

5

2(3)88 R
ISSN 0716 - 5994

CIENCIA
E
INVESTIGACION
FORESTAL

DICIEMBRE 1988



INFOR

infor CHILE

FILIAL CORFO

5

CIENCIA E INVESTIGACION FORESTAL

DICIEMBRE 1988

info 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 | : | Patricio Valenzuela V. | |
| Subdirector | : | Jorge Cabrera P. | |
| Editor | : | Jorge Cabrera P. | |
| Consejo Editor | : | Rolando Bennewitz B. Ignacio Cerda V. Ronald Du Belloy G. | Hans Grosse W. Vicente Pérez G. José A. Prado D. |
| Editores Asociados | : | René Alfaro (Canadá) Ronald Brun (RFA) Hernán Cortés Fernando Cox Roberto Delmastro Claudio Donoso Fernando Garrido Bertram Husch Jaime Latorre Roberto Melo Eduardo Morales Ramiro Morales | Manuel Ortiz Hernán Peredo Roland Peters Hernán Poblete Juan Schlatter Harald Schmidt Jorge Toro Antonio Vita Derek Webb (Canadá) Daniel Wisecarver Roy Wotherspoon |

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, que consta de dos revistas, es de \$ 4.000, 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 franqueo. El valor de cada ejemplar es de \$ 2.300 y de \$ 1.000 para estudiantes (US\$ 12, incluido franqueo para el extranjero). C.I.F. circula en Chile y el extranjero. Dirija su correspondencia relacionada con los manuscritos aceptados para publicación y otras materias de orden editorial, al Editor. 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 a: Huérfanos 554, Piso 3. Santiago - Chile.

CONTENIDO

| Artículos | Págs. |
|--|-------|
| Evaluación de Raleos en Monte Bajo de <i>Eucalyptus globulus</i> (Labill) V Región M. Toral I., R. Rosende B. y G. de Pablo B. | 1 |
| Crecimiento de Plantaciones con Raulí y Roble Bajo Dosel en Dependencia del Grado de Luminosidad y Fertilización Hans Grosse W. | 13 |
| Análisis del Proceso de Maceración para el Pino Radiata R. Melo H. | 31 |
| Resultados Preliminares en Fertilizaciones de Apoyo para <i>Eucalyptus globulus</i> M. Toral I y P. Rojas V. | 45 |
| | |
| Apuntes | |
| Descripción Básica del Pino Oregón (<i>Pseudotsuga menziesii</i>) . . . U. Kannegiesser S. | 57 |
| Funciones de Volumen y Factor de Forma para Pino Oregón (<i>Pseudotsuga men- ziesii</i>) H. Grosse W. | 65 |
| Uniones de Tableros por sus Cantos: Experiencias a Escala Industrial H. Poblete W. | 71 |
| Determinación de Calidad de Sitios Forestales según Índice de Storie S. Francke C. | 77 |
| | |
| Bibliografía | |
| Tablas de Conversión Mecánica y Elaboración 82 | 82 |
| Estadísticas Forestales 1987 82 | 82 |
| La Industria del Aserrío 1987 83 | 83 |
| Costos Operacionales y de Capital de las Actividades Forestales en Chile 83 | 83 |
| Actualización de Volúmenes en pie de Pino Radiata en la VIII Región 84 | 84 |
| Sistema de Información de Exportaciones Forestales 85 | 85 |
| Precios de Productos Forestales Chilenos, Boletín Estadístico N° 8 85 | 85 |

EVALUACION DE RALEOS EN MONTE BAJO DE *Eucalyptus globulus* (Labill) V REGION

Manuel Toral I. (*)
Ramón Rosende B. (**)
Gonzalo De Pablo B. (***)

RESUMEN

Se evalúa el comportamiento de un rodal de monte bajo de *Eucalyptus globulus* sometido a dos prácticas de raleo, y que está ubicado en la comuna de Santo Domingo, V Región.

Para cumplir con este objetivo se instaló en 1982 un dispositivo experimental en bloques al azar, con los siguientes tratamientos: testigo, raleo por lo bajo y raleo por lo alto. En ambas intervenciones se extrajo el 30% del número de árboles.

Se concluye, bajo las condiciones de esta experiencia, que el área basal ideal residual está próxima a 9,9 m²/ha y el área basal crítica cercana a 7,2 m²/ha o menor.

La mayor producción en términos de volumen, biomasa total, astillas para leña y aceites esenciales por unidad de superficie, se presenta en los tratamientos testigo y raleo por lo bajo.

ABSTRACT

The growth response to two thinning practices of a Eucalyptus globulus coppice stand, growing in the Santo Domingo coastal area, in Central Chile, was evaluated.

The trial was established in 1982. Experimental plots were arranged in randomized blocks, including from above and from below thinnings and control plots.

According to these results, the ideal residual basal area is near to 9.9 m²/ha and the critical basal area is 7.2 m²/ha or less.

The highest yields in terms of volume, total biomass, fuelwood and cineol were obtained with the control plots and with the treatment that considers thinning from below.

(*) Ingeniero Forestal, División Silvicultura, Instituto Forestal. Huérfanos 554, Piso 4°, Santiago - Chile.

(**) Ingeniero Químico, Depto. de Tecnología de la Madera, Universidad de Chile. Proyecto D.I.B., U. de Chile. A 2279 - 8734. Av. Santa Rosa 11315, Santiago - Chile.

(***) Ingeniero Forestal, Actividad Privada.

INTRODUCCION

Eucalyptus globulus ssp. globulus Labill, eucalipto, fue introducido en Chile el siglo pasado y actualmente existen en el país unas 64.000 ha de plantaciones. De esta superficie el 31,1% se encuentra en la V Región y se utiliza principalmente con fines energéticos o para producir postes, varas y madera para pulpa, en tanto que el 34,3% se localiza en la VIII Región, donde se produce madera aserrada, revestimientos, chapas, madera para astillas, y otros productos, incluidos leña, postes, varas y madera para pulpa (INFOR-CORFO, 1988). Sin embargo la especie está presente en casi todo el país, en variadas condiciones de sitio, demostrando así su adaptabilidad.

En relación al mercado externo en 1985, el monto de divisas originado por la exportación de productos de *Eucalyptus* fue de US\$ 14 millones, 0,4% del total de las ventas externas del sector. En 1987 las ventas externas de madera de esta especie registraron un crecimiento de 132% en relación a 1985, en tanto que el monto exportado en los seis meses transcurridos de 1988 casi a triplicado en términos nominales al de 1987 y representa el 2,4% de las exportaciones del sector. (INFOR, 1988).

En el mercado interno la madera para pulpa ha adquirido gran importancia y su precio aumentó de US\$ 8 m³ en 1983 a US\$ 28 m³ en el primer semestre de 1988. (INFOR, 1988).

Considerando la importancia económica de esta especie y la falta de información sobre su silvicultura, este trabajo pretende aportar algunos antecedentes sobre la producción en volumen sólido total, volumen de leña, biomasa y cineol por unidad de superficie, para el monte bajo de *E. globulus* en la V Región.

MATERIAL Y METODO

Area de estudio

El trabajo se desarrolló en el Fundo Vista Hermosa, ubicado en la comuna de Santo Domingo, Provincia de San Antonio, V Región.

Material

Rodal de monte bajo de *Eucalyptus globulus ssp. globulus* plantado en 1945 y cosechado en dos oportunidades, el que en la actualidad se encuentra en su tercera rotación.

Método

A la edad de 5 años (1982) se instaló un dispositivo experimental en bloques al azar con tres tratamientos: testigo, raleo por lo bajo y raleo por lo alto. En ambas intervenciones se raleó el 30% del número de árboles.

Previo a la ejecución del raleo, cada árbol en la parcela fue numerado y se midieron las siguientes variables de estado: diámetro del retoño a la altura del pecho 1,30 m, DAP (cm); diámetro del retoño a 10 cm de altura sobre su base, DAT (cm); diámetro de los tocones y número de retoños por tocón; altura total, HT (m). A la edad de 9 años se midieron las mismas variables de estado mencionadas y se voltearon algunos ejemplares a fin de validar las funciones de volumen y biomasa obtenidos por RIBALTA (1983). En forma conjunta se determinó la densidad básica de la madera y la producción de cineol para cada tratamiento.

Cuantificación del volumen

Se utilizó la función obtenida por RIBALTA op. cit. y validada en este trabajo según la metodología propuesta por VALLEJOS (1979).

El modelo empleado fue el siguiente:

$$V = 3,320118 \times 10^{-3} + 2,9000294 \times 10^{-5} (\text{DAT}^2 \text{ H})$$

$$R^2 = 0,98 \quad \text{Syx} = 0,103$$

Donde:

V : Volumen sólido total del fuste con corteza (m³)

DAT : Diámetro del retoño a 10 cm de altura sobre su base (cm)

H : Altura total (m)

Cuantificación de la leña

Para calcular el número de astillas cada tratamiento se evaluó por medio de las funciones desarrolladas por PEÑALOZA (1986). Los modelos empleados fueron los siguientes:

$$\text{Ln Totast} = -3,613203 + 1,124202 \text{ Ln DAT} + 1,100263 \text{ Ln H}$$

$$R^2 = 0,94 \quad \text{ES} = 3,3$$

$$\text{Ln Ast } 1^\circ = -6,747524 + 1,70022 \text{ Ln DAT} + 1,335130 \text{ Ln H}$$

$$R^2 = 0,94 \quad \text{ES} = 1,98$$

Donde:

Ln : Logaritmo natural

Totast : N^o total de astillas

Ast 1^o : N^o de astillas de primera

R² : Coeficiente de determinación

E.S. : Error estándar de la estimación

Para el volumen de leña (m³/ha) se utilizó la función desarrollada por DE PABLO (1986) que establece:

$$\text{VL} = -1,476 \times 10^{-3} + 2,8427 \times 10^{-5} (\text{DAT}^2 \text{ H})$$

$$R^2 = 0,98$$

Donde:

VL = Volumen de leña (m³ c/c)

Cuantificación de la biomasa

La biomasa fue dividida en 4 componentes: fuste con corteza, hojas, ramas y ramillas. Se entiende por rama todo aquel material leñoso con corteza con un diámetro mínimo de 3 cm, y ramilla aquel material leñoso de menos de 3 cm de diámetro.

Para la estimación del peso seco de ramas y ramillas se utilizaron los siguientes modelos desarrollados por RIBALTA op. cit.:

Modelo para ramas (Ton)

$$\log_{10} \text{PSRA} = -4,6710 + 0,89032 \log_{10} (\text{DAP}^2 \text{ H})$$

$$R^2 = 0,72 \quad S_{yx} = 0,39$$

Modelo para ramillas (Kg)

$$\log_{10} \text{PSRM} = -1,89528 + 2,12505 \log_{10} \text{DAP}$$

$$R^2 = 0,86 \quad S_{yx} = 0,24$$

Donde:

\log_{10} : Logaritmo en base 10

PSRA: Peso seco ramas (Ton)

PSRM: Peso seco ramillas (Kg)

Para la estimación del peso seco de las hojas y del fuste con corteza se construyeron nuevos modelos, ya que no fue posible validar los desarrollados por RIBALTA op. cit.

Los modelos probados fueron los siguientes:

$$\begin{aligned} \text{PS} &= a + b \text{ DAP} \\ \text{PS} &= a + b \text{ DAPH} \\ \log_{10} \text{PS} &= a + b \text{ DAP} \\ \log_{10} \text{PS} &= a + b \log_{10} \text{ DAP}^2 \text{ H} \end{aligned}$$

Donde:

PS : Peso seco anhidro (Kg)

El modelo final se seleccionó considerando su coeficiente de determinación, su error estándar y su simplicidad.

Densidad básica de la madera

Para el cálculo de la densidad básica se utilizó el método de máximo contenido de humedad, SMITH (1964). Este consiste en medir el peso de una probeta saturada y luego en estado anhidro, obteniéndose la densidad de acuerdo a la siguiente relación:

$$D_b = \frac{P_o}{(P_v - P_o) + P_o/1,53}$$

Donde:

Db : Densidad básica (g/cc)

Pv : Peso verde (g)

Po : Peso anhidro (g)

1,53 : Constante de densidad para la substancia celular

Las probetas se extrajeron a nivel del DAP en los árboles de las clases dominantes según cada tratamiento.

Producción de aceite esencial y cineol

Para cada tratamiento se escogieron árboles de las clases dominante y codominante, colectándose muestras foliares para ser analizadas en laboratorio. En los tratamientos con raleos se escogió también una muestra de hojas de la nueva retoñación.

En laboratorio el análisis constó de dos partes. La primera fue la separación del aceite esencial de las hojas, en tanto que la segunda fue la determinación del porcentaje de cineol.

Para separar el aceite esencial de las hojas se utilizó el método de destilación en corriente de vapor.

Para determinar el contenido de cineol, se utilizó un cromatógrafo de gases. El procedimiento consistió en comparar los valores obtenidos por tratamiento, versus una curva de calibración de cineol a diferentes concentraciones.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados se presentan por separado según los objetivos del estudio.

Variables de Estado: Volumen y Area Basal

En la Tabla 1 se presentan los promedios de las variables de estado, área basal y volumen por unidad de superficie, según tratamientos para las fechas F1 (antes del raleo), F2 (después del raleo) y F3 (cuatro años después de la intervención). De igual forma se presenta la significación estadística para estas variables en cada oportunidad.

TABLA 1
AREA BASAL Y VOLUMEN PROMEDIO DE E. globulus SEGUN TRATAMIENTO
(Fundo Vista Hermosa, Santo Domingo, V Región)

| TRATAMIENTOS | AREA BASAL (m ² /ha) | | | VOLUMEN (m ³ /ha) | | |
|-----------------|------------------------------------|-------|-------|---------------------------------|-------|--------|
| | F1 | F2 | F3 | F1 | F2 | F3 |
| Testigo = T | 13,5a | 13,5a | 25,3a | 81,8a | 81,8a | 211,8a |
| Raleo alto = Ra | 12,5a | 6,6b | 19,0b | 76,7a | 39,7b | 160,5b |
| Raleo bajo = Rb | 13,1a | 11,1c | 24,1a | 79,7a | 67,4c | 208,9a |

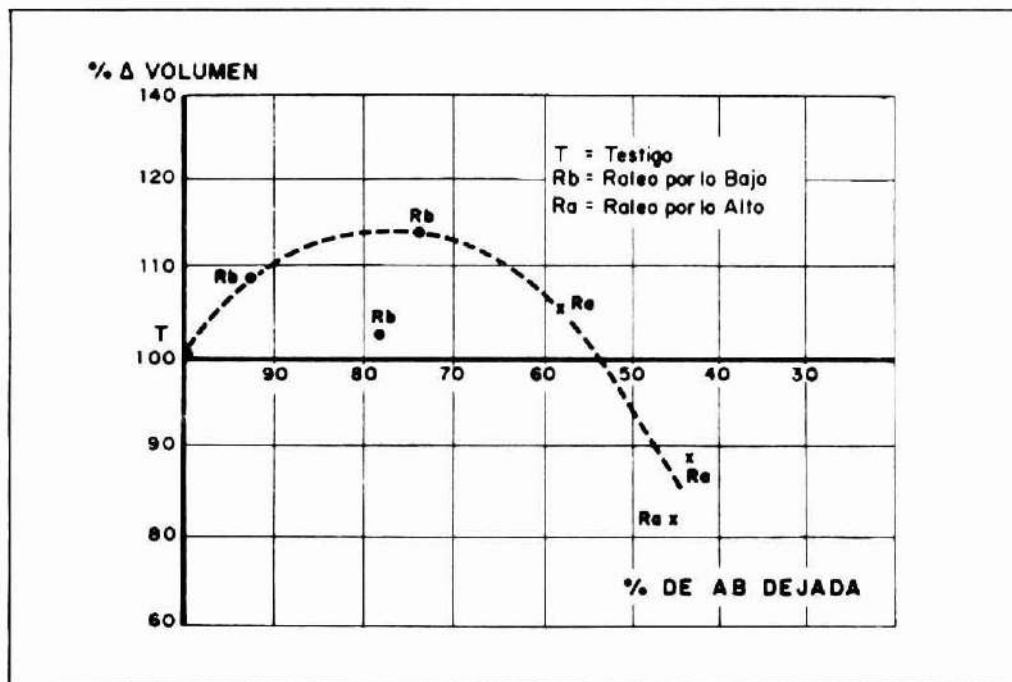
Letras distintas indica que hay diferencias significativas al 0.05.

En la Tabla 1 se puede apreciar que el área basal y el volumen por hectárea no presentaron diferencias estadísticas antes de la intervención (F1). Presentan diferencias en F2, donde todos los tratamientos son diferentes y en F3, la prueba de Duncan indica que el testigo y el raleo por lo bajo difieren significativamente del raleo por lo alto.

Porcentaje de Incremento en Volumen Según Área Basal Dejada

En la Figura 1 se presenta el porcentaje de incremento en volumen en el período transcurrido entre F2 y F3, según porcentaje de área basal dejada en relación al tratamiento testigo después del raleo.

FIGURA 1
PORCENTAJE DE INCREMENTO EN VOLUMEN SEGUN AREA BASAL DEJADA POR TRATAMIENTO



Al observar la figura 1 se advierte que el mayor porcentaje de incremento en volumen se obtiene en los tratamientos de raleo por lo bajo, donde se dejó en relación al testigo, un 74% del área basal que corresponde a 9,9 m²/ha, valor definido como óptimo por ASSMAN (1961). El área basal crítica se obtiene al dejar un 54% del área basal del testigo, es decir, 7,2 m²/ha o menos. Esta área basal crítica o mínima se define como aquella en que el incremento de los árboles que quedan en el bosque es igual o menor al incremento del testigo (VITA, 1978).

Volumen de Leña y N° de Astillas

En la Tabla 2 se presentan los rendimientos en volumen de leña (m^3/ha) y en número de astillas (N°/ha) por tratamiento. Al mismo tiempo se presenta la significación estadística para estas variables en la fecha F3.

TABLA 2
VOLUMEN DE LEÑA Y NUMERO DE ASTILLAS
EDAD: 9 AÑOS
(Fundo Vista Hermosa - Santo Domingo - V Región)

| TRATAMIENTO | VOLUMEN DE LEÑA (m^3/ha) | PROMEDIO DE ASTILLAS (N°/ha) | | |
|-------------|------------------------------|---------------------------------------|----------------|----------------|
| | | Total de Astillas | Astillas de 1ª | Astillas de 2ª |
| Testigo | 190,7a | 28.030a | 10.177a | 17.853a |
| Raleo alto | 146,7b | 19.725b | 7.576b | 12.149b |
| Raleo bajo | 192,1a | 26.885a | 10.273a | 16.612a |

Letras distintas indica que hay diferencias significativas al 0.05.

En la Tabla 2 se puede apreciar que existen diferencias significativas en el volumen de leña y el número de astillas entre los tratamientos. La prueba de Duncan indica que el testigo y el raleo por lo bajo son similares entre sí y difieren del raleo por lo alto.

Biomasa

En la Tabla 3 se presenta la producción promedio de la biomasa de los diferentes componentes según tratamiento, como también la significación estadística para estas variables en la fecha F3.

TABLA 3
BIOMASA POR COMPONENTE Y TRATAMIENTO
EDAD: 9 AÑOS
(Fundo Vista Hermosa, Santo Domingo, V Región)

| TRATAMIENTOS | BIOMASA (Ton/ha) | | | | | | |
|--------------|------------------|------|-------|-----|------------------|------|-------|
| | Fuste c/c | (%) | Hojas | (%) | Ramas y Ramillas | (%) | Total |
| Testigo | 95,8a | 58,2 | 8,9a | 5,4 | 60,1a | 36,4 | 164,8 |
| Raleo alto | 71,9b | 58,8 | 6,5b | 5,3 | 44,0b | 35,9 | 122,5 |
| Raleo bajo | 95,0a | 58,8 | 8,6a | 5,3 | 57,9a | 35,9 | 161,5 |

Letras distintas indica que hay diferencias significativas al 0.05.

En la Tabla 3 se puede apreciar que existen diferencias significativas para todos los componentes de la biomasa entre los tratamientos. Al igual que en las otras variables de estado, el test de Duncan indica que el tratamiento testigo y raleo por lo bajo no presentan diferencias estadísticamente significativas entre sí y difieren del raleo por lo alto.

Para estimar biomasa de hojas y fuste con corteza los modelos seleccionados fueron los siguientes:

Modelo para hojas:

$$PS = -0,9649 + 0,0242 (DAPH)$$

$$R^2 = 0,91$$

Modelo para fuste:

$$\text{Log}_{10} PS = -1,622 + 0,9495 \text{Log}_{10} (DAP^2H)$$

$$R^2 = 0,96$$

Como los modelos utilizados difieren en su forma, no se logra una buena aditividad de ellos. KOZAK (1970) recomienda que los modelos deben ser similares, a objeto de lograr una buena aditividad entre los componentes parciales y el total de la biomasa. Sin embargo, esta aditividad se obvió en beneficio de los coeficientes de determinación.

Densidad de la Madera

En la Tabla 4 se presenta la densidad básica promedio para los distintos tratamientos y su significación estadística.

TABLA 4
DENSIDAD BASICA PROMEDIO Y SU SIGNIFICACION ESTADISTICA
EDAD: 9 AÑOS
(Fundo Vista Hermosa, Santo Domingo, V Región)

| TRATAMIENTOS | DENSIDAD BASICA (g/cc) |
|--------------|------------------------|
| Testigo | 0,565a |
| Raleo alto | 0,611b |
| Raleo bajo | 0,569a |

Letras distintas indica que hay diferencias significativas al 0.05.

De acuerdo a estos resultados la densidad básica es mayor en el tratamiento raleo por lo alto y difiere significativamente del testigo y raleo por lo bajo.

La mayor densidad encontrada en el raleo por lo alto, puede deberse a que los árboles de este tratamiento presentan una tasa de crecimiento menor en relación a los árboles de los otros tratamientos. TISCHLER (1976), y HANS et al. (1972), manifiestan que la densidad de la madera está en relación con la velocidad de crecimiento, concluyendo que un crecimiento acelerado produce madera de menor densidad. Sin embargo, HILLIS (1978) quien cita a estos autores, considera esta relación como excepción y sostiene que la densidad media de un árbol muestra una correlación poco significativa con la tasa de crecimiento.

Producción de Aceite Esencial y Cineol.

En la Tabla 5 se presenta la concentración de aceite esencial y de cineol para los árboles de las clases dominantes, suprimidas y la retoñación.

TABLA 5
CONCENTRACION DE ACEITE ESENCIAL
Y CONTENIDO DE CINEOL EN LAS HOJAS (%)
(Fundo Vista Hermosa, Santo Domingo, V Región)

| (%) | TESTIGO EDAD: 9 AÑOS | | RALEO ALTO EDAD: 9 AÑOS | | RALEO BAJO EDAD: 9 AÑOS | | RETOÑACION EDAD: 4 AÑOS |
|--------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| | Arbol Domi- nante | Arbol Supri- mido | Arbol Domi- nante | Arbol Supri- mido | Arbol Domi- nante | Arbol Supri- mido | |
| Aceite Esencial | 1,63 | 1,57 | 1,64 | 1,47 | 1,50 | 1,58 | 1,17 |
| Cineol | 70,6 | 70,5 | 70,6 | 63,2 | 62,3 | 66,3 | 60,1 |

En la Tabla 5 se puede apreciar que el porcentaje de aceite esencial de las hojas varía entre 1,47 - 1,64% y de éste, sólo entre un 60,1 y 70,6% es cineol. No se aprecia una gran variación en la concentración de aceite esencial para las diferentes clases de árboles.

A partir de las Tablas 3 y 5 se elaboró la Tabla 6 que estima la producción total de cineol para los diferentes tratamientos.

TABLA 6
PRODUCCION DE CINEOL (kg/ha)
EDAD: 9 AÑOS
(Fundo Vista Hermosa, Santo Domingo, V Región)

| TRATAMIENTO | PESO SECO HOJAS (kg/ha) | ACEITE ESENCIAL (%) | CINEOL PROMEDIO (%) | PRODUCCION DE ACEITE ESENCIAL (kg/ha) | PRODUCCION DE CINEOL (kg/ha) |
|-------------|-------------------------|---------------------|---------------------|---------------------------------------|------------------------------|
| Testigo | 8.898,5 | 1,60 | 70,6 | 142,4 | 100,5 |
| Raleo alto | 6.490,9 | 1,56 | 66,9 | 101,3 | 67,8 |
| Raleo bajo | 8.608,8 | 1,54 | 64,3 | 132,6 | 85,3 |

De estos datos se concluye que la mayor producción de cineol corresponde a la situación Testigo, con 100,5 kg/ha superando a los tratamientos de raleos alto y bajo en 32,7 y 15,2 kg/ha respectivamente. Esta diferencia se debe fundamentalmente a la cantidad en biomasa de hojas de los distintos tratamientos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Generalmente el objetivo de producción básico de un monte bajo de *E. globulus* en rotaciones cortas, es entregar productos de pequeñas y medianas dimensiones tales como leña, estacas, postes, madera para pulpa y algunos productos secundarios como aceite esencial.

Considerando estos objetivos y según los resultados obtenidos en este trabajo, se puede concluir lo siguiente:

- La mayor producción en volumen total, volumen de leña, número de astillas, biomasa y cineol por hectárea, se obtiene en los tratamientos testigo y raleo por lo bajo. La menor producción se presenta en el tratamiento raleo por lo alto. Por consiguiente si el objetivo de producción es leña, estacas, madera para pulpa y cineol no se recomienda ralear.
- Si el objetivo es la producción de postes, se recomienda ralear por lo bajo, ya que mientras menos retoños se mantengan en cada tocón mayor será la ganancia en diámetro y rectitud de los fustes.
- Bajo las condiciones de este estudio, el área basal óptima se presenta al dejar 9,9 m²/ha en el tratamiento raleo por lo bajo a la edad de 5 años. El área basal crítica de 7,2 m²/ha o menos, se obtiene en el tratamiento de raleo por lo alto.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Sociedad Agrícola Ariztía, en la persona del Ingeniero Forestal Sr. Eduardo Ribalta S., por proporcionar los recursos humanos, logísticos y la instalación del ensayo que dio origen a este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ASSMAN, E. 1961. Waldertragskunde. Munchen, Bonn. Wien. BLV. Verlagsgesellschaft. 490 p.
2. DE PABLO, G. 1986. Análisis Comparativo de Raleo en un Monte Bajo de *Eucalyptus globulus* (Lab), San Antonio, V Región. Tesis. Santiago. U. de Chile, Esc. de Ing. For. 86 p.
3. HILLIS, W.E. 1978. Wood Quality and Utilization. In: W.E. Hi-Hillis and A.G. Brown (Editors) *Eucalyptus for Wood Production* CSIRO, Australia. 434 p.
4. INSTITUTO FORESTAL. 1987. Especies Forestales Exóticas de Interés Económico para Chile. Santiago, Chile. INFOR - CORFO, Gerencia de Desarrollo AF 86/32. 168 p.
5. INSTITUTO FORESTAL - CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION. 1988. La Potencialidad Económica del Género *Eucalyptus* para Chile. En: Boletín de Mercado Forestal. Santiago, Chile. CONAF. Año VI N° 89.
6. KOZAK, K.A. 1970. Methods of Ensuring Additivity of Biomass Components by Regression Analysis. *The Forestry Chronicle* 46 (5) 402-404.
7. PEÑALOZA, M.S. 1986. Tablas Generales de Producción de Leña para *Eucalyptus globulus* (Lab) en la Región Metropolitana. Santiago, Chile. CONAF. Boletín Técnico N° 28. 87 p.
8. RIBALTA, E. 1983. Evaluación de la Producción y Productividad del Monte Bajo de *Eucalyptus globulus* (Lab), V Región. Tesis. Santiago. U. de Chile, Esc. de Ing. For. 124 p.
9. SMITH, D.M. 1965. Rapid Measurement of Tracheid Cross-Sectional Dimensions of Conifers: Its Application to Specific Gravity Determinations. *For. Prod. J.*, 15 (8): 325-34.
10. VALLEJOS, S.J. 1979. Un Método para Evaluar la Exactitud de la Función de Volumen. INFOR, Informe Técnico 75. 18 p.
11. VITA, A. 1978. Los Tratamientos Silviculturales. Texto 1. Santiago. U. de Chile. Fac. Cs. Forestales. 102 p.

CRECIMIENTO DE PLANTACIONES CON RAULI Y ROBLE BAJO DOSEL EN DEPENDENCIA DEL GRADO DE LUMINOSIDAD Y FERTILIZACION

Hans Grosse W. (*)

RESUMEN

En un rodal del tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe, en el fundo Jauja en los 38° 13' 51" Lat. Sur, 72° 0' 38" Long. Oeste a 790 m.s.n.m. se instaló un ensayo de plantación para las especies raulí y roble bajo dosel y en terreno descubierto.

Se consideraron los factores área basal en cinco niveles (0 - 13 - 28 - 38 - 69 m²/ha) y fertilizante (NPK) con y sin aplicación.

La sobrevivencia fue de un 80% a 90% en la situación con 13 m²/ha de AB, del 0% bajo la situación extrema con 69 m²/ha de AB y del 40% a 65% en la situación sin árboles para raulí y roble, respectivamente.

A medida que disminuía el área basal y se producía así una mayor disponibilidad de luz, aumentaron los incrementos para las variables de estado diámetro, altura y volumen. El roble reaccionó con mayor sensibilidad a una mayor disponibilidad de luz, que el raulí.

Ambas especies aumentaron sus niveles de sobrevivencia y crecimiento al aplicar fertilizante.

Los incrementos más altos se lograron para las plantas fertilizadas en el área sin árboles. Estos fueron 24 cm y 75 cm de crecimiento en altura para raulí y roble respectivamente.

ABSTRACT

*A complete factorial test installed as a split-plot was used to determine the effect of 1) basal area (levels: 0% m², 13 m², 28 m², 38 m² and 69 m²) in combination with 2) fertilization (levels: with NPK and without NPK) on the species raulí (*Nothofagus alpina*) and roble (*Nothofagus obliqua*). The site was a roble-raulí-coigüe mixed forest, 790 meters above sea level, latitude 38° 13' 51" S and longitude 72° 0' 38" W.*

There was an 80% - 90% survival under the 13 m² basal area 0% survival under the 69 m² basal area situation and 40% to 65% survival in the situation without trees for raulí and roble respectively.

Less basal area resulted in increasing the diameter, height and a volume index and also seemed to increase more the growth of roble than raulí.

Both species had higher survival rates, height and diameter growth with fertilizers. The best height growth increase was 24 cm for raulí and 75 cm for roble under full light conditions in the situation without trees.

(*) Ingeniero Forestal Dr. División Regional, Instituto Forestal, Barros Arana 121. Concepción - Chile.

INTRODUCCION

Los bosques nativos chilenos fueron hasta fines de los años 60 el pilar de la producción maderera nacional. Repetidos floreos, quemas y cortas a tala rasa los empobrecieron en cuanto a la participación de sus especies más valiosas. A esto se debe que la regeneración natural, posterior a explotaciones, en gran medida se instale con individuos de menor valor comercial.

El deterioro en el valor del recurso por la integración mayoritaria de especies de menor valor o bien individuos de mala calidad, hace urgente recuperar su productividad. Esto se puede lograr a través del "enriquecimiento del bosque" con las especies de mayor valor comercial a través de la repoblación artificial. Este método permite seleccionar los árboles productores de semillas para así garantizar desde el vivero plantas competitivas y de un valor potencial interesante. Estas se integrarán a rodales semiabiertos y bajo la competencia de árboles remanentes vivos y anillados. Por este motivo es indispensable conocer el comportamiento que se puede obtener con diversas especies bajo la situación de competencia. La proyección productiva que pueda tener este tipo de repoblación queda en evidencia con las plantaciones de raulí y otras especies nativas realizadas en los años setenta y ochenta entre los lagos Pirihueico, Panguipulli y Riñihue. (GROSSE, 1987; GROSSE y BOURKE, 1987).

En el presente artículo se presentan resultados de plantaciones experimentales realizadas con las especies raulí y roble, en rodales con cinco niveles de área basal, con y sin fertilización. Los resultados corresponden al desarrollo que han alcanzado las plantas después de su primer período vegetativo en terreno.

El objetivo de estas plantaciones experimentales es obtener y entregar antecedentes concretos acerca del desarrollo que se puede esperar de enriquecimiento con raulí y roble, bajo distintas situaciones de competencia y luminosidad.

ANTECEDENTES GENERALES DEL SECTOR EN ESTUDIO

El ensayo se realizó en el fundo Jauja, sector Santa Luisa en los 38° 13' 51" Lat. Sur, 72° 0' 38" Long. Oeste a 790 m.s.n.m. Se encuentra a 63 km al este del pueblo de Collipulli en la provincia de Malleco de la IX Región.

Características de los suelos

Los suelos del área están formados por cenizas volcánicas que descansan usualmente sobre conglomerados o tobas volcánicas, andesitas o basaltos. Pertenecen a la serie Santa Bárbara, cuyas características son: Textura moderadamente liviana, suelo profundo, alto tenor de materia orgánica, estructura granular, buen drenaje, alta capacidad de retención de agua, PH 5 a 6; fertilidad media a baja con un alto poder de fijación de fósforo (PERALTA, 1976).

Antecedentes climáticos

Los antecedentes climáticos recopilados en el lugar más cercano al sector del ensayo corresponden a la estación meteorológica "Jauja". Esta se encuentra aproximadamente a 14 km del sector del ensayo a 450 m.s.n.m. Como la plantación experimental se ubicó en un lugar más alto, a 790 m.s.n.m., la información recopilada en la estación meteorológica Jauja no se puede extrapolar directamente al lugar del ensayo. Su utilidad para éste consiste en que proporciona información sobre las tendencias climáticas para el área precordillerana considerada. Es de suponer que los niveles de temperatura en el lugar de la plantación son menores que en Jauja.

Entre el año 1978 y 1987 la precipitación media anual registrada fue de 2.522 mm. En la Tabla 1 se entregan antecedentes históricos mensuales para los meses que duró el período de observación, agregando los registros de temperaturas.

En términos generales los registros de agua caída durante el período de observación siguen la tendencia de los niveles históricos. Las excepciones se dieron en el mes de Febrero, donde no hubo precipitación y en Marzo, duplicándose el promedio histórico.

TABLA 1
ANTECEDENTES METEOROLOGICOS REGISTRADOS EN LA ESTACION JAUJA
DURANTE EL PERIODO DE OBSERVACION
(Agosto de 1987 a Abril de 1988)

| MESES | TEMPERATURA (°C) | | | | | | PLUVIOMETRIA (mm) TOTAL | |
|-------|------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------------------|------------------|
| | MIN. MED. | MAX. MED. | MEDIA MES | MIN. ABS. | MAX. ABS. | DIAS HEL. | MES (1987-88) | MES (1978-87) |
| AGO. | 2,8 | 14,2 | 8,5 | -1,0 | 25,0 | 8 | 344,0 | 282,5 |
| SEP. | 3,1 | 16,6 | 9,9 | -1,0 | 26,0 | 4 | 183,0 | 222,8 |
| OCT. | 5,5 | 19,5 | 12,5 | 1,0 | 27,0 | 0 | 135,0 | 173,5 |
| NOV. | 6,7 | 22,5 | 14,6 | 2,0 | 29,0 | 0 | 86,0 | 148,0 |
| DIC. | 6,8 | 23,8 | 15,3 | 3,0 | 30,0 | 0 | 50,0 | 41,7 |
| ENER. | 6,8 | 25,3 | 16,1 | 2,0 | 22,0 | 0 | 96,0 | 74,6 |
| FEBR. | 5,4 | 29,1 | 17,3 | 3,0 | 37,0 | 0 | 0,0 | 63,1 |
| MAR. | 7,4 | 22,7 | 15,1 | 2,0 | 30,0 | 0 | 119,0 | 63,0 |
| ABR. | 5,2 | 20,2 | 12,7 | 2,0 | 32,0 | 0 | 142,0 | 161,1 |

Fuente: FORVESA S.A.

Tipo forestal

Los rodales del área en estudio corresponden al tipo forestal roble-raulí-coigüe según la clasificación de DONOSO (1981).

El bosque está compuesto por *Nothofagus obliqua* "roble" y *Nothofagus alpina*, "raulí" en el dosel superior. Como especies acompañantes se presentan principalmente *Persea lingue*, "lingue", *Aextoxicon punctatum*, "olivillo", *Lomatia hirsuta* "radal" y *Gevuina avellana*, "avellano".

ANTECEDENTES METODOLOGICOS

A continuación se entregan antecedentes referidos al diseño experimental, a la situación del rodal, donde se realiza el ensayo, antes y después de la intervención y el material utilizado en la plantación.

El diseño del ensayo

Para realizar el ensayo se eligió un área de aproximadamente 2 ha de características homogéneas en cuanto a su composición florística y sitio. Se planteó un experimento factorial, con un diseño en bloques aleatorios con parcelas subdivididas (figura 1). El número de parcelas es de 60. (5 x 2 x 2 x 3 bloques). Cada una consta de 100 plantas de raulí o de roble, considerando una distancia de plantación de 1 x 1 m.

Los factores y niveles considerados fueron:

Factor área basal (m^2/ha) cobertura de copas (%)

| | |
|-------|---------------------------|
| A_1 | : AB = 0,0 ; Cob. = 00,0 |
| A_2 | : AB = 13,3 ; Cob. = 34,8 |
| A_3 | : AB = 28,2 ; Cob. = 63,1 |
| A_4 | : AB = 37,5 ; Cob. = 87,5 |
| A_5 | : AB = 66,5 ; Cob. = 98,0 |

- * Cobertura de copas: Se definió como el área cubierta por la sumatoria de la proyección de las copas para cada una de las situaciones de área basal (A_1 a A_5). (Figura 1).

Factor especie (B)

- B_1 : raulí
 B_2 : roble

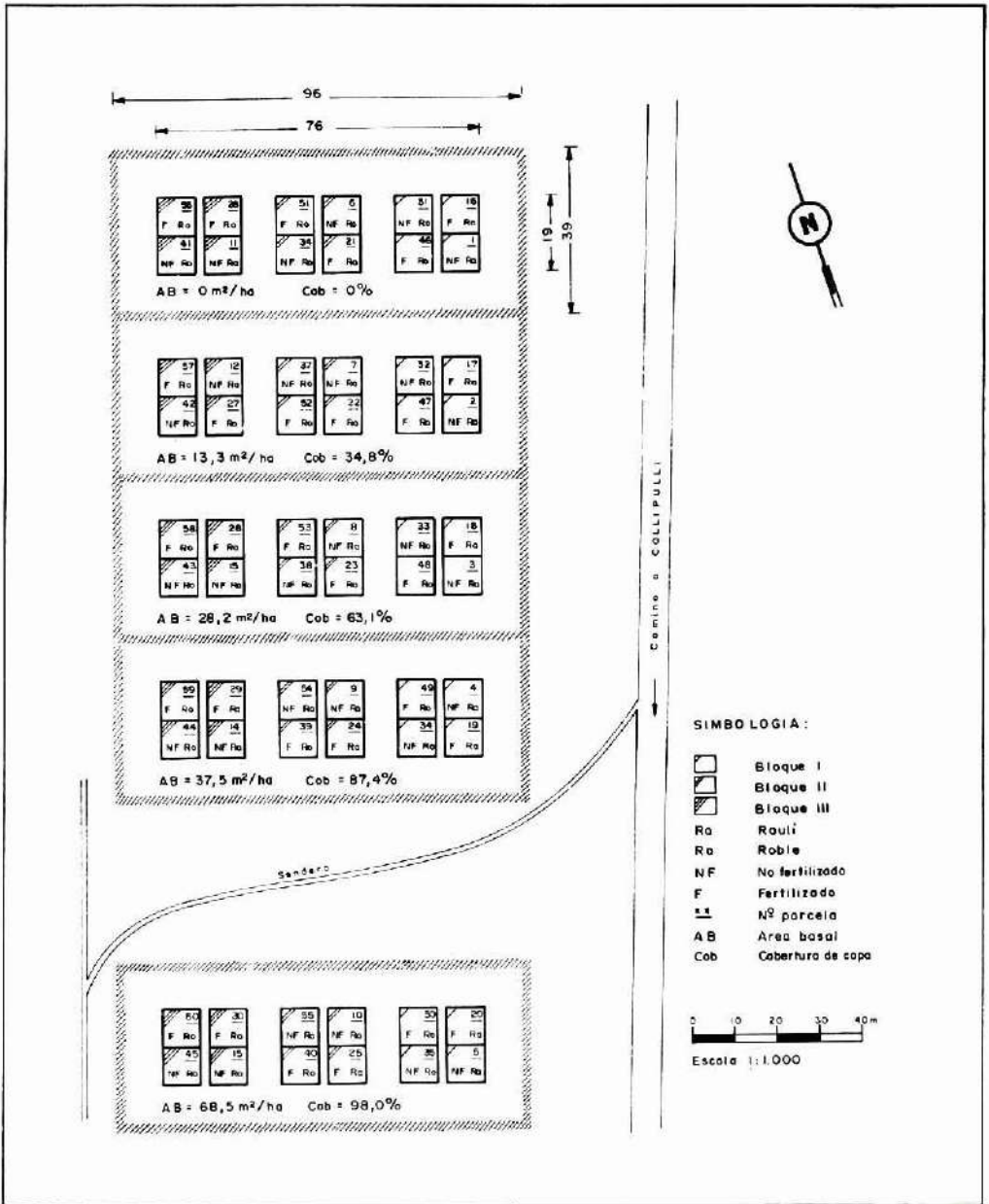
Factor fertilizante (C)

- C_1 : sin
 C_2 : NPK (Nitrato de amonio - 13 g/planta, Super-fosfato triple - 10 g/planta, Salitre potásico - 10 g/planta). Fecha de aplicación: 14 y 15 de Octubre de 1987.

Las variables de estado evaluadas fueron:

- Supervivencia
- Incremento en altura total (para todas las plantas y para el 10% con el mejor desarrollo.
- Diámetro del cuello (a 2 cm desde el nivel del suelo)
- Indicador del volumen ($\frac{\pi}{3} \cdot r^2 \cdot H$), donde r = radio a 2 cm desde el nivel del suelo y H = altura de la planta).

FIGURA 1
DISTRIBUCION DE LAS PARCELAS EN EL ENSAYO DE PLANTACION CON
RAULI Y ROBLE
(Fundo Jauja, sector Santa Luisa)



La situación antes y después de la intervención

Antes que se realizara la intervención, se evaluaron las variables de estado para la situación en general y para los sectores específicos en los cuales se incertaron las parcelas (Tabla 1).

La ocupación del sitio, expresada en área basal, fluctuaba entre los 54 m²/ha y los 69 m²/ha y el número de árboles entre aproximadamente 3.900 y 5.700/ha. El promedio general fue de 5.204 árboles/ha, 62,4 m² de área basal por ha y 11,4 cm de diámetro medio aritmético.

Más de un 50% del área basal correspondía a raulí y roble. En orden de importancia le seguían lingue, laurel, avellano, mañío y arrayán.

En término de número de árboles, raulí y roble sólo presentaban el 25%. El resto lo constituían las especies de mayor tolerancia a la sombra.

TABLA 1
NUMERO DE ARBOLES, AREA BASAL, DAP y ALTURA
POR SITUACION INTERVENIDA ANTES Y DESPUES DEL RALEO
 (superficie por situación: 3.325 m²)

| | T R A T A M I E N T O S (C O B E R T U R A) | | | | | | | | | | |
|---|---|----------------------|-------|------------------------|-------|------------------------|-------|------------------------|-------|-------------------------|--|
| | TOTAL* | A ₁ (98%) | | A ₂ (87,4%) | | A ₃ (63,1%) | | A ₄ (34,8%) | | A ₅ (0,0%)** | |
| | | sin raleo | (1) | (2) | (1) | (2) | (1) | (2) | (1) | (2) | |
| VARIABLES: | | | | | | | | | | | |
| Nº arb./ha | 5.204 | 5.494 | 4.618 | 868 | 3.956 | 770 | 5.697 | 263 | 4.756 | 0 | |
| AB/ha (m ²) | 62,4 | 68,5 | 68,4 | 37,5 | 54,4 | 28,2 | 59,4 | 13,3 | 58,6 | 0 | |
| DAP arit. (cm) | 11,4 | 11,3 | 12,4 | 22,7 | 12,2 | 20,9 | 10,4 | 24,8 | 11,4 | - | |
| DAP cuad. (cm) | 12,5 | 12,2 | 13,7 | 23,4 | 13,2 | 21,6 | 11,5 | 25,4 | 12,5 | - | |
| H Dom. y Cod. (m) | 22,5 | | | | | | | | | | |
| (1) : Antes del raleo (2) : Después del raleo * : Para estimar la situación total se consideraron los árboles de las parcelas A ₁ , A ₂ , A ₃ y A ₄ . ** : Dentro de la parcela A ₅ se muestreó un área de 500 m ² lo que corresponde al 15% de su superficie. | | | | | | | | | | | |

La plantación

Las plantas de raulí fueron producidas en el vivero del "Centro de Semillas" en Chillán, con semillas recolectadas en Ralco y Colliuco (37° 53' Lat. Sur y 72° 30' Long. Oeste) a 700 m.s.n.m. En laboratorio, se obtuvo un 87% de germinación.

La siembra se realizó durante la primera quincena de Septiembre de 1985, comenzando la germinación al mes siguiente. Al año de la siembra se realizó el trasplante del material. Entre fines de Octubre y Marzo se cubrió con un sombreadero que dejaba pasar un 50% de luz. Los fertilizantes aplicados fueron Superfosfato triple (1 aplicación de presiembra con 200 kg/ha y Salitre potásico (2 aplicaciones de postsiembra con 400 kg/ha). La extracción del vivero se realizó a fines de Julio de 1987.

Las plantas de roble fueron producidas en el "Centro Experimental Escuadrón" de la empresa "Forestal Mininco S.A.". Las semillas se recolectaron en las áreas de Villarrica, Malalcahuello y Malleco, sin conocerse mayores detalles de su procedencia.

Ensayos de germinación dieron un 69% para las semillas de Villarrica, un 26% para las de Malalcahuello y un 47% para las de Malleco. Se estratificaron en arena húmeda durante 40 días entre 0°C y 4°C.

La siembra se realizó el 01.10.85. Al comenzar la germinación las plántulas fueron protegidas con un sombreadero de malla Raschel al 45%. En Marzo del año 1986 se retiró el sombreadero y se repicaron las plantas. Durante el próximo período estival las plantas se mantuvieron descubiertas.

Las plantas se extrajeron a fines de Junio de 1987 y fueron plantadas durante los primeros días de Julio. Los raulíes se barbecharon durante 6 días y los robles durante 4.

Al fertilizar se aplicó N, P y K. Las aplicaciones se realizaron cuando la planta tenía una altura de 5 cm y luego en conjunto con la poda de la raíz principal, lateral y el descalce.

Se midieron la altura y el diámetro del cuello, obteniéndose valores medios de 99 cm y 9,4 mm para raulí y 85 cm y 8,0 mm para roble.

La fertilización en las parcelas de ensayo se realizó 3 meses después de la plantación, aplicándose Nitrato de Amonio (13 g/planta; contiene 33% de N), Superfosfato triple (10 g/planta; contiene 20,1% de P) y Salitre potásico (10 g/planta contiene 14% de potasa y 15% de N). El fertilizante se mezcló y luego se repartió en 3 hoyos dispuestos en triángulo a 5 cm de profundidad y a 5 cm de la base de la planta, llenándolos.

RESULTADOS

A continuación se entregan los resultados obtenidos después del primer período vegetacional en términos de sobrevivencia y crecimiento de las plantas.

La sobrevivencia de las plantas

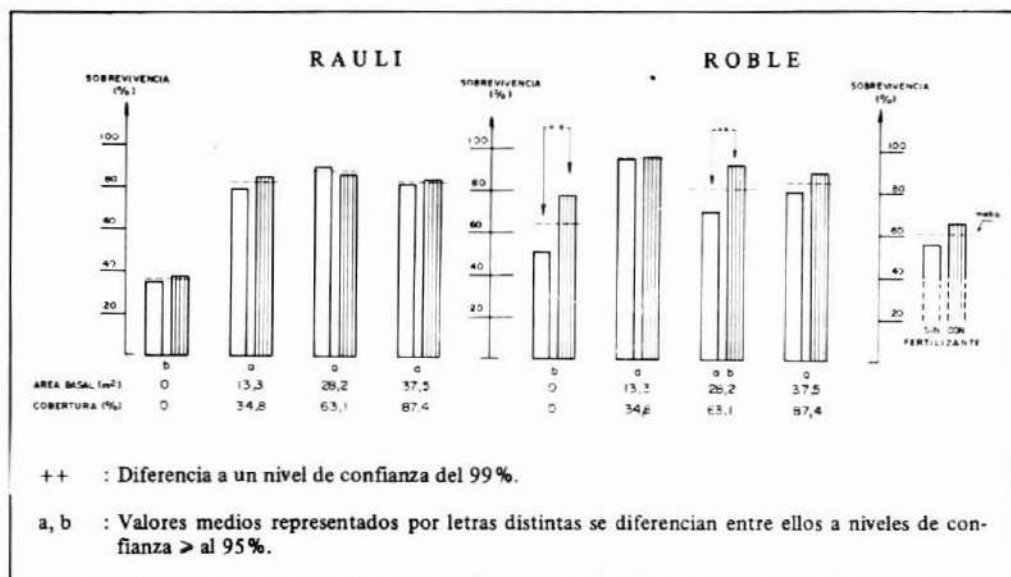
Los niveles de sobrevivencia más altos, entre 84% y 91%, se lograron bajo semisombra (13 - 28 m²/ha de AB). En las condiciones de luminosidad extremas, estos niveles bajaron significativamente, muriendo todas las plantas bajo un 98% de cobertura (66,5% de AB por ha) y el 50% de éstas expuestas a luz completa sin árboles en el dosel superior (cuadro 2).

La sobrevivencia de las plantas de roble fue significativamente más alta que la de raulí. A luz completa se produjo la manifestación más clara de interacción entre cobertura y especie, sobreviviendo el 64% de los robles y sólo el 36% de los raulíes (Tabla 2, figura 2). La fertilización produjo un aumento de la sobrevivencia altamente significativo, correspondiendo a un 17%. Las especies reaccionaron de distinta forma frente a la fertilización. Mientras que para raulí el aumento de plantas vivas fue leve y homogéneo por situación, el roble reaccionó sensiblemente bajo luz completa, aumentando el número de plantas vivas en un 53% (figura 2).

FIGURA 2

SOBREVIVENCIA RELATIVA DE LA PLANTACION DE RAULI Y ROBLE EN FUNCION DE LA COBERTURA (AREA BASAL) Y LA APLICACION DE FERTILIZANTE DESPUES DEL PRIMER PERIODO VEGETACIONAL

(Fundo Jauja)



El crecimiento de las plantas

A continuación se presenta el crecimiento de las plantas empleando las variables de estado, altura, diámetro y un indicador del volumen.

El incremento en altura

Para el incremento en altura se evaluaron primero todas las plantas y luego se seleccionó el 10% de éstas, que presentó el crecimiento en altura más alto. Esta depuración del material se realizó con el objetivo de estimar el potencial de crecimiento que se podría lograr con la especie.

A luz completa los incrementos fueron significativamente más altos que en las otras situaciones. Duplicaron a las tres situaciones de semisombra, entre las que, con excepción de un caso para roble, no se pudo detectar diferencia. Los robles crecieron, en promedio un 45% más que los raulíes.

La fertilización incidió significativamente sobre el crecimiento de ambas especies, superando los individuos con la aplicación en un 56% a las plantas sin ésta (Tabla 2).

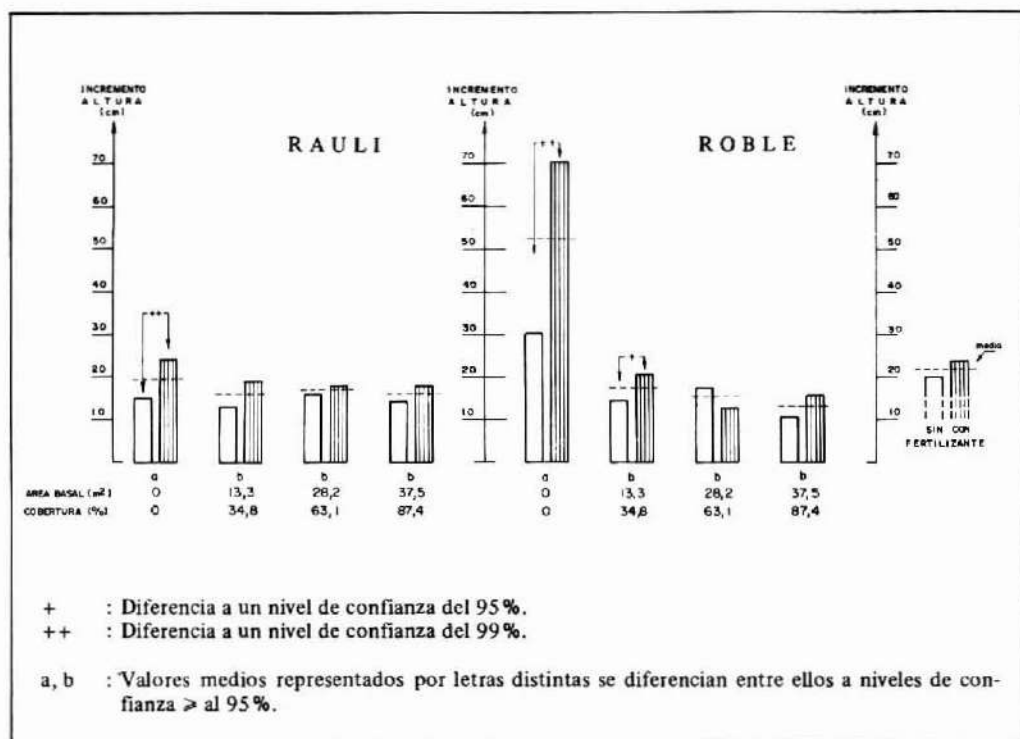
A luz completa y en el rodal más abierto (13 m²/ha de AB) se lograron las diferencias más espectaculares de crecimiento entre las plantas con y sin fertilizantes (figura 3). Para raulí fueron del 68% y para roble, del 154% en las parcelas sin cobertura arbórea y del 49% y 44%, respectivamente bajo la cobertura más suave.

Al contrario de lo esperado, en la situación con un 63,1% de cobertura ($28,2 \text{ m}^2/\text{ha}$ de AB), se produjo un mayor incremento en las parcelas sin fertilización, en relación a aquellas donde se realizó la aplicación. Esto se debió a irregularidades en la cobertura de copas que favorecieron con bastante más luz a las plantas en las parcelas sin la aplicación.

FIGURA 3

INCREMENTO EN ALTURA DE LAS PLANTAS DE RAULI Y ROBLE EN FUNCION DE LA COBERTURA (AREA BASAL) Y LA APLICACION DE FERTILIZANTE DESPUES DEL PRIMER PERIODO VEGETACIONAL

(Fundo Jauja)

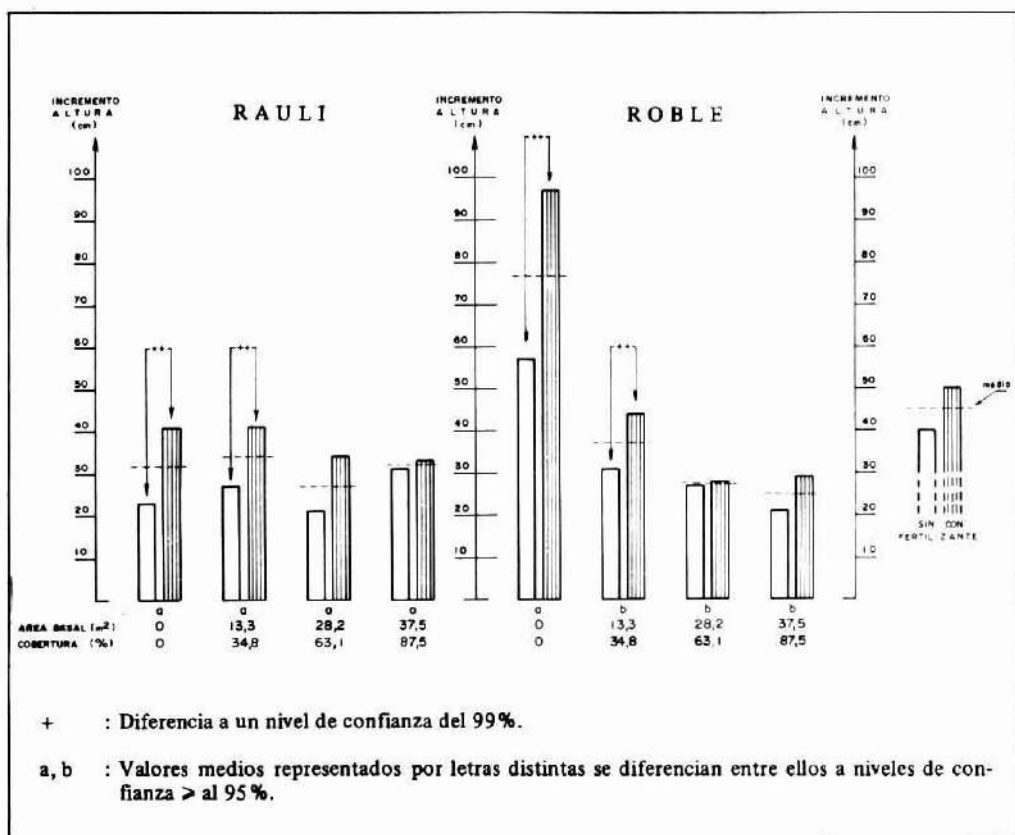


Al seleccionar el 10% de los individuos de mejor crecimiento, los valores promedio del incremento en altura aumentan sustancialmente. En términos generales los niveles de significancia observados para el promedio del total de los individuos también se mantiene para esta muestra (Tabla 2).

Los incrementos más altos se registraron para las plantas fertilizadas, correspondiendo a los raulíes 41 cm y 42 cm bajo la cobertura más suave y sin ésta. Considerando las mismas situaciones de luminosidad, los robles incrementaron 45 cm y 97 cm respectivamente (figura 4).

FIGURA 4

INCREMENTO EN ALTURA DEL 10% DE LAS PLANTAS DE RAULI Y ROBLE CON MAS ALTO CRECIMIENTO EN FUNCION DE LA COBERTURA (AREA BASAL) Y LA APLICACION DE FERTILIZANTE DESPUES DEL PRIMER PERIODO VEGETACIONAL (Fundo Jauja)



El incremento en diámetro

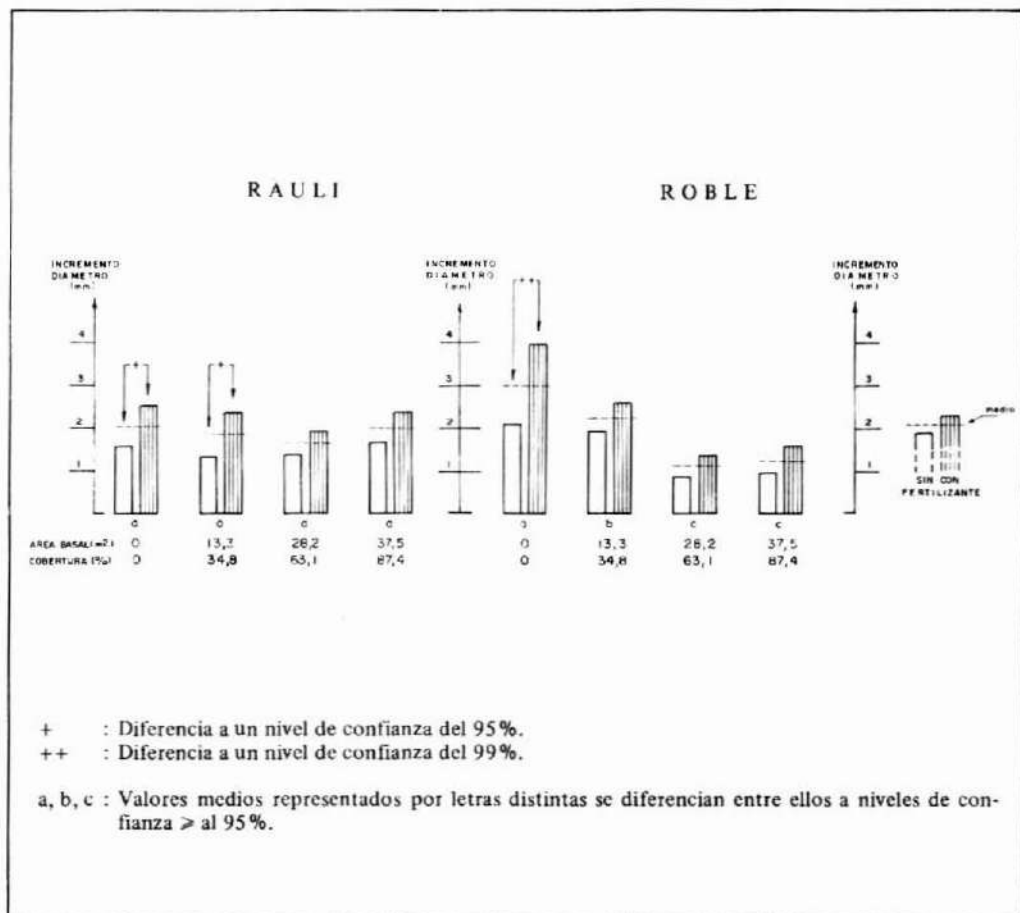
Los incrementos diametrales más altos, se obtuvieron en las dos situaciones con mayor disponibilidad de luz (AB: 0 m² y 13 m²) (Tabla 2). Esta tendencia fue más clara para el roble, que presenta diferencias entre prácticamente todas las situaciones de cobertura, mientras que para el raulí, éstas no fueron demostrables estadísticamente (figura 5). Bajo todas las variantes de cobertura el crecimiento diametral fue mayor al aplicar fertilizantes. La evidencia más clara de esto se obtuvo en la situación a luz completa, donde los incrementos para raulí y roble superaron al fertilizar en un 59% y 92% respectivamente a las plantas sin aplicación (figura 5).



FIGURA 5

INCREMENTO EN DIAMETRO DE LAS PLANTAS DE RAULI Y ROBLE EN FUNCION DE LA COBERTURA (AREA BASAL) Y LA APLICACION DE FERTILIZANTE DURANTE EL PRIMER PERIODO VEGETACIONAL

(Fundo Jauja)



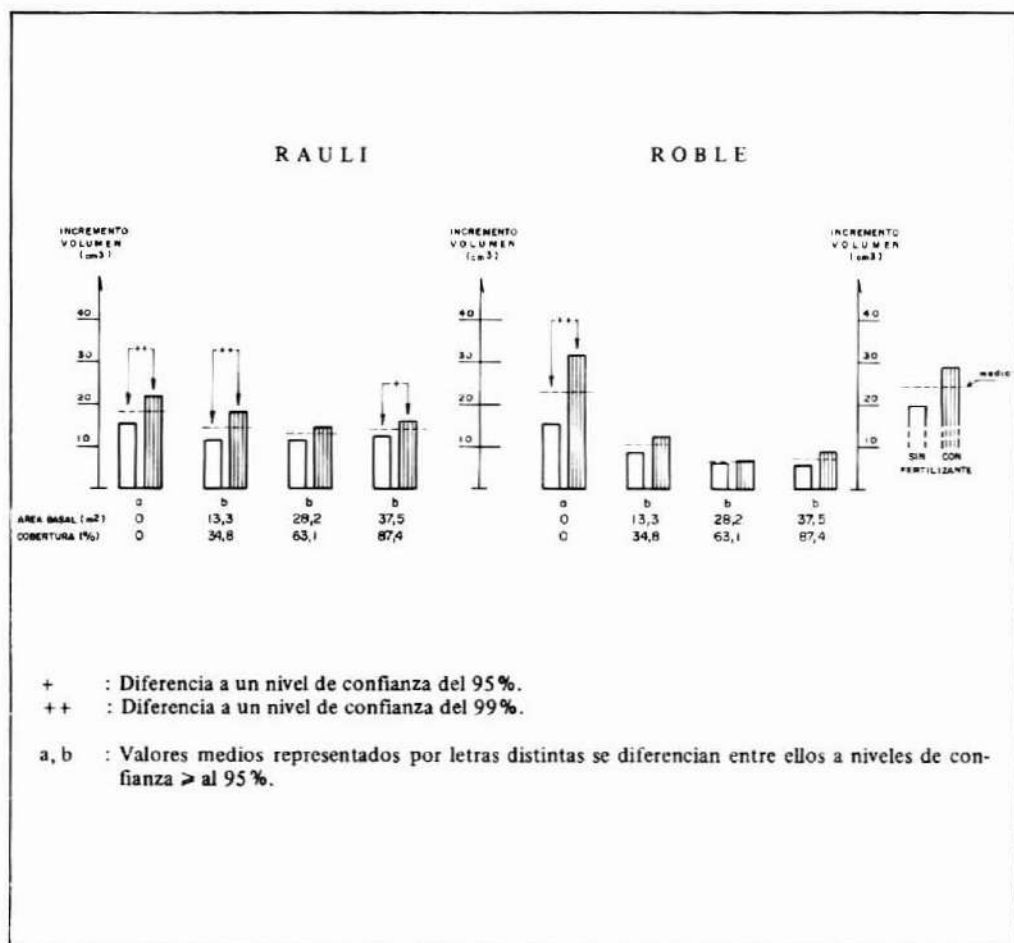
El incremento en volumen

El incremento volumétrico de las plantas a luz completa casi duplicó al que se obtuvo bajo semisombra. Los raulíes crecieron significativamente más que los robles (Tabla 2). Bajo las tres situaciones de semisombra el incremento volumétrico del raulí superó al del roble, mientras que con luz completa esto se invirtió (figura 6).

FIGURA 6

INCREMENTO EN VOLUMEN DE LAS PLANTAS DE RAULI Y ROBLE EN FUNCION DE LA COBERTURA (AREA BASAL) Y LA APLICACION DE FERTILIZANTE DURANTE EL PRIMER PERIODO VEGETACIONAL

(Fundo Jauja)



El uso de fertilizante incidió significativamente en un incremento volumétrico más alto. A luz completa la diferencia de crecimiento entre las plantas con y sin aplicación, fue significativa para ambas especies, mientras que bajo semisombra fue más clara para raulí que para roble (figura 6).

TABLA 2
DESARROLLO DE PLANTAS DE RAULI Y ROBLE DURANTE SU PRIMER
PERIODO VEGETACIONAL DESPUES DE LA PLANTACION
(Fdo. Jauja - Agosto 1987 - Abril 1988)

| INCREMENTO POR VARIABLE DE ESTADO | | | | | | |
|---|-------------------------|-------------|----------|--------|------------|-------------------------|
| NIVEL POR FACTOR | SOBREV. (%) | A L T U R A | | | DIAM. (cm) | Vol. (cm ³) |
| | | TOTAL PL. | 10% SUP. | | | |
| COBERTURA - AREA BASAL (A) | | | | | | |
| Cob. (%) | AB (M ² /ha) | | | | | |
| 0,0 | 0,0 | 49,8 b | 36,9 a | 54,6 a | 2,5 a | 20,7 a |
| 34,8 | 13,3 | 88,8 a | 16,8 b | 35,4 b | 2,1 a | 12,7 b |
| 63,1 | 28,2 | 90,6 a | 15,9 b | 28,5 b | 1,4 b | 9,7 b |
| 87,5 | 37,5 | 83,6 a | 14,6 b | 27,9 b | 1,6 ab | 10,3 b |
| 98,0 | 66,5 | 0,0 c | - | - | - | - |
| ----- | | | | | | |
| Nivel de Conf. (A) | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| ESPECIE (B) | | | | | | |
| Raulí | 60,2 | 17,0 | 32,0 | 1,9 | 14,8 | |
| Roble | 64,9 | 24,6 | 42,6 | 1,9 | 11,3 | |
| ----- | | | | | | |
| Nivel de Conf. (B) | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| FERTILIZANTE (C) | | | | | | |
| Con | 57,7 | 25,3 | 43,2 | 2,3 | 16,2 | |
| Sin | 57,4 | 16,3 | 31,3 | 1,5 | 10,5 | |
| ----- | | | | | | |
| Nivel de Conf. (C) | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| INTERACCION | | | | | | |
| A x B | * | ** | ** | ** | ** | ** |
| A x C | ** | ** | ** | ** | ** | ** |
| B x C | - | ** | - | - | - | - |
| A x B x C | - | ** | - | - | - | ** |
| * : Nivel de confianza = 95 % ** : Nivel de confianza = 99 % - : No significativo a, b, c : Valores medios representados por letras minúsculas distintas se diferencian entre ellos a niveles de confianza > a 95 %. | | | | | | |

DISCUSION

A continuación se discuten los resultados obtenidos para las plantas de raulí y roble bajo el efecto de los factores cobertura, área basal y fertilizante.

El desarrollo de las plantas en función de la cobertura - área basal

La producción de biomasa de las plantas depende de su rendimiento fotosintético. La fotosíntesis está en función de muchos factores, como son el estado de desarrollo de la planta, el abastecimiento de agua y nutrientes, la apertura de los estomas, la calidad e intensidad de la luz, la temperatura y la concentración del CO_2 . (ZIEGLER, 1978).

Las distintas intensidades de raleo aplicados al renoval del área en estudio produjeron cambios en los factores que inciden sobre el desarrollo de las plantas.

En el marco del presente estudio no se pudieron evaluar los factores que inciden sobre el desarrollo de las plantas, a excepción de sólo dos variables de estado del rodal como son el área basal y la cobertura. Su utilidad para esto se explica por su alta correlación con la luminosidad y la radiación global (MITSCHERLICH et. al. 1967 y 1981; GROSSE, 1983).

Estos dos indicadores, interpretados en el sentido del largo de onda que posibilita la fotosíntesis o como energía calórica que actúa como catalizador del metabolismo de los árboles, son los más importantes para el crecimiento de las plantas. (BAUMGARTNER, 1960; TURNER y TRANQUILINI, 1961).

Con las distintas situaciones de cobertura probadas, se obtuvieron tal como se esperaba grandes diferencias en la sobrevivencia y el desarrollo de las plantas.

Los niveles de sobrevivencia más altos para los dos *Nothofagus* ensayados se obtuvieron bajo semisombra entre $13\ m^2$ y $38\ m^2$ de área basal por ha. Estos resultados son coincidentes con los obtenidos en plantaciones de *Fagus sylvatica*. Se comprobó el mismo fenómeno en un rango de área basal por ha entre $25\ m^2$ y $30\ m^2$ en sectores montañosos de Los Alpes y en el plano con valores de luminosidad relativa entre un 40% y 50%. (VON LÜPKE, 1982, GROSSE, 1983).

Para la regeneración natural de *Fagus sylvatica* SUNER y RÖHRIG (1980) indican una sobrevivencia óptima con $30\ m^2$ de área basal por ha y para *Abies alba* el LEHRST. f. WALDB. u. FORSTEINR. (1982) un rango entre $30\ m^2$ y $50\ m^2$. En repoblaciones artificiales el comportamiento del *Abies alba* pareciera ser distinto, ya que al igual que muchas otras especies presenta niveles de sobrevivencia tan altos con luz completa, como bajo semisombra (GROSSE, 1983). Una mayor sobrevivencia bajo semisombra podría ser una característica de los dos *Nothofagus* probados y del *Fagus sylvatica*.

El crecimiento en altura, diámetro y volumen de las plantas de raulí y roble aumentan a medida que disponen de más luz. Estos resultados difieren de los obtenidos en vivero donde los mejores incrementos se obtuvieron bajo semisombra (AGUILERA y FEHLANDT, 1981; GROSSE y BOURKE, 1988).

Sobre todo el roble incrementó espectacularmente a luz completa, mientras que bajo semisombra su crecimiento fue bastante más reducido. Los raulíes crecieron a una tasa bastante más pareja bajo todas las condiciones de cobertura.

Es de suponer, que durante los próximos períodos vegetacionales el crecimiento del raulí aumente notoriamente en función de una mayor disponibilidad de luz. Esto, considerando antecedentes de crecimiento en plantaciones de raulí, *Fagus sylvatica* y especies del género *Abies*, que a pesar de ser consideradas como semitolerantes, una vez adaptadas al sitio crecen más al disponer de mayor cantidad de luz. (MAGNUSSEN, 1980; GROSSE, 1983 y 1987).

El desarrollo de las plantas en función de la aplicación de fertilizante

El propósito de la fertilización fue el de obtener una orientación general acerca de la reacción de plantas de raulí y roble con y sin aplicación. Los antecedentes de los que se dispone a nivel nacional para poder comparar cantidades y dosificaciones de fertilizante provienen de ensayos realizados con especies forestales exóticas. Por este motivo será indispensable realizar nuevas plantaciones experimentales con raulí y roble en distintos sitios, que consideren diferentes niveles de dosificación y combinación de fertilizantes como también la eliminación de la vegetación competitiva. De este modo, se podrán precisar las cantidades de fertilizante recomendados para cada situación.

La aplicación de fertilizante se realizó en una relación N: P de 1: 0,35 (5,8 g N por 2,0 g P) por planta. La dosis de nitrógeno se acerca bastante a los niveles recomendados por SCHÖNAU y HERBERT (1981) para *Eucalyptus* en suelos ricos en materia orgánica, superándola en 2,5 g. Sin embargo, la dosis de fósforo aplicada aparece baja según los estándares de SCHÖNAU y HERBERT. Para estas condiciones de suelos, ellos recomiendan la aplicación de nitrógeno y fósforo en una relación 1: 3. En ensayos de fertilización para *Eucalyptus* en la VII Región, y en zonas áricas, las dosis, superan ampliamente a las utilizadas en Jauja. Las relaciones entre el nitrógeno y fósforo aplicado varían en éstos entre 1: 0,22 y 1: 0,35 (PRADO y ROJAS, 1987; PRADO y WRANN, 1988; TORO, 1988). En parte importante de estos ensayos la fertilización tuvo un efecto positivo en el desarrollo de las plantas. Al combinarlas con herbicidas, los crecimientos se mejoraron significativamente.

A pesar de que no se conocen los niveles óptimos de fertilizante que se deben aplicar a plantaciones con raulí y roble, con la dosis utilizada se obtuvieron claras reacciones en su desarrollo.

Sobre todo a luz completa y bajo semisombra suave, las diferencias entre las plantas con y sin fertilizante fueron más notables.

La sobrevivencia fue incrementada significativamente para los robles, mientras que para los raulíes sólo se detectó una tendencia muy leve a reducir la mortalidad.

Todas las variables de estado analizadas de las plantas, incrementaron significativamente con la aplicación de fertilizante. Los niveles de altura se superaron entre un 70% y un 150% para raulí y roble respectivamente bajo luz completa. Diferencias en el crecimiento algo inferiores se detectaron bajo semisombra.

El crecimiento obtenido con el fertilizante es de especial importancia para superar la vegetación competitiva. A pesar de no aplicarse herbicidas u otra forma de control de la competencia, los crecimientos fueron espectacularmente altos. Esto al contrario de otras experiencias que se realizaron en suelos más pobres en materia orgánica y disponibilidad de agua, donde se obtuvieron diferencias de crecimiento significativas sólo al combinar el fertilizante con herbicidas (PRADO y ROJAS, 1987; PRADO y WRANN, 1988).

Proyecciones silvícolas para las plantaciones de raulí y roble

A pesar de que aún quedan muchas incógnitas por resolver acerca de como lograr el mejor resultado en plantaciones de raulí y robles, es posible entregar algunas recomendaciones generales para el silvicultor. Los resultados presentados no son definitivos para el objetivo propuesto debido a las siguientes limitaciones:

- Se desconoce si la procedencia utilizada, como también si las características genotípicas de las plantas, se adecúan al sitio del ensayo y a los objetivos de producción maderera.

- Aún no existen antecedentes sobre la utilización de herbicidas que actuando sólo o en combinación con fertilizantes puedan mejorar los niveles de sobrevivencia y crecimiento de las plantas de raulí y roble.
- Se desconocen los niveles óptimos de dosificación y combinación de fertilizantes a utilizar, considerando para esto distintas épocas de aplicación.

Los antecedentes de que se dispone actualmente demuestran que se pueden realizar plantaciones exitosas con raulí y roble en áreas con condiciones edafoclimáticas similares a las del fundo Jauja. Para situaciones abiertas, con luz completa aparece con mejores posibilidades de sobrevivencia y crecimiento el roble. Una buena preparación de plantas en vivero, seguida por una adecuada extracción, transporte, plantación y fertilización permitiría lograr un incremento en altura de por lo menos 0,7 - 1,0 m durante el primer período vegetativo. Para el raulí la sobrevivencia a luz completa fue bastante más baja. Queda abierta así la investigación acerca de cómo producir plantas en vivero que se adapten de mejor manera a esta condición extrema de luz. A pesar de la baja sobrevivencia del raulí, las plantas fertilizadas llegaron a incrementos de 0,25 m, superando los 0,40 m al seleccionar el 10% de individuos de mayor crecimiento. Estos valores se mantienen más o menos en el mismo nivel de incremento bajo la cobertura más suave, igualando el crecimiento del roble. De este modo se podrían obtener crecimientos bastante interesantes bajo cobertura suave para ambas especies.

Si bien existe la opción de regenerar los bosques de *Nothofagus* por la vía natural, para la mayoría de los casos la repoblación artificial cuenta con las siguientes ventajas comparativas.

- En grandes áreas donde los bosques se encuentran empobrecidos respecto a su composición y calidad, la plantación ofrece la posibilidad de modificarlos, aumentando su valor comercial.
- Se facilita la planificación acerca de las intervenciones extractivas al no depender directamente de la periodicidad en la producción de semillas.
- El manejo orientado al establecimiento definitivo, considerando la eliminación de la vegetación competitiva, la fertilización y el crecimiento inicial de la planta, es más sencillo.
- Comenzar la repoblación con plantas grandes, altamente competitivas permite colocarlas en una situación ventajosa con respecto al sotobosque, evitando limpiezas posteriores.

Esto permitiría manejar el bosque con una sobreposición de estratos, con la ventaja de producir así madera con los árboles maduros y adelantar el comienzo de la rotación siguiente antes de la cosecha final. Este método sería aplicable sólo a situaciones con un número de árboles bajos, que no superen los 15 m² de área basal. Considerando esta restricción se obtendría un buen crecimiento de las plantaciones y se minimizaría el daño producido a éstas una vez que se realice la cosecha final.

CONCLUSIONES

Los resultados analizados en el presente documento se deben interpretar dentro del marco de las restricciones que significan el sitio, la procedencia de la planta, el proceso de viverización, la fertilización, la manipulación de una planta determinada y que se trata sólo de antecedentes del primer año después de la plantación.

- La cobertura incide fuertemente en el desarrollo de los individuos:
 - Bajo las condiciones extremas se registró la mortalidad más alta correspondiendo al 100% con una cobertura del 98% (66,5 m² de AB) y a una 50% a luz completa.
 - Bajo semisombra (35% - 87% de cobertura, 13 m² - 38 m² de AB) la sobrevivencia fue aproximadamente del 80%.

- El raulí fue menos tolerante que el roble al ser sometido a luz completa.
- A medida que las plantas disponían de más luz sus crecimientos en términos de altura, diámetro y volumen aumentaron.
- La aplicación de fertilizante (N, P, K) aumentó los niveles de sobrevivencia y crecimiento de las plantas.
 - En términos significativos la sobrevivencia de los robles aumentó.
 - El incremento en altura aumentó en un 70% para raulí y en un 150% para roble a luz completa. Aumentó en un 50% para ambas especies bajo la cobertura más liviana.
 - Nuevos ensayos deberán demostrar cuales son los niveles de dosificación y combinación de fertilizantes óptimos.
- Se obtuvieron plantas que por su altura se supone van a ser capaces de imponerse frente a la vegetación competitiva.
 - Para los raulíes fertilizados la altura alcanzada a luz completa y semisombra leve fue de 1,23 m y 1,20 m respectivamente. El 10% de las plantas con mejor crecimiento llegaron a 1,41 m y 1,40 m.
 - Para robles fertilizados la altura alcanzada a luz completa y semisombra leve fue de 1,60 m y 1,09 m respectivamente. El 10% de las plantas con mejor crecimiento llegaron a 1,81 m y 1,27 m.
- La forestación bajo cobertura leve (35% de cob. - 15 m² de AB/ha) puede llevar a buenos resultados de crecimiento para raulí y roble, siendo posible disminuir la disponibilidad de luz sólo para el raulí hasta una cobertura del 63% (28 m² de AB/ha) manteniendo niveles de incremento similares.
- Plantar bajo dosel significa manejar el bosque en dos estratos. Los registros de crecimiento y la remoción de los árboles del estrato dominante durante los siguientes años del ensayo, permitirán evaluar integralmente esta posibilidad del manejo en renovales.
- En situaciones a luz completa en el sector de Jauja las plantas jóvenes de roble se adaptaron mejor que las de raulí. Esto implica que se deberán buscar opciones de desarrollo mejores para el raulí a través de una preparación especial en vivero y una adecuada selección de su procedencia.
- Con el presente estudio queda demostrado que la opción de regeneración del bosque nativo más eficiente y realista es a través de la repoblación artificial. Sólo así se podrá optar por una selección de especies cuantitativa y cualitativa adecuada para enriquecer el bosque y proyectarlo dentro de un marco de rentabilidad económica.

AGRADECIMIENTOS

El presente estudio ha sido posible gracias al convenio vigente entre Forestal Río Vergara S.A. y el Instituto Forestal.

Se agradece al Señor Alejandro Cuevas (Egresado de Ingeniería Forestal) por su colaboración en la toma de datos de terreno y procesamiento de la información.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. AGUILERA L. y FEHLANDT, A. (1981): Desarrollo inicial de *Nothofagus alpina* (Poepp. et Endl.) Oerst., *Nothofagus obliqua* (Mirb.) Bl., y *Nothofagus dombeyi* (Mirb.) Bl. bajo tres grados de sombra. Tesis: Universidad Austral de Chile, Fac. de Ingeniería Forestal. 101 pp.
2. BAUMGARTNER, A. (1960): Gelände und Sonnenstrahlen als Standortfaktor am Gr. Falkenstein (Bayerischer Wald); Forstwissenschaftl. Centralblatt, Bd 79. 286 - 297.
3. DONOSO C. (1981): Tipos Forestales de los Bosques Nativos de Chile. FO: DP/CH/76/003. CONAF - FAO. 70 pp.
4. FORVESA (1988): Registros de la estación meteorológica de Jauja.
5. GROSSE, H. (1983): Untersuchungen zur künstlichen Verjüngung des Bergmischwaldes - Ergebnisse eines Forschungsprojektes in den ostbayerischen Kalkalpen. Forschungsberichte d. Forstl. Forschungsanstalt. München 55. 203 pp.
6. GROSSE, H. y BOURKE, M. (1987): La regeneración de Raulí. INFOR - CORFO. 84 pp.
7. GROSSE, H. (1987): Desarrollo inicial de plantaciones de raulí. Ciencia e Investigación Forestal. INFOR - Santiago. Chile. N° 1. 49 - 56.
8. GROSSE, H. y BOURKE, M. (1988): Desarrollo de raulí en vivero bajo distintos niveles de luminosidad y espaciamiento. Ciencia e Investigación Forestal. INFOR - Santiago. Chile. N° 3. 1 - 12.
9. LEHRSTUHL FÜR WALDBAU UND FORSTEINRICHTUNG (1982): Bergmischwald Exkursionsführer; Lehrstuhl f. Waldbau u. Forsteinrichtung München. 18 pp.
10. LÜPKE, B. von (1982): Versuche zur Einbringung von Lärche und Eiche in Buchenbestände. Habil. Univ. Göttingen. 116 pp.
11. MAGNUSSEN, S. (1980): Wachstumsreaktion junger Weiss und Küstentannen verschiedener Herkünfte auf Beschattung. Diss. Univ. Göttingen. 153 pp.
12. MITSCHERLICH, G. KÜNSTLE, E. y LANG, W. (1967): Ein Beitrag zur Frage der Beleuchtungsstärke im Bestände; Allgem. Forstztg., Bd. 138. 213 - 223.
13. MITSCHERLICH, G. (1981): Wald, Wachstum und Umwelt. Frankfurt/Main. Bd. 2. 402 pp.
14. PERALTA M. (1976): Uso, Clasificación y Conservación de suelos. Servicio Agrícola y Ganadero. Stgo. 377 pp.
15. PRADO, J.A. y ROJAS, P. (1987): Preparación del sitio y fertilización en el establecimiento de plantaciones de *Eucalyptus globulus* en la zona semiárida de Chile. Ciencia e Investigación Forestal. Vol. 1; N° 1. 17 - 28.
16. PRADO, J.A. y WRANN, J.R. (1988): La importancia de la preparación del sitio y la fertilización en el establecimiento de plantaciones de Eucalyptus. Actas Manejo Silvícola del género Eucalyptus. CORFO - INFOR. Junio 1988. Viña del Mar - Chile.
17. SCHÖNAU, A.P.G. y HERBERT, M.A. (1988): Fertilizing Eucalyptus at plantation establishment. Actas Manejo Silvícola del género Eucalyptus. CORFO - INFOR. Junio 1988. Viña del Mar - Chile.
18. SUNER, A. y RÖHRIG, E. (1980): Die Entwicklung der Buchennaturverjüngung in Abhängigkeit von der Auflichtung des Altbestandes. Hannover. Forstarchiv, Bd. 51. 145 - 149.
19. TORO, J. (1988): Efecto de la fertilización en el desarrollo inicial de plantaciones de Eucalyptus. Actas Manejo Silvícola del género Eucalyptus. CORFO - INFOR. Junio 1988. Viña del Mar - Chile.
20. TURNER, H. y TRANQUILINI, W. (1961): Die Strahlungsverhältnisse und ihr Einfluss auf die Photosynthese der Pflanzen. In.: Ökologische Untersuchungen in der subalpinen Stufe; Mitteilungen d. Forstl. Bundes- und Versuchsanstalt Mariabrunn. 69 - 103.
21. ZIEGLER, H. (1978): Geobotanik. In.: E. Strasburger. Lehrbuch der Botanik. Stuttgart, New York: G. Fischer Verlag, 1.078 pp.

ANÁLISIS DEL PROCESO DE MACERACIÓN PARA EL PINO RADIATA

Roberto Melo H. (*)

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es la determinación de tiempos de absorción de calor, propios de la especie Pino Radiata, para trozas sometidas a un proceso de maceración previa al debobinado. Se utiliza agua como medio de calefacción.

Los resultados indican que los tiempos de calentamiento para distintas temperaturas del fluido de calefacción de los diferentes diámetros, son reducidos, no excediendo las 23 horas para ninguno de los casos analizados.

Se establece que la única variable que contribuye a explicar estadísticamente las variaciones de la temperatura en la madera, es el diámetro de la troza.

Se determina finalmente, modelos de regresión, los cuales permiten calcular temperaturas interiores en la troza para distintos diámetros en función del tiempo de maceración.

ABSTRACT

This article presents the most relevant results of a study about heating times of Radiata Pine logs, using water as an agent of heat transfer. The process called melting, is done previously to the rotary lathe. The results show that the heating times at different diameters are short and do not exceed 23 hours in any of the cases studied.

The only variable which is statistically correlated with the wood temperature is the log diameter.

Finally, regression models are established for calculating internal temperatures in the log at different diameters on the melting time.

(*) Ingeniero Civil Industrial y Mecánico. División Regional, Instituto Forestal. Barros Arana 121. Concepción, Chile.

INTRODUCCION

La industria del debobinado en nuestro país cobra cada día mayor relevancia, básicamente debido a su aplicación en la fabricación de tableros contrachapados, cuya principal utilización se orienta a la línea de muebles modulares, viviendas y a la producción de embalajes para la exportación hortofrutícola.

Es tradicional que en la producción de chapas se utilicen especies como el álamo, tepeal, lingue, coigüe y eucalyptus, fundamentalmente por el atractivo que presenta su color y vetado. Sin embargo la menor disponibilidad de estas especies y las proyecciones de oferta futura del Pino radiata justifican su empleo, cada vez en mayor grado, para la elaboración de chapas.

El pino presenta una serie de ventajas, entre las que se pueden destacar su rendimiento volumétrico, flexibilidad para obtener diferentes espesores, adecuadas propiedades mecánicas, calidad superficial de las chapas y buena trabajabilidad.

Los resultados obtenidos en Nueva Zelandia y Australia, así como también en Chile, permiten augurar que su utilización constituirá un éxito, aun cuando, debe mejorarse ostensiblemente la calidad del producto. Se ha detectado una falta de investigación al respecto en la industria nacional, concentrándose los esfuerzos, casi exclusivamente en la acción directa de las empresas involucradas.

Entre las diferentes aplicaciones del contrachapado, se puede destacar en forma especial la fabricación de cajones para la fabricación hortofrutícola, los cuales han experimentado una extraordinaria demanda en los últimos años.

El cajón, tradicionalmente, se fabrica en forma íntegra como madera aserrada. En la actualidad, sólo se utiliza ésta para los cabezales y se emplean chapas y contrachapados en la construcción de las tapas, laterales y fondos.

Por los motivos anteriormente enunciados y, especialmente, debido al desconocimiento que existe respecto al comportamiento del Pino radiata en el debobinado y contrachapado, se hace necesario estudiar estos procesos en todas sus fases, a fin de determinar cuáles y en qué medida son necesarias, así como también la forma de introducir modificaciones y optimizarlas.

El presente estudio se refiere a una de las etapas de producción de chapas, denominada preparación de las trozas, la cual considera el calentamiento o maceración de éstas, previo a la obtención de la chapa.

La maceración tiene como objetivo, entre otros, mejorar la calidad de la chapa, reducir el daño de las cuchillas del torno debobinador y la aparición de defectos en los extremos de las trozas, minimizando pérdidas de material.

METODOLOGIA EXPERIMENTAL

Diseño de experiencias

Se han considerado como variables independientes controlables el diámetro de la troza y la temperatura del medio fluido empleado para su calentamiento. La variable respuesta o dependiente corresponde a la temperatura de la troza a diferentes profundidades.

Los niveles de las variables independientes son los siguientes:

| | | | |
|------------------|---|---|-----------------------|
| Diámetros trozas | : | 3 | (180 - 260 - 340 mm) |
| Temperatura agua | : | 4 | (45 - 60 - 75 - 90°C) |
| Réplicas | : | 4 | |

Total : 3 x 4 x 4 = 48 réplicas o trozas

Se efectúan cuatro réplicas de cada tratamiento diámetro - temperatura, de modo que el total de unidades experimentales es de 48 trozas.

Como información complementaria (variables independientes inconcontrolables), se determina la densidad básica de la troza y su humedad inicial.

Se escoge una longitud de 1.200 mm para las trozas, por su facilidad de manipulación y porque se estima que con este largo se obtienen condiciones similares a las empleadas industrialmente, en el sentido que es más relevante la transferencia de calor radial que longitudinal.

La densidad se mide utilizando seis muestras de cada troza, en la forma de cubos de arista 20 mm. Estas muestras están dispuestas tal como se muestran en la figura 1.

La densidad básica (ρ_b) está dada por:

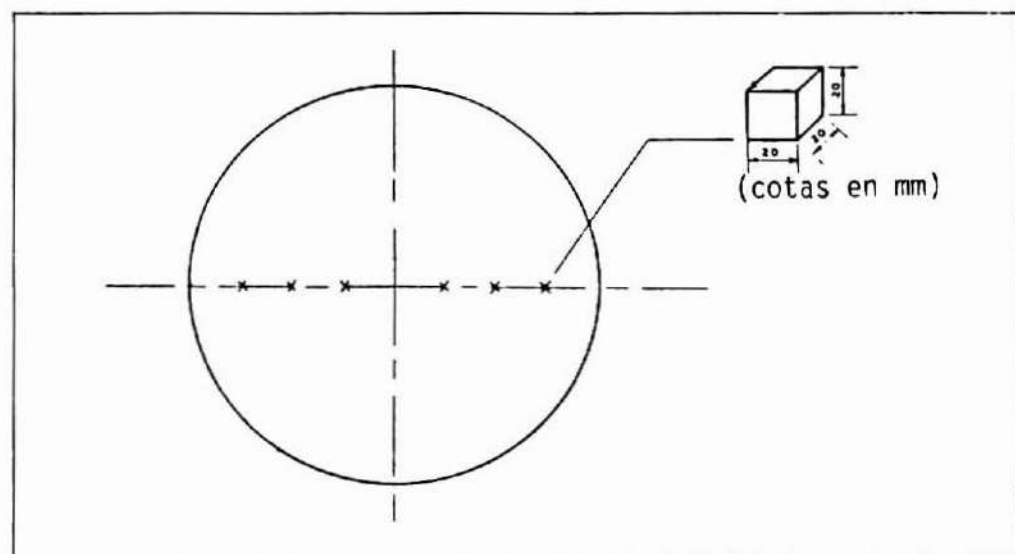
$$\rho_b = \frac{P_s}{V_v} \quad (\text{kg/m}^3)$$

Donde:

P_s = Peso anhidro (kg)

V_v = Volumen verde (m^3)

FIGURA 1
MUESTREO DE DENSIDAD



La humedad (H) se cuantifica considerando las mismas seis probetas anteriores, de manera de abarcar la altura y el duramen. La expresión empleada es la siguiente:

$$H = \frac{P_v - P_s}{P_s} \%$$

Donde:

P_v = Peso verde (g)

P_s = Peso anhidro (g)

El tiempo de calentamiento se registra en forma continua a diferentes profundidades hacia el interior de la troza, utilizando termocuplas adecuadamente aisladas y un indicador digital.

Se efectúan cuatro mediciones en profundidad, la primera de ellas a 10 mm de la superficie, la cuarta a 35 mm del centro del rollizo, ya que se estima que éste es el radio mínimo de debobinado, y las dos restantes, de tal forma que equidistaban entre sí y de las dos anteriores. La disposición de las termocuplas para medir las temperaturas en la forma indicada, se muestran en la figura 2.

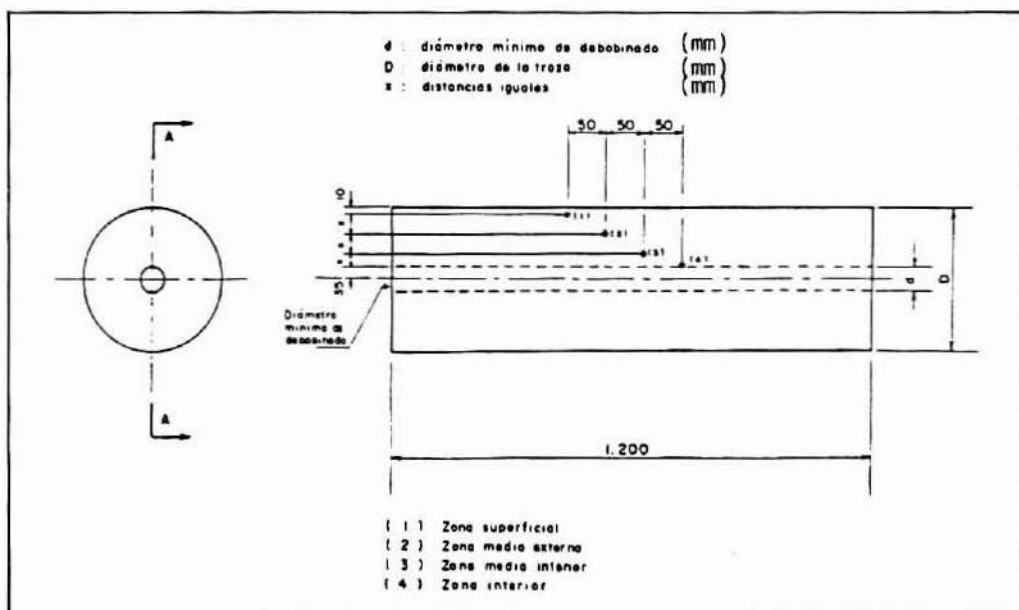
La superficie donde se efectúa la primera medición en profundidad se denomina zona superficial (Sup.), la siguiente es la zona media exterior (Z. M. ext.) y las dos últimas corresponden a la zona media interior y zona interior (Z. M. int. y Z. int.), respectivamente.

Material experimental

El material empleado en las experiencias son trozas de Pino radiata provenientes de bosques de Constitución.

Como la longitud de las unidades experimentales es de 1.200 mm de cada árbol se extraen, en algunos casos, dos o más piezas.

FIGURA 2
DISPOSICIONES DE TERMOCUPLAS



Equipos e instrumentos

Se utilizan los siguientes equipos e instrumentos:

Estanque de fibra de vidrio de $1,35 \text{ m}^3$ de capacidad, forrado con lana mineral de 50 mm de espesor y una cubierta metálica.

Las tapas son metálicas, aisladas también con lana mineral del mismo espesor.

Calefactores eléctricos (6) de cobre de 1,5 Kw para calentar el agua.

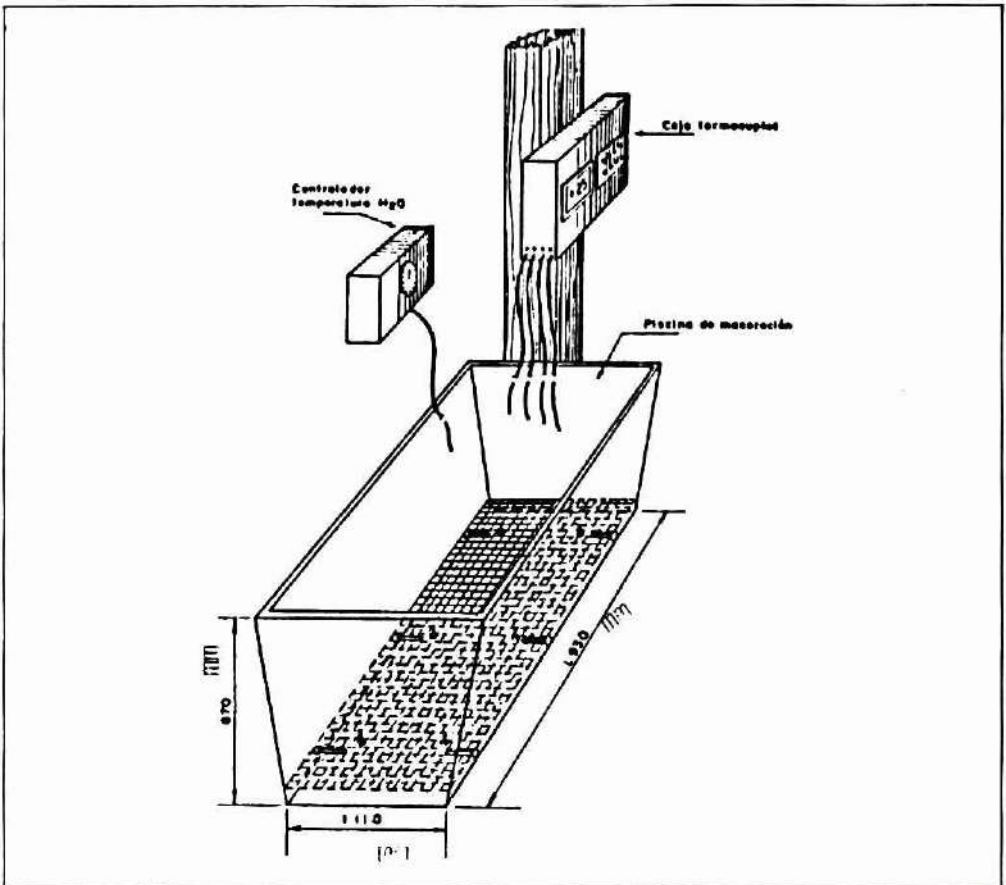
Controlador de temperatura, sensibilidad 5°C , rango 0 a 250°C .

Indicador digital de temperaturas, sensibilidad 1°C , rango 0 a $\pm 900^\circ\text{C}$.

Termocuplas (8) de fierro - constantan, largo 2.500 mm.

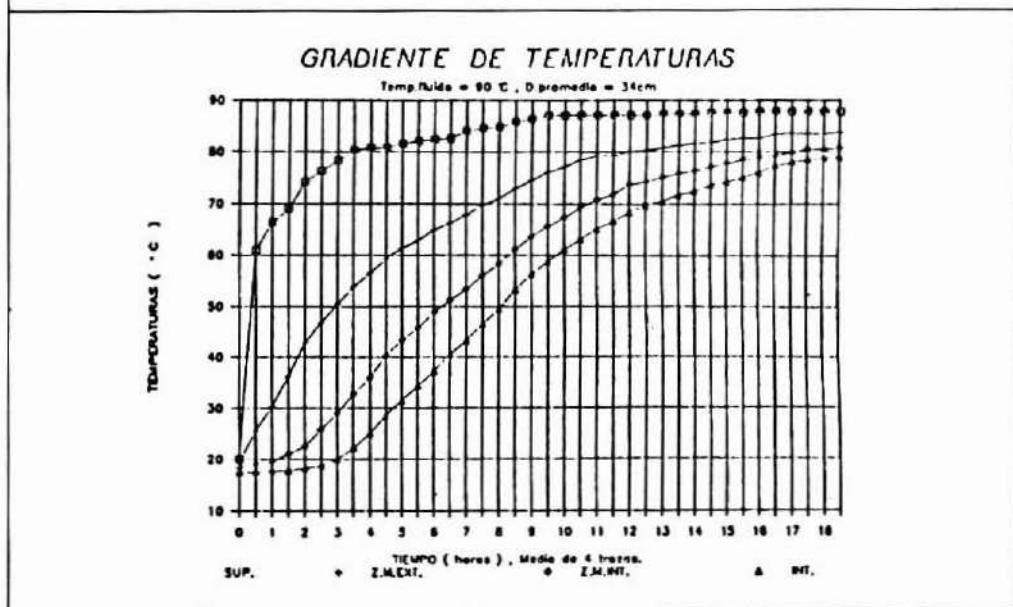
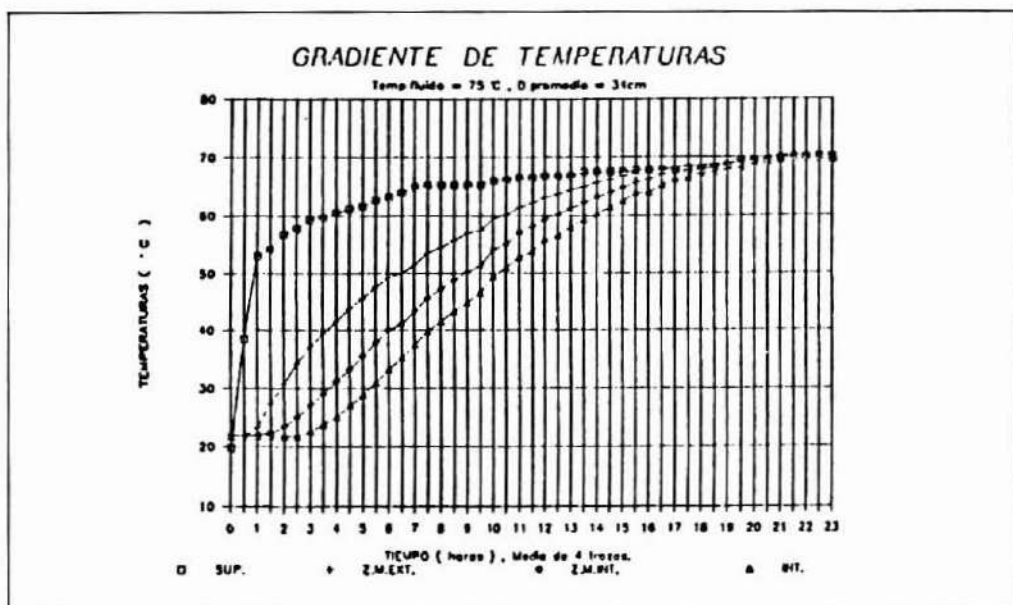
En la figura 3 se muestran en forma esquemática el equipo utilizado en los ensayos experimentales.

FIGURA 3
EQUIPO EXPERIMENTAL



RESULTADOS

En las dos figuras siguientes se presentan, a modo de ejemplo, dos gráficos que muestran la evolución de la temperatura para diferentes profundidades en función del tiempo. Estas gráficas corresponden al promedio de cuatro réplicas para un diámetro y temperatura de fluido determinados.



En los diámetros de 260 y 340 mm el comportamiento de la temperatura es similar. Esta sube en forma acentuada en la zona superficial durante las primeras horas, para luego adoptar características asintóticas, ajustándose a una transformación logarítmica. En las profundidades restantes, zonas media exterior y media interior, la temperatura experimenta un incremento más sostenido a lo largo del tiempo en que se desarrollan las experiencias, disminuyendo su pendiente hacia el final de éstas.

En la clase diamétrica de 180 mm las curvas de temperatura en función del tiempo, para las diferentes zonas en profundidad, son semejantes entre sí, no apreciándose en forma clara la fuerte diferenciación que existe en los casos anteriormente señalados.

El comportamiento distinto que muestra el calentamiento de las trozas de menor diámetro, se puede deber a su inferior densidad básica media (promediando albura y duramen) respecto a las trozas de diámetro superior. La densidad es inversamente proporcional a la difusividad térmica, la cual constituye una medida de la propagación del calor en una determinada sustancia, de modo que a menor densidad, se tiene un mayor coeficiente de difusión y por ende una mayor difusión de la energía térmica o calentamiento más rápido.

Del análisis de los resultados se determina que los tiempos de calentamiento del Pino radiata, para las diferentes temperaturas del medio de calefacción y diámetro empleados, son sumamente reducidos en relación a otras especies, no excediendo de 23 horas, en ninguno de los casos analizados.

Análisis estadístico de las diferentes variables

En un análisis preliminar se determina cuales de las variables consideradas son significativas para explicar las variaciones en la absorción de calor de las distintas trozas, clasificadas según los criterios anteriormente descritos (temperatura del fluido y diámetro).

Posteriormente, una vez detectadas las variables de mayor incidencia, se establece su influencia en las variaciones de la temperatura en la zona interior de la troza, es decir, en un radio de 35 mm.

Determinación de la influencia del tiempo de inmersión

De la observación de los gráficos de variación de la temperatura, se puede concluir que la cantidad de calor en el centro de las trozas depende directamente del tiempo de inmersión. El coeficiente de la correlación lineal entre el tiempo de inmersión y la temperatura, es de 93%. Dadas las características de la información, esta correlación debe estimarse separadamente para cada troza, lo que equivale a mantener constante tanto el diámetro como la densidad y humedad de las trozas.

La evidente falta de linealidad en la relación mencionada, induce a aplicar una transformación logarítmica a ambas variables, con lo que la correlación aumenta al 98%.

Al ajustar un modelo lineal de tipo logarítmico a las variables transformadas, se obtiene que para cada troza, el tiempo de inmersión puede explicar hasta un 97% de las variaciones de la temperatura al interior de la troza. El modelo tiene la siguiente forma:

$$\text{Log (Temp)} = B_0 + B_1 \log (\text{tiempo})$$

Donde:

B_0 y B_1 corresponden a los coeficientes de regresión.

Sin embargo el análisis de esta relación presenta dos problemas que es necesario discutir.

El primero dice relación con el hecho que las mediciones de las temperaturas se efectúan secuencialmente en el tiempo, lo cual transforma el problema de regresión en uno de series de tiempo. Este hecho invalida los resultados anteriores respecto de las correlaciones por cuanto las observaciones no son independientes entre sí. Para solucionar el problema se debe realizar el análisis independizando las variables del factor tiempo, es así que el estudio de la correlación se efectúa para las distintas variables, pero manteniendo el tiempo como factor constante, lo que significa un estudio de las correlaciones en instantes de tiempo determinado, por ejemplo a las 2, 4, 6 horas, etc.

El segundo problema a considerar está en relación con el hecho que la variación de la temperatura en el interior de la troza está inversamente relacionada con su diámetro, debido a lo cual debe evaluarse la correlación entre esta variable y la temperatura en cada uno de los intervalos (de tiempo) considerados anteriormente.

Determinación de la influencia del diámetro, densidad y humedad

Se consideran para esta determinación, instantes fijos, es decir, las temperaturas alcanzadas cada dos horas después del instante de inmersión, mediante un ajuste por el método de mínimos cuadrados ordinarios.

Para determinar las variables de más importancia se utiliza un procedimiento de selección "paso a paso". Este mecanismo, aplicado separadamente para cada una de las cuatro temperaturas exteriores (del fluido), indica que la única variable que contribuye a explicar las variaciones de la temperatura es el diámetro. El nivel de significación promedio de las variables humedad y densidad resulta mayor que 0.01, lo que no otorga ninguna significación estadística a las variables mencionadas.

En contraposición a lo anterior, la variable diámetro, tiene un nivel de significación promedio inferior a 0.01, lo que evidencia que el diámetro influye significativamente en la variación del gradiente de la temperatura.

Determinación de la influencia del diámetro

Para determinar la correlación entre los diámetros de las trozas y las variaciones de la temperatura para cada uno de los niveles de tiempo de inmersión, se ajustan modelos de regresión mediante el mismo procedimiento anterior, del siguiente tipo:

$$\text{TEMP} = B_0 + B_1 \text{ DIAM}$$

Los parámetros de cada uno de los modelos son los siguientes:

1. R^2 : Coeficiente de determinación.
2. CME : Cuadrado Medio del Error, como una medida de la precisión del ajuste.
3. G. de L. : Grados de libertad del error.
4. B_0 : Valor estimado del parámetro correspondiente a la media general.
5. B_1 : Pendiente de la recta que representa el incremento de la temperatura respecto del diámetro.
6. α : Nivel de significación.

Usando los modelos resumidos en las Tablas 1, 2, 3 y 4 se obtienen los valores estimados de la temperatura interior de la troza según cada una de las temperaturas de fluido consideradas. Las Tablas 5, 6, 7 y 8 incluyen los valores estimados para diferentes diámetros en incrementos de 20 mm y cada dos horas de inmersión.

Respecto a los resultados exhibidos en las últimas tablas deben hacerse las siguientes consideraciones generales:

- A) Los tamaños muestrales considerados para obtener los estimadores son muy pequeños, lo cual disminuye la precisión del estudio.
- B) Dada la curva de absorción de calor para los diferentes diámetros, la precisión de los estimadores disminuye en la medida que la estimación se aproxima a los extremos de ambas categorías, esto es, hacia dos horas por la izquierda y 18 por la derecha en cuanto al tiempo y hacia 160 mm en cuanto al diámetro. La extrapolación hacia valores mayores que los límites superiores y menores que los límites inferiores de las variables mencionadas, debe hacerse por lo tanto, permitiendo un mayor margen de tolerancia.
- C) La ausencia de valores muestrales en diversas categorías, para más de 8 horas de inmersión, hace que en general la precisión de las estimaciones sea mayor entre 2 y 3 horas que entre 10 y 18 horas.
- D) Para mejorar la precisión de las estimaciones se hace necesario la obtención de muestras de mayor tamaño en cada una de las categorías.

TABLA 1

PARAMETROS DEL MODELO PARA TEMPERATURA DE INMERSION DE 45°C

| TEMP. FLUIDO | 45°C | | | | | | | | |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | HORAS | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 |
| R ² | | 0,90 | 0,92 | 0,84 | 0,73 | 0,96 | 0,83 | 0,75 | 0,64 |
| CME | | 0,57 | 2,20 | 3,28 | 3,35 | 0,35 | 1,34 | 1,84 | 2,02 |
| G. de L. | | 8 | 8 | 8 | 8 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| INTERCEPT (β_0) | | 31,00 | 48,33 | 48,00 | 47,10 | 0,58 | 58,44 | 57,75 | 65,64 |
| DIAM (β_1) | | -0,35 | -0,79 | -0,61 | -0,45 | -0,67 | -0,61 | -0,55 | -0,45 |
| α | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,01 | 0,02 |

TABLA 2

PARAMETROS DEL MODELO PARA TEMPERATURA DE INMERSION DE 60°C

| TEMP. FLUIDO | 60°C | | | | | | | |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| HORAS | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 |
| R ² | 0,88 | 0,95 | 0,87 | 0,61 | 0,64 | 0,71 | 0,68 | 0,57 |
| CME | 6,82 | 4,79 | 8,74 | 14,85 | 12,12 | 7,90 | 4,58 | 3,81 |
| G. de L. | 9 | 9 | 9 | 9 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| INTERCEPT (β_0) | 50,18 | 65,54 | 66,41 | 60,46 | 77,88 | 80,50 | 74,88 | 70,88 |
| DIAM (β_1) | -0,96 | -1,27 | -1,05 | -0,66 | -1,03 | -0,98 | -0,69 | -0,50 |
| α | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,01 | 0,01 | 0,03 |

TABLA 3

PARAMETROS DEL MODELO PARA TEMPERATURA DE INMERSION DE 75°C

| TEMP. FLUIDO | 75°C | | | | | | | |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|-------|
| HORAS | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 |
| R ² | 0,80 | 0,91 | 0,77 | 0,49 | 0,73 | 0,62 | 0,56 | 0,47 |
| CME | 11,55 | 11,33 | 29,35 | 42,67 | 23,24 | 27,91 | 21,94 | 14,11 |
| G. de L. | 8 | 8 | 8 | 8 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| INTERCEPT (β_0) | 52,70 | 80,57 | 87,13 | 80,59 | 120,62 | 114,16 | 106,78 | 95,46 |
| DIAM (β_1) | -1,00 | -1,62 | -1,47 | -0,95 | -2,08 | -1,73 | -1,37 | -0,92 |
| α | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 | 0,03 | 0,07 | 0,09 | 0,13 |

TABLA 4

PARAMETROS DEL MODELO PARA TEMPERATURA DE INMERSION DE 90°C
(°C)

| TEMP. FLUIDO | 90°C | | | | | | | |
|-------------------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| HORAS | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 |
| R ² | 0,89 | 0,97 | 0,98 | 0,90 | 0,84 | 0,83 | 0,83 | 0,81 |
| CME | 23,93 | 11,31 | 9,08 | 23,80 | 22,00 | 16,72 | 12,34 | 8,61 |
| G. de L. | 10 | 10 | 10 | 10 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| INTERCEPT (β_0) | 77,22 | 118,09 | 123,73 | 118,38 | 135,52 | 130,15 | 125,96 | 117,48 |
| DIAM (β_1) | -1,82 | -2,78 | -2,53 | -1,96 | -2,18 | -1,80 | -1,56 | -1,21 |
| α | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

TABLA 5

TEMPERATURA INTERIOR PARA TEMPERATURA DE INMERSION DE 45°C
(°C)

| TEMP. FLUIDO | | 45°C | | | | | | | | |
|------------------|--|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | HORAS DE INMERSION | | | | | | | | |
| DIAMETRO (cm) | | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 |
| 16 | | 25,43 | 35,77 | 38,10 | 39,00 | 39,00 | 39,00 | 39,00 | 39,00 | 39,00 |
| 18 | | 24,74 | 34,20 | 36,86 | 38,92 | 39,00 | 39,00 | 39,00 | 39,00 | 39,00 |
| 20 | | 24,04 | 32,63 | 35,62 | 38,01 | 39,00 | 39,00 | 39,00 | 39,00 | 39,00 |
| 22 | | 23,34 | 31,06 | 34,48 | 37,11 | 43,04 | 43,03 | 43,03 | 43,03 | 43,03 |
| 24 | | 22,65 | 29,49 | 33,14 | 36,20 | 41,70 | 43,76 | 44,00 | 44,00 | 44,00 |
| 26 | | 21,95 | 27,92 | 31,90 | 35,29 | 40,37 | 42,54 | 43,33 | 43,94 | 44,38 |
| 28 | | 21,26 | 26,35 | 30,67 | 34,38 | 39,04 | 41,32 | 42,22 | 43,04 | 43,58 |
| 30 | | 20,56 | 24,78 | 29,43 | 33,47 | 37,51 | 40,10 | 41,11 | 42,14 | 42,77 |
| 32 | | 20,00 | 23,21 | 28,19 | 32,57 | 36,38 | 38,87 | 40,00 | 41,24 | 41,97 |
| 34 | | 20,00 | 21,64 | 26,95 | 31,66 | 35,04 | 37,65 | 38,89 | 40,34 | 41,27 |
| 36 | | 20,00 | 20,07 | 25,71 | 30,75 | 33,71 | 36,43 | 37,78 | 39,44 | 40,37 |
| 38 | | 20,00 | 20,00 | 24,47 | 29,84 | 32,38 | 35,20 | 36,68 | 38,54 | 39,57 |
| 40 | | 20,00 | 20,00 | 23,24 | 28,94 | 31,05 | 33,98 | 35,57 | 37,64 | 38,77 |

TABLA 6

TEMPERATURA INTERIOR PARA TEMPERATURA DE INMERSION DE 60°C
(°C)

| TEMP. FLUIDO | | 60°C | | | | | | | | |
|------------------|--|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | HORAS DE INMERSION | | | | | | | | |
| DIAMETRO (cm) | | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 |
| 16 | | 34,84 | 45,27 | 49,56 | 49,83 | 50,00 | 50,00 | 50,00 | 50,00 | 50,00 |
| 18 | | 32,92 | 42,74 | 47,45 | 48,50 | 50,00 | 50,00 | 50,00 | 50,00 | 50,00 |
| 20 | | 31,00 | 40,20 | 45,35 | 47,17 | 50,00 | 50,00 | 50,00 | 50,00 | 50,00 |
| 22 | | 29,09 | 37,67 | 43,24 | 45,84 | 55,14 | 55,00 | 55,00 | 55,00 | 55,00 |
| 24 | | 27,17 | 35,13 | 41,14 | 44,51 | 53,08 | 57,18 | 58,27 | 58,88 | 58,78 |
| 26 | | 25,25 | 32,60 | 39,03 | 43,18 | 51,01 | 55,23 | 56,89 | 57,88 | 58,14 |
| 28 | | 23,33 | 30,07 | 36,92 | 41,85 | 48,94 | 53,28 | 55,51 | 56,88 | 57,51 |
| 30 | | 21,41 | 27,53 | 34,82 | 40,52 | 46,88 | 51,33 | 54,12 | 55,88 | 56,87 |
| 32 | | 20,00 | 25,00 | 32,71 | 39,19 | 44,81 | 49,38 | 52,74 | 54,88 | 56,24 |
| 34 | | 20,00 | 22,46 | 30,60 | 37,86 | 42,74 | 47,43 | 51,36 | 53,88 | 55,61 |
| 36 | | 20,00 | 20,00 | 28,50 | 36,53 | 40,68 | 45,48 | 49,97 | 52,88 | 54,97 |
| 38 | | 20,00 | 20,00 | 26,39 | 35,21 | 38,61 | 43,53 | 48,59 | 51,88 | 54,24 |
| 40 | | 20,00 | 20,00 | 24,29 | 33,88 | 36,54 | 41,58 | 47,21 | 50,88 | 53,71 |

TABLA 7

TEMPERATURA INTERIOR PARA TEMPERATURA DE INMERSION DE 75°C
(°C)

| TEMP. FLUIDO | | 75°C | | | | | | | | |
|------------------|--|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | HORAS DE INMERSION | | | | | | | | |
| DIAMETRO (cm) | | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 |
| 16 | | 36,63 | 54,62 | 63,57 | 65,32 | 65,00 | 65,00 | 65,00 | 65,00 | 65,00 |
| 18 | | 34,63 | 51,38 | 60,62 | 63,41 | 65,00 | 65,00 | 65,00 | 65,00 | 65,00 |
| 20 | | 32,62 | 48,14 | 57,68 | 61,50 | 59,03 | 79,60 | 79,30 | 77,11 | 76,27 |
| 22 | | 30,61 | 44,89 | 54,73 | 59,59 | 74,88 | 76,14 | 76,56 | 75,27 | 75,04 |
| 24 | | 28,60 | 41,65 | 51,79 | 57,68 | 70,72 | 72,69 | 73,81 | 73,44 | 73,81 |
| 26 | | 26,59 | 38,40 | 48,84 | 55,77 | 66,56 | 69,23 | 71,06 | 71,60 | 72,58 |
| 28 | | 24,59 | 35,16 | 45,90 | 53,86 | 62,40 | 65,77 | 68,31 | 69,77 | 71,35 |
| 30 | | 22,58 | 31,92 | 42,95 | 51,96 | 58,24 | 62,32 | 65,56 | 67,93 | 70,12 |
| 32 | | 20,57 | 28,67 | 40,01 | 50,05 | 54,08 | 58,86 | 62,82 | 66,10 | 68,89 |
| 34 | | 20,00 | 25,43 | 37,06 | 48,14 | 49,92 | 55,41 | 60,07 | 64,26 | 67,66 |
| 36 | | 20,00 | 22,19 | 34,12 | 46,23 | 45,77 | 51,95 | 57,32 | 62,42 | 66,43 |
| 38 | | 20,00 | 20,00 | 31,17 | 44,32 | 41,61 | 48,49 | 54,57 | 60,59 | 65,20 |
| 40 | | 20,00 | 20,00 | 28,23 | 42,41 | 37,45 | 45,04 | 51,83 | 58,75 | 63,97 |

TABLA 8

TEMPERATURA INTERIOR PARA TEMPERATURA DE INMERSION DE 90°C
(°C)

| TEMP. FLUIDO | | 90°C | | | | | | | | |
|------------------|--|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | HORAS DE INMERSION | | | | | | | | |
| DIAMETRO (cm) | | 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 |
| 16 | | 48,11 | 73,68 | 83,30 | 87,03 | 80,00 | 80,00 | 80,00 | 80,00 | 80,00 |
| 18 | | 44,47 | 68,13 | 78,25 | 83,11 | 84,00 | 84,00 | 84,00 | 84,00 | 84,00 |
| 20 | | 40,83 | 62,58 | 73,20 | 79,19 | 91,90 | 94,08 | 94,81 | 93,37 | 92,16 |
| 22 | | 37,19 | 57,03 | 68,14 | 75,27 | 87,53 | 90,48 | 91,70 | 90,96 | 90,31 |
| 24 | | 33,55 | 51,48 | 63,09 | 71,35 | 83,17 | 86,87 | 88,58 | 88,55 | 88,46 |
| 26 | | 29,91 | 45,93 | 58,03 | 67,43 | 78,81 | 83,26 | 85,47 | 86,14 | 86,60 |
| 28 | | 26,27 | 40,38 | 52,98 | 63,51 | 74,44 | 79,66 | 82,35 | 83,73 | 84,75 |
| 30 | | 22,63 | 34,82 | 47,93 | 59,60 | 70,08 | 76,05 | 79,24 | 81,32 | 82,89 |
| 32 | | 20,00 | 29,27 | 42,87 | 55,68 | 65,72 | 72,44 | 76,12 | 78,91 | 81,04 |
| 34 | | 20,00 | 23,72 | 37,82 | 51,76 | 61,36 | 68,36 | 73,01 | 76,50 | 79,19 |
| 36 | | 20,00 | 20,00 | 32,77 | 47,84 | 56,99 | 65,23 | 69,89 | 74,09 | 77,33 |
| 38 | | 20,00 | 20,00 | 27,71 | 43,92 | 52,63 | 61,62 | 66,78 | 71,68 | 75,48 |
| 40 | | 20,00 | 20,00 | 22,66 | 40,00 | 48,27 | 58,01 | 63,66 | 69,27 | 73,62 |

CONCLUSIONES

Se establece que los tiempos de calentamiento de los diferentes diámetros de las trozas de Pino radiata, considerando distintas temperaturas del medio de calefacción, son reducidos respecto a otras especies.

La absorción de calor de las trozas es indirectamente proporcional a su diámetro, lo cual se debe en gran medida a que las piezas más delgadas poseen menor densidad y por ende mayor coeficiente de difusividad térmica. Esto determina que el calentamiento sea más rápido mientras menor sea el diámetro de la troza y viceversa.

La única variable que contribuye a explicar estadísticamente las variaciones de temperatura en la madera es el diámetro de la troza. La densidad básica y la humedad inicial de ésta no tienen significación. Cabe destacar que se utiliza como variable respuesta la temperatura correspondiente al diámetro mínimo de debobinado, supuesto de 70 mm.

Los modelos de regresión determinados corresponden a correlaciones lineales del siguiente tipo:

$$\text{TEMP} = B_0 + B_1 \text{ DIAM}$$

Donde:

TEMP = Temperatura de la madera (°C)

B_0 = Valor estimado del parámetro correspondiente a la media general

B_1 = Incremento de la temperatura respecto del diámetro

DIAM = Diámetro de la troza (mm)

Mediante este modelo se calculan temperaturas interiores en la troza para distintos diámetros en función del tiempo, tal como se muestra en las tablas de resultados.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. DEVLIEGER, F.; CUEVAS, H. e INZUNZA, L. Tableros compuestos fabricados en una sola etapa. Documento técnico, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. Valdivia. 4 p.
2. DEVLIEGER, F. Técnicas de debobinado. Documento técnico, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. Valdivia. 24 p.
3. GUTIERREZ, M. 1987. Técnicas de debobinado y secado de chapas (alcances a los tableros contrachapados) (I Parte). Documento técnico, Chile Forestal N° 110, Stgo., 8 p.
4. MACLEAN, J. 1954. Effect of heating in water on the strength properties of wood. American Wood Press Assoc. 50 pp. 253-281.
5. OKUYAMA, T.; KANAGAWA, Y. y HATTORI, Y. 1987. Reduction of residual stresses in logs by direct heating method. Mokuzai Gakkaishi, Vol. 33 Research paper N° 11.
6. ÖZISIK, M. 1978. Transferencia de calor. Universidad del Estado de Carolina del Norte. U.S.A., Mc Graw-Hill. 541 p.
7. PITTS, D. y SISSOM, L. 1979. Teorías y problemas de transferencia de calor. Bogotá, Colombia, Mc Graw-Hill Latinoamericana. 307 p.
8. POBLETE, H. 1984. Caracterización y requisitos de la madera para la producción de chapas y contrachapados. Publicación docente N° 13, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. Valdivia. 21 p.
9. SIAU, J. 1971. Flow in wood. Syracuse, New York. 125 p.
10. STEINHAGEN, H. 1977. Heating times for frozen veneer logs - new experimental data. Forest Products journal 27. pp. 24-28.

RESULTADOS PRELIMINARES EN FERTILIZACIONES DE APOYO PARA *Eucalyptus globulus*

Manuel Toral Ibáñez (*)
Patricio Rojas Vergara (*)

RESUMEN

Se evalúan dos ensayos de fertilización en plantaciones recién establecidas de *E. globulus*. Los ensayos en referencia fueron establecidos en 1986 por INFOR-CORFO en convenio con las Empresas Forestales FORVESA y Forestal Colcura, predios El Almendro y Colcura, respectivamente.

En cada ensayo se utilizó un diseño de bloques al azar que consideró diferentes dosis de los siguientes fertilizantes: Urea, Superfosfato Triple, Sulfato de Potasio, Boronatrocalcita y Acido Bórico.

En El Almendro se obtuvieron respuestas positivas a la fertilización con Nitrógeno y Fósforo. En Colcura las mejores respuestas se obtuvieron sólo con Nitrógeno.

ABSTRACT

*The application of fertilizers at establishment of **Eucalyptus globulus** plantations are evaluated. Two trials were established by INFOR in 1986, with the cooperation of two forest companies: FORVESA and Forestal Colcura.*

A randomized complete block design was used in each case to test different dosis and combinations of the following fertilizer: Urea, Triple Superphosphate, Potassium Sulfate, Boronatrocalcite and Boric Acid.

In one site the best response was produced by the application of N and P, where in the other one the sole application of N produced the best results.

(*) Ingenieros Forestales, División Silvicultura, Instituto Forestal, Huérfanos 554, Piso 4°, Santiago - Chile.

INTRODUCCION

Las plantaciones de *Eucalyptus globulus* en Chile, cubren una superficie cercana a las 64.000 ha, concentradas principalmente en la V y VIII Regiones del país.

Aunque *E. globulus* ha sido plantado desde comienzos de siglo, sólo en los últimos años se han realizado prácticas silviculturales que promueven un mejor desarrollo de esta especie. Dentro de estas prácticas silvícolas se encuentra la fertilización de plantaciones. Es así como se han instalado algunos ensayos experimentales de fertilización, y a veces éstos se han combinado con preparación de suelo y control de malezas (PRADO y WRANN, 1988).

Los resultados preliminares en fertilizaciones de apoyo logrados en otros países han sido positivos, lo que ha permitido que gran parte de las empresas del sector estén incorporando esta práctica silvicultural al establecer la plantación (SCHÖNAU y HERBERT, 1988).

El presente trabajo evalúa la supervivencia y desarrollo de *E. globulus* considerando diferentes dosis y tipo de fertilizantes, utilizados en fertilizaciones de apoyo. La experiencia en referencia se llevó a cabo por INFOR-CORFO en Convenio con Forestal Río Vergara y Forestal Colcura en los predios El Almendro y Colcura, respectivamente.

MATERIAL Y METODO

Material

Ubicación y Caracterización de los Ensayos

El Almendro está ubicado en la IX Región, provincia de Malleco, comuna de Renaico, con coordenadas 37° 30' 45" Lat. Sur y 72° 45' Long. Oeste. Corresponde a la Unidad Edafoclimática Concepción. (Univ. de Chile - INFOR, 1974).

Colcura está ubicado en la VIII Región, provincia de Concepción, comuna de Lota, con coordenadas 37° 05' Lat. Sur y 73° 10' Long. Oeste. Corresponde a la Unidad Edafoclimática Lebu.

Las características de los ensayos El Almendro y Colcura, se detallan a continuación.

Ensayo El Almendro

Se utilizó un diseño en bloques al azar con cuatro repeticiones y con los siguientes tratamientos.

- | | |
|--|--|
| 1. Testigo | 8. N ₂ P ₁ |
| 2. N ₁ | 9. N ₂ P ₁ B ₁ K ₁ |
| 3. N ₂ | 10. N ₂ B ₁ |
| 4. N ₁ P ₁ | 11. N ₂ K ₁ |
| 5. N ₁ P ₁ B ₁ K ₁ | 12. B ₁ P ₁ K ₁ |
| 6. N ₁ B ₁ | 13. B ₂ K ₁ |
| 7. N ₁ K ₁ | 14. B ₁ P ₁ |

Las dosis por planta para cada tratamiento fueron las siguientes:

- N₁ = 50 g de Urea
 N₂ = 80 g de Urea
 P₁ = 40 g de Superfosfato Triple
 B₁ = 30 g de Boronatrocalcita
 K₁ = 50 g de Sulfato de Potasio

Ensayo Colcura

Se utilizó un diseño de bloques al azar con seis repeticiones y con los siguientes tratamientos.

- | | |
|--------------|-------------------|
| 1. Testigo | 8. $N_2 B_1$ |
| 2. B_1 | 9. $N_2 B_2$ |
| 3. B_2 | 10. P_1 |
| 4. N_1 | 11. $P_1 B_1$ |
| 5. $N_1 B_1$ | 12. $P_1 B_2$ |
| 6. $N_1 B_2$ | 13. $N_1 P_1$ |
| 7. N_2 | 14. $N_1 P_1 B_1$ |

Las dosis por planta para cada tratamiento fueron las siguientes:

- N_1 = 50 g de Urea
 N_2 = 100 g de Urea
 P_1 = 40 g de Superfosfato Triple
 B_1 = 20 g de Acido Bórico
 B_2 = 40 g de Acido Bórico

Tanto en Colcura como en El Almendro los fertilizantes fueron aplicados en forma localizada a 20 cm de profundidad y en 2 zanjas ubicadas paralelamente a 25 cm de la planta.

Al final de la temporada de plantación se aplicó el 50% de la dosis especificada para cada tratamiento (Septiembre 1986). El otro 50% se aplicó en el mes de Septiembre de 1987. En Mayo de 1988 se realizó un tercer control que dio origen a este trabajo.

Metodología de Análisis

Los ensayos se analizaron considerando tres metodologías, a saber:

1. Análisis estadístico del diseño experimental.
2. Cálculo del Optimo Provisional Experimental.
3. Selección de variables. Método de regresión paso a paso. Stepwise.

El método 1 "Análisis estadístico del diseño experimental", consiste en determinar si las medias de los incrementos de la variable de estado en estudio de cada tratamiento son iguales o difieren entre sí. Para ello se emplea el análisis de varianza (ANDEVA) con un nivel de significación igual a 0.05. En caso de existir diferencias significativas se realizó una comparación entre todos los pares de tratamientos o Test de comparaciones múltiples de Tukey.

La homogeneidad de las varianzas se determinó empleando la prueba de Bartlett. Cuando éstas resultaron heterogéneas se procedió a una transformación logarítmica.

Los porcentajes de supervivencia fueron transformados a la función $y = \arcseno \sqrt{\text{porcentaje}}$ para su análisis estadístico.

El método 2, "Cálculo del Optimo Provisional Experimental (OPE)", descrito por GONZALEZ *et al* (1973) consiste en determinar niveles óptimos foliares entre tres nutrientes. Para tales efectos los rangos de dispersión del porcentaje foliar de cada nutriente se subdivide en 5 clases asignándole a cada uno su rendimiento relativo. Para el cálculo del rendimiento relativo se consideró el índice DC^2H , tomando como base 100 el tratamiento con mayor rendimiento absoluto. Se define el nivel óptimo foliar del nutriente en el promedio de la clase que presenta mayor rendimiento relativo.

El método 3, "Método de regresión paso a paso", consiste en seleccionar a través de regresiones sucesivas las variables independientes por orden de importancia que son significativas y explicativas del comportamiento de la variable dependiente.

Como variables dependientes se definieron las siguientes:

- DC²H : Índice de crecimiento en volumen. Diámetro del cuello de la planta al cuadrado multiplicado por su altura y dividido por 100 (cm³).
 DC : Diámetro de Cuello (cm).
 H : Altura (m).

Como variables independientes se definieron las siguientes:

- NITRO : % de Nitrógeno
 NITRO² : % de Nitrógeno al cuadrado
 FOSF : % de Fósforo
 FOSF² : % de Fósforo al cuadrado
 NIFO : Producto del % de N por % de P
 NIFO² : Producto al cuadrado
 LNNIFO: Logaritmo natural del producto % N por % P
 NIDFO : %Nitrógeno dividido por % Fósforo
 POTAS : % de Potasio
 POTAS² : % de Potasio al cuadrado
 NIPOT : Producto del % N por % K
 FOSPOT: Producto % de P por % K
 BORO : % de Boro
 NIBO : Producto del % N por % Bo
 RANIFO: Raíz cuadrada del producto % N por % P

Como las variables independientes alcanzan a un alto número se optó por utilizar del paquete estadístico "Statgraphics", el método de regresión paso a paso denominado "Forward" o procedimiento paso a paso estándar (Método F). A través de este método las variables entran o son removidas de la ecuación según su valor de F. El valor de F se fijó en 4,67, debido a que sólo se contó con 14 valores para el cálculo de cada regresión, aunque por defecto el paquete "Statgraphics" fija un valor de F = 4,0.

RESULTADOS

Para una mejor comprensión de los resultados, éstos se presentan de acuerdo a las diferentes metodologías planteadas.

Método 1. Análisis Estadístico del Diseño Experimental

El Almendro

Los resultados del ensayo se presentan en la Tabla 1 que entrega la supervivencia, los incrementos medios de las variables Diámetro de Cuello, DC (cm); Altura, H (m) y Volumen expresado a través del índice DC²H (cm³).

TABLA 1
SUPERVIVENCIA E INCREMENTOS MEDIOS
DE DC, H Y DC²H. 1986 - 1988
(Ensayo: Predio El Almendro - FORVESA)

| TRATAMIENTOS | SUPERVIV. % (1988) | DC (cm) | H (m) | DC ² H (cm ³) |
|--|-----------------------------|----------------------------|------------------------------|---|
| 1. Testigo | 63,9 | 2,9 b | 1,4 | 25,3 b |
| 2. N ₁ | 69,5 | 2,5 b | 1,3 | 16,3 bc |
| 3. N ₂ | 58,3 | 3,4 b | 1,2 | 22,6 b |
| 4. N ₁ P ₁ | 63,9 | 3,1 b | 1,4 | 25,7 b |
| 5. N ₁ P ₁ B ₁ K ₁ | 86,1 | 4,4 a | 2,1 | 66,9 a |
| 6. N ₁ B ₁ | 69,5 | 2,8 b | 1,5 | 26,2 b |
| 7. N ₁ K ₁ | 86,1 | 3,2 b | 1,6 | 30,9 b |
| 8. N ₂ P ₁ | 77,8 | 3,7 c | 1,8 | 42,2 b |
| 9. N ₂ P ₁ B ₁ K ₁ | 80,6 | 2,8 b | 1,9 | 47,3 c |
| 10. N ₂ B ₁ | 75,0 | 3,6 b | 1,9 | 35,8 b |
| 11. N ₂ K ₁ | 72,3 | 2,9 b | 1,5 | 29,1 b |
| 12. B ₁ P ₁ K ₁ | 77,8 | 2,3 b | 1,2 | 40,2 b |
| 13. B ₂ K ₁ | 72,3 | 2,3 bc | 1,2 | 17,4 b |
| 14. B ₁ P ₁ | 83,4 | 2,2 bc | 2,3 | 12,8 bc |
| Nivel de significación al 0,05 | Fc = 0,097 NS Ft = 2,016 | Fc = 2.620 S Ft = 2,016 | Fc = .1.529 NS Ft = 2,016 | Fc = 2.767 S Ft = 2,016 |

Letras distintas significa que hay diferencias significativas al 0,05.

Del análisis de la Tabla 1, se desprende que no existen diferencias estadísticamente significativas para la supervivencia y altura entre los tratamientos. Existen para las variables diámetro de cuello e índice de crecimiento DC²H.

Los mayores incrementos en volumen se presentan en los tratamientos 5, 8 y 9. En dos de ellos se han aplicado los 4 elementos, N P K B, que en el caso del tratamiento 5 producen una respuesta significativamente superior. Al analizar el conjunto de los tratamientos se concluye que la combinación NP sería la que produce la mayor respuesta, que en el caso de los tratamientos 5 y 9 se ve incrementada por la presencia de los otros dos elementos.

Coltura

Los resultados de este ensayo se presentan en la Tabla 2, que entrega los incrementos medios de las variables Diámetro de Cuello, DC (cm); Altura, H (m) y Volumen expresado por el índice DC²H.

TABLA 2
SUPERVIVENCIA E INCREMENTOS MEDIOS
DE DC, H Y DC²H. 1986 - 1988
(Ensayo: Predio Colcura - Forestal Colcura)

| TRATAMIENTOS | SUPERVIV. % (1988) | DC (cm) | H (m) | DC ² H (cm ³) |
|--|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---|
| 1. Testigo | 77,8 | 2,9 c | 2,4 cd | 65,2 |
| 2. B ₁ | 87,1 | 4,2 bc | 3,2 bcd | 114,9 |
| 3. B ₂ | 88,9 | 3,3 bc | 2,4 cd | 70,9 |
| 4. N ₁ | 77,8 | 5,2 a | 4,1 a | 158,4 |
| 5. N ₁ B ₁ | 85,2 | 4,8 b | 3,6 d | 127,3 |
| 6. N ₁ B ₂ | 79,7 | 3,3 bc | 2,5 c | 64,5 |
| 7. N ₂ | 83,4 | 3,3 bc | 2,8 bcd | 69,3 |
| 8. N ₂ B ₁ | 79,7 | 4,4 bc | 3,3 bcd | 125,1 |
| 9. N ₂ B ₂ | 87,1 | 4,7 bc | 3,7 bcd | 146,8 |
| 10. P ₁ | 68,5 | 3,9 bc | 2,9 bcd | 98,0 |
| 11. P ₁ B ₁ | 72,2 | 4,2 bc | 3,2 bcd | 130,5 |
| 12. P ₁ B ₂ | 62,9 | 4,5 bc | 3,4 bcd | 148,5 |
| 13. N ₁ P ₁ | 72,2 | 3,2 bc | 2,7 bcd | 55,9 |
| 14. N ₁ P ₁ B ₁ | 81,5 | 4,0 bc | 3,0 bcd | 85,4 |
| Nivel de significación al 0,05 | Fc = 1,32 NS Ft = 1,870 | Fc = 2,123 S Ft = 1,870 | Fc = 2,343 S Ft = 1,870 | Fc = 1,338 NS Ft = 1,870 |

Al comparar los tratamientos se puede apreciar que existen importantes diferencias en la supervivencia y especialmente en el índice de crecimiento DC²H, aún cuando las pruebas estadísticas indican que éstas no son significativas.

En este caso las mejores respuestas corresponden a la sola aplicación de N (Trat. 4) y a su combinación con B (Trats. 8 y 9). La aplicación de P y B también produce un buen crecimiento (Trats. 11 y 12) en cambio la aplicación NP, que en el ensayo anterior entregaba los mejores resultados, produce en este caso una respuesta inferior a la del testigo. Es posible que se haya producido un desbalance en la relación N/P, pudiendo ser ésta la causa de esta baja respuesta.

Método 2. Cálculo del Optimo Provisional Experimental (OPE)

En la Tabla 3 se presentan los niveles foliares de N, P, K por tratamiento.

TABLA 3
NIVELES FOLIARES-DE N, P, K POR TRATAMIENTO
(Ensayo: El Almendro y Colcura. Mayo 1988)

| EL ALMENDRO | | | | COLCURA | | | |
|--|----------------|------|------|--|----------------|------|------|
| Tratamientos | Porcentajes de | | | Tratamientos | Porcentajes de | | |
| | N | P | K | | N | P | K |
| 1. Testigo | 1,75 | 0,08 | 0,35 | 1. Testigo | 1,61 | 0,08 | 0,58 |
| 2. N ₁ | 2,04 | 0,07 | 0,37 | 2. B ₁ | 1,99 | 0,10 | 0,58 |
| 3. N ₂ | 1,87 | 0,80 | 0,39 | 3. B ₂ | 1,88 | 0,08 | 0,59 |
| 4. N ₁ P ₁ | 1,85 | 0,09 | 0,31 | 4. N ₁ | 1,88 | 0,10 | 0,54 |
| 5. N ₁ P ₁ B ₁ K ₁ | 1,97 | 0,09 | 0,37 | 5. N ₁ B ₁ | 1,61 | 0,08 | 0,52 |
| 6. N ₁ B ₁ | 1,85 | 0,07 | 0,31 | 6. N ₁ B ₂ | 1,60 | 0,10 | 0,59 |
| 7. N ₁ K ₁ | 1,83 | 0,08 | 0,37 | 7. N ₂ | 1,71 | 0,06 | 0,48 |
| 8. N ₂ P ₁ | 2,11 | 0,09 | 0,39 | 8. N ₂ B ₁ | 1,74 | 0,08 | 0,52 |
| 9. N ₂ P ₁ B ₁ K ₁ | 2,18 | 0,09 | 0,33 | 9. N ₂ B ₂ | 2,17 | 0,07 | 0,56 |
| 10. N ₂ B ₁ | 2,16 | 0,08 | 0,31 | 10. P ₁ | 1,97 | 0,10 | 0,50 |
| 11. N ₂ K ₁ | 1,82 | 0,09 | 0,45 | 11. P ₁ B ₁ | 1,61 | 0,10 | 0,57 |
| 12. B ₁ P ₁ K ₁ | 1,81 | 0,10 | 0,40 | 12. P ₁ B ₂ | 2,16 | 0,08 | 0,53 |
| 13. B ₂ N ₁ | 1,67 | 0,08 | 0,33 | 13. N ₁ P ₂ | 1,96 | 0,09 | 0,51 |
| 14. B ₁ P ₁ | 1,67 | 0,10 | 0,37 | 14. N ₁ P ₁ K ₁ | 1,82 | 0,08 | 0,45 |

A partir de estos valores y del rendimiento relativo en volumen se calculó el Optimo Provisional Experimental, según la metodología propuesta por GONZALEZ *et al* op. cit. entregando los siguientes resultados.

Ensayo El Almendro

En la Tabla 4 se presentan los rangos de los niveles de Nitrógeno, Fósforo y Potasio foliar versus su rendimiento relativo promedio, dado por el índice de crecimiento DC²H.

TABLA 4
NIVELES DE NUTRIENTES Y SU RENDIMIENTO
RELATIVO PROMEDIO EN VOLUMEN (DC² H)
 (Ensayo: Predio El Almendro - FORVESA)

| NITROGENO | | FOSFORO | | POTASIO | |
|----------------------|---|----------------------|---|----------------------|---|
| Rangos % N Foliar | Rendim. Promed. % DC ² H | Rangos % P Foliar | Rendim. Promed. % DC ² H | Rangos % K Foliar | Rendim. Promed. % DC ² H |
| 1,60 – 1,72 | 27,67 | 0,070 – 0,076 | 32,07 | 0,310 – 0,338 | 46,23 |
| 1,75 – 1,87 | 42,71 | 0,077 – 0,083 | 40,24 | 0,339 – 0,367 | 37,86 |
| 1,89 – 1,97 | 73,11 | 0,084 – 0,090 | 61,89 | 0,368 – 0,396 | 48,42 |
| 1,98 – 2,07 | – | 0,091 – 0,097 | – | 0,397 – 0,425 | 60,05 |
| 2,08 – 2,18 | 52,90 | 0,098 – 0,104 | 39,62 | 0,426 – 0,454 | 34,48 |

A partir de la Tabla 4 se establecieron los niveles foliares óptimos de N, P y K para las condiciones de este ensayo en particular. En efecto, el nivel óptimo de Nitrógeno se encuentra próximo a 1,93%, el de Fósforo próximo a 0,087% y Potasio próximo a 0,41%. Estos niveles entregan una relación en porcentaje de N/P = 22,18; N/K = 4,70 y P/K = 0,21.

Ensayo Colcura

En la Tabla 5 se presentan los resultados de concentración foliar del nutriente y su rendimiento relativo.

TABLA 5
NIVELES DE NUTRIENTES Y SU RENDIMIENTO
RELATIVO PROMEDIO EN VOLUMEN (DC² H)
 (Ensayo: Predio Colcura - Forestal Colcura)

| NITROGENO | | FOSFORO | | POTASIO | |
|----------------------|---|----------------------|---|----------------------|---|
| Rangos % N Foliar | Rendim. Promed. % DC ² H | Rangos % P Foliar | Rendim. Promed. % DC ² H | Rangos % K Foliar | Rendim. Promed. % DC ² H |
| 1,600 – 1,714 | 57,68 | 0,060 – 0,068 | 43,77 | 0,450 – 0,478 | 53,92 |
| 1,715 – 1,829 | 66,45 | 0,069 – 0,077 | 92,67 | 0,479 – 0,507 | 52,82 |
| 1,830 – 1,944 | 72,38 | 0,078 – 0,086 | 65,5 | 0,508 – 0,536 | 72,10 |
| 1,945 – 2,059 | 56,58 | 0,087 – 0,095 | 35,28 | 0,537 – 0,565 | 96,33 |
| 2,060 – 2,174 | 93,22 | 0,096 – 0,104 | 71,51 | 0,566 – 0,594 | 56,32 |

A partir de la Tabla 5 se pueden establecer los niveles óptimos de N, P y K para las condiciones de este ensayo en particular. Es así que el nivel óptimo de Nitrógeno queda fijado en 2,11%; Fósforo en 0,073% y Potasio próximo a 0,55%. Estos niveles entregan una relación en porcentaje de N/P = 28,90; N/K = 3,83 y de P/K = 0,13.

Método 3. Método de Regresión Paso a Paso

Numerosos trabajos han establecido relaciones funcionales entre el rendimiento y la concentración de nutrientes utilizando regresiones múltiples, seleccionadas a través de regresiones paso a paso (Stepwise). SCHÖNAU (1981); SCHÖNAU Y HERBERT (1982-83); LAMB (1977); BEVIGE y RICHARDS (1971).

En dichos trabajos generalmente se utiliza el incremento en diámetro, altura o volumen como variables dependientes y como independientes la concentración en porcentaje de los distintos niveles de nutrientes y combinaciones lógicas entre ellos.

Aplicada esta metodología a los ensayos de Colcura y El Almendro, dio los siguientes resultados.

TABLA 6
SELECCION DE VARIABLES SIGNIFICATIVAS Y PREDICTORAS
DE LA VARIABLE DE ESTADO CORRESPONDIENTE

| PREDIO | VARIABLE DE ESTADO INCREMENTOS | FUNCION. PREDICTORAS | r^2 | E.S.E. | RANGO DE NIVEL. DE NUTR. | |
|-------------|--------------------------------|--|-------|--------|--------------------------|--------------|
| | | | | | % N | % P |
| COLCURA | Volumen | DC ² H = 33,6365 NITRO ² | 0,91 | 38,12 | 1,60 - 2,17 | - |
| | Diámetro de Cuello | DC = 2,1477 NITRO | 0,97 | 0,69 | 1,60 - 2,17 | - |
| | Altura | H = 1,66402 NITRO | 0,97 | 0,50 | 1,60 - 2,17 | - |
| EL ALMENDRO | Volumen | DC ² H = 1207,57 NIFO ² | 0,91 | 10,67 | 1,6 - 2,18 | 0,07 - 0,104 |
| | Diámetro de Cuello | DC = 1,6025 NITRO | 0,97 | 0,52 | 1,6 - 2,18 | - |
| | Altura | H = 9,4851 NIFO | 0,98 | 0,22 | 1,6 - 2,18 | 0,07 - 0,104 |

E.S.E. = Error estándar de la estimación.

En la Tabla 6 se puede apreciar que para el ensayo de Colcura las únicas variables independientes que explican el incremento de la variable de estado dependiente correspondiente es NITRO² y NITRO (% de Nitrógeno foliar al cuadrado y % de Nitrógeno foliar, respectivamente). El resto de las variables analizadas presentan un bajo valor de F, menor a 4,67, no significativo. Para El Almendro las variables independientes seleccionadas según variable de estado son NIFO², NITRO y NIFO (producto al cuadrado de % Nitrógeno foliar y % de Fósforo, % de Nitrógeno y producto del % de Nitrógeno y Fósforo, respectivamente).

Si analizamos las funciones, se observa que éstas pasan por el origen y en general indican que a mayor porcentaje de concentración foliar de Nitrógeno o Fósforo el incremento de la variable de estado será mayor. Sin embargo, esto no es totalmente válido ya que la ley de los incrementos decrecientes establece que el incremento es máximo sólo hasta un cierto nivel de nutrientes y que si se incorpora una mayor cantidad la tasa de crecimiento comienza a disminuir gradualmente hasta llegar a un mínimo. En consecuencia, las ecuaciones planteadas sólo son válidas para los rangos de niveles de nutrientes analizados e indicados en la Tabla 6.

DISCUSION

A pesar de que la concentración de elementos minerales en las hojas es muy variable (depende de la procedencia, especie, suelo, edad, época de muestreo, condiciones climáticas y posición de las hojas), la absorción de nutrientes realizadas por la planta se refleja invariablemente en el análisis foliar (CABAÑAS, 1982).

En nuestro país, no se han conducido investigaciones orientadas a determinar los valores críticos nutricionales para el género *Eucalyptus*. Los valores obtenidos en estos ensayos representan una primera aproximación a este tema y se deben considerar como valores referenciales de carácter primario y limitados a las condiciones donde se efectuaron.

SCHÖNAU y HERBERT (1988) indican que para *E. globulus* se obtuvieron respuestas satisfactorias a la fertilización en Australia, Portugal, España, Colombia e India. Las respuestas positivas se han debido a la fertilización con Nitrógeno solo, o a la combinación de Nitrógeno y Fósforo. Coincidente con esto fueron los resultados de los ensayos en Colcura y en El Almendro para cada una de las variables de estado analizadas (Métodos 1, 2, 3).

Los mismos autores señalan que el Nitrógeno y el Fósforo son muy importantes, siendo el primero la unidad básica constituyente de las proteínas y de la clorofila. Es por ende el responsable del crecimiento foliar de la planta, controlando el crecimiento de la madera. El Fósforo juega un rol fundamental en el metabolismo de la planta. FINKL y SIMONSON (1979) establecen que afecta preferentemente la formación de las semillas, la maduración y calidad de las cosechas y por sobre todo al desarrollo de las raíces, particularmente las raicillas laterales. Esta última función del Fósforo es fundamental en los viveros forestales y en el establecimiento de las plantaciones.

Como la función de estos dos elementos se considera primaria, se han establecido ciertas relaciones entre ellos. CROMER *et al* (1981) mencionan que la relación Nitrógeno/Fósforo (N/P) para *E. grandis* debe ser algo menor a 15. SCHÖNAU y HERBERT (1982-83) establecen valores de 13. LAMB (1977) entrega valores de 10,4 para plantas de *E. deglupta*. LACELY *et al* (1966) dan valores de 11,9 para *E. grandis* y los niveles de % N foliar lo fijan próximo al 2% o algo superior. BARROS y PRITCHETT (1979) consideran buenos u óptimos niveles de 2,2% de Nitrógeno. Todos estos autores no hacen referencia a niveles de Fósforo.

Por otra parte GONZALEZ, PENALVA y GOMEZ (1985) fijan valores críticos de Nitrógeno de 1,8% y suficiente cifras de 2%. Para Fósforo, el valor crítico lo establecen en 0,12% y el nivel suficiente en 0,14%. Por su parte GONZALEZ y GARCIA (1964) establecen los siguientes valores para Nitrógeno: deficiencia aguda 0,84% - 1,05%, deficiencia leve 1,05% - 1,65%, sin deficiencia 1,65% - 1,80%.

Aunque el nivel de nutrientes dado por el análisis foliar ha sido y es uno de los métodos más comunes para diagnosticar deficiencias nutricionales, existen otros como lo demuestra LAMB (1977). Este autor utiliza regresiones múltiples para explicar el crecimiento en altura en función de los contenidos foliares de nutrientes (Método 3). De esta manera establece que el 72% de crecimiento en altura está explicado por la concentración de los niveles de N y P y propone un nivel de 2,1% de Nitrógeno como valor mínimo.

A partir de estos antecedentes, obtenidos en el extranjero y a los resultados de los distintos métodos de análisis empleados, se pueden establecer las siguientes conclusiones preliminares para los ensayos de El Almendro y Colcura.

CONCLUSIONES

El Almendro

- El nivel de Nitrógeno alcanzado por los tratamientos 2, (N_1); 8, ($N_2 P_1$); 9, ($N_2 P_1 B_1 K_1$); y 10, ($N_2 B_1$); es bueno a óptimo. En el resto de los tratamientos existiría alguna deficiencia, sobre todo si se considera el valor propuesto por BARROS y PRITCHETT op. cit.
- El nivel de Fósforo para todos los tratamientos está por debajo del valor crítico y distante del valor óptimo propuesto por GONZALEZ *et al* op. cit.
- Para todos los tratamientos la relación N/P es superior a los valores señalados en la bibliografía. Si se considera el tratamiento 5, ($N_1 P_1 B_1 K_1$); como el mejor, se tiene una relación N/P igual a 21,9. Es decir, un nivel de Nitrógeno próximo al 2% (nivel bueno) con un porcentaje de Fósforo de 0,09% (nivel deficiente). Para llegar a establecer un índice N/P igual a 13, el contenido foliar de Fósforo debería ser próximo a 0,15 (nivel óptimo).
- Los niveles óptimos encontrados a través del Método del Optimo Provisional Experimental, sólo constituye una primera aproximación a la solución de la problemática en estudio. A través de esta metodología se establecen valores óptimos de Nitrógeno próximos al 2% y de Fósforo próximos al 0,087%.
- Para las condiciones de este ensayo y de acuerdo al análisis de regresión paso a paso (Stepwise), el nivel de Nitrógeno óptimo es 2,18% y el de Fósforo alrededor del 0,10%, lo que da una relación N/P = 21,8.

Colcura

- La mayoría de los tratamientos presentan un nivel de Nitrógeno bajo. Solamente los tratamientos 9, ($N_2 B_2$); y 12, ($P_1 B_2$) sobrepasan el 2% de Nitrógeno.
- El nivel de Fósforo para todos los tratamientos está por debajo del valor crítico y distante del valor óptimo propuesto por GONZALEZ *et al* op. cit.
- Para todos los tratamientos la relación N/P es superior a los valores señalados por los distintos autores. Si se considera el tratamiento 4, (N_1); como el mejor, se tiene una relación N/P de 18,8. Es decir, este tratamiento presenta un porcentaje bajo de Nitrógeno y Fósforo.
- A través del Optimo Provisional Experimental se pudieron establecer cifras referenciales correspondientes a 2,17% de Nitrógeno y 0,10% de Fósforo consideradas como buenas para el desarrollo de las plantas.
- De acuerdo al Método 3, sólo el Nitrógeno juega un papel importante en el desarrollo de las plantas. El Fósforo por su bajo contenido foliar no sería significativo, en este caso.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. BARROS, N.F. y PRITCHETT, W.L. 1979. Effects of sources rates of Nitrogen on growth and composition of *Eucalyptus grandis*. Soil Crop. Sos. Soc. Fla Proc. (38). 101-104.
2. BEVIGE, D.I. y RICHARDS, B.N. 1971. Principles and practice of foliar analysis as a basis for crop logging in pine plantations II. Determination of critical phosphorus levels. Plant and soils (37): 159 - 169.
3. CABAÑAS, C. 1982. Análisis comparativo entre fertilización mineral tradicional y por módulos en *E. globulus*. Tesis de Grado, Fac. de Cs. Agrarias, Veterinarias y Forestales. U. de Chile. 108 p.
4. CROMER, R.N. et al. 1981. Response of Eucalyptus species to fertilizer applied soon after planting at several sites. Aust. For. (44): 3 - 13.
5. FINKL, C. y SIMONSON, R.W. 1979. Phosphorus Cycle. In: "The Encyclopedia of Soil Science", Part I. Fairbridge R.W., Finkl C.W. Dowden. Hutchinson and Ross. Inc. p 370 - 376.
6. GONZALEZ, C. et al. 1973. La nutrición mineral de los vegetales. El análisis foliar y de savia. Metodologías y Objetivos. Fac. de Agronomía, Depto. de Frutales, Viñas, Universidad Católica de Chile.
7. GONZALEZ, E. PENALVA, F. y GOMEZ, C. 1985. Concentración foliar de nutrientes en *E. globulus* según el tratamiento fertilizante y época de su aplicación. Madrid. Anales del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA). Serie Forestal 1985. 47-56.
8. GONZALEZ, E. y GARCIA, J.J. 1964. Algunos aspectos de la nutrición nitrogenada en plantitas de Eucalyptus. Madrid. Anales del Instituto Forestal de Investigación de España. 81 - 101.
9. LACELY, C.J. et al. 1966. Growth and nutrient uptake by flooded gum seedlings subjected to various phosphate suppliers. Aus. For. (30): 212 - 222).
10. LAMB, D. 1977. Relationship between growth and foliar nutrient concentration in *Eucalyptus deglupta* Plant and Soil (47): 495 - 508.
11. PRADO, J.A. y WRANN, J. 1988. La importancia de la preparación del sitio y la fertilización en el establecimiento de plantaciones de Eucalyptus. En: Simposio Manejo Silvícola del Género Eucalyptus Junio 1988, Viña del Mar, Chile. Capítulo XII, Actas.
12. SCHÖNAU, A.P.G. 1981. The effects of fertilizing on the foliar nutrients concentration in *Eucalyptus grandis*. Fertilizer Res. (2): 73 - 87.
13. SCHÖNAU, A.P.G. y HERBERT, M.A. 1982. Relationship between growth rates and foliar concentrations of Nitrogen, Phosphorus and Potassium for *E. grandis*. IUFRO XVII World Congress Kyoto Japan (1981) S. Afr. For. J. (120): 19 - 23.
14. SCHÖNAU, A.P.G. y HERBERT, M.A. 1983. Relationship between growth rate, fertilizing and foliar nutrient concentrations for *E. grandis*. Fertilizer Res. (4): 369 - 380.
15. SCHÖNAU, A.P.G. y HERBERT, M.A. 1988. Fertilizing Eucalypts at plantation establishment. En Simposio Manejo Silvícola del Género Eucalyptus, Junio 1988, Viña del Mar, Chile. Cap. X, Actas.
16. UNIVERSIDAD DE CHILE - INSTITUTO FORESTAL. 1979. Areas cubiertas por ensayos de introducción de especies y ubicación de nuevas experiencias. Informe II. Proyecto CONAF / PNUD / FAO CHI-76-003 Investigación y Desarrollo Forestal. Actividad I 2.2 Introducción de Especies Forestales. 81 p. Mapas.

DESCRIPCION BASICA DEL PINO OREGON (*Pseudotsuga menziesii*). Ute Kannegiesser Schuh, Ingeniero Forestal, División Regional, Instituto Forestal. Barros Arana 121. Concepción-Chile.

INTRODUCCION

Chile cuenta con un vasto potencial de recursos forestales. De aproximadamente 9 millones de hectáreas de bosques productivos, un 14% corresponde a plantaciones artificiales con especie exóticas. Entre éstas la de mayor importancia es *Pinus radiata*, con una superficie de 1.118.088 ha a Diciembre de 1987 (CORFO - INFOR, 1988). La producción forestal chilena está basada en esta especie. Indicios claros de ataques ocasionados por agentes patógenos en algunas áreas, la marginalidad de desarrollo para esta especie en muchos sectores y la necesidad de impulsar una oferta de productos forestales más variada, han llevado al INSTITUTO FORESTAL a la investigación de otras especies de rápido crecimiento y buenas perspectivas económicas.

Una conífera con atractivas proyecciones para nuestro país es *Pseudotsuga menziesii*. Esta especie es de origen norteamericano. Su rápido crecimiento, las características de su madera y su adaptabilidad a una gran variedad de ambientes han sido las causas de su introducción en muchos países en el mundo. Hasta fines del año 1987, las plantaciones en Chile con esta especie cubrían aproximadamente 11.000 ha entre la VIII y XI Regiones. Su rendimiento según el sitio varía entre 15 y 30 m³/ha al año.

El objetivo de este trabajo es entregar antecedentes generales sobre la especie Pino Oregón (*Pseudotsuga menziesii*), haciendo referencia a temas como su distribución, sus requerimientos en cuanto a clima, suelos, las asociaciones vegetales a que pertenecen y su importancia económica.

GENERO PSEUDOTSUGA

El género *Pseudotsuga* está compuesto por un pequeño grupo de coníferas arbóreas siempreverdes, caracterizadas por su longevidad y las grandes dimensiones que alcanzan en su hábitat natural. En la costa oeste de Norteamérica existen ejemplares que, además de algunos del género *Sequoia*, son considerados las coníferas más grandes del mundo (BAILEY, 1960; STREETS, 1962; LITTLE, 1979). Su distribución natural abarca el Hemisferio Norte y actualmente está restringido al oeste de Norteamérica y al este de Asia (HERMANN, 1985). Los representantes asiáticos del género *Pseudotsuga* se encuentran aislados en regiones montañosas al suroeste y este de China, sur y centro de Japón y en Taiwán.

Desde el punto de vista económico, las especies norteamericanas son consideradas las más importantes y son las que preferentemente se han introducido a nivel mundial. Entre éstas destaca *Pseudotsuga menziesii* por su gran valor maderero y las existencias en pie (DALLIMORE y JACKSON, 1961; BURSCHEL y HUSS, 1987).

Actualmente el nombre *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco ha sido aceptado por la gran mayoría de los botánicos, aunque en Europa todavía se utilizan los sinónimos *Pseudotsuga taxifolia* (Poir.) Britton y *Ps. douglasii* (D. Don). Esta especie se conoce con los nombres vulgares como Douglas-fir, abeto de Douglas, sapin de Douglas (franc.) y Douglastanne (alem.) (BAILEY, 1969; HOSIE, 1969; HERMANN, 1982). En Chile, se conoce con el nombre de pino oregón. Comercialmente se denomina "Oregon pine", "Yellow o Red fir" (HOSIE, 1969; USFPL 1974; HERMANN, 1982).

Descripción de la especie Pseudotsuga menziesii

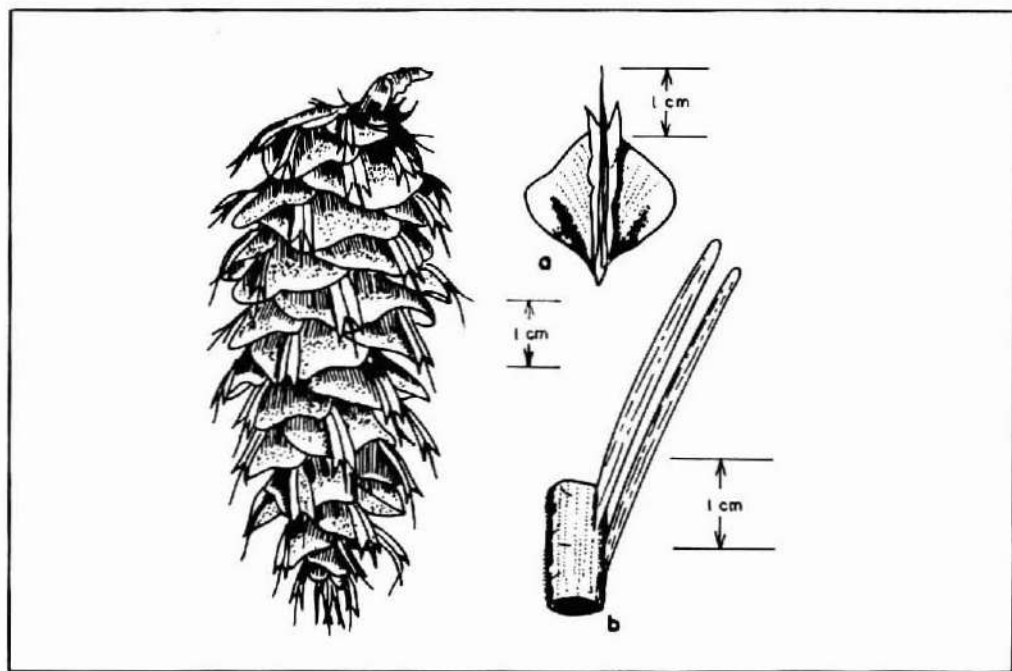
En Norteamérica *Pseudotsuga menziesii* es un árbol forestal de grandes dimensiones. Generalmente alcanza 50 a 60 m y, ocasionalmente, 90 m de altura y diámetros a la altura del pecho entre 2 y 4,5 m (DALLIMORE y JACKSON, 1961; HOSIE, 1969; BROCKMANN, 1979; LITTLE, 1979). El fuste recto, cilíndrico y ligeramente cónico está coronado por una copa piramidal con ramas horizontales dispuestas en verticilos. En árboles jóvenes, la copa llega hasta el suelo.

La corteza es de color gris, delgada y se encuentra cubierta por bolsas de resina. A medida que el árbol envejece, se torna café-rojiza, gruesa, esponjosa y agrietada. Contiene alrededor de 20 a 50% de tejido suberoso y aproximadamente un 30% de extraíbles como son ceras, caninas y otras sustancias químicas (ISAAC y DIMOCK, 1958).

Las acículas son de color verde-amarillento o azulado, lineales y planas. Se angostan hacia la base, formando un pecíolo corto. En la cara superior presentan dos bandas estomáticas separadas por la vena media y, por el envés, 2 canales resiníferos superficiales. El follaje, especialmente molido, despiden un fuerte olor a trementina (DALLIMORE y JACKSON, 1961).

Pseudotsuga menziesii se caracteriza por los conos péndulos de color café con escamas tectrices exertas y trifidas (Fig. 1). Bajo las brácteas ovulíferas se ocultan 2 semillas café-rojizas.

FIGURA 1
CONO CON ESCAMA EXERTA Y TRIFIDA (a) Y HOJAS (b) DE
PSEUDOTSUGA MENZIESII



Fuente: RODRIGUEZ y RODRIGUEZ, 1981.

En su habitat natural se obtienen trozas de grandes dimensiones libres de nudos. La madera de pino oregón norteamericano es dura, resistente, pesada, de grano recto y textura fina. Se caracteriza por ser de gran resistencia mecánica. Además es fácil de trabajar y acepta bien pinturas y barnices. Los anillos de crecimiento están claramente definidos. La albura es de color blanco-amarillento. Arboles con crecimiento diametral rápido forman un duramen de color café-rojizo y textura gruesa. En cambio, en etapas de crecimiento más lento, el duramen es de color café-amarillento.

El duramen es resistente a la pudrición y a la acción de ácidos orgánicos y minerales diluidos. Presenta resistencia a la penetración de agua, lo que dificulta la inyección de cualquier preservante. En EE.UU. se estima una vida útil de 6 a 9 años para durmientes sin tratamientos (USFPL, 1974).

Todas estas características hacen que la madera de Pino Oregón sea muy apropiada para su uso en elementos estructurales, obras mayores de construcción como puentes, viviendas en general, y embarcaciones. La madera también es usada en la industria de chapas, tableros, madera aserrada y elaborada, marcos de puertas y ventanas, embalaje, tonelería, durmientes, pallets, cajas y cajones, acueductos, revestimientos de interior y exterior, postes, pilotes, rodillos, ceras y pulpas.

A pesar de que no existen bases taxonómicas para segregarse otras variedades, algunos botánicos europeos reconocen una tercera. SCHENK (1939, citado por FOERST, 1980) divide la especie en *viridis* o verde, *glauca* o azul y *caesia* o gris, delimitando sus distribuciones en función de zonas climáticas de crecimiento. En el sector norte de las Montañas Rocallosas se encuentra la variedad *caesia* y en la parte sur, la *glauca*. *Pseudotsuga menziesii* var. *menziesii* o *viridis*, ocupa la región entre la cadena montañosa y el Océano Pacífico.

En Norteamérica se diferencian dos variedades *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco var. *menziesii* o costera y *Pseudotsuga menziesii* var. *glauca* (Beissner) Franco o interior. Ambas difieren en el color del follaje, la forma del cono, la tasa de crecimiento y los requerimientos ambientales. El término costero ha causado problemas porque la variedad se extiende considerablemente hacia el interior del territorio, alejándose de la costa.

El pino oregón costero (*Pseudotsuga menziesii* var. *menziesii*) es el más importante dentro de las variedades. Tanto en su país de origen como en los países donde se ha introducido es considerado una especie interesante económicamente por su crecimiento rápido, buena forma, sanidad y la calidad de su madera.

Distribución natural

La especie *Pseudotsuga menziesii* se distribuye desde los 55° LN hasta los 20° LN en el oeste de América del Norte (BURSCHEL y HUSS, 1987). Hasta aproximadamente los 36° LN se extiende en forma continua entre la costa del Pacífico y la ladera este de las Montañas Rocallosas. Hacia el sur, se aleja de la costa permaneciendo en los sectores más montañosos hasta alcanzar su límite al sur de México.

Una distribución más restringida presenta la variedad *menziesii*, extendiéndose a lo largo de la costa del Pacífico desde el estado de Columbia Británica (53° 30' LN) a través de los de Washington y Oregon hasta el de California central (36° LN). Su límite oriental lo forman las altas cumbres de las Cascadas y la Sierra Nevada (Fig. 2).

En relación a las altitudes, esta variedad cubre territorios desde el nivel del mar hasta la cima de la cordillera de las Cascadas. En el extremo norte de su distribución alcanza su límite altitudinal aproximadamente a los 800 m.s.n.m.

A medida que se desplaza hacia el sur, el límite de distribución en altura aumenta, llegando hasta 1.800 m.s.n.m. en la frontera norte del estado de California (42° LN) (FOWELLS, 1965; ISAAC y DIMOCK, 1958).

FIGURA 2
DISTRIBUCION NATURAL DE PINO OREGON COSTERO
(*PSEUDOTSUGA MENZIESII* VAR. *MENZIESII*)



Fuente: ISAAC y DIMOCK, 1958.

Clima

El área de distribución natural de *Pseudotsuga menziesii* var. *menziesii* presenta un clima templado y húmedo, que favorece el crecimiento de las coníferas.

Las precipitaciones son de régimen invernal, cayendo sólo el 30% durante la primavera y el verano. Este porcentaje aumenta considerablemente si se incluye la influencia oceánica que existe en el sector, manifestada en forma de frecuentes neblinas. Los niveles pluviométricos anuales fluctúan entre 500 y 2.300 mm, con un promedio de 1.400 mm (ISAAC y DIMOCK, 1958). Durante el verano la humedad relativa oscila entre 50 y 60%.

La temperatura media anual varía entre 7° y 13°C con valores máximos y mínimos absolutos de 43 y -34°C respectivamente. La influencia oceánica disminuye hacia el interior del continente. Esto explica el aumento de los días con heladas en los sectores más montañosos. En la costa se observan en promedio 212 días libres de heladas, comparado con 138 en las montañas (FOWELLS, 1965).

Suelos

En el área de distribución natural de *Pseudotsuga menziesii* var. *menziesii* se presentan los siguientes grupos de suelos: Pardos, Pardos podzólicos, Pardos lateríticos, Latosoles pardos y Pardoforestales. Entre la cordillera de la Costa y el Océano Pacífico, los suelos son principalmente de origen sedimentario con intrusiones de rocas volcánicas. En cambio, al este de la cordillera de la Costa hasta la cima de las Cascadas, el origen del suelo es volcánico (ISAAC y DIMOCK, 1958).

El Pino Oregón costero crece en un amplio rango de tecturas, variando desde arcillas grasas hasta arenas arcillosas (FOWELLS, 1965). Se desarrolla en tipos de suelos ácidos, con valores de pH que fluctúan entre 4,5 y 6,5. En el oeste de Washington y Oregon alcanza sus mejores desarrollos en suelos con pH 5 a 5,5. La mejor ocupación del sitio y los mayores volúmenes los logra cuando se encuentra en suelos arcillosos profundos, con buena retención de agua, pero bien drenados.

No prospera en suelos mal drenados, pantanosos y deficientes en oxígeno, como tampoco en aquellos que presentan "hardpans" superficiales. Esta capa impide el buen desarrollo de su sistema radicular y un drenaje adecuado (ISAAC y DIMOCK, 1958; FOWELLS, 1965).

Asociaciones vegetales

El Pino Oregón se distribuye a través de un amplio rango geográfico y así está sometido a diferentes condiciones climáticas. Debido a esto, a lo largo de su distribución se encuentra asociado con distintas especies arbóreas y arbustivas.

En el límite norte por la costa, *Pseudotsuga menziesii* var. *menziesii* crece con *Tsuga heterophylla*, *Thuja plicata* y *Picea sitchensis*. A medida que este bosque se acerca a su estado climax, el Pino Oregón sólo queda representado por algunos individuos aislados en el estrato arbóreo dominante.

Hacia el sur de su rango de distribución se encuentra acompañando a *Sequoia sempervirens*, que lo desplaza gradualmente. También se mezcla con *Pinus lambertiana*, *Pinus ponderosa*, *Libocedrus decurrens* y varias encinas (*Quercus* spp).

A mayor altitud, hacia las Montañas Rocallosas el *Pseudotsuga menziesii* var. *menziesii* es reemplazado por su variedad *glauca*, por especies del género *Abies* y *Tsuga mertensiana*.

En los sectores más secos de su distribución, la variedad *menziesii* forma rodales puros y coetáneos. En aquellos más húmedos crece asociado con especies latifoliadas como *Alnus rubra*, *Arbutus menziesii* y algunas del género *Acer*.

FOWELLS (1965) describe los principales tipos forestales, donde *Pseudotsuga menziesii* var. *menziesii* es una especie dominante:

1. Pacific Douglas-fir
2. *Pseudotsuga menziesii* - *Tsuga heterophylla*
3. *Chamaescyparis lawsoniana* - *Ps. menziesii*
4. *Pinus ponderosa* - *Ps. menziesii*

Además es una especie acompañante en las siguientes asociaciones:

1. *Alnus rubra*
2. *Picea sitchensis*
3. *Abies amabilis* - *Tsuga* sp
4. *Thuja plicata* - *Tsuga heterophylla*
5. *Sequoia sempervirens*
6. *Quercus alba*
7. *Quercus* sp - *Arbutus menziesii*

Importancia económica

Pseudotsuga menziesii es una de las especies forestales de mayor importancia en Norteamérica. El inventario forestal de 1977 establece que esta especie ocupa 12,5 millones de ha, lo que equivale al 6,4% de la superficie total de bosques comerciales que EE.UU. (USDA, 1982). Se estima un volumen neto de 2.648 millones de m³ sin corteza, del cual aproximadamente el 60% se encuentra en árboles con diámetros a la altura del pecho, mayores de 48 cm.

En estos bosques existe el 8% de las reservas totales de madera de los EE.UU., el 21% de aquellas de madera aserrable y el 28% del volumen total contenido en árboles con diámetros mayores de 48 cm (SUTTON, 1978).

En Canadá, el Pino Oregón está representado solamente en el estado de Columbia Británica, existiendo 721 millones de m³ con corteza (UNECE - FAO/EFC, 1985).

Esto corresponde al 3% del volumen total de madera de Canadá y al 7% de Columbia Británica. Debido al fácil acceso, a la alta calidad de estos bosques y a la existencia de poderes compradores, actualmente el Pino Oregón es la especie forestal más explotada, con una participación del 4% en el volumen total de corta anual (SUTTON, 1978).

Esta especie ha sido plantada en muchos parques y jardines con fines ornamentales. Su sistema radicular bien desarrollado le da estabilidad, por lo que es considerada apta como cortina cortavientos.

La alta calidad de la madera, la producción de grandes volúmenes comerciales, su fácil propagación por semilla, su rápido crecimiento y, en general, la plasticidad frente a factores ambientales han incentivado la introducción de Pino Oregón en distintos países a nivel mundial.

En Europa central actualmente es la especie introducida de mayor importancia. Desde hace tres décadas las superficies forestales con Pino Oregón están aumentando en la República Federal Alemana (BURSCHEL y HUSS, 1987). Aproximadamente 100 años después del inicio de las plantaciones con Pino Oregón en el suroeste de Alemania ya existen 7.000 ha de bosques estatales (SCHÜL, 1984). Se estima que en ese país llegará a ser la segunda conífera más importante después de *Picea* sp, desplazando a *Pinus* spp (BURSCHEL y HUSS, 1987).

La principal especie de reforestación en Francia es Pino Oregón. Cada año se plantan entre 10 y 15 mil hectáreas de un total de 40 a 50 mil. Actualmente se estima que existen 220.000 ha, compuestas principalmente por plantaciones menores de 25 años (OSWALD y PARDE, 1984). En Alemania y Francia se prefiere la variedad *menziesii*. Especialmente por problemas fitosanitarios, se prohibió la introducción de la variedad *glauca* en Alemania (BURSCHEL y HUSS, 1987).

Según UNECE-FAO EFC (1985) existen 15.000 ha de bosques de Pino Oregón regularmente manejadas en Holanda. Para España citan volúmenes netos de 6.820 m³ con corteza. Además de los países mencionados se ha plantado con éxito en Polonia y Dinamarca.

En Australia existen plantaciones experimentales de Pino Oregón ubicadas en Nueva Gales del Sur y Tasmania.

Debido a la buena forma, sanidad y a la alta productividad esta especie es la más importante después de *Pinus radiata* en Nueva Zelandia. Sus plantaciones llegan a 60.000 ha y se encuentran al sur de los 38° LS (JAMES y BUNN, 1978; SUTTON, 1985).

En Latinoamérica la especie ha crecido con mayor éxito en Chile (BUCAREY, 1963). A Diciembre de 1987 las plantaciones cubrían 11.022 ha. ubicadas entre la VIII y XI Regiones (CORFO - INFOR, 1988). Las repoblaciones de mayor importancia se encuentran en el fundo "Voipir" en la localidad de Villarrica (X Región).

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. BAILEY, L.H. 1960. The cultivated conifers in North America comprising the pine family and the taxads. New York, The MacMillan Co. 404 p.
2. BROCKMANN, C.F. 1979. Trees of North America. A guide to field identification. New York, Golden Press. 280 p.
3. BUCAREY, J. 1963. *Pseudotsuga taxifolia* (Poir.) Britt. en trunco del cerro Voipir (Villarrica). Valdivia, Universidad Austral de Chile, Fac. Ing. For. 101 p.
4. BURSCHEL, P. und J. HUSS. 1987. Grundriss des Waldbaus. Berlin, Paul Parey Verlag. Parey's Studientexte 49. 352 p.
5. CORFO - INFOR. 1988. Estadísticas forestales 1987. Boletín estadístico N° 6. Santiago, CORFO - INFOR. 10 p.
6. DALLIMORE, W. and A.B. JACKSON. 1961. A handbook of Coniferae, including *Ginkgoaceae*. London, Edward Arnold Ltd. 686 p.
7. FOERST, K. 1980. Standort, Wuchsleistung und Ernährungszustand älterer bayerischer Bestände der grünen Douglasie (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco var. *menziesii*). Mitteilungen aus der Staatsforstverwaltung Bayerns, Heft 41. 256 p.
8. FOWELLS, H.A. 1965. Silvics of forest trees of the United States. U.S.D.A., Agric. Handb. N° 217. 762 p.
9. HERMANN, R.K. 1982. The genus *Pseudotsuga*: Historical records and past nomenclature. For. Res. Lab., Oregon State University, Corvallis. Special Publication 2A. 29 p.
10. -----, 1985. The genus *Pseudotsuga*: ancestral history and past distribution. For. Res. Lab., Oregon State University, Corvallis. Special Publication 2B. 32 p.
11. HOSIE, R.C. 1969. Nativa trees of Canada. Can. For. Serv. Ottawa, Queen's Printer. 380 p.
12. ISAAC, L.A. and E.J. DIMOCK, II. 1958. Silvical characteristics of Douglas-fir var. *menziesii*. U.S.D.A., For. Serv., PNW Silvical Series N° 9.
13. JAMES, R.N. and E.H. BUNN (eds.). 1978. A review of Douglas-fir in New Zealand. 16-19 September, 1974. FRI Symposium N° 15. 455 p.
14. LITTLE, E.L. Jr. 1979. Important forest trees of the United States. U.S.D.A. For. Serv., Agric. Handb. N° 519. 70 p.
15. OSWALD, H. et J. PARDE. 1984. Le Douglase en France: Sylviculture et production. Revue Forestière Française 36 (Special issue): 56-68.
16. RODRIGUEZ, G. y R. RODRIGUEZ. 1981. Las especies de *Pinaceae* cultivadas en Chile. Bosque 4 (1): 25-43.
17. SCHULLI, L. 1984. Le Douglase entre L'Haute-Rhin et le lac de Constance: l'expérience acquise. Revue Forestière Française 36 (Special issue): 50-55.
18. STREETS, R.J. 1962. Exotic forest trees in the British Commonwealth. Oxford, Clarendon Press. 750 p.
19. SUTTON, W.R.J. 1978. A selective review of Douglas-fir in North America. FRI Symposium N° 15: 310-322.
20. -----, 1985. Manejo de plantaciones de pino insigne. Transcripción de conferencia en Concepción y Santiago. Mimeografiado. Forestal Mininco S.A. 120 p.
21. U.N.E.C.E. and F.A.O. E.F.C. 1985. The forest resources of the E.C.E. region (Europe, URRS, NA). United Nations, New York. 233 p.
22. U.S.D.A. FOREST SERVICE. 1982. An analysis of the timber situation in the U.S. 1952-2030. Washington D.C., Forest Resource Report N° 23. 499 p.
23. U.S. FOREST PRODUCTS LABORATORY. 1974. Wood handbook: Wood as an engineering material. U.S.D.A, Agric. Handb. N° 72. 410 p.

FUNCIONES DE VOLUMEN Y FACTOR DE FORMA PARA *Pseudotsuga menziesii* (PINO OREGON). Hans Grosse Werner. Dr. Ingeniero Forestal, División Regional, Instituto Forestal. Barros Arana 121. Concepción - Chile.

INTRODUCCION

Con el objeto de entregar antecedentes básicos para la planificación forestal de los productos de *Pseudotsuga menziesii*, se realizaron estudios orientados a entregar el máximo de información sobre las variables de estado de la especie y su crecimiento (GROSSE y KANNE-GIESSER 1988). Dentro de este marco de acción, se construyeron tablas de volumen total por árbol y por troza. Los resultados de esta parte del estudio se presentan a continuación.

El sector donde se realizó el muestreo corresponde al fundo Voipir ubicado a 6 Km al sur del pueblo de Villarrica en los 72° 18' Long. O. y 39° 21' Lat. S. Los bosques se ubican sobre lomajes suaves que están entre los 300 y 750 m.s.n.m.

ANTECEDENTES METODOLOGICOS

El muestreo en terreno

Para cumplir con los objetivos planteados se realizó un muestreo que abarcó distintas clases de edad. Una descripción de los sectores de donde se extrajeron las muestras se entrega en la Tabla 1.

TABLA 1
VARIABLES DE ESTADO DE LOS RODALES MUESTREADOS

| Variables de estado | Rodal: | A | B | C | D |
|------------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|
| Número de árboles por ha | | 940 | 780 | 480 | 350 |
| DAP medio cuadr. (cm) | | 22,7 | 23,1 | 37,0 | 40,1 |
| Edad del rodal (años) | | 15 - 16 | 17 - 18 | 26 - 32 | 33 - 35 |
| Area basal (m ²) | | 38,0 | 32,6 | 51,7 | 44,2 |
| Altura Total (m) | | 16,4 | 16,3 | 29,6 | 31,5 |
| Base muestral | | 10 | 4 | 7 | 7 |

Los individuos provenientes de rodales de aproximadamente 14 años de edad fueron cortados prácticamente a nivel del suelo y seccionados en trozas cortas de tamaño variable. Para los árboles de rodales mayores se dejó un tocón de aproximadamente 25 cm.

Los árboles sobre 25 cm de DAP se seccionaron en trozas de 3,35 m, correspondiendo este largo al standard utilizado en las ventas de la empresa dueña del fundo Voipir. La muestra total extraída corresponde a 28 árboles. Su distribución por clase diamétrica se presenta en la Tabla 2

TABLA 2
DISTRIBUCION DE LA MUESTRA POR CLASE DAP

| Clase DAP (cm) | NUMERO DE MUESTRAS PARA | |
|-------------------|-------------------------|-------------------------------------|
| | Tabla de Vol. Total | Tabla de Vol. por troza (3,35 m) |
| 5,0 - 9,9 | 1 | — |
| 10,0 - 14,9 | 2 | — |
| 15,0 - 19,9 | 4 | — |
| 20,0 - 24,9 | 5 | — |
| 25,0 - 29,9 | 4 | 3 |
| 30,0 - 34,9 | 3 | 3 |
| 35,0 - 39,9 | 4 | 4 |
| 40,0 - 44,9 | 2 | 2 |
| 45,0 - 49,9 | 2 | 2 |
| 50,0 - 54,9 | 1 | 1 |
| Total | 28 | 15 |

La estimación de los volúmenes

Se construyeron tablas de volumen total y por troza.

Los modelos probados para la construcción de tablas de volumen total son:

- (a) $V = b_0 + b_1 D^2 H$
- (b) $V = b_0 + b_2 D^3$
- (c) $V = b_0 + b_1 H + b_2 D^2 H$

Donde:

- V : Volumen total en m³ ssc
- D : DAP con corteza en cm

Los modelos probados para la construcción de tablas de volumen por troza son:

- (a) $V = b_0 + b_1 D$
- (b) $V = b_0 + b_1 D^2$
- (c) $V = b_0 + b_1 D + b_2 D^2$

Donde:

- V : Volumen s.s.c. por troza de 3,35 m de largo en m³
- D : DAP con corteza en cm

Para el cálculo del volumen por troza se empleó la fórmula de Smalian (HUSCH, MILLER y BEERS, 1982), considerando trozas hasta un diámetro límite sin corteza de 10 cm.

La bondad de ajuste de los modelos se presenta con la correlación y el error standard.

RESULTADOS

A continuación se presentan las funciones para estimar el volumen total, por troza y el factor de forma para *Pseudotsuga menziesii*.

Volumen total

Las funciones para estimar el volumen total para *Pseudotsuga menziesii* se presentan en la Tabla 3.

TABLA 3
COEFICIENTES Y BONDAD DE AJUSTE PARA TRES MODELOS DE VOLUMEN TOTAL
EN FUNCION DEL DAP Y LA ALTURA TOTAL PARA *PSEUDOTSUGA MENZIESII*
(Fundo Voipir - Villarrica)

| Modelos | b ₀ | b ₁ | b ₂ | Coef. Corr. (r) | Error Std. S _{y-x} | N° Observ. n |
|---------|----------------|----------------|----------------|--------------------|--------------------------------|-----------------|
| a | 0,030764 | 0,000028 | ---- | 0,99 | 0,083 | 28 |
| b | 0,084547 | 0,000019 | --- | 0,99 | 0,085 | 28 |
| c | -0,004390 | 0,002481 | 0,000027 | 0,99 | 0,084 | 28 |

Modelos

(a) $V = b_0 + b_1 D^2 H$

(b) $V = b_0 + b_1 D^3$

(c) $V = b_0 + b_1 H + b_2 D^2 H$

Donde:

V : Volumen total en m³ ssc

D : DAP con corteza en cm

b₁, b₀: Coeficientes de regresión

Para construir la tabla de volumen total para *Pseudotsuga* se eligió el modelo a (Tablas 3 y 4).



TABLA 4
VOLUMEN CUBICO (m³ s.s.c.) POR CLASE DAP Y ALTURA TOTAL PARA
PSEUDOTSUGA MENZIESII
(Fundo Voipir - Villarrica)

| CLASE DAP (cm) | CLASE ALTURA (m) | | | | | |
|----------------|--|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 |
| | Volumen cúbico (m ³ s.s.c.) | | | | | |
| 10 | 0,0587 | 0,0727 | | | | |
| 15 | 0,0937 | 0,1252 | 0,1567 | | | |
| 20 | 0,1427 | 0,1987 | 0,2547 | | | |
| 25 | | 0,2932 | 0,3807 | 0,4682 | | |
| 30 | | 0,4087 | 0,5347 | 0,6607 | 0,7867 | |
| 35 | | | 0,7167 | 0,8882 | 1,0597 | 1,2312 |
| 40 | | | | 1,1507 | 1,3747 | 1,5987 |
| 45 | | | | | 1,7317 | 2,0152 |
| 50 | | | | | 2,1307 | 2,4807 |
| 55 | | | | | 2,5717 | 2,9952 |

(a) $V = 0,030764 + 0,000028 D^2 H$

----: El rango muestral se enmarcó entre líneas discontinuas.

Volumen por troza

Los coeficientes e indicadores de ajuste para los modelos probados se presentan en la Tabla 5.

TABLA 5
COEFICIENTES Y BONDAD DE AJUSTE POR TROZA DE 3,35 m DE LARGO CON UN
DIAMETRO LIMITE DE UTILIZACION DE 10 cm PARA *PSEUDOTSUGA MENZIESII*
(Fundo Voipir - Villarrica)

| Troza | b_0 | b_1 | b_2 | Error Standard $S_{y \cdot x}$ | Coef. Correl. r | N° de muestra por clase de troza n |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------------------------------|----------------------|--|
| MODELO (a) | | | | | | |
| 1 | -0,240370 | 0,015465 | | 0,033 | 0,97 | 15 |
| 2 | -0,180440 | 0,011266 | | 0,022 | 0,98 | 15 |
| 3 | -0,176610 | 0,010109 | | 0,021 | 0,96 | 14 |
| 4 | -0,115240 | 0,007398 | | 0,015 | 0,97 | 14 |
| 5 | -0,085630 | 0,005578 | | 0,021 | 0,91 | 13 |
| 6 | -0,012390 | 0,002773 | | 0,025 | 0,66 | 10 |
| 7 | -0,002717 | 0,001730 | | 0,012 | 0,49 | 5 |
| MODELO (b) | | | | | | |
| 1 | 0,058689 | 0,000191 | | 0,034 | 0,96 | 15 |
| 2 | 0,023008 | 0,000148 | | 0,017 | 0,99 | 15 |
| 3 | 0,020690 | 0,000124 | | 0,019 | 0,97 | 14 |
| 4 | 0,031518 | 0,000089 | | 0,017 | 0,96 | 14 |
| 5 | 0,026549 | 0,000066 | | 0,024 | 0,88 | 13 |
| 6 | 0,048306 | 0,000030 | | 0,027 | 0,61 | 10 |
| 7 | 0,038364 | 0,000020 | | 0,012 | 0,50 | 5 |
| *MODELO (c) | | | | | | |
| 1 | -0,180830 | 0,012362 | 0,000038 | 0,034 | 0,97 | 15 |
| 2 | 0,001388 | 0,001174 | 0,000133 | 0,018 | 0,99 | 15 |
| 3 | 0,097933 | -0,003910 | 0,000172 | 0,020 | 0,97 | 14 |
| 4 | -0,190180 | 0,011225 | -0,000040 | 0,015 | 0,97 | 14 |
| 5 | -0,367050 | 0,019997 | -0,000170 | 0,019 | 0,94 | 13 |
| 6 | -0,430340 | 0,023363 | -0,000240 | 0,021 | 0,81 | 10 |
| 7 | -0,367170 | 0,019863 | -0,000220 | 0,015 | 0,52 | 5 |

(a) $V = b_0 + b_1 D$

(b) $V = b_0 + b_1 D^2$

(c) $V = b_0 + b_1 D + b_2 D^2$

V = Volumen (m^3 s.s.c.)

D = DAP (cm)

* : Modelo elegido



El volumen por troza para *Pseudotsuga menziesii* se presenta en la Tabla 6.

TABLA 6
VOLUMEN POR TROZA PARA PSEUDOTSUGA MENZIESII
(Fundo Voipir - Villarrica)

| CLASE DAP (cm) | VOLUMEN POR TROZA (m ³ s.s.c.) (trozas de 3,35 m de largo; diámetro menor s.c. > 10 cm) | | | | | | VOLUMEN ACUM. (m ³ s.s.c.) |
|----------------------|---|---------|---------|---------|---------|---------|---|
| | TROZA 1 | TROZA 2 | TROZA 3 | TROZA 4 | TROZA 5 | TROZA 6 | |
| 20 | 0,082 | 0,078 | | | | | 0,160 |
| 25 | 0,152 | 0,114 | 0,108 | 0,065 | | | 0,439 |
| 30 | 0,224 | 0,156 | 0,135 | 0,111 | 0,080 | | 0,706 |
| 35 | 0,298 | 0,205 | 0,172 | 0,154 | 0,125 | | 0,954 |
| 40 | 0,374 | 0,261 | 0,217 | 0,195 | 0,161 | 0,120 | 1,328 |
| 45 | 0,452 | 0,324 | 0,270 | 0,234 | 0,189 | 0,135 | 1,604 |
| 50 | 0,532 | 0,393 | 0,332 | 0,271 | 0,208 | 0,138 | 1,874 |

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. GROSE H. y KANNEGIESSER U. (1988): Investigación para el manejo de las plantaciones de Pino Ore-gón y *Sequoia sempervirens*. (Informe 1988 INFOR - CORFO). 199 pp.
2. HUSCH B.; MILLER, CH. y BEERS, T. (1982): Forest Mensuration. John Wiley & Sons, Inc. Canadá. 401 pp.

UNIONES DE TABLEROS POR SUS CANTOS: EXPERIENCIAS A ESCALA INDUSTRIAL.

Hernán Poblete W., Ingeniero Forestal, Dr. en Ciencias Forestales. Universidad Austral de Chile. Casilla 853. Valdivia - Chile. Víctor Maruri V., Jefe de Producción. Maderas y Sintéticos S.A. Casilla 1217. Concepción - Chile.

INTRODUCCION

En un estudio anterior se determinó, a nivel de laboratorio, que era posible unir tableros de partículas por sus cantos obteniéndose resistencias que equivalían a un 90% de las de tableros sin unir (POBLETE, 1988).

A continuación se entregan los resultados de experiencias realizadas en la industria Madera y Sintéticos S.A., en una línea de producción industrial de uniones de este tipo. En esta ocasión se estudiaron una serie de perfiles de unión y varias formulaciones de adhesivo y se seleccionó de ellos el tipo que más se adecuaba para la producción de estos ensambles.

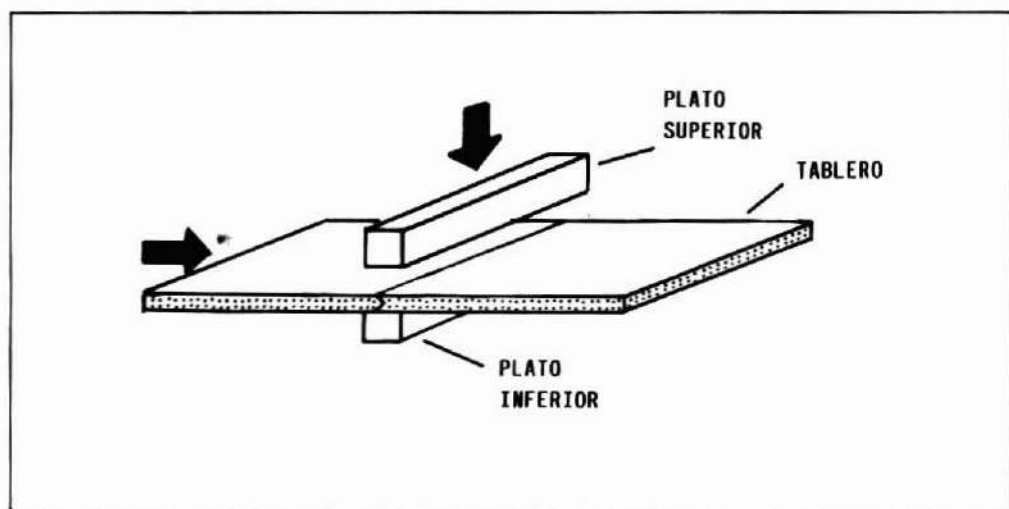
MATERIAL UTILIZADO

Los tableros utilizados para producir los ensambles correspondieron a porciones de placas normales (densidad 580-620 Kg/m³) de 19 mm de espesor. El formato de estos tableros era 152 cm x 121 cm y el ensamble se llevó a cabo en el canto de 152 cm de largo.

La confección de los perfiles de las uniones se realizó en una mesa de fresado especialmente diseñada para este efecto.

Para consolidar la unión se utilizó una prensa diseñada en MAPAL, con temperatura y accionada neumáticamente. La superficie de los platos cubría un área de 5 cm x 152 cm y se contaba además con la posibilidad de prensar las placas en forma paralela a la superficie del tablero. Un esquema del funcionamiento de la prensa se presenta en la Figura N° 1.

**FIGURA 1
ESQUEMA DE TRABAJO DE LA PRENSA**



ELECCION DEL ADHESIVO

Una etapa de los ensayos consideró el estudio de varios tipos y mezclas de adhesivo para poder seleccionar el más adecuado.

Dado que en el primer estudio se verificó que la mezcla de Ureaformaldehído, preparada como para producir contrachapados, presentó problemas de viscosidad y considerando que el flujo de producción no permitía un prensado de más de tres minutos, se buscó una mezcla de adhesivo que permitiera cumplir con las restricciones ya señaladas.

Entre los adhesivos estudiados se incluyeron los siguientes:

- Hotmelt 4/580 : Cera termoplástica fabricada por RAKOLL.
- Rakoll express 25 : Adhesivo de polivinilacetato fabricado por RAKOLL.
- Adelite 668 : Ureaformaldehído con un 68% de sólidos con NH_4Cl como catalizador (5 g/l).
- Mezcla de Ureaformaldehído : Ureaformaldehído producida por MAPAL (60% sol.) y Adelite 668 en proporciones de 1:1 con Formalina (2 ml/l) y NH_4Cl (5 g/l) como catalizador.

El adhesivo Hotmelt 4/580 fue descartado por las bajas resistencias registradas en las uniones. Este adhesivo dio un promedio de Flexión (nódulo de rotura) de $7,4 \text{ N/mm}^2$ mientras que los testigos, tableros normales no ensamblados, registraron un promedio de $20,3 \text{ N/mm}^2$.

En el caso de Rakoll express 25, si bien las resistencias fueron ligeramente superiores ($10,3 \text{ N/mm}^2$), el fraguado del adhesivo era muy lento y no permitía una buena manipulación del material luego del prensado.

En los estudios realizados con los distintos adhesivos preparados con Ureaformaldehído se incluyó Adelite 668 por su mayor viscosidad y por lo tanto, mayor facilidad de aplicación. Sin embargo se pudo observar que este adhesivo al fraguar permanecía quebradizo.

La mezcla de Adelite 668 y Ureaformaldehído al 60% (MAPAL) con 2 ml/l de Formalina tampoco dio buenos resultados debido a su corta vida útil (pot-life) lo cual provocó, en algunos casos, el fraguado antes de su aplicación sobre el tablero.

Los resultados obtenidos con Ureaformaldehído en el primer trabajo revelaron que esta mezcla de adhesivo daba resultados adecuados pero irregulares (POBLETE, 1988). Por esta razón se preparó una nueva mezcla de adhesivo considerando las siguientes proporciones:

| | |
|---|----------|
| Ureaformaldehído (producida por MAPAL al 60%) | : 800 cc |
| Harina de trigo (como extendedor) | : 35 g |
| Alginato (como espesador) | : 10 g |
| Catalizador (NH_4Cl al 25%) | : 20 cc |
| Formalina (como acelerador del fraguado) | : 6 cc |

Con esta mezcla se obtuvieron los mejores resultados y fue la que finalmente se adoptó para la producción de las uniones.

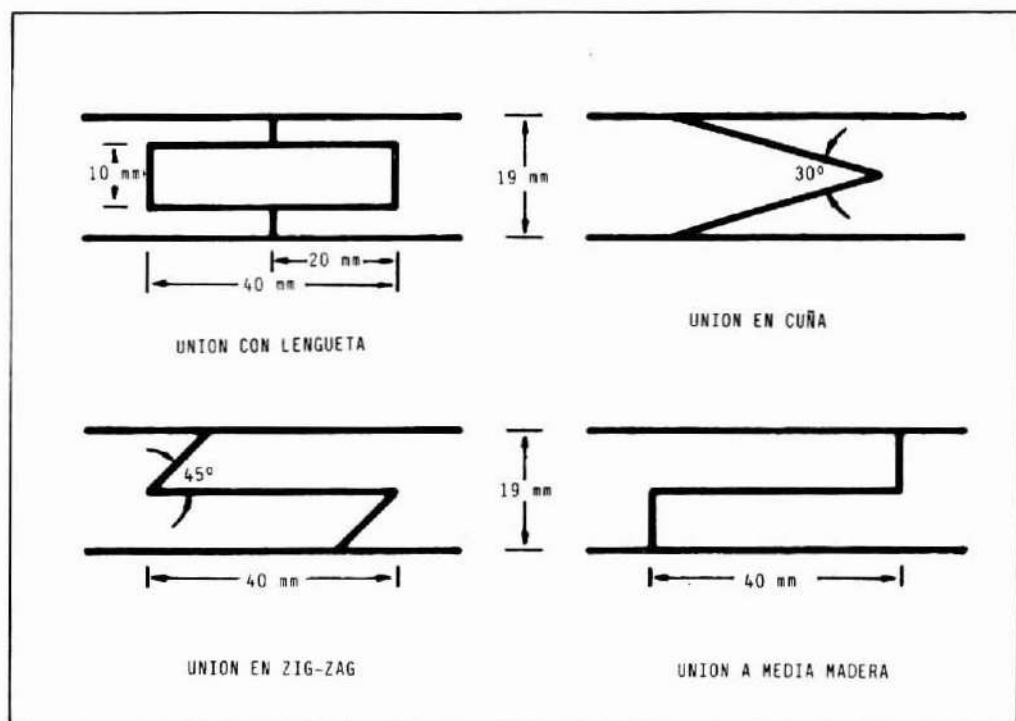
ELECCION DEL PERFIL DE LA UNION

Paralelo a la elección del mejor adhesivo se probaron diferentes tipos de uniones de los cantos.

La primera etapa del estudio permitió descartar el uso de un ensamble a tope recto y en 45° , dejando como única posibilidad el ensamble en cuña (POBLETE, 1988). En la producción de las uniones a nivel industrial se probaron, aparte de la unión en cuña, uniones con lengüeta,

en zig-zag y empalme a media madera. Los ensayos se realizaron en tableros de 19 mm de espesor y los perfiles se encuentran graficados en la Figura N° 2.

FIGURA 2
TIPOS DE PERFILES Y DIMENSIONES DE ELLOS



Inicialmente se pudo comprobar que los tableros no presentaban un corte recto, lo cual impedía efectuar un perfilado de iguales dimensiones a lo largo del fresado. Por este motivo se debió incluir en la mesa de fresado una sierra circular que corrigiera este defecto.

Para efectuar los cortes en los cantos se utilizaron diferentes tipos de fresas. La confección de perfiles que ajustaran adecuadamente presentó algunas dificultades, debidas principalmente a fallas en el diseño de las fresas.

Posteriormente se pudo comprobar que con algunos tipos de perfiles, principalmente en el tipo cuña, el período de servicio de la fresa era demasiado corto (2-3 horas). Este problema se debió a una adhesión de material en los biselados de la fresa y no a una pérdida de filo. El efecto de esta falla se tradujo en la obtención de uniones donde no había un ajuste correcto de los adherendos. Este tipo de inconveniente también se presentó en el caso de las uniones en zig-zag. Debe tenerse en cuenta que con los tableros procesados mientras las fresas se encontraban en buen estado, las propiedades de las uniones fueron similares a las de los testigos, tableros sin unión. Por este motivo se puede aseverar que mejorando el diseño y la calidad del material de las fresas se podría producir la unión de tableros con un ensamble a tope en cuña o en zig-zag.

Las uniones con empalmes a media madera dieron resultados aceptables. Sin embargo, el tipo de ensamble no era adecuado para la posterior manipulación del material. Para solucionar este problema se debió recurrir a un prensado más largo de la unión con el objeto de producir un fraguado más completo del adhesivo, lo cual se tradujo en pérdidas de tiempo innecesarias y redujo la capacidad de producción de la prensa.

En el caso de los ensambles con lengüeta se utilizó como elemento central una pieza de tablero de 10 mm de espesor cortado a un ancho de 40 mm. De esta forma, al producir el fresaado del tablero que se deseaba unir, se eliminó prácticamente toda la capa media del adherendo, introduciéndose en esta sección un elemento que porta dos capas externas de mayor densidad. Lo anterior contribuyó a mejorar las propiedades mecánicas de la zona incluida en la unión. Esta ventaja de los ensambles con lengüeta se vio sumada a una vida útil más larga de las fresas. Los elementos cortantes no presentaron los problemas que se observaron durante el corte de las uniones en cuña y en zig-zag.

Los ensayos realizados permitieron determinar que con las condiciones de prensado y con los tipos de adhesivos utilizados, el ensamble con lengüeta da los mejores resultados.

PRENSADO DE LAS UNIONES

Al prensar para producir el fraguado del adhesivo se aplicaron inicialmente las presiones y temperaturas más altas que permitía el equipo utilizado. Con estas condiciones, 140°C y 8 a 10 Kg/cm², y con tiempos de prensado de 1,5 min, se obtuvo uniones de buenas propiedades pero con algunos defectos en cuanto al aspecto del ensamble. La aplicación de temperaturas muy altas produjo un quemado de la superficie que estaba en contacto con el plato de la prensa, observándose además una variación en el espesor del tablero en esta zona. La franja de tablero de color más oscuro, producto del exceso de temperatura, era muy superficial y podría haber sido eliminada con un lijado de la superficie. La variación del espesor se debió a un cambio del contenido de humedad en la zona afectada por el prensado. Teniendo en cuenta lo anterior y considerando las observaciones efectuadas por otros autores (DUPONT, 1961), se pretendió corregir el cambio del espesor por medio de un almacenamiento más prolongado, que permitiera una estabilización de la humedad. Sin embargo el tratamiento dado al tablero provocó una variación del espesor no recuperable, fenómeno denominado "Springback", y la alteración del espesor permaneció aún después de varios días de climatizado.

Debido a lo anterior se procedió a probar con presiones y temperaturas inferiores y se compensó la disminución de estos parámetros con un tiempo de prensado más largo.

De las combinaciones de estas variables, los mejores resultados se obtuvieron con los siguientes parámetros:

| | |
|-------------|--------------------------|
| Presión | : 0,8 Kg/cm ² |
| Temperatura | : 130°C |
| Tiempo | : 3 min |

Con estas condiciones se logró un notable mejoramiento en el aspecto de la unión, pese a ello el problema del hinchamiento no recuperable, aun cuando se vio disminuido no desapareció por completo.

LIJADO Y ENCHAPADO DE LOS TABLEROS UNIDOS

Al quedar las uniones con un espesor diferente al resto del tablero y proceder al lijado se observó que esta máquina, por su diseño, copiaba el defecto y lo acentuaba. Este problema fue causado por la forma de trabajo de la lijadora. Mientras el tablero es transportado por los rodillos de alimentación los rodillos superiores liján la superficie. Consecuentemente al tomar el

rodillo de transporte la parte hinchada de la unión, levanta el tablero produciéndose en la cara contraria un lijado más profundo y un defecto en forma de canal perpendicular al eje del tablero. Un cambio en el equipo de lijado evitaría este defecto.

La presencia de un mayor espesor en la zona del ensamble causada por las diferencias de contenido de humedad durante el encolado y prensado, obligó a recurrir a un método que provocara una estabilización completa del tablero. Para lograr este objetivo se prensaron los tableros ya unidos en una prensa de platos diseñada para la fabricación de contrachapados.

El diagrama de prensado utilizado fue similar a los ocupados para la producción de contrachapados, vale decir, se mantuvieron constantes la presión y la temperatura durante un período de tiempo determinado. El efecto de este estabilizado se tradujo en la eliminación de la zona hinchada y el producto obtenido era adecuado para su posterior enchapado. Las condiciones de este prensado fueron las siguientes:

| | |
|-------------|-------------------------|
| Presión | : 12 Kg/cm ² |
| Temperatura | : 130°C |
| Tiempo | : 5 minutos |

Los tableros unidos con las condiciones seleccionadas anteriormente (ensamble con lengüeta, encolado con mezcla de Ureaformaldehído, y estabilizados en prensa para contrachapados), fueron enchapados con láminas de Eucalipto de 0,6 mm de espesor y con tulipas de Tapa de 1 mm de espesor.

Al enchapar las placas con láminas de eucalipto sin producir un estabilizado en prensa, se produjo una falla en la superficie en forma de una sombra a lo ancho del tablero sobre la unión. Esto se debía a la diferencia en el espesor provocada por el lijado de la zona hinchada.

Cuando se procedió a enchapar el material que había sido sometido a un estabilizado en prensa, la unión provocó sólo en algunos casos una falla con la forma de una línea muy delgada, más oscura que la madera. Este defecto fue similar al producido por una melladura del cuchillo sobre la chapa durante el foliado.

RESISTENCIA A LA FLEXION DE LAS UNIONES

Los resultados obtenidos con el empalme a media madera dieron una resistencia que fue 10 N/mm² más baja que la de sus testigos. Esta disminución, junto a las dificultades que presentaba la manipulación de los tableros, fueron las causas principales para desechar su utilización.

Con el ensamble a tope en cuña se lograron resistencias muy similares a las de los testigos. La desventaja más notable de este tipo de uniones reside en la vida útil más corta de las fresas que producen el perfil de la unión, causada por una adhesión de material en los biseltes, tal como se mencionara anteriormente.

En el caso de las uniones con lengüeta se presentan en el Cuadro 1 las flexiones obtenidas en tableros desnudos y enchapados, cuando aún no se definía el tipo de adhesivo ni el ciclo de prensado a utilizar. La comparación de estos resultados permite comprobar que un gran porcentaje de la resistencia es aportado por la lámina de madera que cubre las caras. Los resultados del Cuadro 1 demuestran además, que la resistencia de las uniones es menos variable que en el caso de los testigos, lo cual demuestra que la forma en que se realizó el encolado de la unión era adecuada.

En la última línea de resultados del Cuadro 1, se entregan los valores de flexión determinados en los tableros enchapados unidos con lengüeta y producidos con las condiciones definitivas de prensado y con la mezcla elegida de Ureaformaldehído.

En la Tabla 1 se entregan las resistencias registradas durante el trabajo.

TABLA 1

RESISTENCIA A LA FLEXION (MODULO DE ROTURA) DE LAS UNIONES PRODUCIDAS CON UNA MEZCLA DE UREA FORMALDEHIDO PRODUCIDA POR MAPAL, ADELITE 668, FORMALINA Y CLORURO DE AMONIO

| Tipo Unión | Enchapado Eucalipto 0,6 mm | FLEXION | | | |
|-----------------------------|----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------|
| | | Promedio (N/mm ²) | Máxima (N/mm ²) | Mínima (N/mm ²) | Des. Est. (s) |
| A media Madera | si | 28,59 | 32,40 | 23,30 | 2,96 |
| Testigo | si | 38,07 | 42,70 | 36,20 | 1,81 |
| a Tope en Cuña | si | 33,10 | 38,40 | 26,60 | 2,89 |
| Testigo | si | 35,02 | 39,60 | 31,60 | 3,09 |
| con Lengüeta | no | 9,65 | 13,80 | 7,80 | 2,14 |
| Testigo | no | 18,51 | 21,30 | 16,30 | 1,45 |
| con Lengüeta | si | 30,85 | 36,90 | 26,90 | 2,54 |
| Testigo | si | 32,16 | 42,90 | 20,40 | 6,09 |
| con Lengüeta (*) definitivo | si | 36,63 | 41,10 | 32,50 | 2,47 |

(*) En este caso se trata de la mezcla definitiva de adhesivo, Ureaformaldehído producida por MAPAL, Harina de trigo, Alginato, Catalizador y Formalina.

En este caso la propiedad mecánica se vio notablemente mejorada y fue superior a los testigos de otros ensayos. Cabe agregar que los valores de hinchamiento y absorción de agua de esta serie se vieron disminuidos con respecto a los testigos. En este sentido el hinchamiento a dos horas se redujo de 16,2% (testigos) a 14,9% (uniones) mientras que la absorción a dos horas disminuyó de 87,7% a 72,9%.

Los resultados obtenidos al enchapar placas con láminas de 0,6 mm de espesor se vieron superados, desde todo punto de vista, por aquellas que se cubrieron con tulipas de 1 mm de espesor. En este último producto las caras no presentaban ningún tipo de falla y la unión era prácticamente imperceptible.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. DUPONT, W. 1961. Handbuch gegen Fehlverleimungen. Verlag und Holzfachbuchdienst Emmi Kittel. Aurburg. 243 p.
2. POBLETE, H. 1988. Resistencia a la Flexión de tableros de partículas unidos por sus cantos. Ciencia e Investigación Forestal 2(3): 81-89.

DETERMINACION DE CALIDAD DE SITIOS FORESTALES SEGUN INDICE DE STORIE.

Samuel Francke Campaña, Dr. Ingeniero Forestal, CONAF, Santiago - Chile.

INTRODUCCION

El índice de Storie o de calificación de los suelos en función de un determinado uso, es una expresión numérica del grado en que un suelo presenta condiciones favorables para el desarrollo de las plantas y su productividad. Al realizar una calificación porcentual relativa con este índice, se consideran cuatro factores generales: A) el carácter del perfil de suelo, B) la textura del suelo, C) la inclinación del terreno y D) otros factores modificantes, como drenaje, salinidad, alcalinidad, acidez de suelo, condiciones de erosión, nivel de fertilidad y microrelieve. Cada uno de estos factores se evalúa con base 100%, para las condiciones más favorables o ideales, y se disminuye porcentualmente cuando las condiciones son menos favorables para el desarrollo de las plantas.

Este índice ha sido empleado en U.S.A. en tierras forestales con el objeto de determinar las clases de suelo, sus características y sus relaciones con la productividad de los sitios aptos para bosques maderables. La aplicación directa del índice de Storie reside en áreas forestales con dificultades de medición de árboles como las desforestadas o quemadas y donde sea necesario realizar estimaciones indirectas de la calidad de sitio forestal a través de la prospección de variables de suelo y clima. Es posible también establecer relaciones funcionales entre la calificación del sitio forestal como suelos aptos para el desarrollo de bosques maderables (Índice de Storie) y los índices altura - edad (Índice de Sitio).

Esta nota técnica pretende presentar esta alternativa metodológica y analizar sus posibles grados de aplicación en sitios con plantaciones de *Pinus radiata* en base a 4 series de suelo en la X Región del país.

MATERIAL Y METODO

Material

Esta nota técnica se ha realizado en base a la obtención de antecedentes relativos a series y fases de suelo actualmente cubiertas con plantaciones de *Pinus radiata* en la X Región, considerando principalmente los siguientes estudios:

- Inventario de las plantaciones de la X Región CORFO - INFOR 1986.
- Estudio de suelos de la Provincia de Valdivia IREN - CORFO / UACH 1978.
- Evaluación preliminar de las principales series y fases de suelo en relación al índice de sitio de plantaciones de *Pinus radiata* D. Don de la X Región (FRANCKE et al., 1988).

Método

En el índice de Storie, la calificación de la tierra como apta para el desarrollo de bosques se obtiene multiplicando las calificaciones para cinco factores (STORIE, 1970):

- 1) Clima
- 2) Profundidad y textura del suelo
- 3) Permeabilidad del suelo
- 4) Propiedades químicas del suelo
- 5) Drenaje y escurrimiento.

Esta metodología implica comparar los requerimientos del tipo de uso con las calidades y las limitaciones de los suelos. Dada la naturaleza de esta nota técnica se excluyeron aspectos climáticos y al no contar con valores analíticos de permeabilidad del suelo y propiedades químicas no fue factible incluirlos.

En este trabajo se consideran los siguientes factores:

- 1) Profundidad total del perfil de suelo (P)
- 2) Textura horizonte superficial (T), como medida indirecta del grado de permeabilidad.
- 3) Drenaje (D), como medida indirecta del grado de escurrimiento.
- 4) Inclinación del terreno (I), como medida del grado de susceptibilidad a la erosión.

A cada uno de los factores se le asigna una fracción numérica porcentual que permite calcular el índice, en este caso, "modificado en base a Storie", el cual puede expresarse del modo siguiente:

$$\text{Índice de Storie} = P \times T \times D \times I$$

Según VAN WANBEDE (1981), los factores que forman las tablas de comparación y su ponderación constituyen las claves críticas de toda la calificación (ver tablas 1 y 2)

RESULTADOS Y DISCUSION

Los principales factores de las fases de series de suelos obtenidos según información cartográfica (IREN - UACH, 1978) e índice de sitio (INFOR, 1986) se presentan en la tabla 3 y en la tabla 4 se registran las ponderaciones porcentuales de los factores de suelo considerados según tablas 1 y 2.

De acuerdo a la determinación del índice de Storie en base a factores de suelo tales como: profundidad total (P), textura superficial (T) y drenaje (D) se obtiene en general tres calidades de sitio: sitios de alta calidad (Serie Correltue fase F, Series ATC y Ulmos, fase E) y de baja calidad (Serie Hueicoya, fase D) siendo ambas calidades claramente segregadas por el índice de Storie y en correspondencia estrecha con el índice de sitio estimado dasométricamente. La determinación de la calidad intermedia es factible de obtener en concordancia aproximada con el índice de sitio estimado dasométricamente, especialmente en las fase F de la serie los Ulmos, ATC y Hueicoya. Sin embargo, disminuye en cierta medida el grado de coincidencia entre ambos índices probablemente debido a la relativa alta variación registrada en el índice de sitio estimado dasométricamente y por el insuficiente número muestral de fases de series de suelo, lo que no ha permitido en el presente trabajo establecer correlaciones funcionales entre ambos índices para el área de estudio considerada.

Al incorporar el factor pendiente las fases E y D no experimentan variaciones de categoría, en tanto que disminuye la calidad de los sitios en las fases de suelo tipo F, es decir, en clases de pendientes mayores a 30%, donde aumenta la susceptibilidad a la erosión en condiciones de suelo descubierto y utilización intensiva y por ende las pérdidas de fertilidad de suelo considerando la naturaleza del material parental y propiedades físico-químicas de las series de suelo analizadas (IREN - UACH, 1978).

La aplicabilidad metodológica del índice de Storie en base a los factores de suelo considerados, señala entonces que es posible emplearlo para evaluar rangos de calidades extremas de sitios forestales, dada la correspondencia estrecha obtenida entre éste y el índice de sitio estimado dasométricamente. No obstante, en rangos intermedios de calidad de sitio dado el grado de discriminación del índice de Storie se requerirá efectuar análisis que demuestren la correlación entre ambos índices, después de lo cual se podría aplicar en forma práctica.

TABLA 1
TABLA DE PONDERACION DE LOS FACTORES EDAFICOS UTILIZADOS EN
EL INDICE DE STORIE

| Factor | Definición | Ponderación (%) | |
|---|------------------------------------|-------------------------------|---------|
| Profundidad Total del Suelo (cm) | Profundos (+ 90 cm) | 100 | |
| | Moderadamente Profundos (50-90 cm) | 80 | |
| | Delgado (25-50 cm) | 60 | |
| | Muy delgado -25 cm | 40 | |
| Textura Horizonte Superficial | Media | Franco | 100 |
| | | Franco arenoso fino | 100 |
| | | Franco limoso | 100 |
| | | Franco arenoso | 95 |
| | | Franco arcilloso limoso | 95 |
| | | Franco arcilloso arenoso fino | 95 |
| | | Franco arcilloso arenoso | 90 |
| | | Franco arcilloso | 90 |
| | | Franco arenoso grueso | 90 |
| | Fina | Arcilla limosa | 60 - 70 |
| | | Arcillosa | 50 - 70 |
| | Gruesa | Areno francosa | 80 |
| | | Arena muy fina | 80 |
| | | Arena fina | 65 |
| | | Arena | 60 |
| | | Arena gruesa | 30 - 60 |
| | Drenaje | Bien drenado | 100 |
| | | Excesivamente drenado | 80 - 95 |
| | | Imperfectamente drenado | 40 - 80 |
| Mal drenaje | | 10 - 40 | |
| Pendiente y/o susceptibilidad Erosión | 0 - 15% (ninguna a baja) | 100 | |
| | 15 - 30% (moderada) | 80 | |
| | +30% (alta) | 60 | |

TABLA 2
TABLA DE CALIFICACION DE LA CALIDAD DEL SITIO SEGUN INDICE DE STORIE

| Definición Calidad de Sitio | Indice Porcentual de Storie (%) |
|-----------------------------|---------------------------------|
| Baja | 0 - 50 |
| Media | 50 - 75 |
| Alta | 75 - 100 |

TABLA 3
DESCRIPCION DE LAS CARACTERISTICAS MODALES DE LAS PRINCIPALES FASES DE SERIES DE SUELO E INDICE DE SITIO

| Nombre Fases de Series de Suelo | Clase Profundidad (*) | Textura Superficial(*) | Clase Drenaje (*) | Pendiente (%) (*) | Cap. uso y fact. limít.(**) | Indice de Sitio (**) | | |
|---------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------|-----------------------------|----------------------|------|----|
| | | | | | | (X) | (Sx) | n |
| Hueicoya - D | Franco arcillo limosa | Moderadamente Profundo a Delg. | Imperfectamente drenado | 4 - 15 | VII w | 20,1 | 1,56 | 8 |
| Hueicoya - F | Franco arcillo | Moderadamente Profundo | Excesivamente drenado | + 30 | VII e | 25,6 | 3,86 | 10 |
| Los Ulmos - E | Franco arcillosa arenosa fina | Profundo | Bien a excesivamente drenado. | 15 - 30 | VI e | 27,2 | 2,79 | 7 |
| Los Ulmos - F | Franco arcillosa arenosa fina | Moderadamente Profundo | Excesivamente drenado | + - 30 | VII e | 27,1 | 2,20 | 36 |
| ATC - E (***) | Franco arcillosa | Profundo | Bien drenado | 15 - 30 | VI e | 27,1 | 3,50 | 17 |
| ATC - F (***) | Franco arcillosa limosa | Moderadamente profundo | Excesivamente drenado | + 30 | VII e | 27,9 | 1,83 | 17 |
| Correltué - F | Franco arcillosa | Profundo | Bien drenado | + 30 | VII e | 28,7 | 2,41 | 57 |

(*) : Fuente IREN - UACH 1978

(**) : Fuente INFOR - 1986

(***) : Asociación Tres Cruces

TABLA 4
EVALUACION DE LOS FACTORES DE LAS FASES SE SERIES DE SUELO
SEGUN INDICE STORIE

| Nombre Fase de Serie de Suelo (*) | Factores | | | | Indice Storie según Factores $\frac{P \times T \times D}{10.000}$ | Indice de Sitio (m) | Calificación de Sitio según $\frac{P \times T \times D}{\text{Indice Storie}}$ | Indice Storie Según Factores $\frac{P \times T \times D \times I}{10.000}$ | Calificación de Sitio según $\frac{P \times T \times D \times I}{\text{Indice de Storie}}$ |
|-----------------------------------|-----------------------|------------------------|-------------|------------------------|---|---------------------|--|--|--|
| | Profundidad Total (P) | Textura Superficial(T) | Drenaje (D) | Inclinación Terreno(I) | | | | | |
| Correltue - F (e) | 100 | 90 | 100 | 60 | 90 | 28,7 | Alta | 54 | Media |
| Ulmos - E (e) | 100 | 95 | 90 | 80 | 86 | 27,2 | Alta | 77 | Alta |
| ATC - E (e) | 100 | 90 | 100 | 80 | 90 | 27,1 | Alta | 77 | Alta |
| Ulmos - F (e) | 80 | 95 | 80 | 60 | 61 | 27,1 | Media | 37 | Baja |
| ATC - F (e) | 80 | 95 | 80 | 60 | 61 | 27,9 | Media | 37 | Baja |
| Hueicoya - F (e) | 80 | 90 | 80 | 60 | 58 | 25,6 | Media | 35 | Baja |
| Hueicoya - D (w) | 70 | 95 | 60 | 100 | 40 | 20,1 | Baja | 40 | Baja |

* Simbología factor limitante: erosión (e)
drenaje (w)

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. FRANCKE, S.; VERGARA, N.; BENEWITZ, R. 1988. Evaluación preliminar de las principales series y fases de suelo en relación al índice de sitio de plantaciones de *Pinus radiata* D. Don de la X Región Revista INFOR, Ciencia de Investigación Forestal, Vol. 2, N° 4: 1-14.
2. INSTITUTO DE INVESTIGACION DE RECURSOS NATURALES 1978. Suelos, Provincia Valdivia. Publicación N° 22, IREN - CORFO y Universidad Austral de Chile, 178 p.
3. INSTITUTO FORESTAL 1986. Inventario de las plantaciones Forestales de la X Región - Santiago, Chile: CORFO, Gerencia Desarrollo Proyecto AF - 86136, 192 p.
4. STORIE, R.E. 1970. Manual de evaluación de suelos, Editora Uteha, México, 225 p.
5. VAN WAMBEDE, AR. 1981. Métodos de Evaluación comparativa de tierras para planificación agrícola. En actas III. Simposio Nacional en la Sociedad Chilena de la Ciencia del suelo.

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 algunas publicaciones de interés, disponibles para consulta o adquisición en las oficinas de INFOR en Santiago (Huérfanos 554) y en Concepción (Barros Arana 121).

1.— TABLAS DE CONVERSION MECANICA Y ELABORACION. Manual N° 15. División Industrias Forestales, Instituto Forestal. Santiago, Chile. 1987. 115 págs.

Con el fin de llenar el vacío de información existente en relación con información técnica de factores de conversión de uso frecuente en la actividad forestal y maderera, el INFOR elaboró, por encargo de la Corporación de Fomento de la Producción, el Manual "Tablas de Conversión Mecánica y Elaboración", que entrega una recopilación y actualización de antecedentes obtenidos de diversos estudios realizados por INFOR desde 1970.

La publicación incluye un conjunto de tablas de uso práctico en el proceso de transformación mecánica de la madera, junto con entregar un compendio de los principales factores de conversión para las unidades de medida. El Manual reúne un total de 66 tablas que entregan coeficientes y valores de rendimiento de trozos, para el aserrío y para los productos elaborados, así como otras materias complementarias.

Para facilitar su consulta, la información se ordenó dentro de lo posible, siguiendo el flujo del proceso de aserrío y elaboración. En la sección referente a rendimiento de trozas, se detallan las principales reglas madereras para cubicación de rollizos y los factores de conversión de volumen cúbico a aserrable en trozas.

En el capítulo dedicado al proceso productivo propiamente tal, se entregan valores característicos para sierras circulares y se presentan diversas tablas referentes a sus calibres estándares, velocidades, tensión y potencia, y rendimiento de diferentes tipos de aserraderos. En relación a los productos del aserrío y elaboración, se entregan valores de volumen

según escuadría, espesores y anchos nominales para madera aserrada y elaborada, así como la sobredimensión máxima aceptada para madera aserrada.

Después de proporcionar detallados factores de conversión para unidades de medida, la publicación presenta una serie de tablas sobre diversos aspectos de interés para el productor y el usuario de la madera, tales como rendimiento de mano de obra en faenas de explotación de Pino Radiata, humedad de equilibrio de la madera por especie y por localidad del país, densidad de referencia de algunas especies comerciales en Chile, poder calorífico de la madera, composición química elemental de algunas especies comerciales de Chile, volumen de madera en trozos requeridos para fabricar diversos productos y propiedades mecánicas de especies chilenas entre otros.

Se trata, en síntesis, de una recopilación completa y actualizada, destinada a constituirse en una herramienta de consulta permanente para los productores y profesionales vinculados al sector maderero y, especialmente, a la industria del aserrío.

Valor del Ejemplar: \$ 2.500

2.— ESTADISTICAS FORESTALES 1987. Boletín Estadístico N° 6. División de Estudios Económicos, Instituto Forestal. Santiago, Chile. 1988. 110 págs.

El Instituto Forestal ha editado el Boletín Estadístico que anualmente publica, y que contiene indicadores de la gestión del año precedentes (1987), mostrando la evolución experimentada en los últimos diez años, de las actividades vinculadas a la producción y comercialización de productos forestales.

Este documento, de valioso contenido, ha sido preparado por la División de Estudios Económicos de INFOR, y está circunscrito al proyecto "Mantenimiento de Estadísticas Básicas del Sector Forestal", que actualmente le contrata la Gerencia de Desarrollo de la Corporación de Fomento de la Producción, CORFO. De esta manera se entrega información estadística a las autoridades, a los productores, empresarios, ejecutivos y profesionales ligados directa e indirectamente con la actividad forestal.

Esta publicación con más de 70 cuadros estadísticos, está dividida en 9 capítulos.

- Capítulo I : Indicadores Macroeconómicos
- Capítulo II : El Recurso Forestal
- Capítulo III : Consumo y Producción
- Capítulo IV : Comercio Exterior Forestal
- Capítulo V : Precios de Productos Forestales
- Capítulo VI : Transporte de Carga Forestal
- Capítulo VII : Disponibilidad de Madera
- Capítulo VIII : Ocupación Forestal
- Capítulo IX : Índice de Precios y Valor Promedio del Dólar

El año 1987 marca un nuevo hito en la evolución de la economía forestal, por cuanto los indicadores de consumo de materia prima, producción, plantación y comercialización, registran los valores más altos. Así es como el consumo de madera fue de 11.6 millones de metros cúbicos, superior en un 24% a lo consumido por la industria forestal, en 1986.

Finalmente resulta sumamente interesante advertir que este documento contiene series estadísticas, que se extienden incluso a la década de los años 30, como es el caso de la producción, consumo aparente y exportación de madera aserrada. Esto constituye un banco de datos, especialmente valioso.

Valor del Ejemplar: \$ 2.000

3.- LA INDUSTRIA DEL ASERRIO, 1987. División Estudios Económicos, Instituto Forestal. Santiago, Chile. 1988. 130 págs.

Esta publicación responde a la necesidad de efectuar anualmente un análisis de la Industria de la Madera Aserrada, con el objeto de eva-

luar la producción, la evolución tecnológica, la ocupación de mano de obra y la inversión realizada por los productores.

Contando con la valiosa cooperación de CONAF, el estudio censa a los aserraderos cuya producción anual es superior a 10.000m³ y efectúa un muestreo a aquellas de menor nivel de producción, desde la IV a XII Región.

La producción de la industria del aserrío en 1987 fue de 2.7 millones de metros cúbicos, lo que refleja un incremento de un 3,5% respecto a la producción de 1986, transformándose en la producción más alta registrada por esta industria. En este valor, el 85% corresponde a la producción de madera aserrada de Pino Radiata. Asimismo, esta industria concentra el 56% de la producción en la VIII Región, lo cual ratifica su definición de "Corazón forestal de Chile".

El estudio ha permitido concluir que, producto del activo comercio exterior, se ha logrado un gran impulso al mejoramiento de la calidad y diversificación de productos de esta industria, ya que diversos aserraderos han incorporado a sus procesos productivos, líneas de secado y elaboración, aumentándose así el valor agregado de la madera aserrada.

El documento a que hacemos referencia entrega información globalizada en una primera parte y en la segunda, estadísticas detalladas de la gestión productiva de esta industria, en cada una de las regiones consideradas. Así se entrega información que permite visualizar la estructura de la producción por Región, propiedad de los principales aserraderos, identificación del grado de especialización de la mano de obra empleada, definición de las fuentes de energía empleada para generar la producción, dispersión territorial de ella, y otros aspectos que permiten una clara caracterización de la industria regional.

Valor del Ejemplar: \$ 1.800

4.- COSTOS OPERACIONALES Y DE CAPITAL DE LAS ACTIVIDADES FORESTALES EN CHILE. Informe Técnico N° 113. División de Estudios Económicos, Instituto Forestal. Santiago, Chile. 1988. 82 págs.

La dinámica y el interés que en círculos

financieros ha despertado la actividad forestal, motivó a la Gerencia de Desarrollo de la Corporación de Fomento de la Producción, para desarrollar diversos estudios respecto de los costos que representan en la actualidad la actividad forestal chilena.

En esta oportunidad se informa la edición del Informe Técnico N° 113 del Instituto Forestal. "*Costos Operacionales y de Capital de las actividades forestales en Chile - 1987*", que se encuentra a la venta en Santiago y Concepción.

El documento entrega la información ordenada en 5 capítulos. El primero proporciona los costos de establecimiento de una plantación forestal, incluyendo los costos de roce, quema, construcción de cercos, plantación y desbrote. Cada faena se describe en detalle respecto de sus costos, posibilitando así los antecedentes necesarios para simular cualquier caso específico.

En el segundo capítulo se entregan los costos de la cosecha forestal incluyendo la construcción de caminos y la explotación propiamente tal. En los costos considerados para la construcción de camino, se incluye su estabilización, en tanto que en la explotación se incluyó volteo, desrame, trozado en bosque, estrobado, madereo, trozado en cancha y apilado.

En el siguiente capítulo se analizan las inversiones y costos involucrados en la operación de fábricas de tableros de partículas, fibra y contrachapados. En el caso de tableros de partículas y contrachapado, se estudió además el efecto del tamaño de la planta sobre los costos de producción. Para el caso de tableros de fibra, sólo se analiza el caso para una planta de capacidad de producción reducida.

En el último capítulo se estudian las inversiones y costos involucrados en la operación de una fábrica productora de pulpa, y plantas integradas a la producción de papel. Para este caso se estudian proyectos de pulpa kraft cruda y blanqueada, diseñadas para grandes escalas de operación. El proyecto papelerero en cambio, está orientado a evaluar la producción de papeles blancos.

Valor del Ejemplar: \$ 3.200

5.- ACTUALIZACION DE VOLUMENES DE MADERA EN PIE DE PINO RADIATA EN LA VIII REGION. Informe Técnico N° 114. División de Inventarios Forestales, Instituto Forestal. Santiago, Chile. 1988. 140 págs.

La VIII Región del Bío-Bío constituye la zona geográfica del país que concentra la mayor extensión de plantaciones forestales, equivalente a un 45% de la superficie nacional plantada, concentrando el 49% el total de las plantaciones de Pino Radiata.

Este documento concluye que en dicha Región existen 259,6 miles de hectáreas plantadas con Pino Radiata de edad superior a 10 años lo que representa un volumen de 81,3 millones de metros cúbicos sólidos sin corteza.

La publicación entrega funciones de rendimiento y existencias para madera en pie, volumen aserrable, considerando como índices de utilización, diámetros de 10, 15, 20 y 25 cm. Además del detalle de la superficie total de plantaciones de Pino Radiata existentes en la VIII Región.

A través de sus páginas, el documento entrega valiosos antecedentes que permiten confirmar las tendencias proyectadas por los estudios de diversas instituciones, que sitúan los volúmenes de madera de esta especie, como determinante para el desarrollo futuro del sector forestal. Son las plantaciones cuya edad fluctúa entre 11 y 15 años, las que representan el mayor volumen de madera en pie (30,1%) para la clase de edad respectiva. Las plantaciones con más de 31 años, representan un volumen de 5,7 millones de m³ s.s.c.

El mayor volumen de madera está localizado en la provincia de Bío-Bío, con 17,85 millones de m³; le sigue en importancia la provincia de Arauco, donde habiendo menos superficie plantada que en Bío-Bío, el volumen es de 16,3 millones de m³, confirmando la buena productividad de las plantaciones de Pino Radiata efectuadas en esta Provincia. En Bío-Bío, plantaciones con más de 31 años tienen 747,9 m³ s.s.c. por hectárea.

Valor del Ejemplar: \$ 2.500

6.— SISTEMA DE INFORMACION DE EXPORTACIONES FORESTALES CHILENAS. División de Estudios Económicos, Instituto Forestal. Santiago, Chile.

Como parte de la política de apertura al comercio exterior que se ha impulsado en los últimos años, el sector forestal chileno ha colocado en los mercados internacionales volúmenes crecientes de diversos productos, generando así montos importantes de divisas y llegando a ser uno de los sectores exportadores más dinámicos.

El desafío de conquistar y consolidar nuevos mercados ha obligado a las empresas del sector a desplegar grandes esfuerzos de venta, en un escenario de alta competitividad en el cual los productos chilenos deben enfrentarse con los que provienen de países con una larga tradición forestal para satisfacer la demanda de compradores cada vez más exigentes, que requieren productos de alta calidad adecuados para usos específicos.

En los próximos años, los mercados externos no sólo mantendrán, sino que intensificarán significativamente sus exigencias de calidad a la producción forestal chilena. Si a lo anterior se agrega la gran disponibilidad de madera en pie que ya existe en el país y que se incrementará en forma considerable en un futuro próximo, superando ampliamente las necesidades del mercado interno, se puede visualizar la enorme importancia que a la gestión exportadora se otorga en la actualidad. En este contexto, la información de comercio exterior del sector constituye para el exportador actual o potencial una herramienta de apoyo indispensable para profesionalizar la comercialización externa de sus productos en las condiciones de mercado del momento. Asimismo, dicha información resulta fundamental para las autoridades responsables de diseñar y poner en marcha las políticas más adecuadas para impulsar el desarrollo de los diversos sectores productivos del país.

Consciente de esta realidad, el Instituto Forestal, por encargo de la Corporación Nacional Forestal, ha venido desarrollando desde

hace varios años el Sistema Informático de Exportaciones Forestales, que tiene por objetivo recopilar, procesar y difundir toda la información básica referente a la gestión exportadora del sector forestal chileno. A través del desarrollo de este Sistema de Información, el INFOR ha llegado a ocupar una posición de liderazgo en este campo, lo cual le permite en la actualidad proporcionar a los suscriptores de este servicio, información completa, precisa y oportuna, en términos de volumen y valor de los embarques, mercados de destino, precios medios y empresas exportadoras.

La información de Exportaciones Forestales es actualizada mensualmente con los últimos datos disponibles, difundidos a través de una publicación mensual que se distribuye mediante suscripción.

Cada publicación proporciona las cifras acumuladas al mes respectivo, así como la comparación con la gestión realizada en el mismo período del año anterior. La información incluye todos los productos que el sector vende en el exterior, analizando en forma más detallada los de mayor importancia. Datos más desagregados que los publicados se encuentran también a disposición de los suscriptores del Sistema, en el banco de datos del Sistema.

Valor Suscripción Anual \$ 66.000

7.— PRECIOS DE PRODUCTOS FORESTALES CHILENOS. Boletín Estadístico N° 8. División de Estudios Económicos, Instituto Forestal Santiago, Chile. 1988. 74 páginas.

Por encargo de la Corporación de Fomento de la Producción, el Instituto Forestal ha publicado un nuevo Boletín Estadístico titulado "Precios de Productos Forestales Chilenos, actualizado al mes de Junio de 1988".

El documento consta de tres partes. La primera es analítica respecto a la evolución de los precios en el mercado interno y en el externo hasta Junio 1988.

En la segunda parte, se entregan los precios

BIBLIOGRAFIA

promedios mensuales de la madera de Pino Radiata con distinto valor agregado en diversas regiones del país, así como también series de precios de aquellas especies que le siguen en importancia, en los principales centros consumidores. También, se incluye precios de tableros, madera impregnada y madera seca para

la Región Metropolitana.

Finalmente, en la tercera parte se entregan series de valores unitarios de los principales productos de la exportación forestal.

Valor del Ejemplar: \$ 1.400

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 dos idiomas: Español e Inglés. El texto de los artículos deberá redactarse en un lenguaje universal, que pueda ser comprendido no sólo por profesionales, en atención a que la publicación tiene por objetivo traspasar conocimiento 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 dé cuenta de la realización de reuniones técnicas que permita especializar el conocimiento sobre el bosque y sus productos.
- c) **Bibliografía:** Comentario 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 a esta sección deberán contener: Resumen (en español e inglés), Introducción, Material y Método, Resultado y Discusión, Referencias Bibliográficas. Eventualmente podrá incluirse un capítulo de agradecimientos, 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 al 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 podrá 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 paréntesis) luego de citar el nombre y vernáculo de la especie. Sólo se aceptarán cuadros y figuras que no repitan informaciones y se excluirán 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 Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA) de OEA, adaptadas al sistema "autor-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 representa 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 empresa que trabaje, se incluirá luego del título del trabajo.

c) *Bibliografía*: 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 del o los autores, nombre de la editorial o revista o institución editora, año de publicación, extensión.

Al final del comentario, que será redactado en forma objetiva, se podrá incluir el nombre de 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 su 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 Bibliografía 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, 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 una 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, evitando 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 cms. 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 inferior a 12 x 18 cms.

RECEPCION DE COLABORACION

Deberán enviarse en original y dos copias al Editor de la publicación, a Huérfanos N° 554, Piso 3°, Santiago, Chile.

