricas y topográficas.
- Correcciones para imágenes tomadas en diferentes fechas, por diferentes satélites o diferentes ángulos solares.
- Correcciones por diferencia de respuesta en los detectores.

**Módulo III : Mejoramiento y realce de la imágen**

A través de este módulo se realiza una serie de transformaciones algebraicas, algoritmos matemáticos y técnicas estadísticas para la obtención de imágenes mejoradas, en función de los objetivos que se tengan.

Es a través de este módulo donde se obtiene real provecho de la imagen digital, permitiendo al usuario obtener mayor posibilidad de interpretación de la información contenida en las cuentas digitales.

Se consideran :

- Técnicas de contraste.
- Técnicas de realce (División de bandas, componentes principales, etc.).

**Módulo IV : Técnicas de clasificación**

Este módulo se orienta a la interpretación y clasificación de la información del satélite, definiéndose esta parte como la aplicación específica según áreas de interés por parte del usuario.

Aquí se define una serie de herramientas que permiten al usuario realizar una clasificación supervisada (con puntos de control en terreno) o no supervisada (sin puntos de control, apoyado en técnicas estadísticas de clasificación).



**Módulo V : Manejo de imagen**

Este módulo permite desplegar la imagen leída en pantalla y manejarla, mediante el uso de algunos utilitarios como :

- Definición de áreas para obtener magnificación (Zoom).
- Definición de áreas para obtener histogramas de frecuencia de valores de reflectancia.
- Definición de áreas para entrenamiento.

**Módulo VI : Utilitarios**

Bajo este módulo se encuentran todas las funciones generales del sistema, como son: control de hardware, menús de comandos y otros, que interactuarán con los diferentes módulos definidos anteriormente.

**Módulo VII : Impresión**

Uno de los módulos que potencian cualquier procesador de imágenes, luego de corregir, mejorar y clasificar imágenes, es el que genera una imagen en papel de los resultados obtenidos. Por lo cual y dependiendo de los equipos disponibles, se desarrollará este módulo orientado a la producción de salidas en papel, transparencias o mapas corregidos.

**BIBLIOGRAFIA.**

**Boletín Informativo II semestre de 1985.** Instituto Geográfico Militar de Chile. (p 30 - 37).

**Rafael González & Paul Wintz. 1977.** Digital Image Processing. Addison Wesley Publishing Co. Inc.

**Jeng, Jong 1989.** Spectral analysis and Filtering Techniques in Digital Spatial Data Processing. TGS Technology Inc. EROS Data Center US Geological Survey. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. Vol. 55(8) : 1203 - 1207.

**Lorenzini, M. y Benitez, A.,** Estimación de superficies cultivadas utilizando información satelitaria. Revista SELPER, Vol. 6 N° 2, Junio 1990, p. 25 - 34.

**Buchheim, M. P., A. L. Maclean, and T. M. Lillesand, 1985.** Forest Cover Type Mapping and Spruce Budworm Defoliation Using Simulated Spot Imaginary. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. Vol. 51 (8) : 1115 - 1122.

**APUNTES SOBRE ALGUNAS ACACIAS AUSTRALIANAS. I.- *Acacia mearnsii* De Willd.** Ute Kannegiesser S., Ingeniero Forestal, División Regional, Instituto Forestal, Barros Arana 121, Concepción, Chile.

## INTRODUCCION

La familia Mimosaceae está subdividida en diferentes secciones, que agrupan especies con características morfológicas distintivas. La sección *Botrycephalae* incluye aproximadamente 36 especies del género *Acacia* originarias de Australia. Entre sus características destaca la presencia de follaje bipinnado hasta la madurez. A diferencia de las acacias africanas son siempre verdes y no presentan espinas. Todas las especies de esta sección crecen en las áreas más frías y húmedas del SE australiano, ocupando generalmente una posición sociológica secundaria en los bosques de *Eucalyptus*.

A esta sección pertenecen entre otras *Acacia mearnsii*, *A. dealbata*, *A. decurrens*, *A. silvestris*, *A. irrorata*, *A. elata* y *A. parramattensis* (Boland, 1987; Turnbull, 1986).

*Acacia mearnsii* recibió su nombre botánico en honor al colector del espécimen tipo, el cirujano americano E. A. Mearns (1856 - 1916). El nombre común, black wattle, aromo negro o acacia negra, se refiere al follaje y a la corteza, ambos de color oscuro.

La especie está estrechamente relacionada con *A. decurrens*, de la cual incluso durante una época fue considerada una variedad (*A. decurrens* var. *mollis*) y con *A. dealbata*. Esta, sin embargo, presenta folíolos más largos, follaje plateado y legumbres más toscas. Antiguamente la acacia negra era conocida científicamente como *A. mollissima*.

## ANTECEDENTES GENERALES

### Descripción botánica

*A. mearnsii* es un arbusto grande o un árbol pequeño, comunmente de 6 a 10 m, pero puede alcanzar hasta 20 m de altura (Boland et al., 1984; Turnbull, 1986).

Los ejemplares que crecen solitarios presentan copas amplias y extendidas, son ramificados desde la base y con el tronco principal torcido. Pero al crecer en plantaciones, el fuste es generalmente recto y delgado hasta tres cuartas partes de la altura total.

La corteza en árboles viejos es de color café - negruzco, dura y fisurada, pero en individuos más jóvenes y en las partes altas de aquellos de más edad es de color café - grisáceo, más delgada y suave.

El follaje adulto es de color verde oscuro con brotes nuevos suavemente amarillos. Las hojas son compuestas bipinnadas con 9 a 20 pares de ejes secundarios, cada uno con 15 a 70 pares de folíolos anchos redondeados. Estos miden 1,5 a 3 mm de largo por 0,5 - 0,75 mm de ancho. Están dispuestos en forma apretada a lo largo del eje secundario. Son de color verde oscuro por ambas caras, brillantes por el haz y más pálidos y pubescentes por el envés. El largo total de las hojas compuestas fluctúa entre 8 y 12 cm. A lo largo y sobre el raquis aterciopelado y en los pedúnculos de las inflorescencias se encuentran numerosas glándulas espaciadas irregularmente.

Las inflorescencias están compuestas por cabezuelas globulares con 20 - 30 flores de color amarillo crema pálido, dispuestas en panículas. Son casi tan largas como las hojas. La floración ocurre entre octubre y diciembre.

Los frutos son legumbres más o menos rectas, finamente peludas, comprimidas entre las semillas. Miden entre 5 - 15 cm de largo por 4 - 8 mm de ancho y maduran 12 a 14 meses después de la floración. Cada legumbre contiene entre 1 y 14 semillas de color negro, ovoides, de 3 - 5 mm de largo por 2 - 3,5 mm de ancho, que se caracterizan por presentar un arilo terminal corto de color crema (Costermans, 1981; Beadle et al., 1982).

La madera de *A. mearnsii* es finamente texturada y presenta anillos de crecimiento poco visibles. La albura es de color café muy pálido y el duramen, café claro con moteado rojizo. La durabilidad es considerada ligera o moderada. La densidad básica es de aproximadamente 630 kg/m<sup>3</sup> y la densidad de la madera secada al aire fluctúa entre 550 y 800 kg/m<sup>3</sup> (Bootle, 1984).

### Distribución natural

*A. mearnsii* es originaria del SE de Australia. Principalmente se encuentra en las tierras bajas y costeras y en las adyacentes laderas bajas de las mesetas y cordilleras, desde cerca de Sidney, N.S.W., hasta el SE de Australia Meridional y Tasmania. El rango latitudinal es de 33° - 44° S. Se distribuye desde el nivel del mar hasta aproximadamente los 900 m.s.n.m. (Sherry, 1971; Boland et al., 1984; Turnbull, 1986).

## Clima

*Acacia mearnsii* crece en las zonas climáticas húmedas y subhúmedas, cálidas y frías. En estas regiones la temperatura máxima media del mes más cálido varía entre 22° y 28°C. El promedio de días con temperaturas sobre los 32°C es entre 1 y 15. El aroma negro se encuentra raramente en áreas donde las temperaturas exceden los 38°C y no prospera con 40°C.

La temperatura mínima media del mes más frío del rango de distribución es entre 0° y 6°C. Las localidades de la costa no presentan heladas; aquellas del interior, entre 1 y 20 al año y a mayor altitud se han registrado hasta 40.

Las precipitaciones medias anuales son de 625 a 900 mm y caen en 105 a 175 días al año. La incidencia estacional varía desde un débil máximo estival hasta uno invernal en el sur de su distribución.

## Topografía

El aroma negro se presenta en una topografía montañosa suave y moderada, prefiriendo las exposiciones este y sur. Se ha encontrado en basaltos, granitos y areniscas, pero es común en suelos derivados de esquistos y pizarras metamórficas, aluviales y podzoles forestales profundos de moderada a baja fertilidad. Las texturas son principalmente arcillosas y arcillo-arenosas. Los mejores crecimientos de *A. mearnsii* se han observado en suelos húmedos, relativamente profundos, de textura liviana, bien drenados y generalmente ácidos, con un pH entre 5 y 6,5.

## Asociaciones vegetales

*A. mearnsii* se presenta en el sotobosque de bosques altos y abiertos, dominados por eucaliptos. En áreas costeras crece con *Eucalyptus ovata*, *E. saligna*, *E. globulus* y *E. viminalis*. A mayores altitudes se asocia con *E. cypellocarpa*, *E. radiata* y *E. viminalis*. Puede formar masas densas, especialmente donde ha colonizado tierras explotadas.

## Usos

Esta acacia es probablemente el mejor ejemplo de una especie australiana que se utiliza extensivamente fuera de su país de origen y es casi ignorado en el mismo.

Desde los primeros días de la colonización australiana en N.S.W. los europeos reconocieron las características de esta especie. Inicialmente se valoró la madera que proporcionaba como material para construcciones livianas y para combustible. Más tarde se comenzó a utilizar la corteza como materia prima para la curtiembre.

*Acacia mearnsii* es la fuente principal de corteza para la industria de taninos vegetales a nivel mundial. Estos son utilizados en la manufactura de cuero duro para zapatos, monturas y otros productos. Las industrias de taninos basadas en esta especie se han desarrollado principalmente en Brasil (Oliveira, 1968), Kenya (Kenya Forest Service, 1971), India (SamraJ y Chinnamani, 1978; Gupta et al., 1981) y Sudáfrica, Tanzania y Zimbahue (Sherry, 1971). Se considera que la corteza de *A. mearnsii* es una de las mejores en términos de rendimiento por árbol y de calidad respecto de la composición y color de los taninos. *A. decurrens* tiene aproximadamente el mismo rendimiento y en *A. pycnantha* éste es aún superior, pero ambas cortezas proporcionan extractos de mayor coloración y al utilizarlos para curtir, los productos resultantes son más oscuros. La corteza del aramo negro contiene entre 36 y 41% de taninos, excepcionalmente buenos, dependiendo los rendimientos de factores ambientales.

La corteza y el extracto obtenido de esta especie presentan otras aplicaciones. Ambos se utilizan como preservantes para redes de pesca, sogas y velas. En Sudáfrica se produce un compuesto requerido para el tratamiento de agua de las calderas. Otros estudios han demostrado que el extracto de corteza de *A. mearnsii* puede aprovecharse como base para el baño superficial de metales, en molduras de plástico y para la fabricación de adhesivos. Estos presentan características de resistencia al agua similares a aquellos adhesivos del tipo resorcinol, pero se producen con un menor costo. Este parece ser uno de los usos alternativos más promisorio para el extracto de corteza. Los adhesivos son empleados en la industria de madera prensada para exteriores, tableros de partículas y madera laminada (Coopens et al., 1980).

La madera de *A. mearnsii* era y es utilizada principalmente como combustible. Con un peso específico de 0,70 - 0,85 g/cm<sup>3</sup> proporciona excelente leña, que presenta un poder calorífico de 14.630 - 16.720 kJ/kg y un contenido de cenizas de aproximadamente 1,5%. También es apropiada para la producción de carbón. Se puede obtener un rendimiento de 25% por peso o 50% por volumen de carbón de buena calidad (Sherry, 1971). Este presenta un peso específico entre 0,3 g/cm<sup>3</sup>, un poder calorífico de 27.588 kJ/kg y un contenido de cenizas de 0,4% (National Academy of Sciences, 1980).

A medida que aumenta la superficie plantada a nivel mundial, surgió la necesidad de encontrar usos alternativos para la madera. En Inglaterra se comprobó que la madera

de *A. mearnsii* presenta características para la destilación de alcoholes similares al abedul y a algunas encinas.

La madera proporciona una pulpa de color muy oscuro compuesta por fibras muy cortas. A través del proceso soda se obtiene 45 a 50% de pulpa no blanqueada de un color ligeramente café, con la cual se produce un papel opaco de poca resistencia debido a la longitud de la fibra (0,8 - 1,1 mm).

Con el proceso sulfito, el rendimiento es de 48% de pulpa seca, no blanqueada, de color café-grisáceo, la cual proporciona un papel similar al anterior en apariencia y propiedades. Al utilizar corteza sin extraíbles, con el proceso soda se obtiene entre 28 y 35% de pulpa seca no blanqueada, que fácilmente adquiere un color crema y con la que se produce un papel opaco con cierta resistencia y calidad (largo de fibra promedio 1,7 mm). Esto se considera bastante apto para producir papel de envolver con buenas características de resistencia y ciertos tipos de papel blanco o crema de menor calidad. Sin embargo, la densidad de la madera encarece el chipeado requerido para la producción de pulpa (Hannah et al., 1977).

Además la madera es usada en forma limitada en la construcción, minería y en la fabricación de mangos de herramientas y parquet.

Para esto último cumple los requisitos de durabilidad y apariencia. Sin embargo, las pérdidas en la conversión son considerables y la madera debe ser secada lentamente para evitar el agrietamiento. Las dificultades de secado que presenta la madera han disminuido su uso en la industria del mueble.

Las hojas de *A. mearnsii* contienen alrededor de un 15% de proteínas, pero ensayos con ovejas mostraron que son impalatables por sí solas y sólo se aceptaron cuando eran mezcladas con otros forrajes (Goodricke, 1978). En Japón se les considera un forraje de inferior calidad (Nakahizo e Isshiki, 1961). En cambio, en Hawaii se ha alimentado satisfactoriamente ganado durante períodos secos.

Debido a su rápido crecimiento a su adaptabilidad a una gran variedad de sitios y a su habilidad de colonizar tierras que han perdido todo o casi todo el suelo superficial, *A. mearnsii* ha sido efectiva para controlar la erosión y para mejorar la fertilidad (National Academy of Sciences, 1980; Waki, 1984). En Indonesia, Zaire y Sri Lanka, *Acacia mearnsii* se planta a grandes altitudes y en suelos pobres que son inestables y no soportan cultivos agrícolas. Se ha probado que plantaciones densas son efectivas para prevenir futuras erosiones, aún en laderas con hasta 50% de pendiente.

*A. mearnsii* es un eficiente fijador de nitrógeno. En Indonesia ha rendido 21 - 28 t/año de hojas verdes, conteniendo 240 a 285 kg. de nitrógeno. En la región volcánica de Wonosobo (Indonesia) donde existen extensas plantaciones de esta especie, los agricultores declararon que los cultivos hortícolas y de tabaco que crecen en rotaciones con los árboles, rinden el doble debido al abono verde, aportado por los primeros (National Academy of Sciences, 1980).

## SILVICULTURA

### Características generales

*A. mearnsii* es una especie de rápido crecimiento que alcanza su máxima tasa aproximadamente 3 a 5 años después de su plantación. Tiene un período de vida de 15 a 20 años. El sistema radicular se desarrolla en las capas superficiales del suelo y las raíces principales son cortas, por lo cual disminuye su resistencia al viento. Es una especie demandante de luz y sensible al fuego y a sequías cuando joven y a temperaturas bajo -4° a - 6 °C. Siendo fijador de nitrógeno tolera suelos relativamente infértiles, pero requiere una buena provisión de fósforo para su rápido crecimiento. Uemura et al. (1957) reportaron que el crecimiento de *A. mearnsii* en soluciones de cultivo hidropónico sin fósforo, fue el más pobre de todos. Sin embargo, la reacción fue excelente con niveles altos de fósforo, después de haber alcanzado un equilibrio en la relación N/P como resultado de la formación de nódulos. La falta de potasio causa estancamiento del crecimiento y la ausencia de calcio y magnesio producen la caída de las hojas y muerte apical. Los microelementos boro y molibdeno actúan como mejoradores del crecimiento y de la formación de nódulos.

Las áreas óptimas para las plantaciones comerciales de *A. mearnsii* en las zonas subtropicales de Sudáfrica se ubican sobre los 400 m de altitud, donde las precipitaciones son del orden de 850 - 1.200 mm y la temperatura media anual supera los 16°C (Schönau y Schulze, 1984). En áreas más tropicales *A. mearnsii* crece mejor en altitudes de 1.500 - 2.500 m con precipitaciones medias anuales de 900 - 1.600 mm y una temperatura media anual entre 12° y 18 °C (Webb et al., 1984). Su crecimiento es lento si las temperaturas son muy altas y en esas condiciones requiere precipitaciones sobre los 1.000 mm anuales (Turnbull, 1986). Por eso en países ecuatoriales como Indonesia, sólo crece sobre los 1.000 m de altitud (National Academy of Sciences, 1980).

Su habilidad para retoñar es débil, aunque tocones jóvenes lo hacen rápidamente. *A. mearnsii* es un agresivo colonizador y se ha transformado en maleza en algunos



sectores en Africa, donde los incendios forestales forman parte del ecosistema (Boucher, 1980).

También en Hawaii es una maleza nociva y se extiende prolíficamente entre los 600 y 1.200 m de altitud en zonas con 1.000 a 2.000 mm de precipitaciones al año.

En general los ataques de pestes y enfermedades no son serios y no afectan la producción maderera, excepto en ambientes húmedos con más de 3.000 mm de precipitación. En estas condiciones los árboles son más susceptibles al ataque de insectos y enfermedades fungosas. Al sur de Brasil un escarabajo que anilla ramas y ramillas ha causado fuertes daños (Vulcano y Pereira, 1978). También se han observado varios taladadores. Un desorden, al parecer fisiológico, conocido como gomosis, en el cual se exuda una goma sin haber daño aparente, puede causar pérdidas y es común en muchas áreas.

### **Producción de plantas**

Existen aproximadamente 60.000 semillas viables de *A. mearnsii* por kilogramo. Para asegurar una rápida y completa germinación la latencia de cubiertas debe ser eliminada antes de la siembra. La escarificación mecánica puede ser muy efectiva, pero la semilla comúnmente es tratada por inmersión en agua muy caliente (90°C) por 30 - 60 segundos (Poeggenpoel, 1978). Sherry (1971) recomienda dejarlas remojando por 12 horas. Luego se drenan y se lavan con agua fría para eliminar impurezas y el mucílago. Una vez limpias, las semillas se esparcen sobre sacos y se dejan secando a la sombra. La semilla tratada de esta manera puede almacenarse por 2 o 3 años sin que pierda su viabilidad.

Para producir plantas en vivero, en India la siembra se realiza en Septiembre, así alcanzarán el tamaño adecuado para la plantación en junio o julio después del monzón (NAIR, 1956). En el estado de Bombay (India), la semilla pretratada se siembra en líneas distanciadas a 9 cm en plantabandas en el vivero. Las plántulas resultantes se repican cuando presentan una altura de 10 - 15 cm hacia tubos de bambú de 30 - 40 cm de largo y 7 - 10 cm de diámetro. En ellos permanecen 6 - 9 meses.

En Brasil la siembra se realiza en almácigos. En hoyos distanciados a 4 cm y a una profundidad de 2 cm se colocan 2 a 3 semillas y se cubren con arena. Los almácigos se dejan a la sombra, regándolos dos veces al día. Las plántulas se riegan con una solución de sulfato de amonio o nitrato de sodio, dos veces al mes, al atardecer, hasta que alcanzan 10 cm de altura.

## Establecimiento de poblaciones

*A. mearnsii* puede producirse como cultivo de vivero, pero también se establece rápidamente a partir de siembra directa o regeneración natural. En todos los casos se requiere una buena preparación previa del sitio, que consiste generalmente en pasar arado, desmalezar y quemar rastrojos (Boden, 1984). Las semillas pretratadas son sembradas en hoyos a intervalos fijos o en líneas, en forma manual o mecánica.

En Brasil se ha utilizado la siembra directa en algunas ocasiones. En terreno se preparan pequeños hoyos en los que se siembran 15 - 20 semillas a 3 - 5 cm de profundidad. Para esta siembra se requiere entre 1 y 1,5 kg de semilla por hectárea. Sherry (1971) menciona una siembra directa manual en líneas, donde cada semilla queda distanciada a 2,5 - 4 cm. El resultado será un rodal con plantas lo suficientemente distanciadas como para facilitar el raleo. Este tipo de siembra requiere 1,7 - 2,2 kg de semillas por hectárea, para un espaciamiento entre líneas de 2,7 m. Si este último no supera los 2 m, la cantidad de semillas por hectárea aumenta a 2,8 - 4 kg.

En Argentina la siembra directa se realiza entre agosto y octubre, colocando las semillas a 1 - 2 cm de profundidad en hoyos espaciados a 60 cm en la fila y 1,5 m entre ellas.

Es muy difícil predecir la ocurrencia de las precipitaciones y la ausencia de éstas después de la siembra puede afectar la viabilidad de la semilla. Para evitar esto, Sherry (1971) recomienda realizar la siembra a una profundidad mínima de 5 cm. En sectores con exposiciones secas y calurosas y en suelos muy arenosos, que presentan alto riesgo de sequedad en las capas superficiales, es preferible sembrar a 7,5 cm. Se han obtenido buenos resultados en cuanto al porcentaje de germinación y de supervivencia, al realizar siembras a 7 y 10 cm de profundidad en sitios con exposición norte, a pesar de la ausencia de precipitaciones durante las siguientes 3 a 4 semanas.

En relación a la época de siembra, en sectores con precipitaciones estivales se realiza entre septiembre y abril después de una buena lluvia. En esta zona la cantidad y frecuencia de las precipitaciones tiende a ser irregular durante los períodos septiembre - noviembre y marzo - abril. Por lo tanto, en general, las siembras realizadas durante diciembre y enero son las más exitosas. En febrero las altas temperaturas diarias pueden causar graves daños a las semillas. En aquellas regiones donde las precipitaciones caen en invierno, las épocas más adecuadas son abril - mayo y julio - agosto.

En general, la plantación se realiza a espaciamientos de 2 x 2 m; 2,5 x 2,5 m;

3 x 1,3 m y 2 x 3 m. En Sudáfrica se acostumbra separar las plantas a 1,8 m en la fila y a 1,8 m; 3,0 m y 3,6 m entre ellas. Los espaciamientos mayores se practican en aquellas áreas donde se realizan cultivos interfilas y además se permite el uso de implementos mecánicos. Estos espaciamientos originan rodales con densidades entre 2.500 y 1.700 árboles/hectárea. La mejor corteza, a los 7 - 10 años de edad, se produce en rodales cuyas densidades fluctúan entre 1.200 y 1.500 árboles por hectárea.

## Poda

Algunos ejemplares de *A. mearnsii* parecen tener la tendencia inherente a producir doble flecha. Esto también puede resultar del daño ocasionado al ápice principal por insectos, ramoneo de animales, viento, heladas o nieve. En este caso, se aplica una poda correctiva eliminando una rama antes de que ésta supere los 3 cm de diámetro. La poda correctiva generalmente se realiza en los dos primeros años de vida del rodal. Después de esta edad la altura alcanzada por los árboles hace impracticable la poda sin equipos especializados y además no se justifica económicamente.

En Brasil la poda es una práctica común, tendiente a aumentar el crecimiento en diámetro y la capacidad productiva y para facilitar la cosecha de la corteza. Sin embargo, Sherry (1971) menciona que la poda de ramas verdes reduce el área foliar para realizar fotosíntesis y que éstas sólo deben eliminarse si interfieren en el paso. Además se ha encontrado que la remoción de ramas laterales presenta un efecto altamente significativo sobre el porcentaje de árboles que desarrollan síntomas de gomosis o pudrición de la madera y que posteriormente mueren. En caso de ser necesaria es preferible realizar la poda en invierno, cuando los riesgos de una infección fungosa son más bajos. Se recomienda que la poda se limite a la corrección de malformaciones del fuste o a la eliminación de ramas laterales para facilitar el acceso.

## Raleo

La mayoría de las plantaciones de *A. mearnsii* establecidas con densidades iniciales entre 1.235 y 1730 árboles por hectárea no se ralean hasta la explotación. Sin embargo, aquellas poblaciones que son producto de una siembra directa o de regeneración natural son intervenidas en sucesivos raleos para reducir la alta densidad inicial. El objetivo principal del raleo en plantaciones de *A. mearnsii* es reducir el número inicial de árboles para prevenir la competencia y mantener el crecimiento y, al mismo tiempo, eliminar individuos enfermos, malformados y suprimidos. Además es una forma de obtener retornos económicos antes de la cosecha final, a pesar de ser un cultivo de rotación relativamente corta.

En el caso de un cultivo como *A. mearnsii*, que se establece para obtener corteza y madera, los regímenes de raleo deben ajustarse para favorecer la cantidad o calidad de ambos productos o para obtener el máximo rendimiento de uno a expensas del otro.

Uno de los principales criterios en la determinación de la calidad de la corteza es su espesor y éste está correlacionado con el diámetro del árbol. Por lo tanto, si el objetivo del manejo es la producción de corteza de buena calidad, deben utilizarse raleos relativamente fuertes para obtener árboles de grandes diámetros al final de la rotación. Si se desea producir madera como un producto secundario, los raleos deben iniciarse a una edad temprana y los intervalos deben establecerse de manera tal que se evite la supresión sin alentar una tasa de crecimiento excesivamente rápida.

Basándose en datos históricos y en observaciones realizadas en ensayos de raleo con *A. mearnsii*, Sherry (1971) desarrolló curvas para estimar el rendimiento de cortezas y el crecimiento en función de la edad y la densidad a esa edad. Además determinó densidades óptimas para los sitios de calidad I, II y III, considerando el efecto que presenta el número de árboles por hectárea sobre la calidad de la corteza y el rendimiento en distintos períodos. La base de estas curvas propuso los regímenes de raleo presentados en los cuadros 1 y 2.

**Cuadro 1**  
**RALEO RECOMENDADO PARA PLANTACIONES COMERCIALES DE**  
**ACACIA MEARNsii ESTABLECIDAS A DIFERENTES**  
**ESPACIAMIENTOS ENTRE FILAS**

ALTURA MEDIA (m)	ESPACIO PROMEDIO (m) A DEJAR EN LA FILA CONSIDERANDO QUE ESTAS SE DISTANCIAN A :		
	1,8 m	2,7 ó 3,0 m	3,6 m
0,07 - 0,10	0,9	0,9	0,9
0,60 - 0,90	1,8	0,9	0,9
1,50 - 2,10	2,7	1,8	0,9
3,00 - 3,60	3,6	2,4	1,8

(Fuente : Sherry, 1947).

Los raleos que se realizan de acuerdo a este esquema determinan que los rodales se reducen a una densidad de aproximadamente 1.500 árboles por hectárea al momento en que alcanzan una altura de 3,6 m. Posteriormente, los raleos varían de acuerdo con la calidad del sitio y la rotación (Cuadro 2).

Cuadro 2

RALEO RECOMENDADO PARA PLANTACIONES DE *ACACIA MEARNsii*  
ESTABLECIDAS EN DIFERENTES CALIDADES DE SITIO  
DESPUES DE COMPLETAR LOS RALEOS PRELIMINARES (Cuadro 1)

ALTURA MEDIA (m)	ROTACION (años)	Nº DE ARB / HA DESPUES DEL RALEO EN SITIOS DE CALIDAD		
		I	II	III
4,5 - 6,0	8	1.235	1.235	1.235
	10	1.235	1.235	1.235
	12	1.482	1.235	----
6,0 - 7,5	8	1.112	1.235	1.235
	10	1.235	1.112	1.235
	12	1.359	988	----

(Fuente : Sherry, 1947).

El objetivo de estos esquemas fue reducir las dimensiones finales de los árboles, pero mantener la calidad de la corteza en sitios de clase I y en aquellos de clase III, llevar el máximo de árboles hasta la madurez para asegurar un determinado rendimiento de corteza y madera. En estos últimos no se recomienda la extensión de la rotación más allá de los 10 años. La calidad de sitio se basó en la altura media de los árboles a los 10 años, siendo el rango para la clase I entre 21 y 27 m, para la clase II 16,5 - 21 m y para la III 10,5 - 16,5 m.

En Brasil el raleo se realiza como práctica generalizada, reduciendo el número de árboles iniciales a la mitad en tres etapas, a los 3, 4 y 5 años de edad. En muchos sectores donde se realiza siembra directa, al año se efectúa un raleo para dejar las plántulas a un espaciamiento deseado. Higuchi (1963) menciona que el raleo es deseable para aumentar el crecimiento radicular y así favorecer la estabilidad contra el viento.

## Rendimientos

Las plantaciones frecuentemente son manejadas para producir corteza en una rotación de 7 a 12 años. Un rendimiento típico de una plantación comercial bien manejada de 10 - 11 años en Natal es de 21 t/ha de corteza seca y 112 t/ha de madera secada al aire. En el más fresco Transvaal los resultados son respectivamente 16,6 y 74,8 t/ha. A esta edad los árboles miden 17,4 m de altura y 14,5 cm de diámetro en Natal, y 14,4 m y 13,4 cm en Transvaal (Stubblings y Schönau, 1982). En sitios apropiados y donde los árboles son fertilizados es posible obtener un incremento medio anual de 15 - 25 m<sup>3</sup>/ha de madera a los 7 - 10 años (Turnbull, 1986).

En Indonesia se ha encontrado que las rotaciones cortas de 7 a 10 años o menores son las más económicas para plantaciones. Esto aporta una producción de madera bruta, que fluctúa entre 10 y 25 m<sup>3</sup>/ha y entre 800 y 4.000 kg de corteza, dependiendo del sitio (National Academy of Sciences, 1980).

En el estado de Fukuoka (Japón), las plantaciones no manejadas que se establecieron en suelos derivados de granitos presentaron alturas de 7 m a los 3 años; 13 m a los 6 años y 15 m a los 8 años. Los DAP medios de estos rodales fueron 0,6 cm al año; 5 cm a los 3 años y 13 cm a los 8 años. A los 10 años y con 1.500 árboles por hectárea al final de la rotación se produjeron 12 t/ha de corteza y 130 m<sup>3</sup>/ha de madera. Con un manejo apropiado se pueden obtener alrededor de 200 m<sup>3</sup>/ha de madera a los 10 - 11 años.

## IMPORTANCIA ECONOMICA

Como *Acacia mearnsii* ha sido plantada ampliamente fuera de su habitat nativo y se ha seminaturalizado en algunos países, es de interés considerar su potencial futuro en la economía mundial.

Actualmente se cultiva, muchas veces por los taninos de su corteza, en Nueva Zelanda; el sur, centro y este de Africa, India. Sri Lanka, centro y sur de América, Europa e Indonesia. Grandes plantaciones se han establecido en Natal, provincia de Sudáfrica, entre los 300 y 1.100 m.s.n.m. (National Academy of Sciences, 1980). Las plantaciones sudafricanas cubren 160.000 hectáreas y en Brasil existen más de 120.000 hectáreas (Boucher, 1980; Turnbull, 1986).

Como fuente de taninos comparte junto con el quebracho argentino y especies del género *Castanea* la principal proporción del mercado mundial de taninos.

Como fuente de madera, a pesar de que no puede comparársela en la producción de volumen con otras especies de rápido crecimiento, es capaz de producir excelente leña y carbón en rotaciones cortas en un amplio rango de sitios. Se justifica por lo tanto su introducción en países donde la depredación de los bosques nativos ha creado una escasez de combustible y donde las condiciones ambientales son aptas para su establecimiento. Como estas plantaciones para combustible deben ser altamente densas para rendir el máximo volumen de leña, además serán capaces de proporcionar postes apropiados para la construcción, cumpliendo así propósito doble.

Además presenta una ventaja adicional. Como es una leguminosa actúa como mejorador del suelo y es útil en las prácticas de conservación de suelo como una especie capaz de proveer una rápida cobertura.

## BIBLIOGRAFIA

**BEADLE, N.C.W.; EVANS, O.O.; CAROLIN, R.C. AND M.D. TINDALE. 1982.** Flora of the Sydney Region.

**BODEN, D.I. 1984.** Early responses to different methods of site preparation for three commercial tree species. Pages 565 - 578, vol. 2. In: Proceedings of IUFRO Symposium on site and productivity of fast-growing plantations, 30 April - 11 May 1984, Pretoria and Pietermaritzburg, South Africa.

**BOLAND, D.G. 1987.** Genetic resources and utilisation of Australian bipinnate acacias (Botrycephalae). Pages 29 - 37. In : Australian acacias in developing countries. Proceedings of an international workshop held at the Forestry Training Centre, Gympie, Queensland, Australia, 4 - 7 August 1986. ACIAR Proceedings N° 16.

\_\_\_\_\_ ; **BROOKER, M.L.H.; CHIPPENDALE, G.M.; HALL, N.;HYLAND, B.T.; JOHNSTON, R.D.; KLEINIG, D.A. and J.D. TURNER. 1984.** Forest trees of Australia. Melbourne, Ed. Nelson, CSIRO. 687 p.

**BOOTLE, K.R. 1984.** Wood in Australia. Sydney, McGraw Hill.

**BOUCHER, C. 1980.** Black wattle. Pages 48 - 51. In : Plant invaders, beautiful but dangerous. 2nd ed. Stirton, C. H. ed. Cape Town, South Africa : Department of Nature and Environmental Conservation.

**COOPENS, H.A.; SANTANA, M.A.E. and F.J. PASTORE. 1980.** Tannin formaldehyde adhesive for exterior grade plywood and particleboard manufacture. For. Prod. J. 30(4) : 38 - 42.

- COSTERMANS, L. F. 1981.** Native trees and shrubs of south - eastern Australia. Sydney : Rigby.
- GOODDRICKE, T.G. 1978.** Investigations of the possible use of the foliage of black wattle (*Acacia mearnsii*) as feed for livestock, Wattle Research Institute, Annual Report 1977 - 1978. Pietermaritzburg, South Africa, Univ. of Natal.
- GUPTA, S.; SINGH, S.P. and R.G. GUPTA. 1981.** Studies on tannin from Indian wattle (*Acacia mearnsii*) bark. Indian J. For. 4:18 - 21.
- HANNAH, B.C.; FERGUS, B.J. and R.N. JONES. 1977.** Kraft pulping and bleaching studies on young exotic hardwood species. Appita 30:483 - 487.
- HIGUCHI, S. 1963.** On the results of investigations upon some *Acacia mollissima* plantations. Bull. Fukuoka-ken For Exp. Sta. N° 16:1 - 7.
- KENYA FOREST SERVICE. 1971.** The growth and management of black wattle in the Kenya Highlands. Paper FO : AFC 72/7 (b). 3rd Session, FAO African Forestry Commission, Feb. 1972, Nairobi, Kenya.
- NAIR, K.N.R. 1956.** Tan bark wattles: their importance and cultivation in South India. Proc. 8 th Silv. Conf. Dehra Dun, 1951, Part 2:57 - 69.
- NAKAHIRO, Y. and Y. ISSHIKI. 1961.** On the feeding value of the leaves of *Acacia mollissima*, *A. dealbata*, and *Acacia parasol* (*Robinia pseudoacacia* var. *umbraculifera*). Tech. Bull. Fac. Agric. Kagawa Univ. 12(2) : 145 - 152.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1980.** Fire crops. Shrubs and tree species for energy production. Vol. 1. Washington, D.C. National Academy Press. 237 p.
- OLIVIERA, H.A. de. 1968.** Acacia negra e tanino no Rio Grande do Sul. 2nd edn. Porto Alegre, Brasil: Associação Brasileira de Acacicultores.
- POEGGENPOEL, P.V. 1978.** Collection and pretreatment of seed of black wattle (*Acacia mearnsii*) seedorchards. Pages 85 - 90. In: Wattle Research Institute Annual Report 1977 - 1978. Pietermaritzburg, South Africa: Univ. of Natal.
- SAMRAJ, P. and S. CHINNAMANI. 1978.** Black wattle cultivation in the Nilgris. Indian Farming 28:15 - 18.
- SCHÖNAU, A.P.G. and R.E. SCHULZE. 1984.** Climatic and altitudinal criteria for commercial afforestation with special reference to Natal. S.A. Jour. For. 130:10 - 18.



**SHERRY, S.P. 1947.** The silviculture of Black wattle (*Acacia mollissima* Willd) S.A. Dept. For. Bull. N° 31.

\_\_\_\_\_ **1971.** The Black wattle, *Acacia mearnsii* De Willd Pietermaritzburg, South Africa: Univ. of Natal 402 p.

**STREETS, R.J. 1962.** Exotic forest trees in the British Commonwealth. Oxford, Clarendon Press. 765 p.

**STUBBINGS, J.A. and A.P.G. SCHÖNAU. 1982.** Silviculture of black wattle. Pages 81 - 90. In: Forestry Handbook. South African Institute of Foresters.

**TURBULL, J.W. (ed.) 1986.** Multipurpose Australian trees and shrubs. Lesser known species for fuelwood and agroforestry. ACIAR Monograph N° 1 316 p.

**UEMURA, S.; IWAKAWA, M.; KITAMURA, K. and T. HARA. 1957.** Studies on the nutritional conditions and the growth of soil improving trees (nodule-bearing trees). I. Some experiments on the water culture of black wattle (*Acacia mollissima*) and alder (*Alnus sieboldiana*) in different nutritional conditions. Bull. For. Exp. Sta. Meguro, Tokyo N° 124:1 - 19.

**VULCANO, M.A. and F.S. PEREIRA. 1978.** The genus *oncideres* Serville 1835 (Coleoptera Lamiidae) in southern Brazil and adjacent countries. A serious pest of orchards and silviculture. Studia Entomologica 20(1/4) : 177 - 220.

**WAKI, K. 1984.** The growth and the nutrient status of *Acacia* species in Japan. Pages 831 - 838, vol 2. In: Proceed. of IUFRO Symposium on site and productivity of fast-growing plantations. 30 April - 11 May 1984, Pretoria and Pietermaritzburg, South Africa.

**WEBB, D.B.; WOOD, P.J.; SMITH, J.P. and G.S. HENMAN. 1984.** A guide to species selection for tropical and subtropical plantations. 2nd. edn. Univ. of Oxford, Commonwealth Forestry Intitute, Tropical Forestry Paper N° 15. 256 p.

**DESARROLLO DEL BOSQUE NATIVO - PROBLEMATICA A NIVEL MUNDIAL**  
(Conferencia en el marco del simposio forestal - Mejoramiento del Bosque nativo. Univ. de Talca, Mayo 1990) - Dr. Hans Grosse, Ingeniero Forestal - Instituto Forestal.

## INTRODUCCION

A pocos años del cambio al siguiente milenio, las preocupaciones principales de la humanidad son la escases de recursos, los problemas del medio ambiente y de la población.

En el pasado existió gran abundancia de recursos naturales para cubrir las necesidades de los seres humanos, pero estos cada día son más escasos y están sometidos a una presión creciente. Diversos organismos nacionales e internacionales han dado a conocer a sus gobiernos y a la opinión pública los antecedentes que demuestran la dimensión del problema.

Un completo diagnóstico fue solicitado en el año 1977 por el entonces presidente de los EE.UU. J. Carter, resultando en 1980 el informe al presidente "Global 2000". En éste se incluyen distintas proyecciones e interrelaciones hasta el año 2000 para los temas referentes a los recursos naturales renovables y no renovables, la energía, el medio ambiente y el ser humano. A pesar de lo dramático que resultó el análisis y pronóstico, los esfuerzos desplegados para mejorar la situación han sido absolutamente insuficientes durante el decenio de los ochenta. En gran medida esto se debe a la gran complejidad de las situaciones y sus interrelaciones y a la falta de voluntad real de dar solución a los problemas.

Con el objetivo de sugerir un plan de acción que permita resolver los problemas planteados, los autores L. Wicke y J. Hucke diseñan el "Plan Marshall Ecológico", publicado a fines de 1989. El concepto del plan se basa en la idea del programa de recuperación de Europa aplicado después de la Segunda Guerra Mundial. Este consistió en la ayuda material y económica por parte de EE.UU. a los países destruidos por la guerra, recuperando y aumentando posteriormente el capital invertido al normalizarse las economías dentro de Europa Occidental. Los autores proponen que para resolver los graves problemas del medio ambiente, fundamentalmente los relacionados con la reducción de masa boscosa, los cambios climáticos y el ahorro de energía, debe llevarse a cabo una masiva ayuda económica de los países desarrollados. En gran medida los fondos deben ser canalizados hacia los países en los cuales se concentran los problemas, que son principalmente los subdesarrollados, hasta equilibrarse la situación. El beneficio final también es para los países que realizan el aporte inicial.

## **EL ESCENARIO MUNDIAL**

Para poder comprender lo que significa la presión sobre el recurso forestal, resulta indispensable conocer cómo evolucionará el crecimiento poblacional en función del desarrollo de las regiones.

Esta información se complementa con el análisis de la existencia forestal y su dinámica.

Como información base para este capítulo se recurrió al texto del informe "Global 2000".

### **La población mundial**

Hacia el fin del siglo XX el crecimiento poblacional sigue un ritmo alarmante.

Del año 1975 al año 2000 el incremento será entre el 46% y el 55%, lo que significa un aumento desde 4.100 millones a 5.986 ó 6.355 millones de habitantes, respectivamente.

Mientras que los países desarrollados incrementarán su número de habitantes en forma moderada, a una tasa del 0,6% anual, los países en vías de desarrollo lo harán con una cifra bastante más alta, a un 2,1% anual. Dentro de estos últimos destacan las macroregiones Africa, con un 2,9% y América Latina, con un 2,7% de incremento anual.

Para América Latina esta tasa significa prácticamente duplicar sus 325 millones de habitantes del año 1975 en el transcurso de 25 años.

Dentro del contexto mundial, la participación en número de habitantes de los países subdesarrollados muestra un aumento significativo, del 66% en el año 1950 se estaría llegando a un 79% en el año 2000.

Serios problemas sociales acompañan al alto crecimiento poblacional. Mientras para las naciones desarrolladas se pueden esperar ingresos anuales per cápita, hacia fines de siglo, de US\$ 8.500, en los países subdesarrollados el ingreso bordeará los US\$ 600. Se estima que la región sudamericana estaría en mejor pie que otras áreas en vías de desarrollo, pronosticándose un alto aumento del producto social bruto, lo que permitiría optar a un ingreso promedio más alto que el mencionado.

A pesar de esto, los problemas sociales en las grandes ciudades y en los sectores rurales son de difícil solución. La mayor parte de la población vivirá en los sectores periféricos pobres de las grandes ciudades, debido a las reducidas opciones de trabajo en los sectores rurales.

Paralelo a este fenómeno, la población busca opciones de producción en los bosques del cinturón tropical, aplicando conceptos de utilización de corto plazo, dirigidos a la subsistencia inmediata.

### La existencia de bosques

Según las estimaciones entregadas en el texto Global 2000, aproximadamente en el año 1956 los bosques cubrían el 25% de la superficie terrestre; el año 1978 el 20%, pronosticándose para el año 2000 un 17% y para el año 2020 un 14% (Cuadro 1). Esta última superficie, que tendería a estabilizarse, se compone de áreas en países desarrollados que actualmente ya presentan una superficie estable, y de sectores de difícil acceso y en consecuencia de baja rentabilidad, en países subdesarrollados.

Cuadro 1  
EXISTENCIA DE BOSQUES CERRADOS  
(Fuente: Global 2000)

Año	* Bosque cerrado en miles de mill. de ha	** Valor relativo a superf. terrestre
1956	3,21	25%
1978	2,57	20%
2000	2,10 - 2,20	17%
2020	1,80	14%

- \* **Bosque cerrado:** En EE.UU. se define como el bosque cuyo volumen se incrementa anualmente sobre 1,4 m<sup>3</sup>/ha. En Canadá, como el bosque que en más del 10% de su superficie presente árboles con un DAP > 10 cm. En el resto del mundo se considera como tal un bosque con una cobertura de copa de sobre el 20%.
- \*\* **Valores relativos:** Sobre base de 13,003 mil mill. ha (19% superficie ártica, sin antártida, Groenlandia y Spitzbergen).

Para el año 1978 se estimó que 1,45 mil millones de hectáreas (aprox. el 56% de la superficie de bosque cerrado), podían ser consideradas como bosques estables en los países desarrollados. Si esta superficie se mantuviera constante y la reducción de la superficie de bosques se produjera según el pronóstico presentado en el Cuadro 1, es fácil deducir que la eliminación de bosques ocurrirá mayoritariamente en los países subdesarrollados. De los 1,12 mil millones de hectáreas de bosque cerrado que había el año 1978, sólo quedarán alrededor de 350 millones de hectáreas en el año 2020. Esto significa una reducción del patrimonio forestal en los países subdesarrollados de prácticamente un 70%, en términos de superficie, en el trascurso de 42 años.

### **El aumento poblacional y la disminución de la superficie de bosques.**

La relación entre el número de habitantes y la superficie de bosque cerrado disponible para estos, es un indicador dinámico que refleja la presión sobre el recurso. Su desventaja es que no especifica los volúmenes disponibles.

En los países desarrollados, por concepto de un aumento del manejo intensivo del recurso bosque, el rendimiento volumétrico tenderá a subir. Por esta razón, un pequeño aumento poblacional y, en consecuencia, de la presión del ser humano sobre el bosque, estaría equiparado por la mayor oferta disponible de madera por unidad de superficie. Esto significa una disminución de 1,2 a 0,9 hectáreas de bosque cerrado por habitante en 42 años, lo que en términos productivos no tendría mayor significado (Cuadro 2).

Al contrario, en los países subdesarrollados el manejo de los bosques nativos es muy escaso. Prima la eliminación del recurso por extensas quemas y lo que permanece en pie, corresponde a los volúmenes de menor interés comercial. Esto implica, además de la desaparición de grandes superficies de bosques, una baja en el rendimiento en términos de volumen y valor del remanente después de la explotación. A esto se agrega un crecimiento poblacional que en 42 años prácticamente triplica el número original de habitantes. En consecuencia, es muy probable que de las 0,36 hectáreas de bosque cerrado

por habitante del año 1978, se llegue a sólo 0,04 hectáreas en el año 2020 (Cuadro 2).

Esta situación afectará también a los países desarrollados, a pesar de que éstos mantendrán un patrimonio de bosques estable. Dado que este patrimonio no alcanza para su autoabastecimiento, deben recurrir a la importación de madera desde los países subdesarrollados. Al disminuir el volumen disponible en éstos, aumentando simultáneamente la demanda interna, su capacidad exportadora va a tender a desaparecer.

**Cuadro 2**  
**RELACION ENTRE EL NUMERO DE HABITANTES Y LA SUPERFICIE**  
**DE BOSQUES CERRADOS EN EL MUNDO**  
(Fuente: Gopal 2000)

AÑO	PAISES SUBDESARROLLADOS			PAISES DESARROLLADOS			TOTAL		
	Nº Habit. (millones)	Sup. Bos. (mil. mill. ha)	Sup. bos. por habit. (ha)	Nº Habit. (millones)	Sup. bos. (mil. mill. ha)	Sup. bos. por habit. (ha)	Nº Habit. (millones)	Sup. bos. (mil. mill. ha)	Sup. bos. por habit. (ha)
1978	3.141	1,12	0,36	1.169	1,45	1,24	4.310	2,57	0,59
2000	4.983	0,70	0,14	1.333	1,45	1,09	6.296	2,15	0,34
2020	9.258	0,35	0,04	1.595	1,45	0,91	10.853	1,80	0,17

Tasa de crecimiento poblacional - países subdesarrollados 2,1 % / año  
- países desarrollados 0,6 % / año

Sup. bosque : Se considera sólo bosque cerrado

La situación de América Latina requiere una atención especial. Tradicionalmente dotada de las reservas forestales más importantes del mundo en el cinturón tropical, tiende en el corto plazo a ser una región con escasez de bosque. De las 725 millones de hectáreas de bosque del año 1978 quedaría, en el mejor de los casos, sólo un 44% en el año 2020. En el peor caso y lamentablemente pareciera ser el pronóstico más realista, quedaría sólo un 19%. Esto significa que después de disponer por cada habitante de casi el doble de superficie de bosques que el mundo desarrollado, con 2,1 hectáreas, se bajaría para el año 2020, a sólo 0,13 a 0,29 hectáreas por persona (Cuadro 3).

**Cuadro 3**  
**RELACION ENTRE EL NUMERO DE HABITANTES Y LA SUPERFICIE**  
**DE BOSQUES CERRADOS EN AMERICA LATINA**  
 (Fuente: Global 2000)

Año	Nº habit. (millones)	Superficie de bosque cerrado (mil mill. de ha.) A tasa de destrucción		Superficie de bosque por habitantes (ha) A tasa de destrucción	
		2%	4%	2%	4%
1978	352	0,725		2,06	
2000	632	0,469	0,306	0,74	0,48
2020	1.078	0,316	0,140	0,29	0,13

Tasa de crecimiento poblacional : 2,7 % / año

## CONSECUENCIAS PARA EL MEDIO AMBIENTE

Las consecuencias para el medio ambiente, provocadas por la masiva destrucción de bosques, están a la vista de la opinión pública que tenga una mínima sensibilidad para captarla. Reiteradas informaciones a través de los medios de difusión, permiten que las personas más alejadas de estos problemas puedan entender que algo no anda bien. A pesar de que falta mucho por conocer del tema, con el estado del conocimiento actual no debería existir duda de que el planeta se encuentra en estado de alarma y que muchos daños causados por el hombre son ya irreparables.

En el presente capítulo se entregan algunos antecedentes sobre la eliminación de especies, pérdidas de suelos y posibilidades de cambios climáticos.

### La eliminación de especies

Durante los últimos decenios ha ido aumentando progresivamente la eliminación de especies.

Según Lovejoy (1980) aún cuando la destrucción de bosques sea baja, se debe pensar que hasta fines de siglo se eliminaría el 15% de las especies existentes. Si la destrucción es alta alcanzaría al 20%. Esto significa que se eliminarán entre 500.000 y 6.000.000 de especies, debiéndose el amplio rango al desconocimiento del número total

de especies existentes. En primer lugar de la desaparición figuran los insectos, seguidos por las plantas. Para los últimos veinte años del presente siglo esto significa una eliminación de 68 a 822 especies por día. La explicación para llegar a números tan elevados es la gran cantidad de especies existentes en el cinturón de bosques tropicales, que se estima que podrían llegar al 80% de la existencia mundial.

Con este proceder se imposibilita a la humanidad conocer y aprovechar las especies vivas, que se extinguen y pasan a ser un recurso definitivamente no renovable.

### **El problema de los suelos y la erosión**

Es un fenómeno ampliamente conocido que gran parte de los ríos que evacuan aguas de las zonas tropicales y subtropicales con la más mínima lluvia cambian su transparencia a un color café barroso. Esto es el típico síntoma de que sus cuencas están sufriendo fuerte erosión por la eliminación de la capa vegetal por el hombre.

En busca de terrenos para la agricultura, grandes roces a fuego ponen al descubierto los suelos, los cuales, en el sector tropical, mayoritariamente no sirven para cultivos en el largo plazo. Interrumpido el ciclo de nutrientes y agregando el lavado de los suelos, rápidamente estos empobrecen y se transforman en áreas cubiertas de cárcavas endurecidas por el carácter laterítico de gran parte de ellos. Al haberse perdido la masa vegetal capaz de absorber las aguas lluvias se producen fuertes caudales en el desagüe y se producen grandes inundaciones. A su vez, al perderse el efecto acumulador de los bosques, no existen reservas de agua, secándose vertientes y arroyos en épocas de sequía.

Las pérdidas de suelo que se pueden producir por tala rasa sin reponer el bosque, para un ejemplo de la Costa de Marfil, son según Wicke y Hucke (1989) de 90 ton/ha al año, contra 0,03 ton/ha al año para sectores intactos. Al llevar el proceso erosivo a un plazo de 10 años, la pérdida acumulada estaría representada por 900 ton/ha.

Un estudio reciente realizado por Alvarez (1989), entrega datos sobre los efectos de la erosión después de tala rasa en la zona costera de la VIII Región en Chile. El material perdido en terrenos que permanecen sin vegetación supera ampliamente los márgenes considerados como tolerables, de 2,5 - 4,0 ton/ha al año (Cuadro 4). El problema de la erosión en Chile, está dimensionado por los 19 millones de hectáreas rozadas con fuego, donde han quedado profundas huellas en el paisaje (Trivelli, 1970).



El embancamiento de ríos que eran conocidos por su navegabilidad, como el Maule y el Bio - Bio, entre otros, ejemplos que ilustran parte de la pérdida económica que significa el proceso erosivo para el país (Elizalde, 1970).

Cuadro 4.  
PERDIDA DE SUELO EN FUNCION DE LA PENDIENTE  
(en ton/ha) (Alvarez, 1989).

Longitud Pendiente (m)	PENDIENTE		
	20 %	40 %	60 %
100	26 - 35	69 - 92	122 - 163
200	40 - 53	105 - 140	185 - 246
400	60 - 80	159 - 212	280 - 373
800	126 - 168	241 - 321	425 - 566

### Efectos climáticos

Uno de los fenómenos relacionados con la pérdida de bosques más comentado en el efecto de invernadero. A continuación se sintetizan algunos aspectos analizados extensamente por Burschel y Weber (1988).

La concentración de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera históricamente era de 270 ppm, aumentando en un 20 - 25%, para llegar a 350 ppm en 50 - 60 años. Se estima un incremento anual de 1,3 a 1,5 ppm.

La explicación para este aumento se debe al quiebre del equilibrio en el intercambio de  $\text{CO}_2$  entre la atmósfera, biósfera y los mares. Grandes cantidades de  $\text{CO}_2$  son liberadas por las quemaduras y eliminación de biomasa forestal, además de las emisiones provenientes del sector industrial.

Al acumularse una mayor cantidad de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera, además de otros compuestos gaseosos, aumenta el efecto natural de invernadero. Sin éste la temperatura en el planeta sería de  $-18^\circ\text{C}$ . Se estima que las temperaturas aumentarán en el transcurso del próximo siglo entre 1,5 y 4,5 $^\circ\text{C}$ , suponiéndose un cambio más grande hacia los polos.

Las consecuencias para las economías de los países serían dramáticas, si se considera que las zonas áridas y con climas mediterráneos se desplazarían hacia los polos de cada hemisferio.

Una alternativa para detener este proceso radica en la mantención de los bosques actuales y la creación de nueva biomasa forestal capaz de fijar CO<sub>2</sub>. Esto implica revertir el proceso que ocurre actualmente.

## **EL PLAN MARSHALL ECOLOGICO**

La situación de destrucción de las grandes reservas de bosques que se concentran en los países subdesarrollados sigue una tendencia alarmante. Sólo medidas drásticas y eficientes podrán detener este proceso. Los autores Wicke y Hucke (1989) afirman que aun existen esperanzas para resolver estos problemas.

Sugieren un programa que contenga el espíritu del Plan Marshall aplicado después de la Segunda Guerra Mundial, pero en esta oportunidad poniendo énfasis en la reconstrucción de los bosques. Por este motivo su nombre "El Plan Marshall Ecológico". Para su realización deberán considerarse distintas actividades que se desglosan en los puntos siguientes.

### **Generación de la base para lograr mayor eficiencia en la protección del recurso.**

Para la realización del programa se consideran aportes por US\$ 2.000 millones para el primer año aumentando en US\$ 1.000 millones anualmente, hasta llegar a los US\$ 6.000 millones.

Unos de los problemas de arrastre más grave para las naciones subdesarrolladas es su deuda externa. En este sentido cabe buscar soluciones como cambiar una mayor protección del medio ambiente por parte de la deuda. Otra medida podrían ser aportes directos.

Con estos aportes de capital se crearían las condiciones básicas para revertir el proceso destructivo. Los países que integrarían el programa lo harían en términos voluntarios; una vez integrados en el grupo deberán ceñirse a las reglas del juego, siendo consecuentes con los principios planteados. Por ejemplo, si en un país determinado por un lado se toman medidas adecuadas y por el otro lado se continua con la destrucción, el aporte en dinero podría transformarse en un crédito con altas tasas de interés de mercado, como castigo.

Para enfrentar el programa deberán integrarse grupos técnicos que operen en defensa de la naturaleza, independientes de los gobiernos. A estos grupos se deben agregar

especialistas de distintas disciplinas, ya que no sólo deberán atacarse los problemas netamente forestales, sino que también otros aspectos que también inciden en la presión sobre el recurso. Sólo un análisis y enfrentamiento del problema en su total magnitud, incluyendo el apoyo técnico de los más calificados especialistas de todo el mundo, tiene posibilidades de éxito.

### **Programas de ocupación de mano de obra en las zonas rurales**

Con el objetivo de disponer reservas de leña y madera, incluyendo esquemas que involucren actividades agrícolas y forestales, deben realizarse amplios programas de reforestación. En estos se ocuparía gran cantidad de mano de obra joven, cesante, de las áreas rurales. En estos programas también deberá recurrirse a especies exóticas que puedan cumplir en un plazo menor con la demanda existente. De este modo se baja la presión sobre el bosque nativo remanente.

También, con el objeto de proveer energía y reducir la presión sobre los bosques naturales, se deberán poner en práctica sistemas integrados de producción, los cuales incluyan una componente forestal en las actividades agrícolas y ganaderas. Ejemplo de esto son las cortinas cortavientos, los bosquetes de abrigo para el ganado y otras muchas combinaciones.

### **Mejorar condiciones de marco**

Se deberán mejorar las condiciones que enmarcan y presionan los recursos forestales nativos. Dentro de este cuadro se mencionarán sin entrar a fondo los temas principales:

- Se deberán reforzar y mejorar las instituciones de importancia para el sector forestal, ya sean de coordinación, control, forestación, industrias o investigación.
- Otro tema de importancia es la reducción de la pobreza en las zonas rurales, para evitar de este modo la migración a las ciudades. En este tema caben para algunos países consideraciones sobre reforma agraria, capacitación y coordinación para el trabajo en comunidades agrícolas.
- Para contrarrestar la presión ejercida sobre el recurso por el crecimiento poblacional desmesurado, se propone incorporar masivos programas para controlar la natalidad. Complementaria a esta medida se sugiere buscar posibilidades de pago de jubilaciones que descarten que ciertos grupos familiares tengan hijos como un seguro para la vejez.

### **Protección especial de la selva lluviosa de Brasil**

La selva tropical del Brasil, con sus 357 millones de hectáreas, es la unidad forestal más importante de Sudamérica. Con las regiones selváticas de los países limítrofes prácticamente se duplica esta cifra. Dentro de este patrimonio forestal, Brasil presenta ciertos problemas especiales como son :

- Cesantía rural por cambios de cultivos intensivos a extensivos (caña de azúcar para la obtención de alcohol metílico).
- Necesidades energéticas. Grandes represas cubrirían extensas superficies de bosques.
- Masivo uso de leña en la minería.
- Plan de construcción de una carretera que una Perú con Brasil, que se teme incrementa la destrucción de bosques.
- Cambio de bosques a superficies de pastoreo.
- Críticas al uso de energía atómica como alternativa al uso de la biomasa.

Frente a esta situación, Brasil y algunos países limítrofes requieren urgentemente de una eficiente ayuda.

Un alto nivel de deuda externa complica las soluciones en el corto plazo. Aún cuando Brasil hiciera todo el esfuerzo posible para ahorrar energía, aprovechar en mayor medida la energía solar y ampliar su capacidad instalada productora de energía atómica, requiere de la colaboración del mundo desarrollado para salvar su patrimonio forestal.

Los problemas sociales y forestales del mundo subdesarrollado no sólo afectan a estos países, sino que también a los desarrollados. Razón por la cual se justifica ampliamente un programa de ayuda que en definitiva beneficiaría a todos.

### **Los fondos propuestos para el programa**

Los aportes propuestos por Wicke y Hucke (1989) completan, para un período de 20 años, 800 mil millones de US\$. Durante los primeros dos años esto significa aportes anuales por US\$ 10 mil millones que aumentarían hasta llegar a US\$ 50 mil millones (Cuadro 5).

**Cuadro 5**  
**APORTES PARA EL PLAN MARSHALL ECOLOGICO**  
 (en miles de millones de US\$ por año)

ITEM	1990/1	1992/3	1994/5	1996/7	1998 - 2009	1990 - 2009
Base para mayor eficiencia	2	3	4	5	6	100
Prog. ocup. mano obra	2	4	8	10	10	168
Mej. cond. Marco	4	9	14	20	26	406
Prot. esp. selva Trop.	2	4	4	5	8	126
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>800</b>

Para obtener estos fondos se propone optar por un cobro según emisión de CO<sub>2</sub> en el consumo energético.

Del dinero recaudado 2/3 se dedicaría a resolver problemas ecológicos internos y 1/3 para el Plan Marshall Ecológico.

De llevarse a cabo este programa se estima que a partir del año 2, el aporte por grupo familiar en los países desarrollados alcanzaría a US\$ 19,4 mensuales y a partir del año 10 a US\$ 55,6.

Si bien estos sacrificios aparecen como bastante altos, los beneficios a los que puede optar toda la humanidad superan con creces la inversión.

### **La aplicación del Plan Marshall Ecológico en política internacional**

Los fondos para el programa provendrían de los países afiliados al OECD (Organización para la Colaboración Económica y el Desarrollo). En una acción conjunta de UNDP (United Nations Development Programme) y de IDA (International Develop-

ment Association) se debe generar la sección "Fondos para el Plan Marshall Ecológico" en el Banco Mundial.

Desde aquí se organizaría la entrega de fondos, las devoluciones de estos y las sanciones. Como una base se considerarían los tratados internacionales existentes, coordinando las actividades entre organizaciones como FAO, UNDP, UNEP (Programa para el medio ambiente de las Naciones Unidas) e ITTO (Programa para la organización de los trópicos).

El programa base generado por TWAP (Plan de Acción de los Trópicos), que se encuentra en vigencia, debería ser completado y mejorado. La acción se coordinaría en un nivel macro con el objetivo de detectar y llevar los recursos a las áreas prioritarias.

La coordinación del programa es una tarea difícil debido principalmente a:

- Coordinación de muchas instituciones y disciplinas.
- Los gobiernos de los países donantes deben convencerse que es un sacrificio necesario.
- Los países afiliados a OECD deben ponerse de acuerdo.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Los antecedentes entregados permiten concluir y recomendar lo siguiente :

- En el planeta se está produciendo una serie de efectos catastróficos originados por las alteraciones que el hombre ha provocado en la naturaleza. Estos se reflejan en procesos erosivos por las pérdidas de bosques, inundaciones, sequías y hambrunas en sectores puntuales, y en macroefectos que inciden sobre las interrelaciones globales del planeta, como es el efecto de invernadero.

- El pronóstico es poco alentador, ya que se vislumbra un incremento de las catástrofes naturales, acompañadas por un alto crecimiento poblacional en los países subdesarrollados, que implica un aumento de la presión sobre el recurso bosque. A su vez, el número de personas en extrema pobreza sigue creciendo. Esta situación atenta tanto contra la vida del hombre y su dignidad, como contra toda la vida del planeta.

- Frente a esta dramática situación existen esperanzas para resolver los problemas. Como premisa básica debe existir la voluntad para hacerlo, reduciendo los egoísmos personales y nacionales.

- La sugerencia de realizar un Plan Marshall Ecológico, que incorpore toda las áreas de incidencia en los problemas, buscando resolverlos en forma coordinada y asumiendo sacrificios inmediatos con inversiones dirigidas hacia los puntos neurálgicos, aparece como una posibilidad para revertir la tendencia actual. Esto significa una participación conjunta de los países desarrollados y subdesarrollados.

- Dentro de las medidas previstas, se consideran parques nacionales, reservas y otras áreas de protección que cubrirían una superficie mínima. Mayoritariamente la superficie con bosques nativos del mundo va a tener que ceder a la presión originada por las necesidades energéticas y de madera de los seres humanos. Esto no significa necesariamente la destrucción de éstos, sino que su incorporación como áreas productivas a través del manejo racional del recurso.

En algunos sectores van a ser reemplazados por plantaciones de rápido crecimiento. Sobre todo en sectores ya destruidos y mal utilizados por faenas agrícolas y de pastoreo. En otros de menor alteración se podrá optar por el manejo de las especies autóctonas, tomando en cuenta el beneficio que significa minimizar la alteración de los ecosistemas.

El bosque y los sistemas dependientes de éste, incluyendo la componente humana, sólo tienen oportunidad de sobrevivir, si se encuentran soluciones globales a los problemas. Aún se está a tiempo para actuar, pero el tiempo se está terminando. Esto significa que acciones eficientes deben ser tomadas en todos los países del mundo en el corto plazo.

## REFERENCIAS

**ALVAREZ F. (1989)** : Evaluación de erosión producida por actividades forestales productivas. 2da. etapa. CONAF (UMDEF), Progr. Manejo de Cuencas VIII Región. 30 pp.

**BURSCHEL P. y WEBER M. (1988)** : Der Treibhauseffekt. Bedrohung und Aufgabe für die Forstwirtschaft. AFZ. Nr. 37. BLV Verlagsgesellschaft. D-8-München-40. Sonderdruck.

**COUNCIL ON ENVIRONMENTAL QUALITY (1980)** : GLOBAL 2000. Der Bericht an den Präsidenten. Greno GMBH. D-6053 Obertshausen. 1508 pp.

**ELIZALDE R. (1970)** : La sobrevivencia de Chile. Minist. de Agricultura. SAG. STGO: CHILE. 492 pp.

**LOVEJOY T. (1980)** : Eine Prognose der Artenverringierung. (En GLOBAL 2000. Greno Gmbh. D-6053. Obertshausen.) (pág. 690-697).

**TRIVELLI H. (1970)** : Prólogo en "La Sobrevivencia de Chile". Minist. de Agricultura. SAG. STGO: CHILE. XIX - XXVII.

**WICKE L. y HUCKE J. (1989)** : Der ökologische Marshallplan. Ullstein Gmbh. Frankfurt / Main. Berlin. 336 pp.



**FUNCIONES DE VOLUMEN, MODELOS DE CRECIMIENTO Y FACTOR DE FORMA PARA *Drymis winteri* Forst.** Iván Quiróz Marchant, Ingeniero Forestal, División Regional, Instituto Forestal.

## INTRODUCCION

Extensas áreas del territorio nacional se encuentran cubiertas por renovales de distintas especies forestales, generados como consecuencia de una intensa alteración de los bosques originales. En el caso específico de Canelo (*Drymis winteri* Forst), su capacidad colonizadora le ha permitido establecerse en forma pura o mezclada, predominando los bosques con desarrollo juvenil que se podrían calificar como renovales.

*D. winteri* es un árbol que se puede alcanzar alturas de 25 a 30 m (Donoso, 1978; Rodríguez et al., 1983) presenta tronco cilíndrico de hasta 1 m de diámetro con corteza gruesa, lisa, blanda y de color gris ceniciento (Hoffmann, 1982., Rodríguez et al., 1983).

Es una especie de amplia distribución geográfica y de gran tolerancia a distintas condiciones ambientales. Crece junto a diferentes especies, formando parte de variadas asociaciones vegetales (Donoso, 1981).

La madera presenta escasa diferenciación entre albura y duramen, aunque este último es más oscuro, siendo de color castaño claro o amarillento-rosáceo. Los anillos de crecimiento son visibles, presentando la madera un vetado suave, brillante, debido a la presencia de radios leñosos de color café claro. Es una madera de peso medio, con densidades de 0,40 a 0,503 g/cm<sup>3</sup> (Cuevas, 1983; Pérez, 1983).

Por el vetado la madera es muy apreciada para ebanistería, revestimiento de interiores, chapas, cajones e instrumentos musicales (Cuevas, 1983; Pérez, 1983). Es una especie adecuada para la fabricación de tableros, superando sus características para este fin a las de *Pinus radiata* D. Don (Corvalán, 1987).

El largo de fibra de la especie destaca como el más alto entre las especies nativas e introducidas del país (Chesney, 1970; Rojas et al., 1975). Los requerimientos y condiciones para la cocción, consumo de reactivos y blanqueo en la fabricación de pulpa son similares a *P. radiata*, obteniéndose además papeles de mayor resistencia a la tracción y similar resistencia al rajado (Rojas et al., 1975; Corvalán, 1987).

## ANTECEDENTES GENERALES

Las muestras utilizadas en el estudio fueron obtenidas en la Cordillera de la Costa en sus vertientes occidental y oriental, en los 72° 18' L.O., 39° 46' L.S. a 520 m.s.n.m. en exposición NE y 72° 53' L.O., 39° 53' L.S. a 750 m.s.n.m. y exposición N - NE, respectivamente.

### Clima

De la estación meteorológica "Teja" la más cercana a la vertiente occidental, se obtuvieron temperaturas mínimas, medias y máximas de 7,9 °C, 12,4 °C y 17,5 °C respectivamente, 78% de humedad relativa y 1.938 mm de precipitación anual. La estación meteorológica de "Punahue", representando a la vertiente oriental, registra valores medios de temperatura mínima, media y máxima de 5,9 °C, 11,3 °C y 16,9 °C, respectivamente, con una precipitación anual de 1.878 mm y un 85% de humedad relativa.

### Suelos

Los suelos de la vertiente occidental de la Cordillera de la Costa son de tipo metamórfico (mica - esquistos) con fuertes intrusiones graníticas. El análisis detallado del lugar de extracción de las muestras indica que éste tiene un suelo profundo a muy profundo, con un PH de fuertemente ácido a muy fuertemente ácido, con un contenido de materia orgánica de alto a muy alto. El contenido de N total es medio, la disponibilidad de Mg y K es media hasta los 35 cm variando a baja en profundidad y la disponibilidad de P y Ca es baja y alta, respectivamente.

La vertiente oriental de la Cordillera de la Costa presenta suelos delgados de 20 - 80 cm, derivados generalmente de cenizas volcánicas depositadas sobre rocas metamórficas y depósitos fluvio-glaciales. Determinaciones puntuales indican que el lugar presenta un suelo delgado con un pH fuertemente a muy fuertemente ácido; un contenido de materia orgánica de alto a muy alto y con un contenido de N total alto. La disponibilidad de P es baja y la de K y Mg es media hasta los 18 cm, variando a baja en profundidad; la disponibilidad de Ca es alta hasta los 18 cm, variando a media en profundidad.

### Características generales de los rodales muestreados

Las características dasométricas del renoval del sector occidental indican que éste tiene un área basal de 73 m<sup>2</sup>/ha, constituida por 1.400 árboles por hectárea, con altura y diámetro de 21 m y 25 cm respectivamente, a la edad de 59 años.

En tanto el sector oriental de la Cordillera de la Costa, el renoval se caracteriza por tener una área basal de 62 m<sup>2</sup> con aproximadamente 2.700 árboles por hectárea, altura y diámetro promedio de 14 m y 17 cm respectivamente, a la edad de 46 años.

## METODOLOGIA

En el estudio se utilizaron un total de 73 árboles, 38 del sector occidental y 35 del sector oriental de la Cordillera de la Costa. Este material proviene del raleo de parcelas permanentes instaladas por el Intituto Forestal (INFOR).

De éstos árboles se obtuvieron las variables de estado DAP, diámetro de copa, altura inicio de copa, altura total y la distancia a los cuatro árboles competidores más directos. En los árboles competidores, se midieron las mismas variables de estado anteriormente indicadas (Grosse y Cubillos, 1987).

La metodología empleada en la extracción y análisis de las rodela para el análisis de tallo, fue la descrita por Kramer y Akca (1982) y Grosse y Cubillos (1987).

## Funciones de Volúmen

Para la construcción de las funciones de volumen se utilizó el método de regresión paso a paso (Step-Wise). Los modelos utilizados fueron los propuestos por Zohrer (1980) para situaciones locales y regionales.

$$V = b_0 + b_1 D^2$$

$$V = b_0 + b_1 D^2 H$$

$$V = b_0 + b_1 D^3$$

$$V = b_0 + b_1 D^2 + b_2 H$$

$$V = b_0 + b_1 D^2 + b_2 D^2 H + b_3 H$$

Donde :

V : Volumen del árbol (m<sup>3</sup> ssc)

D : Diámetro a 1,3 m (cm cc)

H : Altura total (m)

b<sub>0</sub>, b<sub>1</sub>, b<sub>2</sub>, b<sub>3</sub> : Coeficientes de regresión

### Estimación del Incremento Diametral

La elaboración del modelo de crecimiento diametral se basó en la metodología descrita por Cubillos (1987)

La variable dependiente del modelo, incremento diametral anual (IDAPA), se calculó con el valor medio del incremento diametral anual de los últimos 5 años de vida de cada árbol, estimando que durante este período la situación de competencia se mantendría constante (Grosse y Cubillos, 1987).

El modelo se construyó a través del análisis de regresión paso a paso, el cual consideró las siguientes variables :

DAP	:	Diámetro a la altura del pecho (cm, medido a 1,3 m)
H TOT	:	Altura total (m)
HINIC	:	Altura inicio de copa (m)
VOL TOT	:	Volumen total (m <sup>3</sup> ssc)
DISME	:	Distancia media a los árboles competidores (m)
DAPCO	:	DAP medio de los competidores
H TO CO	:	Altura total promedio de los competidores (m)
HINICO	:	Altura inicio copa promedio de los competidores (m)
DCCO	:	Diámetro de copa medio de los competidores (m)
E	:	Edad (años)
IDAPA	:	Incremento periódico anual en diámetro (cm, media últimos 5 años).

### Factores de Forma

Para la determinación del factor de forma natural se midió el diámetro a un décimo de la altura total y para el factor artificial a 1,3 m de altura. En la estimación de los factores de forma se probaron modelos lineales, exponenciales y múltiples, empleando como variables independientes el DAP y la altura total.

### RESULTADOS

La caracterización de las variables de estado de los árboles muestra competidores y del incremento diametral, involucradas en la construcción del modelo de crecimiento permite conocer el comportamiento de la muestra en relación a su disposición.

Los bajos coeficientes de variación obtenidos en el rodal sector occidental en las variables edad (12,7%) y altura total (8,5%) permiten considerarlo como coetáneo (Cuadro 1).

Cuadro 1 : Estadística descriptiva de las variables de estado de los árboles muestra, competidores y crecimiento diametral. Sector occidental.

VARIABLE	VALORES			COEFICIENTE VARIACION (%)
	MEDIO	MINIMO	MAXIMO	
IDAPA (cm)	0,18	0,08	0,54	48,6
DAP (cm)	25,0	17,2	40,1	22,4
H. TOT (m)	21,2	17,5	26,5	8,5
H. FUST (m)	16,2	11,8	21,8	13,2
DC (cm)	2,5	1,4	4,5	37,4
DAPCO (cm)	27,1	17,0	43,1	22,4
H. TOT CO (m)	20,8	16,9	24,5	7,9
H. FUSCO (m)	15,9	9,8	19,2	11,2
DISME (m)	2,3	1,3	4,8	30,4
DCCO (m)	2,6	1,4	5,5	35,1
EDAD (años)	58,5	43,0	79,0	12,7

El renoval de canelo del sector oriental de la Cordillera de la Costa, también se considera coetáneo, por cuanto presenta un coeficiente de variación de 6,6% en la edad y 7,5% en la altura (Cuadro 2).

Cuadro 2 : Estadística descriptiva de las variables de estado de los árboles muestra, competidores y crecimiento diametral. Sector oriental.

VARIABLE	VALORES			COEFICIENTE VARIACION (%)
	MEDIO	MINIMO	MAXIMO	
IDAPA (cm)	0,21	0,08	0,36	36,7
DAP (cm)	16,5	10,7	21,7	18,8
H. TOT (m)	14,2	12,3	16,5	7,5
H. FUST (m)	9,9	7,0	12,5	14,2
DC (cm)	1,6	0,9	2,7	24,8
DAPCO (cm)	15,7	11,8	22,6	31,4
H. TOT CO (m)	13,8	12,2	15,8	7,2
H. FUSCO (m)	10,1	6,7	19,5	20,9
DISME (m)	1,7	1,2	2,2	17,3
DCCO (m)	1,5	0,5	4,3	41,8
EDAD (años)	46,0	41,0	55,0	6,6

### **Función de Volúmen**

En ambos sectores el mejor ajuste de la función volumen se logró con el modelo "australiano", dado que éste obtuvo la mayor correlación y el menor error standard. Los coeficientes "b<sub>2</sub>" de las funciones tienden a cero y por ende, no contribuyen a la función de volumen, razón por la cual no se les consideró.

#### Sector occidental

$$V = -0,3767 + 0,0002 D^2 + 0,0198 H$$

$$r = 0,97$$

$$Syx = 5,0\%$$

$$n = 38$$

#### Sector oriental

$$V = -0,1185 + 0,0005 D^2 + 0,0091 H$$

$$r = 0,97$$

$$Syx = 1,3\%$$

$$n = 35$$

Donde :

- V = Volumen del árbol (m<sup>3</sup> ssc) hasta I.U. 10 cm  
 D = Diámetro a 1,3 (cm cc)  
 H = Altura total (m)

### **Modelo de Crecimiento Diametral**

El modelo de crecimiento diametral se construyó sobre la base de las variables independientes que mejor se correlacionaron con los indicadores del crecimiento. La mejor función de crecimiento para el sector occidental de la Cordillera de la Costa corresponde a :

$$IDAPA = 0,1496 + 0,0084 DAP - 0,0031 E$$

$$r = 0,51$$

$$Syx = 7,4\%$$

$$n = 38$$

El modelo de crecimiento diametral del sector oriental que mejor correlación obtuvo, consideró el DAP del árbol de muestra y el DAP promedio de los competidores.

$$IDAPA = 0,1725 + 0,0128 DAP - 0,111 DAPCO$$

$$r = 0,56$$

$$Syx = 6,2\%$$

$$n = 35$$

Aún cuando estos modelos de crecimiento diametral no permiten obtener valores confiables, debido a su baja correlación, dan una idea del posible crecimiento que pueden lograr estos renovales.

Los modelos serán mejorados con la incorporación de nuevos antecedentes, provenientes de las parcelas permanentes, ubicadas en los sectores de donde se extrajo la información.

### Factores de Forma

No se detectó ninguna tendencia clara del factor de forma natural o artificial en función del DAP-Altura. Por este motivo se optó por entregar valores medios según rangos diamétricos (Cuadro 3 y 4).

Cuadro 3 : Factores de forma del sector occidental.

RANGO DIAMETRICO (cm)	FACTOR DE FORMA		NUMERO DE OBSERVACIONES
	ARTIFICIAL	NATURAL	
16 - 20	0,527	0,550	10
20,1 - 26	0,505	0,566	14
26,1 - 40	0,516	0,550	15

Cuadro 4 : Factores de forma del sector oriental

RANGO DIAMETRICO (cm)	FACTOR DE FORMA		NUMERO DE OBSERVACIONES
	ARTIFICIAL	NATURAL	
12 - 15	0,622	0,615	16
15,1 - 19	0,588	0,592	20
19,1 - 22	0,571	0,573	15

## BIBLIOGRAFIA

CHESNEY, L. S. 1970. Aptitud papelera de Canelo (*Drymis winteri* Forst). Tesis Ing. Forestal. Santiago. Fac. Agronomía, U. de Chile 58 p.

CORVALAN, P. 1977. Estudio preliminar de crecimiento de algunos renovales de la Isla Grande de Chiloé. Tesis Fac. de Ciencias Forestales. U. de Chile. 106 p.

\_\_\_\_\_. 1987 "El Canelo : una alternativa de desarrollo para la X Región" Santiago. Ministerio de Agricultura - Fac. Cs. Agrarias y Forestales, U. de Chile. Vol. II.

CUBILLOS V. (1987). Modelos de crecimiento diametral para algunos renovales de Raulí. Ciencia e Investigación Forestal (INFOR) N° 1 : 67 - 77 p.

CUEVAS, E. 1983. Maderas nativas chilenas de interés en el comercio internacional. Investigación y desarrollo forestal. Proyecto CONAF/PNUD/FAO-CHI/76/003 Documento de trabajo 48. 77 p.

DONOSO, C. 1978. Dendrología árboles y arbustos chilenos. 2ª Edición Fac. Cs. Forestales, U. de Chile. Manual N° 2 142 p.

\_\_\_\_\_. 1981. Tipos forestales de los bosques nativos de Chile. FO:DP/CH/76/003 CONAF-FAO 70 p.

GROSSE, H. Y CUBILLOS, V. 1987. Estudio de renovales de Raulí. Instituto Forestal. Chile. 124 p.

HOFFMANN, A. 1983. Flora Silvestre de Chile zona Austral. Santiago, Chile. Ed. Fundación Claudio Gay, 257 p.



**KRAMER, H. UND AKCA, A. 1982.** Leitfäden für Dendrometrie und Bestandesinventur - J.D. Sauerländer's Verlag. Frankfurt a. M. 251 p.

**PEREZ, V. 1983.** Manual de propiedades físicas y mecánicas de maderas chilenas. Investigación y Desarrollo Forestal. Proyecto CONAF/PNUD/FAO-CHI/76/003. Documento de trabajo 47. 450 p.

**RODRIGUEZ, R.; MATTHEI, S. Y QUEZADA, M. 1983.** Flora arbórea de Chile. Concepción. U. de Concepción. 404 p.

**ROJAS, M.; PISTONO, L. Y BLUMHMS, E. 1975.** Densidad, largo de fibra y composición de la madera de Canelo. INFOR. Informe Técnico 53. 60 p.

**SANCHEZ, C. 1986.** Estructura y desarrollo de renovales puros y no intervenidos de Canelo (*Drymis winteri* J. et G. Forst) en la Isla de Chiloé. Tesis. Fac. de Ciencias Forestales. U. Austral de Chile. Valdivia. 110 p.

**ZOHRER, F. 1980.** Forstinventur. Verlag Paul Parey, Hamburg, Berlin. 207 p.

*El Instituto Forestal edita regularmente diversas publicaciones técnicas referidas a Estadísticas Básicas, Estudios de Mercado, Estudios Sectoriales, Precios de Productos Forestales, Silvicultura del Bosque Nativo y de Plantaciones, Construcción en Madera, Especies Forestales exóticas, entre otros temas. En esta oportunidad se entregan antecedentes de 6 publicaciones de interés, disponibles para consulta o adquisición en las oficinas de INFORen Santiago (Huérfanos 554) y en Concepción (Barros Arana 121).*

**1. ESTADISTICAS FORESTALES 1989.** Boletín Estadístico N° 15, División Estudios Económicos, Instituto Forestal. Santiago - Chile. Julio 1990. 111 páginas.

Como en años anteriores, el Instituto Forestal a través de esta publicación pone a disposición de todos los agentes interesados en este sector un compendio estadístico, cuyo objetivo fundamental es proporcionar antecedentes sobre la situación del sector.

Estos antecedentes comprenden: aspectos macroeconómicos, recurso forestal existente, nivel de consumo y producción de la industria forestal primaria; volumen, valor y destino de los principales productos exportados, precios de productos forestales en el mercado interno y externo, volumen transportado, disponibilidad futura de madera y ocupación forestal.

La información se presenta actualizada al año 1989 y para los años anteriores y además, cuando corresponde, a nivel regional.

Los antecedentes proporcionados por esta publicación procede de fuentes primarias y secundarias, sistematizadas en la base de datos de la División de Estudios

Económicos, del Instituto Forestal.

**2. EXPORTACIONES FORESTALES CHILENAS (Enero - Diciembre 1990).** Boletín Estadístico N° 19. División Estudios Económicos, Instituto Forestal. Santiago - Chile, Enero 1991. 172 páginas.

El Instituto Forestal, por encargo de la Corporación Nacional Forestal (CONAF), recopila e publica mensualmente la información básica referente a la gestión exportadora del sector forestal chileno; información que se presenta actualizada al mes y año indicados.

El informe entrega antecedentes de volumen, valor, precios medios, mercado de destinos y empresas exportadoras, para los principales productos exportados. Además, se proporcionan las cifras globales de exportación y una relación con las exportaciones efectuadas en años anteriores.

Particularmente, por ser éste el último informe del año, los antecedentes proporcionados permiten configurar el panorama general de las exportaciones efectuadas en 1990 y compararlo con el de años anteriores. Además, en este número se propor-

ciona un directorio de las empresas exportadoras, clasificadas por productos exportados.

Cabe señalar que toda la información de exportaciones procesada por el Instituto Forestal y consignada en estos informes proviene del documento "Declaración de Exportación, obtenido de la Dirección Nacional de Aduanas", desde el cual se extraen los datos correspondientes a cada embarque.

**3. BOLETIN DE PRECIOS FORESTALES. Junio - Octubre - Diciembre, 1990.** División estudios Económicos, Instituto Forestal. Santiago - Chile, 1990. 30 Páginas.

Esta publicación editada por el Instituto Forestal, aparece bimestralmente desde abril de 1987. Su objetivo es transparentar el sector forestal en cuanto a información de precios en el mercado interno, de productos, insumos, servicios y fletes.

Los precios proporcionados por este boletín son referenciales, puesto que se basan en una muestra representativa de empresas productoras y de servicios de los distintos productos, distribuidas a lo largo del país.

Por lo mismo, los precios se presentan clasificados por productos, región y provincia, señalándose el valor medio y máximo para la muestra determinada en cada caso.

Los productos que abarca esta publicación incluyen desde plantas y productos

primarios (trozas pulpables, aserrables y para chapas; madera aserrada y tableros) hasta productos elaborados (madera elaborada y cajones). En servicios se incluye la impregnación y secado. Por el lado de insumos, aquellos requeridos para la plantación, explotación y transformación mecánica de la madera. Y por último, fletes en camión y por ferrocarril.

**4. PRECIOS DE PRODUCTOS FORESTALES CHILENOS (Actualizados al primer semestre de 1990).** Boletín Estadístico N° 17. División Estudios Económicos, Instituto Forestal. Santiago - Chile. Septiembre 1990. 68 páginas.

El objetivo de esta publicación es entregar series de precios de los productos forestales que el país comercializa en el mercado interno y externo; serie anual que abarca desde 1984 hasta el primer semestre de 1990.

La publicación se divide en tres partes. En la primera, se entrega un análisis del comportamiento de los precios durante el período. En la segunda parte, se presentan los cuadros de precios en el mercado interno, en tanto que en la tercera parte se proporcionan los precios de exportación de los principales productos forestales que se destinan al mercado externo.

La fuente de información de los precios presentados en esta publicación procede, para el mercado interno, del sistema de precios internos, cuya salida se registra en el informe "Boletín de Precios Forestales",

de circulación bimestral. En el caso de los precios de exportación, corresponden al sistema de exportaciones, que se edita mensualmente en el informe "Exportaciones Forestales Chilenas".

Esta publicación puede ser adquirida directamente en las oficinas de INFOR.

**5. LA INDUSTRIA DEL ASERRIO 1989.** Boletín Estadístico N° 18. División Estudios Económicos, Instituto Forestal. Santiago - Chile. Septiembre 1990. 135 páginas.

El objetivo fundamental de esta publicación es caracterizar y cuantificar anualmente la actividad de la industria del aserrío, en términos de producción, ocupación, aspectos tecnológicos y económicos, y analizar su participación en el sector forestal; información básica necesaria para todos los agentes interesados en este sector.

El informe consta de dos partes: en la primera se entregan los resultados globales del estudio y, en la segunda, un análisis detallado de la actividad en cada región, que comprende los aspectos antes mencionados a nivel de provincia y especie y, un ranking de los principales aserraderos.

La fuente de información para esta publicación proviene de un muestreo realizado anualmente por el Instituto Forestal, a un número determinado de aserraderos distribuidos entre la IV y la XII regiones del país.

La publicación puede ser adquirida en las oficinas de INFOR.

**6. MANUAL DE CALCULO DE CONSTRUCCIONES EN MADERA. 1990.** Segunda Edición. Manual N° 13. Vol. 1 y Vol. 2, División Industrias, Instituto Forestal, Santiago - Chile. Abril 1990, 355 páginas.

El volumen 1 comprende 6 capítulos que contienen los elementos básicos para el Cálculo de Estructuras en Madera : Terminología, Propiedades de la Madera, Dimensionamientos en diversas situaciones y los Tipos de Uniones utilizadas. Este volumen está profusamente ilustrado, con 104 figuras además de 94 Tablas.

El volumen 2 por su parte está completamente referido a ejemplos de diseño, con sus correspondientes Tablas y Anexos.

## REGLAMENTO DE PUBLICACION

**CIENCIA E INVESTIGACION FORESTAL** es una publicación técnica seriada del Instituto Forestal de Chile, que publica trabajos originales e inéditos o avances de investigación de sus profesionales y de aquellos que deseen difundir sus experiencias sobre Silvicultura, Manejo Forestal, Industria Maderera, Economía Forestal y Madera en la Construcción.

Todas las colaboraciones serán revisadas por un selecto grupo de profesionales, quienes actuarán, para estos efectos, como editores asociados de la publicación. Previo a ello, la publicación cuenta con la asesoría permanente de un Consejo Editor, facultado para aceptar, rechazar o solicitar modificaciones a los autores.

La publicación aceptará colaboraciones sólo en español. El texto del artículo deberá redactarse en un lenguaje universal, que pueda ser comprendido no sólo por los profesionales, en atención a que la publicación tiene por objetivo traspasar conocimientos y experiencia al sector forestal en general. Los artículos o trabajos que transgredan esta disposición serán devueltos a sus autores, para efectuar las modificaciones que solicite el Consejo Editorial de la publicación.

La publicación consta de 3 secciones:

- a) *Artículos* : Trabajos que contribuyan a ampliar el conocimiento científico y/o tecnológico, como resultado de una investigación o serie de experiencias, que se hayan efectuado siguiendo el método científico.
- b) *Apuntes* : Comentarios y/o análisis sobre un tema en particular que presente un enfoque metodológico novedoso, o que corresponda a un avance de investigación en ejecución o de cuenta de la realización de reuniones técnicas que permitan especializar el conocimiento sobre el bosque y sus productos.
- c) *Notas Bibliográficas* : Comentarios sobre el contenido de libros, documentos o artículos, chilenos o extranjeros, de cuyo conocimiento puedan derivarse avances científicos y/o tecnológicos para el país.

Todos los artículos publicados darán derecho al autor a recibir 20 reproducciones del mismo, para su empleo y distribución. Cantidades adicionales se deberán solicitar junto a la aprobación del texto, debiéndose considerar el importe respectivo por ello.

---

### ESTRUCTURA Y PRESENTACION DE LAS COLABORACIONES

---

- a) *Artículos* : Todos los trabajos presentados en esta sección deberán contener: Resumen (en español e inglés), Introducción, Material, y Método, Resultado y Discusión, Referencias Bibliográficas. Eventualmente podrá incluirse un capítulo de agradecimiento, el que se incluirá antes de las Referencias Bibliográficas.

El Título deberá ser representativo del efectivo contenido del artículo, construido con el mínimo de palabras, evitando el empleo de verbos y abreviaciones.

El Resumen deberá contener el objetivo del trabajo, el material o metodología (en término genérico) empleada y los resultados fundamentales. Su extensión máxima será de 1 carilla o el equivalente a 20 líneas. Al final de cada resumen, el autor deberá entregar a lo menos 3 "palabras claves", para lograr una adecuada clasificación bibliográfica de su contenido para lo cual se empleará el Vocabulario Forestal Unitérmino de INFOR. El Abstract, corresponderá a la traducción al inglés del resumen ya definido.

En la Introducción se incluirá la revisión bibliográfica efectuada, orientada a definir el estado actual del conocimiento sobre el tema, la importancia que implica su divulgación y la compatibilización de los principales resultados con su objetivo. Aquí no podrán incluirse cuadros ni figuras.

Los puntos relativos a material y método, deberán desarrollarse cuidando entregar información precisa y completa, que permita una visión clara de la metodología y materiales empleados en la investigación o estudios que diera origen al trabajo presentado. Cuando la metodología no es original, deberá citarse con claridad su procedencia. Todas las citas taxonómicas deberán entregarse con el nombre científico subrayado (entre parentesis) luego de citar el nombre vernáculo de la especie. Sólo se aceptarán cuadros y figuras que no repitan informaciones y se incluirán aquellas que registren antecedentes que hayan sido suficientemente desarrollados en el texto. Las abreviaturas, magnitudes y unidades corresponderán a las aceptadas por organismos científicos, preferentemente las del Instituto Nacional de Normalización (INN). Se utilizará el sistema métrico decimal, para la expresión de unidades de medida, volumen y similares.

En la sección Resultados deberán aparecer todos los obtenidos, sin duplicar tablas ni figuras. Respecto de la discusión, corresponderá analizar aquí la relación entre el estado actual del problema planteado en la introducción y los resultados. No se incluirán nuevos resultados.

Las Referencias Bibliográficas se harán de acuerdo a las normas del Intituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA) de OEA, adaptadas al sistema "auto-año".

b) *Apuntes* : Los trabajos presentados a esta sección se estructurarán siguiendo el siguiente esquema :

- primero, descripción breve del método, fenómeno, avance o hecho que da cuenta, dando a conocer todos los elementos ambientales, circunstanciales o técnicos, en el que se presente.

- luego, comentario sobre la trascendencia que representa para la actividad forestal chilena y para el desarrollo de la Ciencia Forestal.

- finalmente, análisis u opiniones respecto de su evolución o desarrollo futuro, así como también, el desafío que presenta para los profesionales vinculados a la ciencia forestal y maderera.

El Título no podrá exceder de siete palabras, deberá ser representativo de lo que

se informa. Se aceptará redacción personal. El nombre del autor, así como su título o grado profesional e institución o empresas que trabaje, se incluirá luego del título del trabajo.

c) *Notas Bibliográficas* : Los análisis de artículos, libros, documentos técnicos a incluir en esta sección, se estructurarán cuidando explicar el objetivo de la publicación, análisis de la metodología empleada, comentario de sus resultados desde el punto de vista de su trascendencia para la ciencia forestal y maderera y breve reseña de la estructura, cuando se trate de un comentario de un libro o documento técnico.

El título de esta colaboración será el mismo de la publicación que analiza, seguido del nombre de o los autores, nombre de la editorial, revista o institución editora, año de publicación, extensión.

Al final del comentario, que será redactado en forma objetiva, se podrá incluir el nombre del autor o redactor, su especialidad y grado profesional e institución o empresa a la que pertenece.

---

## PRESENTACION DEL ESCRITO

---

Para el caso exclusivo de ARTICULOS, todo el trabajo deberá escribirse en papel tamaño carta con 20 líneas por página, presentando en la primera página el título del trabajo, el nombre completo del autor, su título profesional, grado académico, el nombre y dirección de la institución o empresa a la que pertenece, y fecha de remisión del mismo.

En la segunda página se incluirá el resumen en español con una extensión no superior a 20 líneas, acompañado de 3 palabras claves para clasificación, debiéndose emplear para ello el Vocabulario Forestal Unitérmino de INFOR. En la tercera página se entregará el resumen en inglés. En la cuarta página se desarrollará la Introducción, y así sucesivamente, en páginas nuevas, se iniciará cada sección del trabajo (Material y Método, Resultados, Discusión, Agradecimientos y Referencias Bibliográficas).

La extensión de los artículos será de 35 carillas tamaño carta como máximo y de 10 carillas como mínimo.

Los escritos correspondientes a Apuntes y Notas Bibliográficas se entregarán indicando en una primera página el título (más referencias bibliográficas para el segundo de los casos), el nombre del autor, su título profesional y grado académico y el nombre de la institución o empresa a la que pertenece. A partir de la segunda página se desarrollará el texto del comentario.

Su extensión no podrá exceder las 15 carillas y tendrá como mínimo la extensión de 3 carillas en total.

Todos los cuadros, figuras, fotos o similares se enumerarán correlativamente a lo largo del trabajo. Todas las lecturas o notas explicativas, se entregarán en páginas separadas, cuya extensión no supere las 10 líneas, evite duplicar información con el texto.

Los cuadros, gráficos y figuras, así como las fotos, respetarán la fuente de origen de la información que contiene o la autoría que representan, debiendo citarla al final de cada uno o de la nota explicativa. Cada cuadro, gráfico o figura, se entregará en original más una fotocopia en páginas separadas del texto mismo.

La posición ideal de cuadros, tablas, figuras y fotos la indicará el autor al margen del escrito, a la altura del texto donde sea sugerido, razón por la cual se dejará un margen de 5 cm en cada página del texto.

Las fotos y figuras llevarán al reverso el número correlativo que corresponda, hecho con lápiz grafito, debiendo citarla al final de cada uno, o de la nota explicativa.

Sólo se reproducirán fotos en blanco y negro, siempre que reúnan buenas características de contraste, brillo y nitidez y sus dimensiones no sean mayores que 12 x 18 cm.

---

## RECEPCION DE COLABORACIONES

---

Deberán enviarse en original y dos copias al Editor de la publicación, a Huérfanos N° 554, Piso 4°, Santiago, Chile.





