

ISSN 0716-5994

VOLUMEN 6 N°2

---

CIENCIA  
E  
INVESTIGACION  
FORESTAL

---

DICIEMBRE 1992



**INFOR**

INSTITUTO FORESTAL - FILIAL CORFO  
CHILE



ISSN 0716 - 5994

VOLUMEN 6 N° 2

**CIENCIA  
E  
INVESTIGACION  
FORESTAL**

DICIEMBRE 1992

Propiedad Intelectual  
Registro N° 87.174

**INSTITUTO FORESTAL - FILIAL CORFO  
CHILE**



**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** : Tomás Balaguer Q.
- Editor** : Santiago Barros A.
- Consejo Editor** : José Antonio Prado D. Rolando Bennewitz B.  
Ignacio Cerda V. Hans Grosse W.  
Ronald du Belloy G.
- Editores Asociados** : René Alfaro (Canadá) Manuel Ortiz  
Ronald Brun (Alemania) Hemán Peredo  
Hernán Cortés Vicente Pérez  
Fernando Cox Roland Peters  
Roberto Delmastro Hemán Poblete  
Claudio Donoso Juan Schlatter  
Fernando Garrido Harald Schmidt  
Bertram Husch Jorge Toro  
Walter Kauman Antonio Vita  
Roberto Melo Derek Webb (Canadá)  
Ramiro Morales Roy Wotherspoon
- Dirección Postal** : Huérfanos 554 Casilla 3085. Santiago Chile.  
Fonos 6397911 - 6391363  
Fax 6381286

---

El valor de la suscripción anual para 1993, que consta de dos ejemplares, es de \$12.000 incluido I.V.A., de \$8.000 para estudiantes y de US \$30,00 para el extranjero incluido el franqueo. El valor de cada ejemplar es de \$8.000, de \$4.000 para estudiantes y de US \$18.00 incluido franqueo, para el extranjero. La revista no se responsabiliza por los conceptos, afirmaciones u opiniones vertidas por los autores de las contribuciones publicadas.

Se autoriza la reproducción parcial de la información contenida en la publicación, sin la previa consulta, siempre que se cite como fuente a Ciencia e Investigación Forestal (INFOR - Chile).

---

## CONTENIDO

### Artículos

- Efecto de la Contracción, la Densidad Básica y Algunas Características Anatómicas Macrosópicas Sobre la Ondulación de Chapas Foliadas en Corte Radial de Eucalipto (**Eucalyptus globulus L.**)  
.....Rubén H. Ananías y Gerardo H. Herrera 149
- Inoculación Micorrízica de **Pinus ponderosa** en el Vivero Forestal de Junín de los Andes, Argentina  
.....Hernán L. Peredo, Oriele Alonso y Eduardo Valenzuela 157
- Análisis de Distintos Contenedores para la Producción de Plantas de **Eucalyptus globulus Labill**  
.....María Paz Molina, Daniel Barros y Roberto Ipinza 169
- Caracterización Dendrológica de las Especies Leñosas del Fundo Escuadrón Concepción, Chile  
.....Percy Zevallos y Oscar Matthei 195
- Efecto del Catalizador en las Propiedades de Tableros de Partículas con Maderas de Tepa  
.....Anibal Pinto y Hernán Poblete 259

### Apuntes

- Sistemas Agroforestales  
..... Susana Benedetti 281
- El Género **Prosopis** en Chile  
.....Santiago Barros y Johannes Wrann 295
- Apuntes sobre Algunas Latifoliadas de Maderas Valiosas.  
3.- Liquidambar (**Liquidambar styraciflua L.**)  
.....Verónica Loewe 335

## CONTENIDO

### Notas Bibliográficas

|  |     |
|--|-----|
| El Sector Forestal en Chile: Logros y Desafíos.....                  | 349 |
| Publicaciones Periódicas de Antecedentes Forestales<br>Chilenos..... | 349 |
| Precios de Productos Forestales Chilenos .....                       | 350 |
| Boletín de Precios Forestales Mercado Interno .....                  | 350 |
| Estadísticas Forestales 1992.....                                    | 350 |

### Reglamento de Publicación

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| Estructura de los Trabajos.....    | 351 |
| Presentación de los Trabajos ..... | 353 |
| Envío de los Trabajos .....        | 356 |

# EFFECTO DE LA CONTRACCION, LA DENSIDAD BASICA Y ALGUNAS CARACTERISTICAS ANATOMICAS MACROSCOPICAS SOBRE LA ONDULACION DE CHAPAS FOLIADAS EN CORTE RADIAL DE EUCALIPTO *Eucalyptus globulus* L.

Rubén H. Ananías(\*)  
Gerardo H. Herrera(\*\*)

## RESUMEN

*Se presenta el estudio de una relación entre las características anatómicas y físicas y el fenómeno de ondulación de la chapa foliada durante el procesamiento de madera de eucalipto (*Eucalyptus globulus* L.).*

*Los experimentos se ejecutan sobre madera proveniente de 20 "fitches" seleccionados al azar, la mitad de los cuales presenta ondulación. Todos los "fitches" son evaluados mediante determinaciones de la proporción albura/duramen, la heterogeneidad de los anillos de crecimiento, la inclinación de la fibra del grano, la densidad básica y la contracción de la madera. Un análisis de varianza es utilizado para la comparación de los resultados experimentales.*

*Los resultados indican que la ondulación de la chapa foliada de eucalipto es directamente afectada por la densidad básica y la contracción normal radial de la madera.*

**Palabras Claves :** *Propiedades madera. Eucalipto. Chapas.*

(\*) Profesor Asistente. Depto. Ingeniería Maderas. U. de Bio-Bio.  
(\*\*) Ingeniero Civil Industrias Forestales. U. Bio-Bio.

## ABSTRACT

*This study was conducted to evaluate the effect of some anatomical and physical properties of eucalypts (**Eucalyptus globulus** L.) on the waviness phenomenon observed during eucalypts veneer drying.*

*Twenty eucalypts flitches were selected for the experiments, half of them showing waviness during processing. Samples of the flitches were tested for sapwood/heartwood ratio, growth ring heterogeneity, fiber inclination, basic density and shrinkage.*

*The experimental results were evaluated by analysis of variance which showed that eucalypts veneer waviness was directly related to the basic density and the normal radial shrinkage of eucalypts wood.*

**Keywords :** *Wood properties. Eucalypts. Veneer.*

## INTRODUCCION

Usualmente la chapa foliada de eucalipto es utilizada como revestimiento exterior de diversos tableros, siendo por tanto el aspecto decorativo y de apariencia de la mayor importancia para su comercialización.

La calidad final de la chapa es determinada fundamentalmente por el aspecto. En este sentido gran parte de la desvalorización del producto proviene del grado de ondulación y terminación de la superficie, lo que limita además fuertemente las etapas de encolado y prensado durante la fabricación de tableros.

Para mejorar la calidad de las chapas foliadas de eucalipto y por tanto para aumentar la productividad del proceso es necesario identificar muy bien la materia prima a utilizar. Es práctica común que la clasificación de trozos se base en consideraciones de diámetro y aspecto general de la madera. Sin embargo, otras características relevantes del material, tales como la heterogeneidad de los anillos de crecimiento y la inclinación de la fibra, no son consideradas.

La ondulación es un defecto que se caracteriza por una irregularidad de la superficie de la madera. Este fenómeno se produce en ocasiones en chapas recién foliadas y también durante el secado de las mismas. En ambos casos, la deformación es influenciada de algún modo por las características anatómicas y físicas de la madera.

En este trabajo se pretende relacionar las propiedades anatómicas y físicas de la madera con el grado de ondulación de la chapa foliada en corte radial de eucalipto (*Eucalyptus globulus* L).

## METODOLOGIA

Un número de 80 "flitches" de eucalipto son seleccionados al azar, después del proceso de precalentamiento, en una industria de la Octava Región. Se corta una muestra de 30 cm de longitud a un extremo de cada "flith". Inmediatamente después, en la etapa de secado, se verifica en el resto del "flith" la presencia de ondulación en la chapa obtenida de éste.

Se eligen luego 10 muestras cuyo "flith" principal presenta chapa ondulada y 10 muestras sin ondulación. De cada muestra se preparan 3 secciones diferentes para efectuar las mediciones de contenido de humedad, densidad básica y contracción. Con el resto de la muestra se observa la relación albura/duramen y la inclinación de la fibra.

La relación albura/duramen se determina mediante la aplicación de un indicador de color (cloruro férrico).

Los ensayos de inclinación de la fibra son realizados aplicando hendimientos con hacha de mano tanto en el plano radial como tangencial. Luego se mide con escuadra y transportador el ángulo de inclinación. La heterogeneidad de los anillos de crecimiento se mide observando el ancho de la madera de primavera y de la madera de verano, sobre la superficie transversal pulida y con apoyo de lupa 10x.

Los ensayos de las propiedades físicas se ejecutan de acuerdo a las normas chilenas Of. 84 176/1, 176/2 y 176/3. Para ello se extraen 2 probetas cercanas a la médula y 2 probetas cercanas a la corteza de cada "flith". Resultan 80 probetas, las que son pesadas y marcadas en forma conveniente y luego mantenidas en una cámara de clima Heraeus-Votchs hasta alcanzar un contenido de humedad de 18%. Luego son recuperadas con vapor saturado a 100°C por 2 horas y nuevamente mantenidas en cámara de clima hasta 12% de humedad. Finalmente se llevan a estado anhidro en una estufa a 105°C.

Para observar el efecto general de las propiedades anatómicas y físicas sobre la ondulación de la chapa foliada se realiza un análisis de varianza para el modelo en bloques, que compara los resultados experimentales de cada tratamiento. Con la adición de submuestreo se estudia el efecto de la posición (cercanía a corteza o a médula), la densidad básica y la contracción de la madera sobre el grado de ondulación de la chapa.

## RESULTADOS

En el Cuadro N° 1 se presenta el comportamiento general de las propiedades físicas de la madera provenientes de "flith" con y sin ondulación. Se observa la significación estadística entre los resultados respectivos. La densidad básica y la contracción normal radial son significativamente diferentes en madera con y sin ondulación. En ambos casos la tendencia es a una mayor magnitud de estas características en la madera ondulada. La densidad básica se eleva en 6%, en tanto que la contracción normal radial lo hace en un 19%, de madera sin ondulación a madera ondulada.

Cuadro N° 1  
COMPARACION GENERAL VARIABLES FISICAS DE LA MADERA

| Variable (1)                            | Sin ondular | Ondulada | ANDEVA |
|---|-------------|----------|--------|
| Densidad básica<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | 0,63        | 0,67     | Si     |
| Contracción N<br>Radial (%)             | 3,84        | 4,56     | Si     |
| Contracción N<br>Tangencial (%)         | 5,94        | 6,56     | No     |
| Contracción T<br>Radial (%)             | 5,35        | 6,05     | No     |
| Contracción T<br>Tangencial (%)         | 10,77       | 11,28    | No     |
| CHI (%)                                 | 59,62       | 55,99    | No     |

- (1) T : Total  
N : Normal  
CHI : Humedad inicial base seca

En el Cuadro N° 2 se observan diferencias significativas de la densidad básica con la presencia de ondulación, solamente en la madera más cerca de la corteza. En cambio la contracción normal radial presenta diferencias estadísticamente significativas en la madera más cerca de la médula.

Por otra parte, se presenta una mayor variabilidad de la densidad básica entre médula y corteza en madera con ondulación. En la práctica del proceso industrial se observa que la madera de eucalipto que tienen mayor densidad presenta tendencia a la ondulación de la chapa foliada. La mayor densidad puede ser consecuencia del desarrollo de tejidos anormales durante el

crecimiento del árbol, tal como madera de tensión o diferencias fuertes entre los anillos de crecimiento. En este sentido los resultados indican que las altas diferencias de densidad entre madera más cerca de la médula y más cerca de la corteza contribuyen en forma importante al desarrollo de la ondulación de la chapa foliada de eucalipto. La ondulación se intensifica durante el secado de la chapa según la severidad del programa empleado. En este proceso, el sector de la chapa que se encuentra más próximo a la médula y por tanto de menor densidad básica, libera más rápidamente el agua de su interior en relación a la madera más densa ubicada cerca de la corteza. Como consecuencia de ello la madera cercana a la médula se contrae primero, lo que es naturalmente impedido por el otro sector más denso de la madera, provocando diferenciales de contracción que favorecen la ondulación de la chapa.

Cuadro N° 2

VARIABILIDAD DE LAS PROPIEDADES FISICAS DE LA MADERA

| Variable                             | Sin ondular | Ondulada | ANDEVA |
|--------------------------------------|-------------|----------|--------|
| Densidad básica (g/cm <sup>3</sup> ) |             |          |        |
| cerca médula                         | 0,59        | 0,62     | No     |
| cerca corteza                        | 0,66        | 0,72     | Si     |
| Contracción N Radial (%)             |             |          |        |
| cerca médula                         | 3,36        | 4,20     | Si     |
| cerca corteza                        | 4,31        | 4,91     | No     |
| Contracción N Tangencial (%)         |             |          |        |
| cerca médula                         | 5,28        | 5,57     | No     |
| cerca corteza                        | 6,60        | 7,53     | No     |
| Contracción T Radial (%)             |             |          |        |
| cerca médula                         | 4,86        | 5,80     | No     |
| cerca corteza                        | 5,86        | 6,30     | No     |
| Contracción T Tangencial (%)         |             |          |        |
| cerca médula                         | 8,80        | 10,67    | No     |
| cerca corteza                        | 11,90       | 11,88    | No     |
| CHI (%)                              |             |          |        |
| cerca médula                         | 64,59       | 61,94    | No     |
| cerca corteza                        | 54,65       | 50,02    | No     |

La contracción normal radial es significativamente mayor en la madera más

próxima a la médula. La variabilidad de la contracción radial con la posición es menor en madera que se ondula. También la magnitud de la contracción normal radial es más alta en esta madera. Esto es consistente con los resultados de densidad básica.

La variación dimensional de la madera de eucalipto en el sentido tangencial es fuertemente afectada por la presencia de colapso. No obstante, éste no afecta directamente la ondulación de la chapa foliada radial por las limitaciones de su espesor, que generalmente no supera el milímetro.

El Cuadro N° 3, muestra que no existen diferencias estadísticamente significativas en las propiedades anatómicas macroscópicas estudiadas. La heterogeneidad de los anillos indica una limitada diferencia en la proporción de madera de verano de la madera que se ondula. Ello es consistente con la mayor magnitud de la densidad básica y la contracción en esta madera. La proporción de albura es también más alta en madera que se ondula y en el proceso industrial se observa que la presencia de albura favorece la ondulación de la chapa en ese sector. El grado de inclinación de la fibra observada en la madera ensayada es similar en madera con y sin ondulación.

Cuadro N° 3

VARIABILIDAD DE LAS PROPIEDADES FISICAS DE LA MADERA

| Variable              | Sin ondular | Ondulada | ANDEVA |
|-----------------------|-------------|----------|--------|
| Madera verano (%)     | 27,17       | 28,47    | No     |
| Albura (%)            | 2,80        | 5,17     | No     |
| Inclinación fibra (%) |             |          |        |
| Radial                | 12,44       | 16,88    | No     |
| Tangencial            | 16,45       | 11,44    | No     |

Finalmente es necesario mencionar que la ondulación de la chapa foliada de eucalipto es un fenómeno complejo, que se presenta como consecuencia de la interacción de varios factores, tales como las características estructurales propias de la madera, los programas de precalentamiento de las trozas, el secado de las chapas y la tecnología existente. Mediciones experimentales exploratorias ejecutadas por Herrera (1990) demuestran que la ondulación de la chapa de eucalipto se ve favorecida por temperaturas de precalentamiento superiores a 75°C. En el mismo sentido actúa un programa de secado severo. En cambio la introducción de un equipo planchador de chapas a continuación



del secador disminuye la ocurrencia de ondulación en la chapa.

## CONCLUSIONES

Las propiedades físicas de la madera de eucalipto afectan la ondulación de la chapa foliada en corte radial. Las propiedades anatómicas macroscópicas tienen una influencia limitada.

La densidad básica se relaciona directamente con la ondulación de la chapa. El efecto es potenciado por las variaciones de la densidad en la madera.

La contracción de la madera contribuye a la ondulación de la chapa. La contracción normal radial influye significativamente sobre la ondulación de la chapa foliada de corte radial de eucalipto.

La heterogeneidad de los anillos de crecimiento y la proporción de albura presente en la madera se relacionan indirectamente con la ondulación de la chapa de eucalipto.

## REFERENCIAS

**Ananías, R. A. 1988.** Optimización del Foliado de Eucalipto. Anteproyecto de Investigación preparado para Industrias Colcura Ltda. Dpto. Ingeniería Maderas. Facultad Ingeniería. U. Bío-Bío.

**Herrera, G.H. 1990.** Influencia de algunas Propiedades Físico- Anatómicas y Degradación Térmica en la Ondulación de la Chapa Foliada de Eucalipto. Proyecto Título. Dpto. Ingeniería Maderas. Facultad Ingeniería. U. Bío-Bío.

**Koch, P. 1985.** Utilization of Hardwoods Growing on Southern Pine Sites. Vol. 2. Agriculture Handbook N° 605. U.S.D.A. p.2143-2195

**Lutz, J. F. 1970.** Buckle in Veneer. U.S.D.A. Forest Service. Research. Note FPL-0207. 11p.

# INOCULACION MICORRIZICA DE *Pinus ponderosa* EN EL VIVERO FORESTAL DE JUNIN DE LOS ANDES, ARGENTINA (\*)

Hernán L. Peredo(\*\*)  
Orielle Alonso(\*\*\*)  
Eduardo Valenzuela (\*\*)

## RESUMEN

En el vivero forestal de Junín de los Andes Argentina (40° S, 71° W) se realizó un ensayo de inoculación micorrízica de *presiembr*a en Octubre de 1988. Después de fumigar el suelo con Bromuro de Metilo se formaron platabandas y se establecieron 30 parcelas de 1 m<sup>2</sup>, separadas cada una por 30 cm, en un diseño de bloques al azar. La inoculación se realizó con inóculo sólido de *Laccaria laccata*, *Hebeloma crustuliniforme*, *Thelephora terrestris* y *Pisolithus tinctorius*, obtenido en medio Melin-Norkrans modificado. En cada bloque se usaron como controles 1 parcela con suelo de vivero y humus (1:1) y una con suelo de vivero solo.

Después de la inoculación en la hilera se sembró semilla de *Pinus ponderosa* con una densidad de 0.5 kg/m<sup>2</sup>. Tres meses más tarde se extrajeron 10 plantas al azar de cada parcela y se les midió el porcentaje de micorrización, el largo de tallo y raíz y sus respectivos pesos húmedos y secos. Los tratamientos *T. terrestris* y *P. tinctorius* fueron significativamente mejores en largo de tallo, proporción peso seco tallo/peso seco raíz e Índice de calidad de las plantas. Ambos controles fueron significativamente mejores que el tratamiento *L. laccata*.

(\*) Proyecto inscrito en la Dirección de Investigación y Desarrollo, Universidad Austral de Chile, y financiado por CORFONE SA (Corporación Forestal Neuquina S.A.) Argentina.

Datos presentados como Poster en : International Conference "Fast Growing Trees and Nitrogen Fixing Trees. 8-12 Octubre, 1989. Philipps-University, Marburg, FRG.

(\*\*) Instituto de Silvicultura, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile. Casilla 567 Valdivia, Chile.

(\*\*\*) Instituto de Microbiología, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile. Casilla 567 Valdivia, Chile.

## SUMMARY

In a forest nursery at Junín de los Andes, Argentina (40° S, 71°W) a presowing mycorrhizal inoculation trial was performed in October 1988. In fumigated soil (methyl bromide) 30 plots 30 cm apart were established and inoculated in randomized block design. The inocula were *Laccaria laccata*, *Hebeloma crustuliniforme*, *Thelephora terrestris* and *Pisolithus tinctorius*, applied in solid form and grown on modified Melin-Norkrans media. Control plots for each block corresponded to nursery soil and humus (1:1) and nursery soil alone.

After the mycorrhizal inoculation of the planting row, *Pinus ponderosa* seed was sowed at a density of 0.5 kg/m<sup>2</sup>. Three months later 10 seedlings were lifted at random from each plot and the percentage of mycorrhizal inoculation, the length of the stem and roots and their respective wet and dry weight were measured. The *T. terrestris* and *P. tinctorius* treatments were significantly better on stem length, stem dry weight/root dried weight and quality index of the seedlings. Both controls were significantly better than the *L. laccata* treatment.

## INTRODUCCION

El suelo del vivero forestal de Junín de los Andes Argentina, (40° S 71° W) es de origen volcánico, con una alta velocidad de infiltración y un bajo contenido de nutrientes. La ubicación geográfica del vivero se caracteriza por 800 mm/año de precipitación, un verano seco y cálido (max. 32° C) y un invierno frío (mínima absoluta ambiental - 19° C), con nieve en las colinas cercanas al vivero. Estas características originan plantas que:

a) Presentan una raíz principal de hasta 80 cm de largo, con grumos de raicillas apareciendo recién a los 20 - 30 cm de profundidad y sin muestras notorias de micorización.

b) Necesitan permanecer tres años en el vivero (1 en las platabandas y 2 en trasplante). La especie más usada es **Pinus ponderosa** Laws.

Entre los beneficios de la inoculación micorrízica se pueden citar el aumento en la absorción de nutrientes, el incremento en la resistencia a las temperaturas ambiente extremas y la proporción de una vía adicional para el transporte de agua hacia las raíces de sus hospedantes (Marx & Krupa, 1978; Brownle et al., 1983).

Sobre la base de la evidencia mencionada previamente, se propuso un ensayo a la Corporación Forestal Neuquina S.A (CORFONE S.A.), para mejorar la calidad de sus plantas y acortar su permanencia en el vivero inoculando hongos micorrízicos "de primer estadio" (Last et al., 1987; Castellano 1987; Marx, 1980) en presiembra, usando para ello inóculo sólido (Marx, 1980, Mexal, 1980; Cordell et al. 1987 Tommerup et al., 1987).

Este ensayo debe considerarse como la primera etapa de un programa de investigación para evaluar el efecto de la inoculación artificial de micorizas, en el comportamiento de las plantas en el lugar definitivo de plantación.

## MATERIAL Y METODO

La producción de inóculo sólido se realizó según el método del Institut for Mycorrhizal Research and Development (IMRD) (Marx et al. 1984). Placas Petri con medio Melin-Norkrans modificado se inocularon con cultivos puros de *Pisolithus tinctorius* (Pers.) Coker and Couch., proporcionados por el IMRD, y *Laccari laccata* (Scop ex Fr) Berk et Br., *Hebeloma crustuliniforme* (Bull. ex Saint-Amatis) Quel. y *Thelephora terrestris* (Ehrh.) Fr., adquiridos al American Type Culture Collection e incubados a 25° C por 4 semanas. Luego de la incubación se extrajeron discos de 5 mm de cada cultivo puro para inocular botellas de L, las que contenían un mezcla de vermiculita, turbera fina y medio Melin-Norkrans modificado a pH 5,5. Las botellas se incubaron a temperatura ambiente hasta observar visualmente que toda la mezcla fue permeada por el micelio.

Aproximadamente una semana antes de la inoculación en el vivero, la mezcla fue vaciada en una gaza y lavada bajo agua corriente para remover el exceso de nutrientes. Luego se estrujó suavemente la mezcla, para extraer el exceso de agua, y se dejó secar a 25 - 30° C por 3 días removiéndola constantemente para uniformar el secado. El inóculo se trasladó refrigerado hasta el vivero en contenedores aislados y separados uno para cada cepa.

A mediados de la primavera de 1988 se fumigó el suelo del vivero con Bromuro de Metilo bajo un plástico transparente, el cual se mantuvo en su lugar por 48 h. Después de 48 h de aireación se formaron las platabandas y se establecieron las 30 parcelas de 1 m<sup>2</sup> separadas cada una de ellas por 30 cm, las cuales fueron inoculadas de acuerdo a un diseño aleatorio con cinco repeticiones por tratamiento, considerándose como tal cada una de las cepas de hongo micorrízico. En cada repetición hubo un control con suelo del vivero y uno con suelo de vivero y humus (1:1), ambos sin inoculación micorrízica. Luego de ubicado el inóculo en las hileras de cada parcela se sembró *Pinus ponderosa* importado desde Oregon (USA) a una densidad de 0.5 k/m<sup>2</sup>. Tres meses más tarde se extrajeron al azar 10 plantas por parcela, a las cuales se les estimó visualmente el porcentaje de micorrización. Además se les midió a cada una el diámetro de cuello, el peso fresco, el peso seco, el largo de tallo y el largo de raíz. Adicionalmente, se calculó la proporción peso seco tallo - peso seco raíz y el índice de calidad según Ritchie (1984).

La variabilidad de los resultados de la primera evaluación, llevó a decidir continuar el ensayo con densidades uniformes de 250 -300 plantas/m<sup>2</sup>, para lo

cual se recomendó un raleo de las parcelas. Posteriormente, se mantuvieron en estas condiciones hasta setiembre de 1989, cuando se extrajeron las plantas para el repique que corresponde según el programa de actividades del vivero. En esta oportunidad se seleccionaron 30 plantas por parcela y se midieron las siguientes variables :

- Diámetro de cuello
- Largo de tallo
- Largo de raíz
- Porcentaje de micorrización
- Peso seco de tallo
- Peso seco de raíz

No se calculó el índice de calidad debido a inconvenientes para determinar los respectivos pesos húmedos. Las variables se analizaron estadísticamente, en igual forma que para el primer muestreo.

Para el análisis estadístico de los resultados se usó análisis de varianza y la discriminación de los mejores tratamientos se obtuvo por medio del test de Tukey, con un nivel de significación de 0.05.

## RESULTADOS Y DISCUSION

El porcentaje de inoculación micorrízica, estimado como la cantidad de raicillas bifurcadas en relación al total de ellas en cada planta, no fue significativo, y mostró además una gran variabilidad, por lo que fue descartado como variable de comparación. El largo de tallo, el peso seco total, la proporción peso seco tallo - peso seco raíz y el índice de calidad, mostraron diferencias significativas entre tratamientos ( Cuadro N° 1 ).

Cuadro N° 1  
EFECTO DE LA INOCULACION DE DIFERENTES HONGOS MICORRIZICOS EN LA CALIDAD DE  
PLANTAS EN EL VIVERO DE JUNIN DE LOS ANDES

| Tratamiento          | Largo Tallo |   |   |   |   | Peso Seco Total |   |   | Peso Seco Tallo/Raiz |   |   |   |   | Indice Calidad |   |   |   |   |   |   |   |
|----------------------|-------------|---|---|---|---|-----------------|---|---|----------------------|---|---|---|---|----------------|---|---|---|---|---|---|---|
|                      | 1           | 2 | 3 | 4 | 5 | 6               | 1 | 2 | 3                    | 1 | 2 | 3 | 4 | 5              | 6 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 T. terrestris      |             |   |   |   |   |                 |   |   |                      |   |   |   |   |                |   |   |   |   |   |   |   |
| 2 P. tinctorius      |             |   |   |   |   |                 |   |   |                      |   |   |   |   |                |   |   |   |   |   |   |   |
| 3 Suelo + Humus      |             | * | * |   |   |                 |   | * | *                    |   | * | * |   |                |   |   | * | * |   |   |   |
| 4 H. crustuliniforme |             |   |   |   |   |                 |   | * |                      |   |   |   |   |                |   |   |   |   |   |   |   |
| 5 Suelo              |             | * | * |   |   |                 |   |   |                      |   | * | * | * |                |   |   | * | * | * |   |   |
| 6 L. laccata         |             |   | * | * | * |                 |   | * |                      |   | * | * |   |                |   |   | * | * |   |   |   |

\* Diferencia significativa entre tratamientos (  $p = 0.05$  ).

La inoculación micorrízica mejoró el crecimiento y la calidad de las plantas en el vivero, salvo con *L. laccata*. Entre las especies micorrízicas inoculadas, sólo se observó diferencias significativas entre *H. crustuliniforme* y *L. laccata* al considerar el largo de tallo. *T. terrestris* y *P. tinctorius* mostraron un aumento significativo en el largo de tallo, peso seco total, proporción peso seco tallo - peso seco raíz e índice de calidad, en comparación con los controles. *H. crustuliniforme* sólo fue significativamente diferente al suelo del vivero, al considerar la proporción peso seco tallo - peso seco raíz. *L. laccata* fue significativamente menos eficaz que ambos controles en relación al largo del tallo, proporción peso seco tallo - peso seco raíz e índice de calidad. Estos resultados concuerdan con los de Chu-Chouá & Grace (1985) y Castellano (1987), quienes demostraron que *L. laccata* y *H. crustuliniforme* no aumentan significativamente el crecimiento de plantas en vivero. Adicionalmente, Marx (1980) y Lee & Koo (1983) demostraron que *P. tinctorius* supera los efectos benéficos de *T. terrestris* en plantas de vivero.

Otro factor importante de considerar en la explicación de los resultados es la calidad de la semilla. Esta se importó desde Oregon (USA) donde fue colectada en 1974 - 1975, certificándose para ella un 45 % de germinación, lo que decidió la alta densidad de siembra en el ensayo. Asumiendo que las características de la semilla y del suelo influyeron en el alto porcentaje de caída y en la desigual densidad de las parcelas (90 - 3000 plantas/m<sup>2</sup>) en el momento del primer muestreo en el verano de 1989, se decidió ralea las parcelas a una densidad uniforme (250 - 300 plantas/m<sup>2</sup>) por el resto del ensayo.

Tal como en la primera medición, el porcentaje de micorrización no fue una variable confiable para estimar la bondad de los tratamientos. Ello es perfectamente explicable por el crecimiento de las raíces, que las lleva a entrecruzarse y a enmascarar los resultados con mayor intensidad que en el primer muestreo. A lo anterior debe agregarse la destrucción de las raíces, que en la época de repique es más intensa que en la oportunidad previa. Paralelamente, debe considerarse que con un porcentaje de micorrización tan dispar, como el determinado en el primer muestreo, las plantas extraídas pueden haber representado una gran proporción de la escasa micorrización existente. El porcentaje de micorrización, aún cuando no ha demostrado hasta el momento ser una variable muy confiable, pudiera volverse a considerar sólo en las primeras mediciones, cuando las raíces no han empezado a entrecruzarse.

De las otras variables consideradas en el primer muestreo, sólo el largo de tallo y el peso seco total mostraron diferencias significativas entre algunos tratamientos y, dentro de ellos, hubo un cambio en el comportamiento como puede apreciarse al comparar los Cuadros N°s 1 y 2. Que el tratamiento suelo + humus resulte significativo en este segundo control, respecto de tres tratamientos, pudiera ser interpretado como una mejoría de la capacidad de absorción hídrica del suelo y por ende como un indicador de cómo mejorar la calidad del suelo del vivero sin grandes inversiones.

Las diferencias poco convincentes entre tratamientos y controles, así como el bajo y variable porcentaje de micorrización, pueden explicarse por el pH (6.9-7.5) del suelo del vivero y por su velocidad de infiltración, la que se estabiliza recién a 400 mm/h. El primer factor no parece ser tan restrictivo para el crecimiento de la especie inoculada, especialmente *P. tinctorius* (Marx, 1980). La velocidad de infiltración sin embargo, puede afectar claramente la sobrevivencia del inóculo en el suelo (Marx, 1980; Tommerup et al., 1987) y éste puede ser perfectamente el caso en Junín de los Andes, pues sólo el 30 % de la precipitación ocurre entre Octubre y Abril (Primavera - Otoño). Bajo estas condiciones el suelo se seca rápidamente, a pesar del riego diario, y ello puede explicar además los resultados poco eficaces de la fumigación, ya que a la emergencia de las plántulas se presentó una caída apreciable.



Cuadro N° 2

INOCULACION MICORRIZICA Y SU EFECTO EN LA CALIDAD DE LAS PLANTAS EN EL VIVERO FORESTAL DE JUNIN DE LOS ANDES AL MOMENTO DEL REPIQUE

| Tratamiento          | Largo Tallo |   |   |   |   |   | Peso Seco Total |   |   |   |   |   |
|----------------------|-------------|---|---|---|---|---|-----------------|---|---|---|---|---|
|                      | 1           | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 1               | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 T. terrestris      |             |   |   |   | * |   |                 |   | * |   |   |   |
| 2 P. tinctorius      |             |   |   | * |   |   |                 | * |   | * |   |   |
| 3 Suelo + Humus      |             |   |   |   |   |   |                 |   | * |   |   |   |
| 4 H. crustuliniforme |             |   |   |   |   |   |                 |   |   |   |   |   |
| 5 Suelo              |             |   |   |   |   |   |                 |   |   |   |   |   |
| 6 L. laccata         |             |   |   |   |   |   |                 |   |   |   |   |   |

\* Diferencia significativa entre tratamientos (  $p=0.05$  )

La morfología radicular se apreció bastante deficitaria, a pesar de la existencia de algún grado de micorrización. Anteriormente se aludió a la gran velocidad de infiltración del suelo como un factor limitante para la buena micorrización, acción que pudiera también hacerse extensiva a la morfología de la raíz. En todos los muestreos realizados se notó una elongación de la raíz poco usual, debido seguramente a la búsqueda de humedad por parte de ésta (Read, 1987), y además la formación de un ramillete de raíces a una profundidad en el suelo que en algunos casos alcanzó los 20 cm. Esta velocidad de crecimiento de las raíces está perfectamente documentada y ocurre especialmente en condiciones de estrés hídrico, que es el caso del vivero por la velocidad de infiltración del suelo. La velocidad de elongación de la raíz aumenta en presencia de pH alto (Bartsch, 1987), que es también un condición del vivero. Estos dos fenómenos dificultan la infección micorrizica por cuanto ésta necesita de algún tiempo para producirse. Como el inóculo tiene una ubicación estática en el suelo, al elongarse con mucha rapidez la raíz en busca de agua atraviesa la capa de inóculo sin dar a ésta el tiempo necesario para actuar, luego cuando el ramillete de raíces se ubica en una zona más profunda que la capa de inóculo se hace imposible la micorrización.

En la actualidad se reconoce la importancia de medir la calidad de las plantas no sólo en el vivero, sino que es necesario además hacerlo en el terreno definitivo de plantación, pues hay evidencia de plantas que aún inoculadas en vivero con micorrizas crecen menos que los testigos, sin

embargo en terreno son capaces de recuperarse hasta superar a las que fueron más altas en el vivero (Stenström y Ek, 1990).

En terreno es importante medir el porcentaje de sobrevivencia y también el crecimiento de las plantas (Duryea, 1985). Por ello es recomendable medir el porcentaje de prendimiento según las normas que tenga establecidas para el efecto la empresa. Al cabo de un año después del establecimiento definitivo en terreno, se recomienda realizar la última medición de variables de crecimiento (altura total y diámetro de cuello) para hacer la evaluación definitiva del efecto de la micorrización artificial en el vivero. Existen indudablemente otras formas más precisas de medir la calidad de las plantas, tanto en el vivero como en el terreno, pero ellas requieren de una implementación de laboratorio que no justifica la inversión. Para los efectos prácticos de una empresa forestal, las variables morfológicas han demostrado una validez aceptable (Thompson, 1985).

Se comprobó la factibilidad de aplicar la técnica del inóculo sólido en viveros forestales. Se sugiere estudiar el comportamiento de otras especies micorrízicas para seleccionar la de mejor desempeño en las condiciones especiales de éste vivero. Se postula que un aumento de la eficiencia de la micorrización puede estar ligado con mejor calidad de semilla y regularización del drenaje del suelo del vivero.

## RECONOCIMIENTOS

Se agradece al Sr. Gastón Vergara (Centro de Computación, Universidad Austral de Chile) por su acertada y especializada cooperación en el análisis estadísticos de los resultados.

## REFERENCIAS

Brownlee, C.; Duddrige, J.A.; Malibari, A. & Read, D.J., 1983. The Structure and Function of Mycelial System of Ectomycorrhizal Roots with Special Reference to their

Role in Forming Inter-plant Connections and Providing Pathways for Assimilate and Water Transport. *Plant Soil* 71 : 433 - 443

**Bartsh, N., 1987.** Responses of Root Systems of Young *Pinus sylvestris* and *Picea abies* Plants to Water Deficits and Soil Acidity. *Can. J. For. Res.* 17 (8) : 805 - 812.

**Castellano M. A., 1987.** Ectomycorrhizal Inoculum Production and Utilization in the Pacific Northwestern U.S.- Glimps at the Past, a Look to the Future. In Sylvia, D. M.; Hung, L. L. & Graham, J. H. eds. *Mycorrhizae in the Next Decade Practical Application and Research Priorities* NACOM Gainesville, FL (USA), May 3 - 8, 1987. Proceedings : 293 - 295.

**Chu-Chou, M. & Grace, L.J., 1985.** Comparative Efficiency of the Mycorrhizal Fungi *Laccaria laccata*, *Hebeloma crustuliniforme* and *Rhizopogon* Species on Growth of Radiata Pine Seedlings. *N. Z. J. Bot.* 23 : 417 - 424.

**Cordell, C.E.; Marx de, H.; Maul, S.B. & Owen, J.H., 1987.** Production and Utilization of Ectomycorrhizal Fungal Inoculum in the Eastern United States. In Sylvia, D. M.; Hung, L. L. & Graham J. H. eds. *Mycorrhizae in the Next Decade Practical Application and Research Priorities*. NACOM, Gainesville, FL (USA), May 3 - 8, 1987. Proceedings. 287 - 289

**Duryea, M.L., 1985.** Evaluating Seedling Quality : Importance to Reforestation. In Duryea, M.L (ed. 1985 *Evaluating Seedling quality : Principles, Procedures and Predictive Abilities of Major Test*. Workshop held October 16 - 18, 1984. Forest Research Laboratory, Oregon State University. Proceedings : 1 - 4.

**Last, F.T.; Dighton, J. & Mason, P.A., 1987.** Successions of Sheathing Mycorrhizal Fungi. *Tree* 2 (6) : 157 - 161.

**Lee, K.J. & Koo, C.D., 1983.** Inoculation of Pines in a Nursery with *Pisolithus tinctorius* and *Thelephora terrestris* in Korea. *Plant Soil* 71 : 325 - 329.

**Marx de, H., 1980.** Ectomycorrhizal Fungus Inoculations : A Tool for Improving Forestation Practices. In Mikola P. ed. *Tropical Mycorrhizal Research*. Oxford, Clarendon : 13 - 71.

**Marx de, H. & Krupa, S.V., 1978.** Mycorrhizae a Ectomycorrhizae. In Dommergues, Y. R. & Krup S. V eds *Interactions Between Non-pathogenic Soil Microorganisms and Plants*. Amsterdam, Elsevier : 373 - 400.

**Mexal, J.G., 1980.** Aspects of Mycorrhizal Inoculation in Relation to Reforestation. *N. Z. J. For. Sci.* 10 (1) : 208 - 217.

**Read, D.J., 1987.** Development and Function of Micorrhizal Hyphae in Soil. In Sylvia, D. M.; Hung, L. L. & Graham, J. H. eds. *Mycorrhizae in the Next Decade Practical Applications and Research Priorities*.

NACOM. Gainesville, FL (USA), May 3 - 8, 1987. Proceedings : 178 -180.

**Ritchie, G.A., 1984.** Assessing Seedling Quality. In Duryea, M. L. & Landis T de eds. *Forest Nursery Manual : Production of Bare Root Seedlings*. The Hague, Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk : 243 - 259.

**Stenström, E. & Ek, M., 1990.** Field Growth of *Pinus sylvestris* Following Nursery Inoculation with Mycorrhizal Fungi. *Can. J. For. Res.* 20 (7) : 914 - 918.

**Thompson, B.E., 1985.** Seedling Morphological Evaluation - What You Can Tell by Looking. In Duryea, M.L. ed., 1985. *Evaluating Seedling Quality : Principles, Procedures and Predictive Abilities of Major Test*. Workshop held October 16 - 18, 1984. Forest Research Laboratory, Oregon State University. Proceedings : 59 - 71.

**Tommerup, I.C. & Malajczuk, N., 1987.** Ectomycorrhizal Inoculum Production and Utilization in Australia. In Sylvia, de M. Hung L. L. & Graham, J. H. eds. *Mycorrhizae in the Next Decade Practical Applications and Research Priorities*. NACOM, Gainesville, FL (USA) May 3 - 8, 1987 Proceedings : 293 - 295.

# ANALISIS DE DISTINTOS CONTENEDORES PARA LA PRODUCCION DE PLANTAS DE *Eucalyptus globulus* Labill

María Paz Molina B. (\*)

Daniel Barros R. (\*\*)

Roberto Ipinza C. (\*\*)

## RESUMEN

*En este trabajo se analizan los resultados de un ensayo de vivero en que se probaron ocho tipos de contenedores disponibles en Chile para la producción de plantas.*

*La especie utilizada fue **Eucalyptus globulus ssp. globulus**, la más difundida de este género en Chile.*

*Se analizan los resultados para cada uno de los sistemas y se comparan entre sí, determinando para cada uno de ellos sus ventajas y desventajas.*

## ABSTRACT

*Eight types of nursery container that are available in Chile were tested. **Eucalyptus globulus ssp. globulus**, the most common species of Eucalypts in Chile, was used for the different treatments.*

*Results show that each type of container has its own advantages and disadvantages.*

(\*) Ingeniero Forestal (E), Instituto Forestal.

(\*\*) Ingenieros Forestales, Instituto Forestal.  
Huérfanos 554 Santiago, Chile.

## INTRODUCCION

En Chile se están reforestando unas 61 mil hectáreas anuales de pino insigne (*Pinus radiata* D. Don) y 29 mil de eucalipto (INFOR-CORFO, 1991), fundamentalmente *Eucalyptus globulus ssp. globulus* Labill. Esto implica aproximadamente 100 millones de plantas de pino y 30 millones de eucalipto. Un alto porcentaje de pino, en la zona sur, se produce a raíz desnuda, el resto se produce en contenedores.

En el país la maceta más utilizada en los viveros más pequeños es la bolsa plástica, su tamaño depende de la zona de plantación y de la especie involucrada. Lamentablemente, a través de su uso se ha detectado una serie de inconvenientes, entre los que destaca el espiralamiento del sistema radicular, el cual se mantiene en la plantación, limitando el crecimiento de los árboles y haciéndolos susceptibles a la caída por la acción del viento. Este sistema presenta otros inconvenientes de orden práctico, como la imposibilidad de mecanizar el vivero en cuanto al llenado de bolsas, siembra y movimiento de plantas entre otros. Además, el costo de transporte de macetas es muy elevado por los volúmenes y pesos de sustrato que se transportan. En cambio los viveros medianos y grandes producen las plantas de eucalipto en diferentes tipos de contenedores con sistemas altamente tecnificados.

En relación al empleo de plantas a raíz desnuda, el éxito en la plantación depende de la zona edafoclimática. Se han determinado bajos índices de supervivencia al utilizar plantas a raíz desnuda (Brandt y Barros, 1970. Citado por: da Silva y Lima 1985) y se ha aconsejado la producción de plantas en maceta, porque esta práctica permite que las plantas sean seleccionadas disminuyendo los daños que provoca el trasplante y transporte a terreno (Touzel, 1972. Citado por: da Silva y Lima 1985).

Dados estos problemas de la producción de plantas a raíz desnuda y en bolsa plástica se ha desarrollado un gran número de sistemas de contenedores de distintos materiales, formas y tamaños, que buscan la producción de plantas de buena calidad. Da Silva y Lima (1985) estiman que la altura, el diámetro de cuello y el sistema radicular de la planta son características que reflejan su calidad y que esta puede ser influenciada por el tipo de contenedor.

Al respecto Cunningham y Geary (1989) estudiaron 3 diámetros de contenedor (1.9, 2.5 y 3.8 cm) y 4 longitudes (5, 10, 15 y 20 cm) y demostraron que las grandes diferencias en tamaño no afectan en forma importante la altura ni el diámetro de cuello de la planta, pero si provocan marcadas diferencias en el peso seco de tallo y de raíz.

Aguiar y Mello (1974) estudiaron varios tipos de contenedores para la producción de **Eucalyptus grandis** y **Eucalyptus saligna** y luego de analizados los resultados en la plantación concluyen que se pierde el efecto del recipiente en el crecimiento después de realizada la plantación.

En vista de la necesidad de utilizar recipientes para la producción de plantas de eucalipto, se toma evidente la utilidad de estudios para la determinación de aquellos que permitan producir plantas de buena calidad y a costos razonables (Brasil et al. 1972). En Brasil hasta hace poco tiempo la bolsa plástica fue el recipiente más utilizado para la producción de plantas forestales (Fernández et al 1986. Citado por: Aguiar et al 1989), a pesar de ser impermeable y provocar un fuerte enrollamiento de raíces (Simoes, 1987). En los últimos años en Brasil se está utilizando la bandeja de poliestireno y el tubete plástico.

Considerando la necesidad de evaluar alternativas para modernizar los sistemas de producción de plantas, se estableció un diseño en vivero con el objetivo de comparar los distintos tipos de contenedores existentes en el país. Dicha comparación se realiza a través de las variables de estado de las plantas y, en función de éstas, se analizan las ventajas y desventajas de los distintos contenedores estudiados. La especie empleada en este ensayo es **Eucalyptus globulus ssp. globulus**.

## MATERIAL Y METODO

### Diseño Experimental

En este experimento se utilizó un diseño de parcelas al azar, con 5 repeticiones, de 36 plantas cada una (6x6 hileras). En todos los casos se consideraron hileras de aislación y el número de estas depende del tipo de contenedor.

En este ensayo se tuvo especial precaución que la unidad experimental tuviese un entorno análogo al de una utilización masiva. De forma tal que las diferencias que existan sean sólo inherentes al tipo de contenedor.

Para el ensayo se empleó *Eucalyptus globulus ssp. globulus*, ya que es la especie de eucalipto que más se planta en Chile.

Se emplearon 9 tipos de contenedores dando origen a los tratamientos que se presentan en el Cuadro N° 1.

Cuadro N° 1

DESCRIPCIÓN DE TRATAMIENTOS

| TRATAMIENTO<br>Tipo de<br>Contenedor | CARACTERÍSTICAS   |  |                             |                                |                                   |                       |
|--------------------------------------|-------------------|--|-----------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
|                                      | Cavidades<br>(N°) | Volumen<br>Cavidad<br>(cm <sup>3</sup> ) | Diámetro<br>Cavidad<br>(cm) | Profundidad<br>Cavidad<br>(cm) | Cavidades<br>(N°/m <sup>2</sup> ) | Espaciamiento<br>(cm) |
| Bolsa plástica (test)                | individual        | 583                                      | 6,4                         | 20,0                           | 321                               | 6,2                   |
| Manga plástica                       | individual        | 240                                      | 4,0                         | 15,0                           | 625                               | 4,0                   |
| Paper-pot                            | 80                | 196                                      | 6,6                         | 7,2                            | 225                               | 6,4                   |
| Bandeja plástica                     | 96                | 100                                      | 3,7                         | 10,0                           | 457                               | 5,8                   |
| Tubete S1                            | individual        | 94                                       | 4,2                         | 11,0                           | 484                               | 6,4                   |
| Tubete S2                            | individual        | 94                                       | 4,2                         | 11,0                           | 242                               | 4,5                   |
| Styroblock 135-12                    | 135               | 75                                       | 4,6                         | 12,0                           | 540                               | 4,6                   |
| Styroblock 104-7                     | 104               | 55                                       | 5,3                         | 7,0                            | 417                               | 5,3                   |
| Styroblock 135-7                     | 135               | 45                                       | 4,6                         | 7,0                            | 540                               | 4,6                   |

### Instalación del Ensayo

Para cada tipo de contenedor se instalaron sistemas de soporte elevados a un metro sobre el suelo, lo que permite una poda natural de las raíces y una manipulación cómoda por parte del operario. Para el caso del testigo, bolsas plásticas, éstas se ubicaron en platabandas a nivel del suelo, en la forma habitual de este sistema de producción de plantas.

Dado que cada tipo de contenedor necesita distintos tipos de soporte se agruparon las repeticiones de cada tratamiento, manteniéndose constantes todos los factores que inciden en el crecimiento de las plantas.

Esto podría invalidar los resultados desde un punto de vista estadístico, pero de este modo cada repetición está sometida a condiciones más homogéneas evitándose así la influencia de tratamientos vecinos. Por ejemplo si queda un tratamiento como styroblock de 45 cm<sup>3</sup>, junto al testigo, dado que los crecimientos son muy disímiles las plantas en bolsa plástica van a afectar necesariamente el crecimiento de aquellas desarrollándose en styroblock.

El sustrato en este ensayo fue común para todos los tratamientos, corresponde al que se usa normalmente en el vivero para la producción de plantas en bolsa y consta de 60 % de tierra del lugar y 40 % de tierra vegetal, de litre y de quillay principalmente. Esta mezcla fue fumigada con bromuro de metilo a razón de 1 bombona de 680 g por tres metros cúbicos de sustrato.

Las plántulas se produjeron en almácigos y posteriormente se repicaron a los contenedores, durante la primera semana de febrero. Las plantas repicadas se seleccionaron con el objeto de utilizar un material lo más homogéneo posible.

## Manejo de las Plantas Durante el Ensayo

Conjuntamente con el primer riego se aplicó Captan (1.8 g/L) en forma preventiva y se continuó con aplicaciones semanales hasta la segunda semana de marzo.

Los riegos se efectuaron 2 veces al día durante las primeras semanas y se fueron reduciendo gradualmente hasta llegar a un riego cada dos días.

La fertilización fue igual en todos los tratamientos y se aplicó una dosis inicial de 0,067 g de NPKS Bo Mg + 0,038 g de fosfato de amonio por planta y, posteriormente, se aplicaron 7 dosis de 0,052 g de NPKS Bo Mg + 0,052 g de sulfato de potasio por planta cada 10 días<sup>(1)</sup>. Para aplicar la dosis correcta por planta, los productos se molieron y se disolvieron en agua para luego aplicarlos en cada contenedor con una jeringa hipodérmica directamente al sustrato.

En cuanto al sombreadero, éste se usó durante la etapa de almácigos y

<sup>(1)</sup>Según información del proveedor (Cia. Sudamericana de Fertilizantes, COSAF S.A.), la composición aproximada del producto comercial NPKS Bo Mg es: N 8,3-9%; P 6,6-7,5%; K 7,6-8,1%; S 2,6 - 3,6%; B 1,5-2%; Mg 1,9-2,2% y Ca 10-12%. El sulfato de potasio en tanto, contiene K<sub>2</sub>O 50% y S 18%.



repique, pero se fue quitando gradualmente según el crecimiento de las plantas hasta dejar el ensayo sin esta protección.

Los contenedores permanecieron durante todo el ensayo en la localización original, a excepción del testigo, el cual se movió para podar raíces, práctica que es habitual en este sistema de producción de plantas.

## Medición y Análisis Estadístico

### Variables Directas de Vivero

En el vivero se efectuaron dos controles a los 3 y 6 meses del repique. En estas oportunidades se midieron las 36 plantas de cada repetición y se consideraron las siguientes variables: altura, diámetro de cuello y supervivencia.

### Variables Directas de Laboratorio

Además de la evaluación en vivero se analizaron algunas variables en laboratorio. Para esto se tomó una submuestra de 25 plantas de cada tratamiento para las cuales se analizó: peso total de los contenedores con planta, peso seco de raíces, número de raíces gruesas y largo de las mismas.

Las mediciones en altura en vivero se hicieron con una regla graduada con una aproximación de 0,1 cm y el diámetro de cuello se midió con un pie de metro y con una aproximación de 0,1 mm. Las mediciones de laboratorio se hicieron con una probeta graduada para el caso de volumen radicular determinándose este por desplazamiento de agua. Los pesos se determinaron en una balanza de precisión y a una aproximación de 0,1 g.

Para secar las muestras en laboratorio se usó una estufa donde las plantas se mantuvieron entre 100 y 103° C hasta peso constante.

## Variables Indirectas

Para las variables medidas en vivero y laboratorio se determinó una serie de índices que pueden explicar el crecimiento de las plantas en diferentes contenedores:

- R1 : Refleja la proporción de biomasa seca entre la parte radicular y aérea.
- R2 : Es un índice que muestra la utilización del sustrato por el sistema radicular y corresponde a la razón entre el volumen radicular y el volumen del contenedor.
- R3 : Es un índice denominado proporcionalidad de tamaño y es el cociente entre la altura y el diámetro, ambos en centímetros.
- R4 : Refleja el efecto de la densidad sobre el crecimiento, siendo el cociente entre el diámetro de cuello y el espaciamiento.
- R5 : Expresa una razón entre el peso seco de las raíces delgadas y el peso seco de las raíces gruesas, puede ser útil para obtener una apreciación del tipo de sistema radicular que posee la planta (si existe o no un equilibrio entre la cantidad de raíces gruesas y delgadas).
- R6 : Se define como espiralamiento de raíces y también es un cociente entre el largo de las raíces y la profundidad del contenedor.

El análisis estadístico corresponde a un análisis de varianza (ANDEVA), cuyas variables dependientes son todas aquellas medidas directa e indirectamente y los tratamientos corresponden a los tipos de contenedores.

En el caso que el ANDEVA arroje diferencias significativas se procede a efectuar un análisis de contraste de medias, a través de la prueba de comparaciones de Tukey.

## Evaluación Posterior

Con las plantas obtenidas a través de cada uno de los tratamientos indicados, se estableció una plantación experimental en un sector del secano interior de la Región Metropolitana en el año 1991, con el objeto de evaluar el posterior comportamiento en terreno de las plantas según tratamiento. Este ensayo se está evaluando y próximamente se publicarán sus resultados.

## RESULTADOS

En los controles realizados a los 3 y 6 meses se midieron las variables altura, diámetro del cuello y supervivencia de las plantas. La información se muestra en el Cuadro N° 2.

Cuadro N° 2

PROMEDIOS POR TRATAMIENTO DE LAS VARIABLES DE VIVERO A LOS 3 (CONTROL 1) Y 6 MESES (CONTROL 2)

| TRATAMIENTOS             | CONTROLES               |             |               |                         |             |               |
|--------------------------|-------------------------|-------------|---------------|-------------------------|-------------|---------------|
|                          | 3 meses                 |             |               | 6 meses                 |             |               |
|                          | Diámetro de cuello (mm) | Altura (cm) | Superviv. (%) | Diámetro de cuello (mm) | Altura (cm) | Superviv. (%) |
| Bolsa plástica (testigo) | 3,15                    | 34,69       | 80,55         | 3,89                    | 50,76       | 76,11         |
| Manga plástica           | 2,37                    | 27,47       | 95,55         | 2,91                    | 36,18       | 93,89         |
| Paper-pot                | 2,37                    | 25,75       | 97,78         | 2,75                    | 34,84       | 93,78         |
| Bandeja plástica         | 2,31                    | 22,48       | 96,67         | 2,73                    | 31,02       | 95,55         |
| Tubete S2                | 2,18                    | 19,37       | 100,00        | 2,81                    | 23,85       | 99,44         |
| Tubete S1                | 2,00                    | 22,49       | 100,00        | 2,48                    | 28,14       | 100,00        |
| Styroblock 135-12        | 1,48                    | 14,71       | 97,22         | 1,90                    | 18,63       | 97,78         |
| Styroblock 104-7         | 1,40                    | 11,21       | 93,87         | 1,94                    | 17,23       | 92,78         |
| Styroblock 135-7         | 1,35                    | 11,30       | 91,11         | 1,80                    | 15,62       | 73,33         |

En el Cuadro N° 3 se resumen las variables medidas en laboratorio: biomasa aérea y radicular, volumen y largo de raíces. Cada valor corresponde al promedio de las 25 repeticiones analizadas por tratamiento.

Cuadro N° 3

PROMEDIO POR TRATAMIENTO DE LAS VARIABLES DE LABORATORIO

| Tratamiento       | Peso Total<br>Planta con<br>contenedor<br><br>(g) | Volumen<br>Radicular<br><br>(cm <sup>3</sup> ) | Largo de<br>Raíces<br><br>(cm) | Número<br>de raíces<br>gruesas | Peso<br>seco<br>parte<br>aérea<br><br>(g) | Peso seco de raíces |          |       | Peso<br>seco<br>Total<br><br>(g) | Biomasa<br>aérea<br><br>(1) g | Biomasa<br>Total<br><br>(2) g |
|-------------------|---|--|--------------------------------|--------------------------------|---|---------------------|----------|-------|----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|                   |   |  |                                |                                |   | gruesas             | delgadas | Total |                                  |                               |                               |
|                   |   |  |                                |                                |   | (g)                 | (g)      | (g)   |                                  |                               |                               |
| Testigo (bolsa)   | 734,82  | 7,04   | 26,68                          | 14,28                          | 6,00                                      | 1,58                | 0,36     | 1,93  | 7,93                             | 4,57                          | 6,04                          |
| Manga Plástica    | 212,58  | 3,83   | 10,32                          | 10,68                          | 1,83                                      | 0,41                | 0,33     | 0,74  | 2,57                             | 1,72                          | 2,42                          |
| Paper-pot         | 227,18  | 3,90   | 17,57                          | 9,40                           | 3,24                                      | 0,51                | 0,37     | 0,88  | 4,12                             | 3,17                          | 4,03                          |
| Bandeja Plástica  | 127,14  | 3,54   | 10,15                          | 9,96                           | 1,59                                      | 0,35                | 0,22     | 0,57  | 2,16                             | 1,52                          | 2,06                          |
| Tubete            | 128,29  | 2,93   | 9,68                           | 6,40                           | 1,15                                      | 0,21                | 0,21     | 0,42  | 1,57                             | 1,15                          | 1,57                          |
| Styroblock 135-12 | 77,47   | 2,53   | 10,82                          | 7,56                           | 0,65                                      | 0,18                | 0,14     | 0,32  | 0,97                             | 0,64                          | 0,95                          |
| Styroblock 104-7  | 55,82   | 2,06   | 6,15                           | 5,88                           | 0,71                                      | 0,09                | 0,10     | 0,19  | 0,90                             | 0,66                          | 0,84                          |
| Styroblock 135-7  | 44,05   | 2,05   | 6,40                           | 5,80                           | 0,63                                      | 0,09                | 0,19     | 0,29  | 0,92                             | 0,46                          | 0,61                          |

Donde:

- (1) Biomasa aérea = Peso seco aéreo x supervivencia  
(2) Biomasa Total = Peso seco total x supervivencia

Para el caso de los tratamientos con tubetes, las variables se midieron solamente para el espaciamiento menor, dada la similitud que se obtuvo en la medición de las variables de vivero.

Cuadro N° 4

PROMEDIOS POR TRATAMIENTO DE LOS INDICES GENERADOS A PARTIR DE LAS VARIABLES DE VIVERO Y LABORATORIO

| TRATAMIENTOS      | INDICES |      |        |      |      |      |
|-------------------|---------|------|--------|------|------|------|
|                   | R1      | R2   | R3     | R4   | R5   | R6   |
| Bolsa (testigo)   | 0,34    | 0,01 | 131,63 | 0,63 | 0,27 | 1,33 |
| Manga Plástica    | 0,41    | 0,02 | 124,55 | 0,73 | 0,86 | 0,69 |
| Paper-pot         | 0,28    | 0,02 | 126,13 | 0,43 | 0,83 | 1,46 |
| Bandeja Plástica  | 0,36    | 0,04 | 113,64 | 0,47 | 0,77 | 0,68 |
| Tubete            | 0,38    | 0,03 | 112,14 | 0,55 | 1,04 | 0,88 |
| Styroblock 135-12 | 0,53    | 0,03 | 97,72  | 0,41 | 0,86 | 0,89 |
| Styroblock 104-7  | 0,29    | 0,04 | 88,74  | 0,37 | 1,52 | 0,88 |
| Styroblock 135-7  | 0,34    | 0,05 | 86,76  | 0,39 | 1,87 | 0,91 |

El análisis de varianza para cada una de las variables dio diferencias significativas, por esto se usó la Prueba Tukey, con lo cual quedan ordenadas y agrupadas las medias de los tratamientos por variable. Esto se muestra en el Cuadro N°5.

Cuadro N° 5

ORDENACION Y AGRUPACION DE LOS TRATAMIENTOS POR VARIABLE DE ACUERDO A LA PRUEBA DE TUKEY

| TRATAMIENTOS *    | VARIABLES |    |   |   |    |    |    |
|-------------------|-----------|----|---|---|----|----|----|
|                   | 1         | 2  | 3 | 4 | 5  | 6  | 7  |
| Testigo           | A         | A  | A | A | A  | A  | A  |
| Manga Plástica    | B         | B  | B | C | B  | AB | B  |
| Paper-pot         | B         | BC | B | B | B  | AB | B  |
| Bandeja Plástica  | B         | BC | B | D | B  | BC | BC |
| Tubete            | BC        | C  | B | D | BC | BC | CD |
| Styroblock 135-12 | D         | D  | B | E | BC | CD | D  |
| Styroblock 104-7  | CD        | D  | B | F | C  | D  | D  |
| Styroblock 135-7  | D         | D  | A | F | C  | D  | D  |

| TRATAMIENTOS      | VARIABLES |    |     |     |    |    |     |
|-------------------|-----------|----|-----|-----|----|----|-----|
|                   | 8         | 9  | 10  | 11  | 12 | 13 | 14  |
| Testigo           | A         | A  | A   | A   | A  | A  | BCD |
| Manga Plástica    | C         | B  | C   | BC  | A  | BC | B   |
| Paper-pot         | B         | BC | B   | B   | A  | B  | D   |
| Bandeja Plástica  | C         | BC | CD  | BCD | B  | CD | BC  |
| Tubete            | C         | D  | CDE | CDE | B  | DE | B   |
| Styroblock 135-12 | C         | CD | C E | DE  | C  | E  | A   |
| Styroblock 104-7  | D         | D  | CDE | E   | C  | E  | CD  |
| Styroblock 135-7  | D         | D  | C E | E   | C  | E  | BCD |

| TRATAMIENTOS      | VARIABLES |    |    |     |    |    |    |
|-------------------|-----------|----|----|-----|----|----|----|
|                   | 15        | 16 | 17 | 18  | 19 | 20 | 21 |
| Testigo           | E         | B  | C  | D   | A  | A  | A  |
| Manga Plástica    | DE        | A  | C  | CD  | C  | C  | C  |
| Paper-pot         | D         | DE | C  | CD  | A  | B  | B  |
| Bandeja Plástica  | BC        | CD | BC | CD  | C  | C  | C  |
| Tubete            | C         | BC | BC | BC  | B  | CD | CD |
| Styroblock 135-12 | BC        | DE | AB | BCD | B  | DE | D  |
| Styroblock 104-7  | B         | E  | A  | AB  | B  | DE | D  |
| Styroblock 135-7  | A         | DE | A  | A   | B  | E  | D  |

Donde:

- |  |   |   |
|--|---|---|
| 1.- Diámetro de cuello                     | 10.- Peso seco aéreo                                    | 17.- Índice R4 (diámetro de cuello/espaciamiento)                   |
| 2.- Altura                                 | 11.- Peso seco de raíces gruesas                        | 18.- Índice R5 (Peso seco raíces delgadas/peso seco raíces gruesas) |
| 3.- Supervivencia                          | 12.- Peso seco de raíces delgadas                       | 19.- Índice R6 (Largo de raíces/largo contenedor)                   |
| 4.- Peso total del contenedor con sustrato | 13.- Peso seco radicular total                          | 20.- Biomasa aérea  |
| 5.- Volumen de raíces gruesas              | 14.- Índice R1 (Peso seco raíces/peso seco aéreo)       | 21.- Biomasa total  |
| 6.- Volumen de raíces delgadas             | 15.- Índice R2 (Volumen radicular/volumen contenedor)   |   |
| 7.- Volumen radicular total                | 16.- Índice R3 (altura/diámetro de cuello, ambos en cm) |   |
| 8.- Largo de raíces                        |   |   |
| 9.- Número de raíces gruesas               |   |   |

Para visualizar mejor el comportamiento de las diferentes variables analizadas, tanto directas como indirectas, se muestran graficos de las principales relaciones.

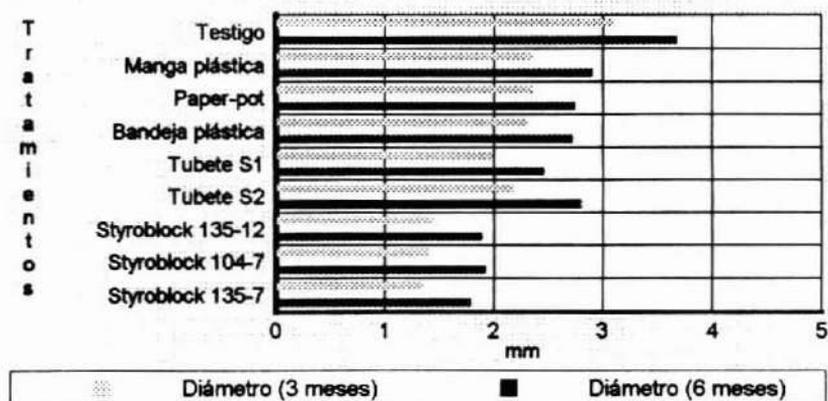


Figura N° 1. PROMEDIO EN DIAMETRO DE CUELLO POR TRATAMIENTO PARA CONTROLES A LOS 3 Y 6 MESES

Es evidente la conformación de tres grupos de contenedores, el primer grupo conformado por el testigo, el segundo la manga plástica hasta los tubetes y el último por los styroblocks. Existe una relación directa entre el volumen del contenedor y el diámetro del cuello de la planta. Si bien el diámetro de cuello aumenta al aumentar el volumen del contenedor, este aumento no es proporcional. La bandeja plástica tiene un diámetro de cuello muy similar al paper - pot y a la manga plástica, pero aproximadamente la mitad del volumen de sustrato que éstos.

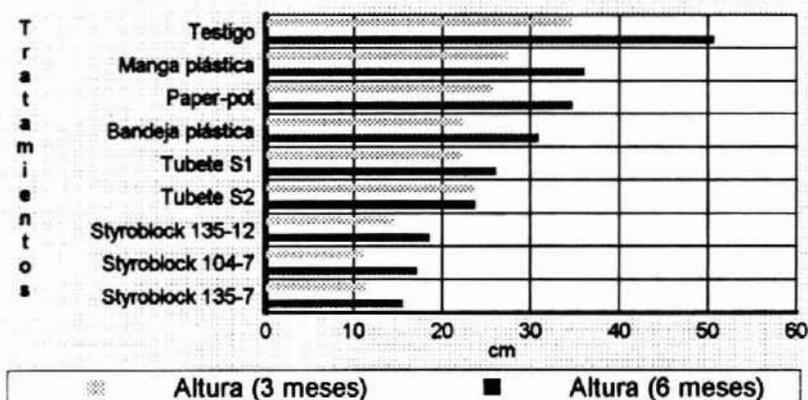


Figura N° 2. PROMEDIO EN ALTURA POR TRATAMIENTO PARA LOS CONTROLES A LOS 3 Y 6 MESES

De forma similar al anterior se comporta la altura. Se forman los tres grupos. Sin embargo el comportamiento de esta variable con respecto al volumen de sustrato es más bien proporcional, a excepción del testigo (bolsa plástica).

De acuerdo a los gráficos 1 y 2, se visualiza que las proporciones entre estas dos variables son las mismas en todos los tratamientos a excepción del tubete con espaciamento uno por medio (S2), donde la relación se invierte.

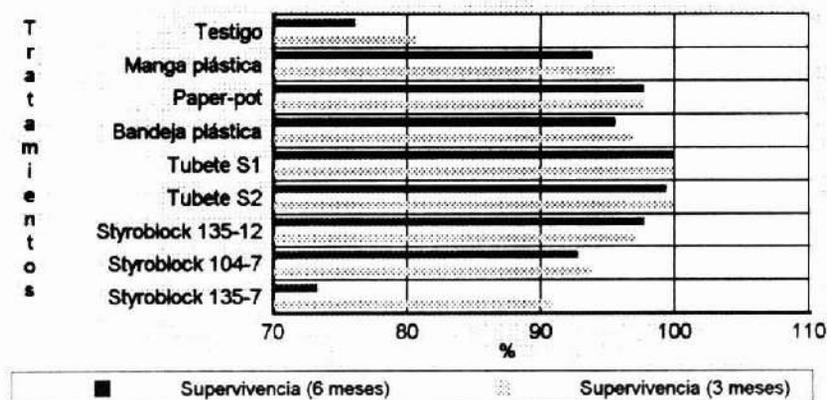


Figura N° 3. PROMEDIO DE SUPERVIVENCIA POR TRATAMIENTO EN CONTROLES A LOS 3 Y 6 MESES

Con la variable supervivencia se forman dos grupos bien definidos: el testigo y el styroblock 135-7 con un nivel entre los 70 y 80% y el resto de los contenedores, con supervivencias que fluctúan entre 90 y 100%

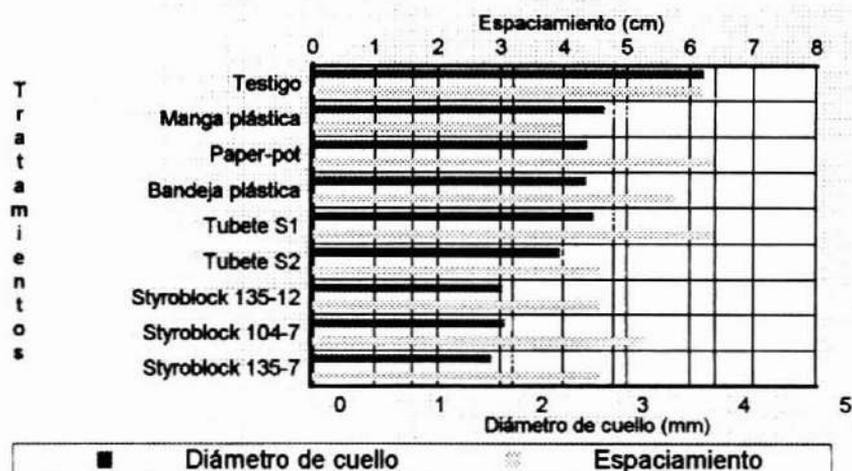


Figura N° 4. RELACION ESPACIAMIENTO ENTRE PLANTAS Y DIAMETRO DE CUELLO POR TRATAMIENTO.

La tendencia general es que a mayor espaciamiento exista un mayor crecimiento en diámetro, sin embargo en la manga plástica a pesar de tener el menor espaciamiento su diámetro de cuello es uno de los más altos. Esto se debería a la influencia que tiene también el volumen de sustrato.

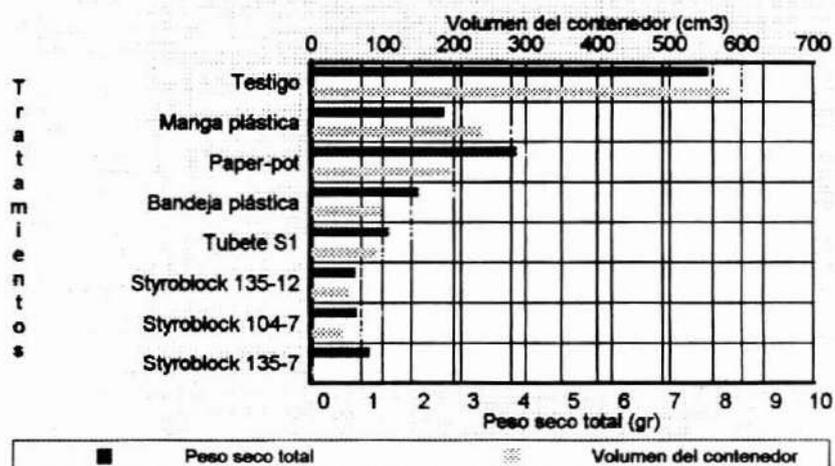


Figura N° 5. RELACION PESO SECO TOTAL Y VOLUMEN DE SUSTRATO POR TRATAMIENTO

Cabe destacar el peso seco aéreo generado por el paper-pot. A pesar de tener menor volumen de sustrato que la manga plástica presenta un mayor valor de la variable presentada.

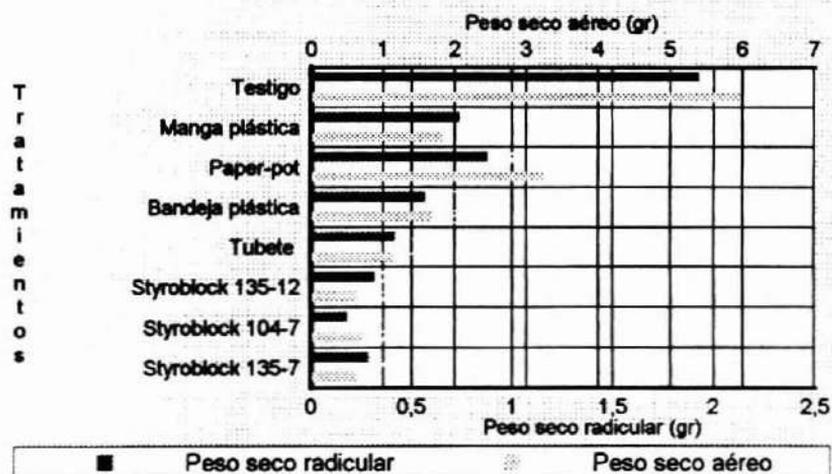


Figura N° 6. RELACION PESO SECO AEREO Y PESO RADICULAR POR TRATAMIENTO

Si se relacionan las variables de peso seco se observa que el paper-pot se destaca también en el peso seco radicular, siendo mayor que en la manga plástica, sin embargo no en igual proporción que el peso seco aéreo.

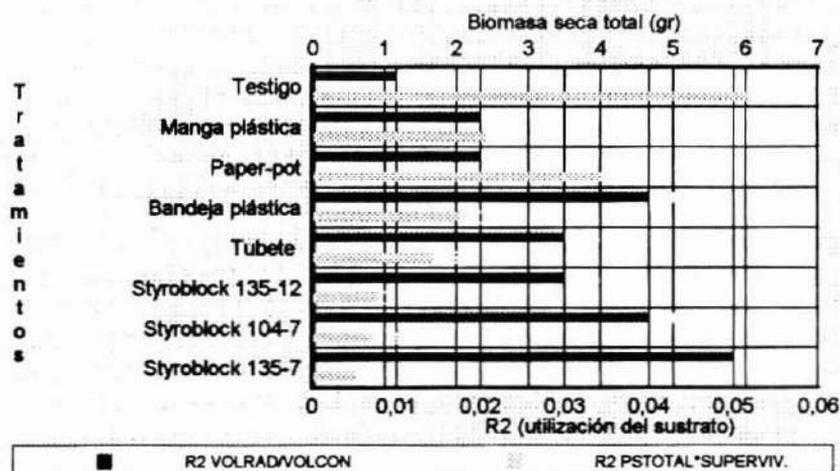


Figura N° 7. RELACION R2 (INDICE DE UTILIZACION DEL SUSTRATO) Y BIOMASA SECA TOTAL POR TRATAMIENTO

El índice de utilización del sustrato (R2) se relaciona en forma inversamente proporcional al volumen del sustrato y la biomasa seca total en forma directa.

## ANALISIS DE RESULTADOS

Al observar los resultados se aprecia una relación directa entre volúmenes de sustrato del contenedor con altura y diámetro de cuello de las plantas. A mayor volumen del recipiente las variables cuantitativas son mayores. Esto no quiere decir que el contenedor que produce la planta más grande sea el más

apropiado.

De Barros et al. (1978) estiman después de ensayar varios tipos de recipientes, que las plantas con baja tasa de crecimiento en el vivero presentaron elevadas tasas de crecimiento en terreno hasta llegar a igualar el crecimiento de aquellas plantas producidas en recipientes de mayor volumen. Por otra parte, Aguiar y Mello (1974) concluyeron que el tipo de recipiente que ensayaron no influye en el porcentaje de plantas aprovechables en el vivero y tampoco influye en el prendimiento de la plantación en el campo. Ante estas observaciones tendrían gran importancia las variables cualitativas, especialmente en lo que se refiere a formación del sistema radicular.

Es difícil definir una planta ideal ya que según algunos estudios el resultado en el campo es similar para diferentes tipos de contenedores por lo que la decisión de usar uno u otro sistema dependerá de consideraciones cualitativas y aspectos prácticos de la producción de plantas, como son: costos, superficie útil, mecanización, etc. Se puede decir que la respuesta en terreno dependerá en gran medida de las condiciones que tenga la planta, en lo que se refiere a preparación de sitio, control de competencia, fertilización, entre otros.

Se observa una tendencia en el sentido que los tratamientos con igual o similar volumen, pero con mayor espaciamiento presentan un mayor diámetro de cuello, es el caso de los tratamientos con tubetes con dos espaciamientos y bandejas de poliestireno de 135 y 104 cavidades (Styroblock). Schmidt- (1984), determinó que plantas con mayores espaciamientos en vivero tiene mayor diámetro de cuello y en plantaciones a los 12 años las plantas provenientes de espaciamientos medios y altos tuvieron un crecimiento de 12 % más que las plantas provenientes de espaciamiento menor.

Sin embargo es preciso determinar el volumen de sustrato óptimo que permita obtener una planta de buena calidad y que tenga éxito en terreno en cuanto a crecimiento y supervivencia.

La supervivencia tiene un comportamiento distinto al de las variables cualitativas, a pesar de que la mortalidad es baja en todos los tratamientos, en el caso del testigo es alta. Esto puede explicarse por el crecimiento acelerado que tienen estas plantas, produciéndose, en poco tiempo, una gran competencia y con ello se provoca la muerte de las plantas suprimidas. Este problema se evita, en parte, con los movimientos de plantas que se realizan en este sistema de producción, en el cual periódicamente se hacen agrupaciones de las plantas por tamaño.

El análisis estadístico refleja también una alta dispersión de las variables a excepción de la supervivencia anteriormente referida. Además cabe hacer notar que todas las variables analizadas presentan diferencias significativas para cada tratamiento.

A pesar de que hay una clara tendencia a que los contenedores de mayor volumen generen plantas más desarrolladas, todos los contenedores tienen ventajas y desventajas, las que serán señaladas a continuación de acuerdo a una ordenación de los contenedores de menor a mayor volumen de sustrato.

### **Styroblock 135-7**

Bandeja con 135 cavidades de 45 cm<sup>3</sup> cada una (Styroblock 135-7). En este sistema se obtuvieron plantas muy pequeñas en altura y diámetro, pero sin embargo es el que tiene un mayor volumen de raíces en relación al volumen del contenedor. Dado el escaso volumen de sustrato es preciso tener especial cuidado en el régimen de riego y fertilización. Este tamaño de contenedor no es apropiado para zonas áridas y semiáridas.

En general el sistema de bandeja presenta el inconveniente de que no se pueden mover plantas dentro de la bandeja para seleccionar por tamaños o calidades durante la etapa de producción. Pero por otro lado los sistemas de bandeja facilitan la mecanización de un vivero.

En la bandeja Styroblock 135-7 se observa una alta mortalidad, lo que posiblemente se debe a que plantas muy pequeñas fueron más afectadas por las heladas que ocurrieron en el transcurso del ensayo en el vivero.

### **Styroblock 104-7**

Bandeja con 104 cavidades con 55 cm<sup>3</sup> de volumen cada una, levemente superior al anterior. Se aprecia en esta bandeja el efecto de mayor espaciamento, el cual presenta un aumento en diámetro.

Al igual que todas las bandejas presenta un sistema radicular bien formado y no se aprecia ningún tipo de enrollamiento de raíces.



## Styroblock 135-12

Sistema de bandeja de 135 cavidades y un volumen aproximado de 75 cm<sup>3</sup>. A pesar del mayor volumen que presenta esta bandeja respecto del modelo anterior no se observa un crecimiento sustancialmente mayor lo que estaría influenciado por el espaciamiento menor de esta bandeja.

En los tres sistemas de bandeja de poliestireno se observa una gran adherencia entre la raíz y la bandeja lo que dificulta la extracción de las plantas. Este problema se ha solucionado aplicando sales de cobre (Plazdip con oxocup) antes de llenar las bandejas con el sustrato.

De acuerdo a la utilización que se ha hecho de este sistema de bandeja, su duración no es más de tres temporadas. Sufre un continuo deterioro por los rayos solares. Este problema pudiera subsanarse, con la utilización de poliestireno de mayor densidad para la fabricación de las bandejas, o por uso exclusivo en invernadero donde las condiciones ambientales pueden ser controladas.

## Tubete

Permite un manejo individual de las plantas. Además al igual que los otros sistemas de bandejas, en él se produce una poda automática de las raíces con lo que se obtiene un abundante sistema radicular.

En los dos espaciamentos que se usaron se obtuvieron plantas de buen tamaño, pero hay diferencias de altura y diámetro a primera vista entre los dos sistemas, sin embargo no se producen, estadísticamente, diferencias significativas.

El mayor espaciamiento favorece el crecimiento en diámetro, característica deseable para el éxito de la plantación.

En general en este sistema no se aprecia un enrollamiento de raíces dentro del contenedor, ni tampoco penetración de estas en otras cavidades.

En cuanto a desventajas puede señalarse que la instalación del sistema en

malla empotrada en altura, aumenta los costos de cada tubete en aproximadamente un 65%, sin embargo este costo se constituye sólo en una inversión inicial y el sistema pasa a ser reutilizable por más de 6 temporadas. Dada esta última característica es un sistema muy interesante para viveros permanentes de alta producción.

### **Bandeja plástica**

Bandejas de 96 cavidades de 100 cm<sup>3</sup> cada una. Se obtuvieron plantas de buena calidad en altura y diámetro, pero presentan menor diámetro que las plantas en tubete con espaciado mayor.

No se aprecia espiralamiento de raíces ni penetración de las mismas en el contenedor. Al igual que los otros sistemas de bandeja, no permite el movimiento de plantas dentro de la bandeja durante la producción.

Las variables medidas no presentan diferencias significativas con la manga plástica, por lo que su volumen de sustrato pasa a ser interesante con respecto a este contenedor que requiere 240 cm<sup>3</sup> de sustrato, sin embargo una desventaja importante es su alto costo, ya que actualmente no se produce en Chile.

La mortalidad es baja, similar al resto de los contenedores.

### **Paper - Pot**

Sistema no reutilizable, que durante la producción no permite un manejo individual de plantas.

Su mayor volumen de sustrato, 196 cm<sup>3</sup>, refleja mayores crecimientos.

Se observa un cierto grado de espiralamiento, ya que el largo de las raíces es mayor que el contenedor, además por ser de papel hay penetración de raíces en el contenedor. Sin embargo es muy utilizado como contenedor para el estaquillado de **Eucalyptus globulus** en España. Debido principalmente a que la permanencia de la planta es corta (3 meses aproximadamente) no se

manifiestan los problemas de deformación anteriormente mencionados, además se constituye en un contenedor de fácil adquisición y bajo costo en ese país.

Para permitir un buen funcionamiento de este sistema se debe usar una bandeja de soporte que permite una manipulación mayor durante la producción.

Su gran desventaja la constituye el no ser reutilizable y su alto costo, además de no ser de adquisición directa en Chile.

### **Manga plástica**

Manga de polietileno que tiene un efecto similar al paper-pot, pero por ser individual se pueden seleccionar y separar plantas durante la producción.

En este sistema se obtuvieron plantas de buena calidad, con una baja mortalidad.

No se observa espiralamiento de raíces, debido principalmente a que presenta una sección cuadrada que permite que las raíces se dirijan por sus vértices.

Es de adquisición en el país y se vende como manga continua de polietileno transparente de 0,4 mm de espesor, por lo tanto permite manejar el largo de la manga. Para este ensayo se utilizaron mangas de 15 cm de largo y ancho de 4 cm de lado, lo que constituye aproximadamente 240 cm<sup>3</sup> de volumen de sustrato.

Este contenedor constituye una alternativa muy viable para pequeños propietarios por su costo y factibilidad de reutilización, pero requiere un soporte en altura para favorecer la poda natural de las raíces.

### **Testigo**

La bolsa de polietileno de 10 x 20 cm. con un volumen de sustrato de 583 cm<sup>3</sup>, es el sistema tradicional de producción de plantas en muchos de los

viveros de baja producción de Chile.

Como se dijo anteriormente, en el testigo todas las variables analizadas tienen su máxima expresión excepto la supervivencia que es menor, por las razones antes expuestas. Ahora si se analiza específicamente el peso total del contenedor conduce a tomar en cuenta el aspecto de volumen de sustrato, el cual es bastante alto y tiene incidencia directa en los costos, se requiere remover una gran cantidad de tierra de hojas, la que además de ser de alto costo y difícil adquisición se constituye en un recurso limitado que es preciso proteger para la conservación del suelo y el bosque. Otra incidencia directa que tiene este contenedor en los costos es el flete, tanto por el peso como por el volumen ocupado. Al respecto, el transporte se encarece aproximadamente en un 723% con respecto a un contenedor de menor capacidad volumétrica como: styroblock, tubete o bandeja plástica. Es así como en un metro cúbico se pueden transportar 321 plantas producidas en bolsa plástica o 2708 plantas producidas en cualquiera de los otros contenedores de menor capacidad volumétrica. Este aspecto del sustrato se agrava cuando es evidente que la utilización de él por el sistema radicular de la planta, producida en bolsa plástica, es sólo un 1% (de acuerdo a R2).

Si bien este sistema es el más usado en los viveros de baja producción (particulares y pequeños propietarios) en Chile, se observan algunos inconvenientes, lo que hace pensar en el uso de otro tipo de contenedor.

Por su forma favorece el espiralamiento de raíces lo que se aprecia en el índice R6. Si las raíces no salen por los orificios de drenaje, estas crecen enrolladas en el fondo de la bolsa. Esta característica constituye una gran desventaja, puesto que conduce a la estrangulación y torcedura del cuello de la planta, mal formación que persiste en la plantación. Al respecto se han detectado, en ensayos del Instituto Forestal, árboles volteados por el viento que mantienen la característica de espiralamiento, reduciendo significativamente la capacidad de sostén mecánico del sistema radicular.

Por otro lado este sistema por su peso debe mantenerse en el suelo. Si hay salida de las raíces por los orificios de drenaje estas se desarrollarán vigorosamente fuera de la bolsa. Para evitar este problema se debe estar moviendo continuamente las bolsas durante la producción para podar raíces, labor que tiene un alto costo asociado. Por el alto volumen de este contenedor y su difícil mecanización, este sistema no permite un adecuado control del crecimiento de las plantas.

Sin embargo, en relación a cualquier otro contenedor su costo es el más

bajo, pero es necesario identificar una serie de costos ocultos como: sustrato, mantención y transporte, los que encarecen sustancialmente el sistema de producción, incluso para su utilización en una temporada.

Este estudio preliminar ha identificado las variables a evaluar en la decisión de qué contenedor usar y la necesidad de abordar futuros estudios que asocien los costos de producción y la calidad de planta, situando para cada usuario una relación de compromiso entre su capacidad financiera y la calidad de las plantas a obtener para la consecución de sus objetivos.

Posteriormente será de importancia la evaluación del comportamiento en terreno de éstas plantas, según los tratamientos, al menos por los dos primeros años.

## **CONCLUSIONES**

1.- El desarrollo de las plantas en cuanto a altura y diámetro es directamente proporcional al volumen del sustrato.

2.- El testigo (bolsa plástica) presenta el mayor espiralamiento de raíces.

3.- Los tratamientos con mayor y menor volumen de sustrato, bolsa plástica y styroblock 135-7, respectivamente, presentan supervivencias notoriamente inferiores al resto de los tratamientos, a los 3 y 6 meses de control.

4.- Tratamientos con igual o similar volumen de sustrato, presentan mayores diámetros de cuello en los espaciamientos más altos.

5.- El índice de utilización de sustrato es inversamente proporcional al volumen de sustrato.

6.- El testigo presenta los mayores parámetros de crecimiento a la vez que se hace muy difícil el control de éstos debido a que no permite la mecanización del sistema de producción.

7.- La elección del mejor contenedor está relacionada tanto con la capacidad financiera como con los niveles de producción del vivero.

## REFERENCIAS

- Aguiar I.B.; Mello H.A.**; 1974. Influencia do recipiente na Produção de mudas e no desenvolvimento inicial apos o plantio no campo, de **Eucalyptus grandis** Hill ex Maiden **E.saligna** Smith. IPEF N° 8 pág 19-46.
- Aguiar I. B.; Valiengo S.; Ariovalo D.; Corradini L.; Fernandez S.** 1989. Seleção de componentes de substrato para produção de mudas de eucalipto em tubetes. IPEF, Piracicaba, 41/42, pág. 36-43.
- Brasil U.M; Simões J.W; Speltz.** 1972. Tamanho adequado dos Tubetes de papel na Formacao de mudas de Eucalypto IPEF - Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, N°4, Piracicaba. Pág 29-38.
- Cunningham, M. y Geary, T.** 1989. The influence of container dimensions on the growth of **Eucalyptus camaldulensis** Dehn. seedlings and rooted cuttings. Commonwealth Forestry Review. 68:1, 45-55.
- Da Silva, H. Lima, P.** 1985. Tipos de macetas para producción de plantas de Algarrobo. Segundo encuentro regional CIID américa latina y El Caribe, INFOR, Santiago, Chile.
- De Barros N.F.; Brandi R.M.; Couto L.; Cerqueria G.** 1978. Efeitos de recipientes na sobrevivencia e no crescimento de mudas de **Eucalyptus grandis**. Whill ex Maiden, no viveiro e no campo. Revista árvore Vol 2, Dezembro de 1978. N 2 pág. 141-150.
- INFOR-CORFO.** 1991. Estadísticas forestales 1990. Boletín estadístico N° 21, Santiago, Chile.
- Simões, J.**1987. Problemática da producao de mudas em essencias florestais. IDEF, Piracicaba 4(13), pág 1 - 29.
- Schmidt H.V.** 1984. Morpho - Physiological Quality of Forest Tree Seedlings: The present International Status of Research. Methods of Production and Quality Control of Forest Seeds and Seedlings. Pág 366-378.

# CARACTERIZACION DENDROLOGICA DE LAS ESPECIES LEÑOSAS DEL FUNDO ESCUADRON CONCEPCION, CHILE (\*)

Percy A. Zevallos Pollito (\*\*)  
Oscar R. Matthei Jensen (\*\*\*)

## RESUMEN

*Se presenta el estudio de caracterización dendrológica de las especies leñosas del bosque nativo del Fundo Escuadrón ubicado en la Comuna de Coronel, Región del Bío-Bío, Chile.*

*En base a las características de las estructuras vegetativas se realizó la determinación, descripción e ilustración de 25 especies arbóreas y arbustivas, correspondientes a 25 géneros y 19 familias botánicas.*

## ABSTRACT

*This paper presents a dendrological study of trees and shrubs in a native forest at Escuadrón Farm, located in the Comuna of Coronel, Región del Bío-Bío, Chile.*

*Based on the description of the vegetative structures, the botanical identification and characteristics were made and illustrated for 25 species. These species belong to 25 genera and 19 botanical families.*

(\*) Estudio financiado por la Red Latinoamericana de Botánica.

(\*\*) Ingeniero Forestal: Profesor de Dendrología y Recursos Naturales del Perú de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria la Molina, Apartado Postal 456 Lima, Perú.

(\*\*\*) Doctor, Profesor de Botánica de la Facultad de Ciencias Biológicas y de Recursos Naturales de la Universidad de Concepción, Casilla 2407, Apartado 10 Concepción, Chile.

## INTRODUCCION

Los bosques nativos de la Región Bío-Bío han sido víctimas de una tala irracional e indiscriminada, debido mayormente al madereo, ampliación de la frontera agropecuaria y, en las últimas décadas, a la reforestación con especies exóticas.

El proceso destructivo ha sido tan rápido que, aún a mediados de este siglo se podían encontrar grandes extensiones boscosas (Rodríguez et al. 1983). Situación que ha puesto en amenaza o peligro a muchas de las especies que conforman estas masas vegetales.

La identidad botánica de las especies leñosas de los bosques es en muchos casos desconocida, debido principalmente a la falta de estudios taxonómicos, que no han permitido la realización de otros trabajos básicos de cuantificación y análisis ecológicos que conlleven a la conservación del recurso (CONAF, 1989).

El presente estudio de caracterización dendrológica de los bosques nativos del Fundo Escuadrón busca incrementar la información botánica de dichas especies, con el fin de tener bases para otros trabajos de conservación o protección.

Al concluir el trabajo se comprobó la presencia de 25 especies forestales, correspondientes a 25 géneros y a 19 familias botánicas. Estas fueron caracterizadas dendrológicamente y descritas, elaborandose además dibujos con sus órganos vegetativos.

## ASPECTOS GENERALES

### Ubicación y Extensión

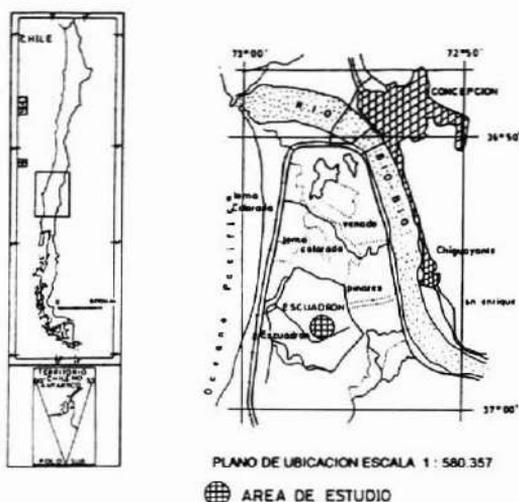
El área de estudio corresponde al fundo Escuadrón, en la Comuna de Coronel, Provincia de Concepción de la Región del Bío-Bío. Geográficamente

se encuentra entre las coordenadas  $72^{\circ} 53' 08''$  y  $72^{\circ} 59' 09''$  longitud oeste, y  $36^{\circ} 56' 29''$  y  $36^{\circ} 58' 47''$  latitud sur (Figura N° 1).

La superficie del bosque nativo incluido es de 231 ha.

## Geología y Fisiografía

Las rocas más antiguas estudiadas para el área, corresponden a rocas metamórficas de la serie oriental y occidental del basamento metamórfico, asignado al pre-cámbrico de la era geológica del Paleozoico.



**Figura N° 1 UBICACION DEL FUNDO ESCUADRON**

La unidad fisiográfica está constituida por la Cordillera de Nahuelbuta, que en Escudrón llega a alcanzar los 500 msnm, con valles profundos que han construido una barrera importante contra la destrucción de los bosques nativos. Su uso está reservado a la protección de cuencas (Instituto de Investigaciones Geológicas, 1981; Instituto Geográfico Militar, 1981; Universidad Católica de Chile, 1976).

## Clima

Clima mediterráneo donde el régimen de lluvias se presenta en la época más fría (Quintanilla 1985). La temperatura media anual observada para el Fundo Escuadrón es de 11,9°C, siendo los extremos medios de 7,6°C la mínima y 15,5°C la máxima. La precipitación total anual para un período de 10 años es de 887,5 mm, siendo los meses de invierno (junio, julio y agosto) donde se presentan los máximos valores (Forestal Mininco S.A., 1991). Es necesario anotar la presencia frecuente de nieblas oceánicas en la estación invernal.

## Suelos

Los suelos de la zona se han desarrollado sobre esquistos a partir de rocas graníticas o dioríticas, normalmente en quebradas con pendientes pronunciadas y superficies intermedias, lo que los hace susceptibles a la erosión.

Se trata de suelos de color pardo rojizo oscuro, de textura franco-arcillo-arenosa, con grava fina, con pH de 6,6 a ligeramente ácido y con escasa materia orgánica (Rovira, 1982).

## Vegetación

Se puede indicar que la vegetación de los bosques nativos del Fundo Escuadrón, de acuerdo con Pisano, citado por Fuenzalida (1965), y a base de observaciones de campo, está conformada por: arrayán (*Luma apiculata*), avellanillo (*Lomatia dentata*), avellano (*Gevuina avellana*), canelo (*Drimys winteri*), copihue (*Lapageria rosea*), hualle (*Nothofagus obliqua*), laurel (*Laurelia sempervirens*), lingue (*Persea lingue*), olivillo (*Aextoxicon punctatum*), palo santo (*Weinmannia trichosperma*), peumo (*Cryptocarya alba*), quila (*Chusquea quila*), ulmo (*Eucryphia cordifolia*), entre otras especies.

Respecto a la vegetación exótica, está conformada por plantaciones de pino

(*Pinus radiata*) invadida normalmente con retamilla (*Teline monspessulana*).

## Aspectos de Conservación

Dadas las condiciones fisiográficas y edáficas del área donde se desarrolla el bosque nativo estudiado, la Corporación Nacional Forestal lo clasifica como bosque de protección, cuya cubierta arbórea protege los cursos de agua y la erosión de los suelos (Espejo, 1991).

## METODOLOGIA

### Trabajo de Precampo

Este trabajo consistió en hacer una revisión exhaustiva de toda la bibliografía existente de las especies vegetales que se podían encontrar para la zona de trabajo (Rodríguez et al. 1983; Hoffmann, 1980 y 1982; Muñoz, 1959 y 1973, entre otros) y en la confección del descriptor de características vegetativas de árboles y arbustos que a continuación se describe (Anexo N° 1 Terminología Dendrológica).

#### Nomenclatura:

- Nombre científico
- Familia botánica
- Nombre popular (de la zona)

#### Descripción botánica:

#### Hábito:

- Arbóreo o arbustivo
- Diámetro y altura
- Tipo de ramificación: monopodial o simpodial

- Forma del tronco: cilíndrico, cónico, abombado o irregular

**Corteza externa:**

- Color
- Apariencia: lisa, lenticelar o fisurada
- Ritidoma: papiráceo, suberoso, coriáceo, leñoso, escamoso o en placas.
- Otros: anillos, aristas, nudos, espinas o aguijones

**Corteza interna:**

- Color
- Olor
- Sabor
- Textura: arenosa, astillosa, fibrosa, laminar y esponjosa o suberosa

**Hojas:**

- Persistencia
- Tipo
- Disposición
- Presencia de estípulas
- Forma
- Apice
- Base
- Pecíolo
- Borde
- Color
- Otras características

## **Trabajo de Campo**

Esta fase consistió en hacer la caracterización botánica de las partes vegetativas de las especies vegetales leñosas, en la colección del material botánico y en la toma de datos generales.

## **Trabajo de Laboratorio**

Fase que consistió en hacer el secado de las muestras botánicas, hacer las

ilustraciones de las especies encontradas, según los órganos vegetativos principalmente, y efectuar el montaje de las muestras y su determinación y descripción taxonómica.

La determinación botánica se realizó de acuerdo a la metodología de Radford (1974), la que consiste en :

- Uso de claves e identificación botánica.
  - Uso de bibliografía especializada: floras, manuales y monografías.
  - Visitas a herbarios especializados para comparar el material a identificar.
- Las muestras determinadas en el presente trabajo fueron comparadas en el Herbario del Departamento de Botánica de la Facultad de Ciencias Biológicas y Recursos Naturales de la Universidad de Concepción, Chile.
- Envío del material a especialistas en grupos taxonómicos.

## RESULTADOS

La composición florística del bosque estudiado está conformado por un total de 25 especies leñosas, de 25 géneros, pertenecientes a 19 familias botánicas, cuya descripción se da a continuación:

### 1.- *Acrisone denticulata* (Hook. et Arn.) B. Nord. ASTERACEAE

Nombre popular : Palo yegua

Arbol pequeño y arbusto de 3 a 4 m de altura y de 5 cm de diámetro.

Ampliamente ramificado y con fuste corto y recto.

Corteza externa de color plomo cenizo.

Hojas simples, generalmente caducas, alternas, sin estípulas, oblongas u abovadas, con ápice obtuso o semi-agudo, base redonda a sub-cordada, peciolo ligeramente largo y densamente pubescente, borde dentado a cremado, pinnatinervia curva, verde oscuro y áspera en el haz y blancuzca y tomentosa en el envés. Con 5 a 8 cm de ancho y 6 a 14 cm de largo.

Ramita terminal con pubescencia lanosa y blanca, sección cuadrangular, con médula blanca (Figura N° 2).

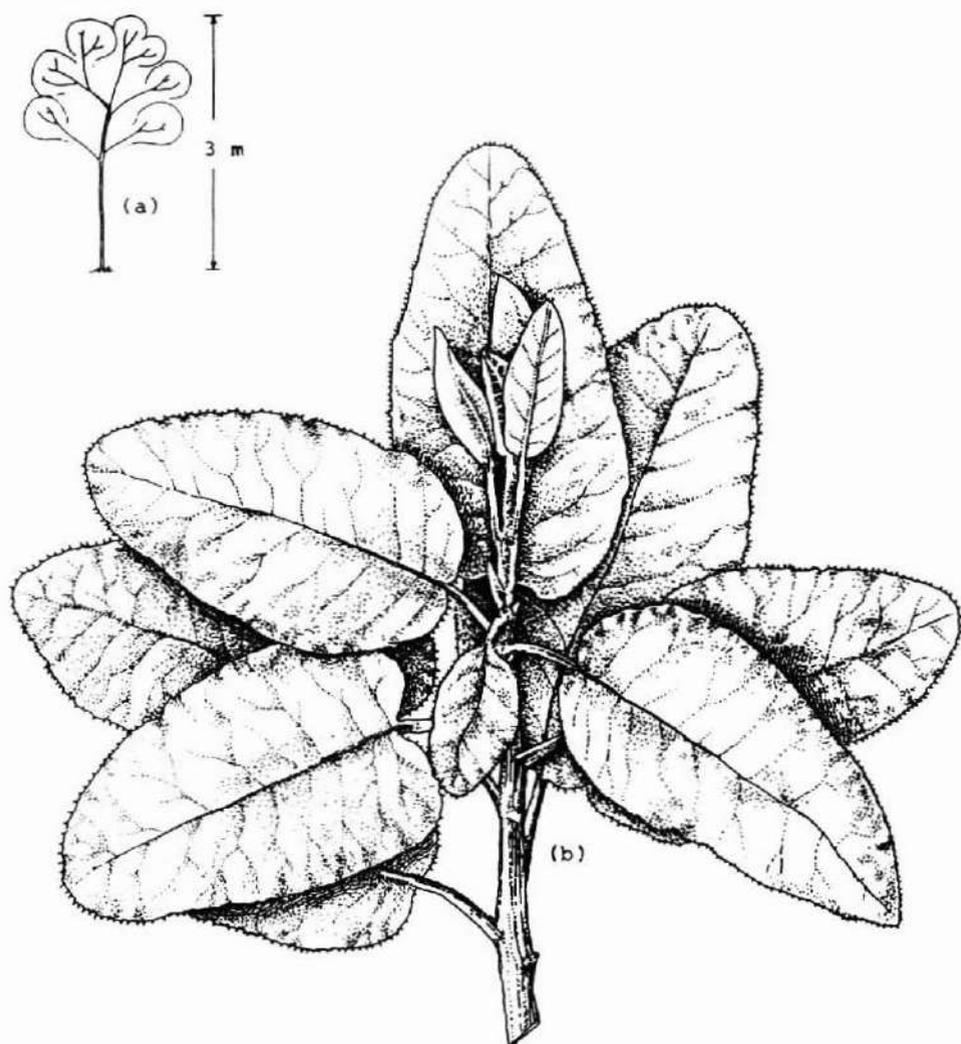


Figura N° 2. *Acrisone denticulata* (Hook. et Arn.) B. Nord.  
(a) PERFIL DEL ARBOL. (b) RAMA TERMINAL X 0,42

## 2.- *Aextoxicon punctatum* R. et P. AEXTOXICACEAE

Nombre popular: Olivillo

Arbol dominante de más de 1 m de diámetro y hasta 35 m de altura. Ramificación simpodial y copa de tipo globosa.

Fuste cilíndrico y bien formado.

Corteza externa de color cenizo, generalmente con musgo en las zonas más húmedas, ligeramente agrietada, con ritidoma que cae en placas pequeñas.

Corteza interna de color rojo carne con vetas blanquesinas verticales a manera de venas, olor y sabor característico, textura fibro - astillosa.

Madera de color blanco.

Hojas perennes, simples, alternas o subopuestas, sin estípula, oblongas u oblongo-elípticas, ápice y base agudas, peciolo corto, borde entero, verde en el haz y café claro-cenizo en el envés acompañado de punteaduras oscuras semejantes a las que se encuentran en las ramitas terminales, 1,5 a 2,5 cm de ancho y 2,5 a 5 cm de largo (Figura N° 3).

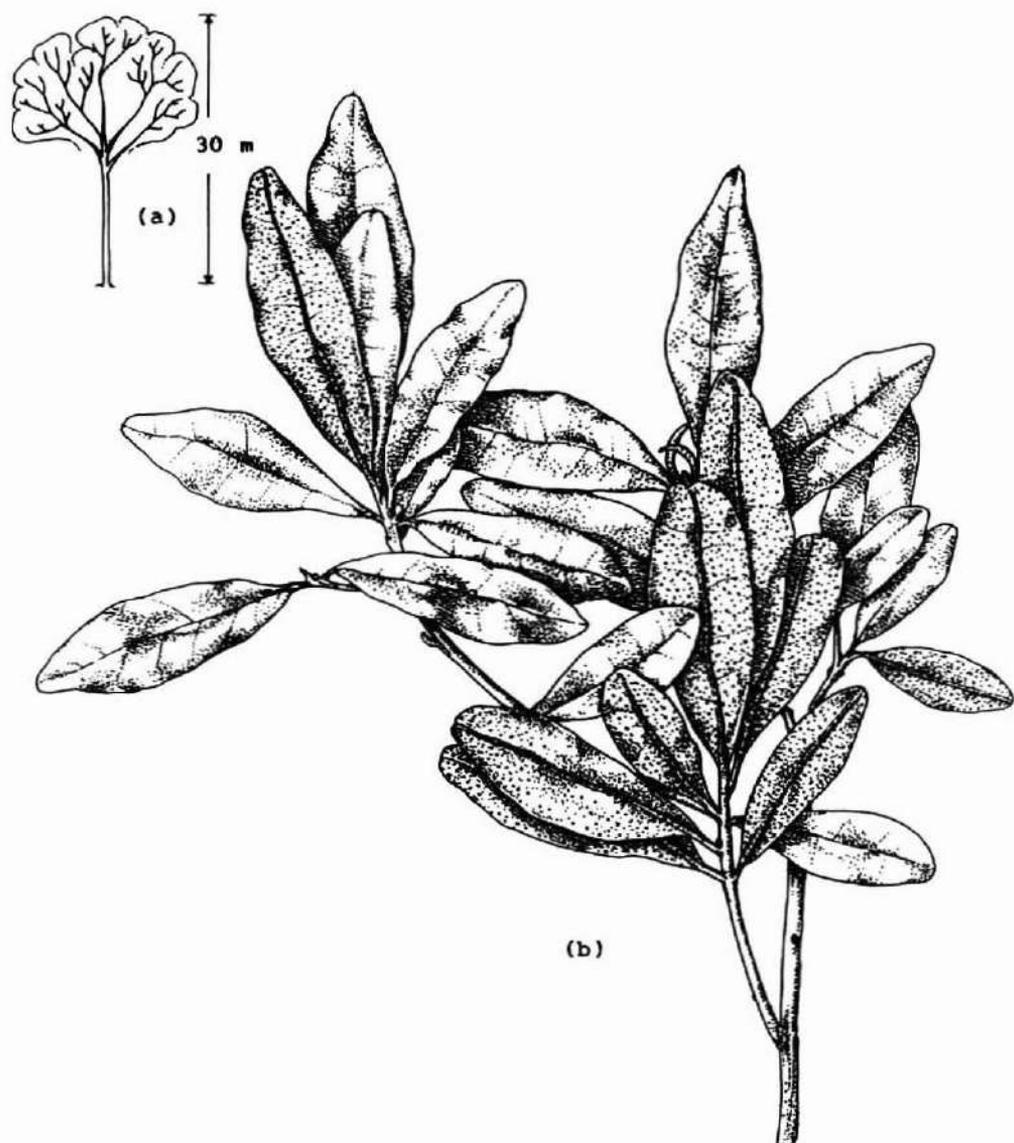


Figura N° 3. *Aextoxicon punctatum* R. et P.  
(a) PERFIL DEL ARBOL. (b) RAMA TERMINAL X 0,7

### **3.-Aristotelia chilensis (Mol.) Stuntz ELAEOCARPACEAE**

Nombre popular: Maqui

Arbol delgado de 30 a 35 cm de diámetro y hasta 10 m de altura.

Ramas bien distribuidas a lo largo de su fuste recto.

Corteza externa de color marrón-rojiza y ritidoma coráceo.

Corteza interna con textura fibrosa que al jalarla desprende fibras largas.

Hojas perennes, simples, opuestas, con estípulas, aovado-lanceoladas, ápice agudo y base redonda, peciolo pubescente generalmente rojizo al igual que la nervadura, borde aserrado, color verde en ambos lados de la lámina, 3,5 a 5 cm de ancho y de 7,5 a 11 cm de largo.

La ramita terminal de color rojizo (Figura N° 4).



Figura N° 4. *Aristolotelia chilensis* (Mol.) Stuntz  
(a) PERFIL DEL ARBOL. (b) RAMA TERMINAL X 0,47

#### 4.-Azara integrifolia R. et P. FLACOURTIACEAE

Nombre popular: Corcolén

Arbolito o árbol delgado de hasta 25 cm de diámetro y de hasta 12 m de altura. Ramas flexibles formando una copa pequeña.

Fuste recto a tortuoso.

Corteza externa marrón, con lenticelas ordenadas en forma horizontal, ligeramente fisurada.

Corteza interna blanco-amarillento, olor a nabo, ligeramente amargo, se oxida a negro al contacto con el aire después de 5 minutos del corte, textura fibro -quebradiza.

Hojas perennes, simples, alternas, con estípulas foliáceas persistentes en número de 2 ó a veces 1, aovadas, redondas o elípticas, de formas abovadas, oblongo-abovadas o elíptico-oblongas, con ápice y base aguda, peciolo pequeño, borde entero, color verde oscuro, 0,8 a 2,5 cm de ancho y 3,2 a 5,0 cm de largo.

Tallo de la ramita terminal pubescente (Figura N° 5).



Figura N° 5. *Azara integrifolia* R. et P.  
(a) PERFIL DEL ARBOL. (b) RAMA TERMINAL X 0.69

### 5.-*Citronella mucronata* (R. et P.) D.Don ICACINACREAE

Nombre popular: Naranjillo

Arbusto que alcanza hasta 5 cm de diámetro y hasta 4 m de altura.

Ramas alargadas y flexibles.

Corteza externa verde y rugosa.

Hojas perennes, simples, alternas, sin estípulas, aovadas o aovado-oblongas, ápice agudo y mucrado, base obtusa, peciolo corto y grueso, borde dentado, dientes espinulados, consistencia coreácea, verde oscuro, brillante en el haz y verde pálido en el envés, de 3 a 5 cm de ancho y de 6 a 8 cm de largo. En individuos arbóreos generalmente el borde de las hojas es entero (Rodríguez et al. 1983) (Figura Nº 6).

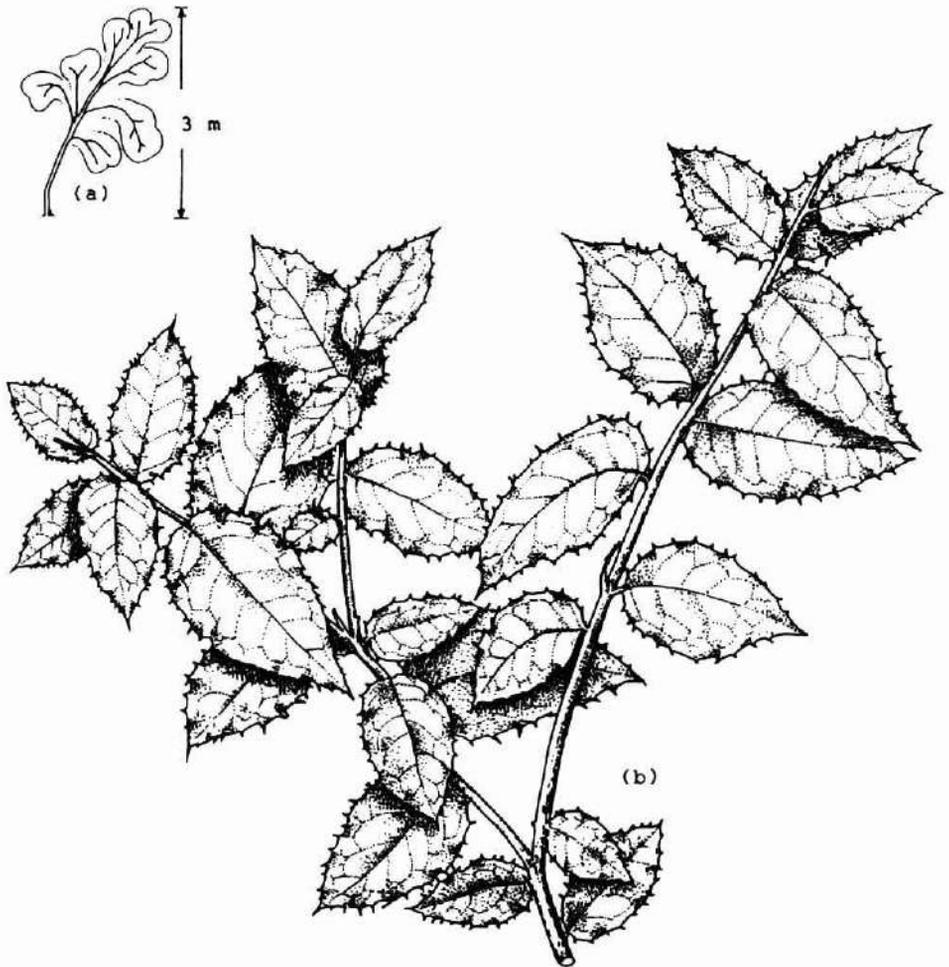


Figura N° 6. *Citronella mucronata* (R. et P.) D. Don  
(a) PERFIL DEL ARBUSTO. (b) RAMA TERMINAL X 0,32

## 6.-*Cryptocarya alba* (Mol.) Looser LAURACEAE

Nombre popular: Peumo

Arboles grandes de hasta 90 cm de diámetro y de 25 a 30 m de altura.

Ramificación simpodial, formando una copa ampliamente globosa-oblonga.

Fuste cilíndrico.

Corteza externa pardo oscuro, ligeramente fisurada y generalmente cubierto con musgo.

Corteza interna de color rojo-naranja, olor a aceite rancio y ligeramente amarga, textura lámino-fibro-arenosa.

Hojas perennes, simples alternas o subopuestas, sin estípulas, ovoido-elípticas o ovoido-oblongas, con ápice obtuso y la base redonda u obtusa, peciolo corto, borde entero ligeramente sinuado, consistencia coreácea, verde oscuro, liso y brillante en el haz y blanquecino en el envés, 2,8 a 4 cm de ancho y 6,5 a 9 cm de largo (Figura N° 7).

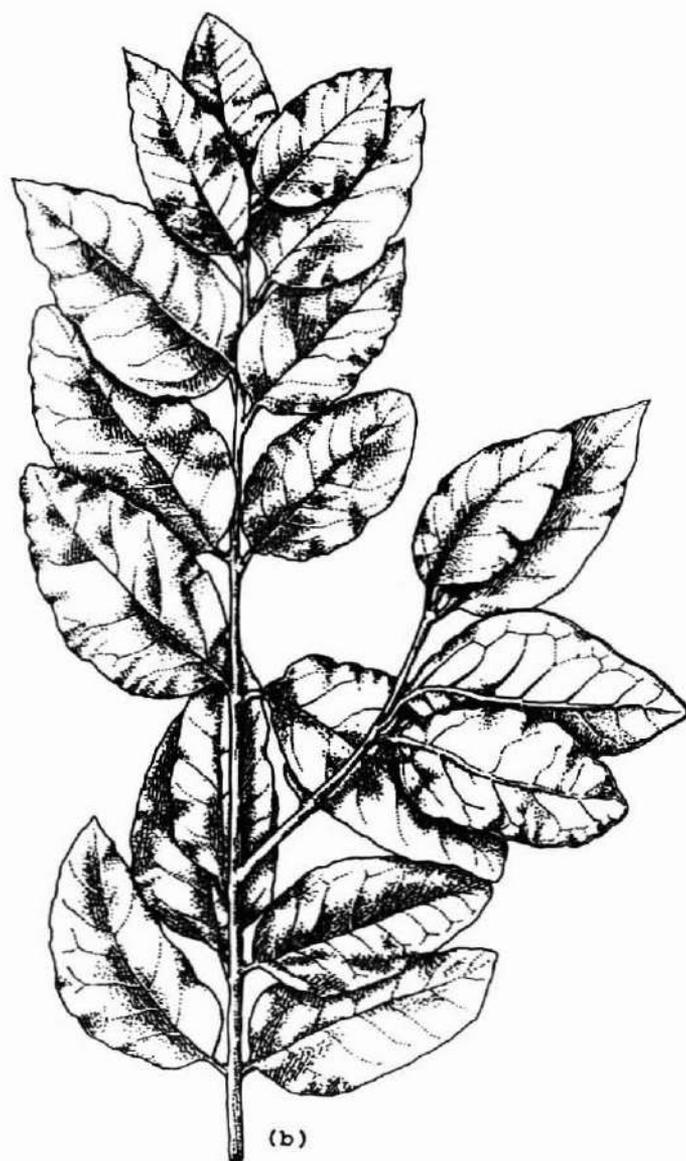
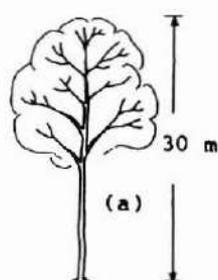


Figura N° 7. *Cruptocarya alba* (Mol.) Looser  
(a) PERFIL DEL ARBOL. (b) RAMA TERMINAL X 0,60

## 7.-*Drimys winteri* J.R. et G. Forster WINTERACEAE

Nombre popular: Canelo

Arbol de hasta 40 cm de diámetro y de 17 a 20 m de altura.

Ramificación monopodial y copa de tipo cónico.

Fuste cilíndrico.

Corteza externa de color canela, lisa a ligeramente fisurada, con cicatrices foliares en forma de anillos o semi-aristas a lo largo de todo el fuste.

Corteza interna de color ocráceo, olor característico y sabor amargo picante, textura súbero-arenosa en forma de malla.

Hojas perennes, simples, alternas, sin estípulas, abovadas a abovado-lanceoladas, ápice redondo u obtuso y base aguda, peciolo ligeramente canaliculado, nervio central prominente, verde claro en el haz y blanquesino en el envés, 2,5 a 4 cm de ancho y de 7 a 11 cm de largo.

Flores blancas en densos racimos terminales.

Fruto baya de color pardo o negro (Figura N° 8).

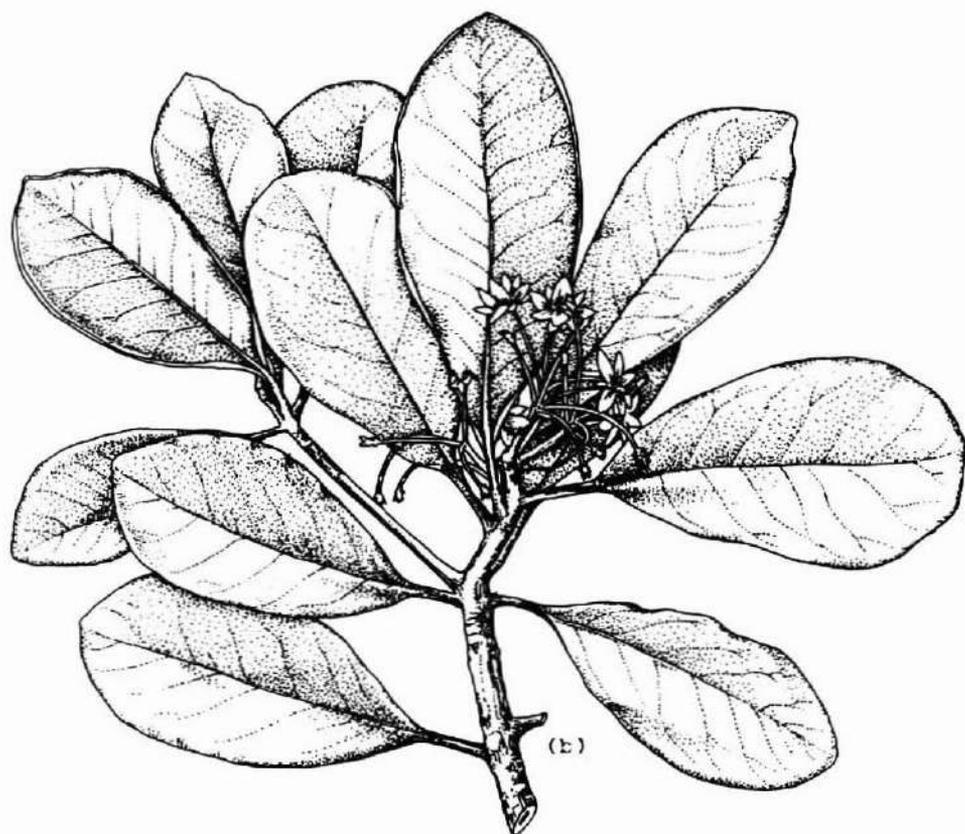
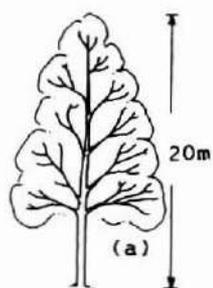


Figura N° 8. *Drimys winteri* J. R. et G. Forster  
(a) PERFIL DEL ARBOL. (b) RAMA TERMINAL X 0,49

#### 8.-*Escallonia pulverulenta* (R. et P.) Pers. SAXIFRAGACEAE

Nombre popular: Mardoño

Arbol delgado de hasta 10 cm de diámetro y 7 m de alto.

Ramas bien distribuídas desde la base, copa globoso-alargada.

Fuste cilíndrico.

Corteza externa de color castaño opaco, ligeramente fisurada, con ritidoma coréáceo que se desprende en tiras largas.

Corteza interna rojiza o medianamente roja, olor a manzana y amargo, textura fibro-arenoso quebradizo.

Hojas perennes, simples, alternas sin estípulas, elípticas o elíptico-oblongas, ápice redondo u obtuso y base obtusa, peciolo corto, pinnatinervia curva, borde aserrado, haz verde ligeramente pubescente y densamente pubescente el envés, 2 a 3,5 cm de ancho y 3 a 7 cm de largo.

Ramita terminal pubescente (Figura N° 9).

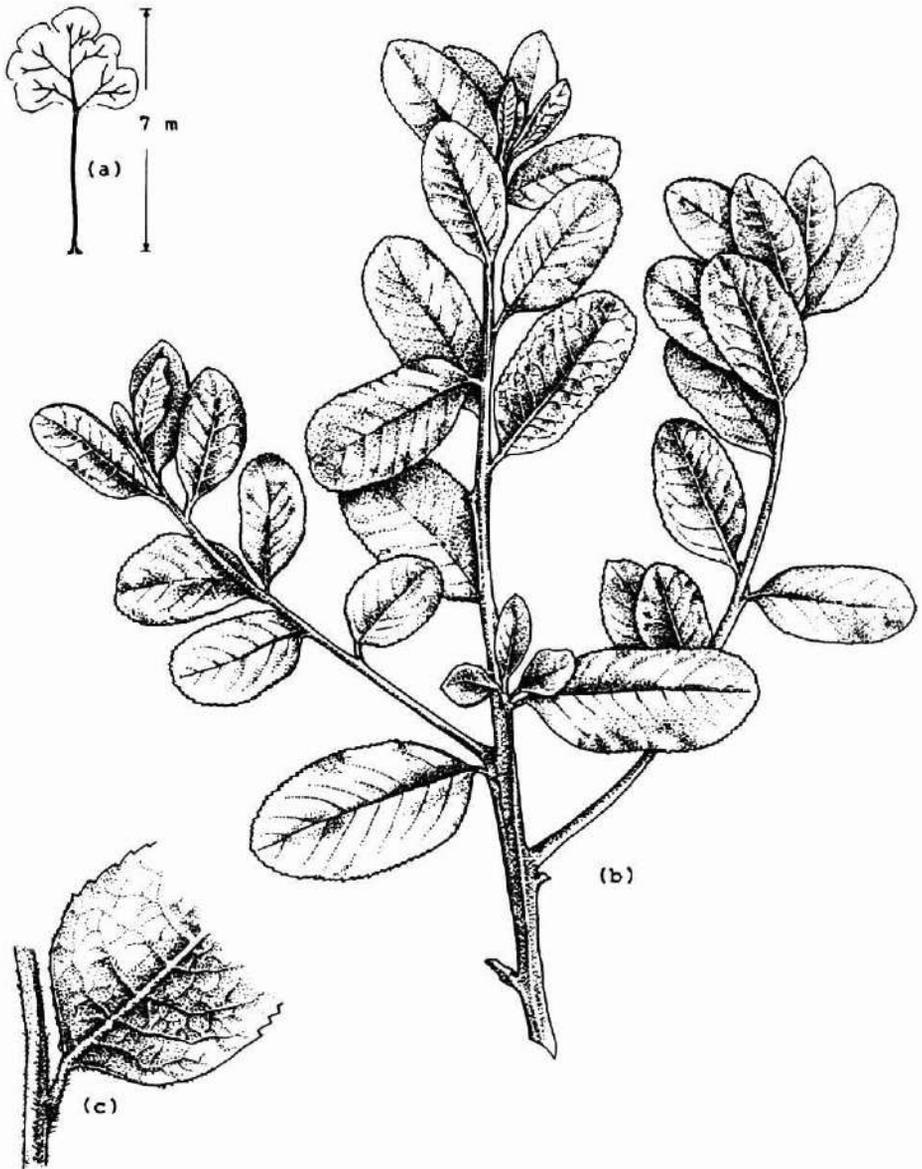


Figura N° 9. *Escallonia pulverulenta* (R. et P.) Pers.  
(a) PERFIL DEL ARBOL. (b) RAMA TERMINAL X 0,45.  
(c) DETALLE DE LA PRESENCIA DE PELOS X 2,5

## 9.-*Eucryphia cordifolia* Cav. EUCRYPHIACEAE

Nombre popular: Ulmo

Arbol dominante de más de 1 m de diámetro y de 28 a 35 m de altura.

Ramificación simpodial y copa ampliamente globosa.

Fuste cilíndrico, a veces formando raíces tabulares.

Corteza externa parda, generalmente con musgo en los lugares más húmedos, y fisurada.

Corteza interna de color rojo carne, olor característico y sabor agradable, textura fibro-arenosa, exuda una resina oleífera de consistencia fluida, de color amarillo blanquesino y de sabor ligeramente dulce.

Hojas perennes, simples, opuestas y decusadas, con estípulas pequeñas intrapeciolares, oblongas, con ápice obtuso a agudo y base cordada, peciolo corto, ligeramente pubescente, borde ligeramente aserrado, verde claro en el haz y verde-blanquesino en el envés, ligeramente pubescente, 1 a 3 cm de ancho y 2,5 a 5 cm de largo.

Flores solitarias de 4 pétalos grandes con muchos estambres.

Frutos cápsulas ovoides que se abren en varios compartimientos cuando maduran (Figura N° 10).

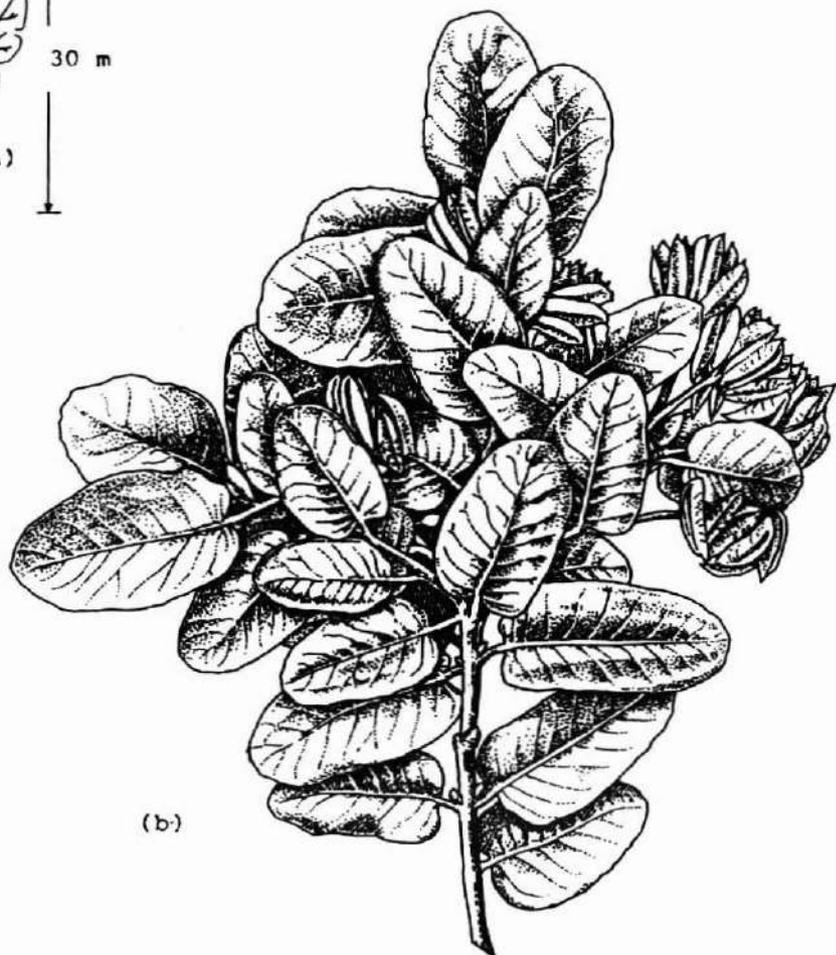
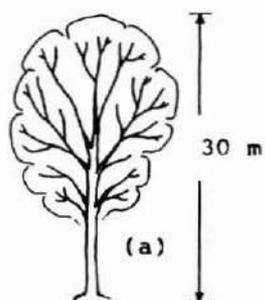


Figura N° 10. *Eucryphia cordifolia* Cav.  
(a) PERFIL DEL ARBOL. (b) RAMA TERMINAL X 0,77

## 10.-Gevuina avellana Mol. PROTEACEAE

Nombre popular: Avellano

Arbol delgado de 20 a 25 cm de diámetro y de hasta 15 m de altura.

Ampliamente ramificado.

Fuste cilíndrico.

Corteza externa pardo-cenizo.

Hojas perennes, compuestas imparipinnadas ( a veces bipinnadas), alternas, sin estípulas, con 3 a 6 pares de foliolos. Foliolos sub-opuestos, ovoides a ovoido-oblongos, con ápice obtuso o agudo y base irregular, peciolulo muy pequeño y pubescente, borde aserrado, de color verde claro en ambas caras, 3 a 6 cm de ancho y 3,5 a 11 cm de largo. El raquis de la hoja al igual que los peciolulos son densamente pubescentes (Figura N° 11).



Figura N° 11. *Gevuina avellana* Mol.  
(a) PERFIL DE ARBOL. (b) RAMA TERMINAL X 0,38

## 11.-*Kageneckia oblonga* R. et P. ROSACEAE

Nombre popular: Guayo

Arbol delgado de hasta 30 cm de diámetro y de 10 a 16 m de altura.

Ramificación simpodial con copa globosa bien conformada.

Fuste cilíndrico.

Corteza externa gris-cenizo, ligeramente fisurada y con algunos nudos a lo largo del tronco.

Corteza interna blanco cremoso con manchas o líneas oscuras, se oxida a naranja al contacto con el aire, ligeramente amarga y de olor característico, textura fibrosa quebradiza.

Hojas perennes, simples alternas con estípulas caducas, abovado-elípticas u elípticas, con ápice agudo y base atenuada a aguda, peciolo corto, borde finamente aserrado con pequeñas glándulas espinulosas y negras, color verde en el haz y blanquesino en el envés, 1,5 a 4 cm de ancho y de 5 a 10 cm de largo.

Ramita terminal con lenticelas pequeñas de color marrón rojizo.

Fruto compuesto por 5 folículos en forma radial (Figura N° 12).

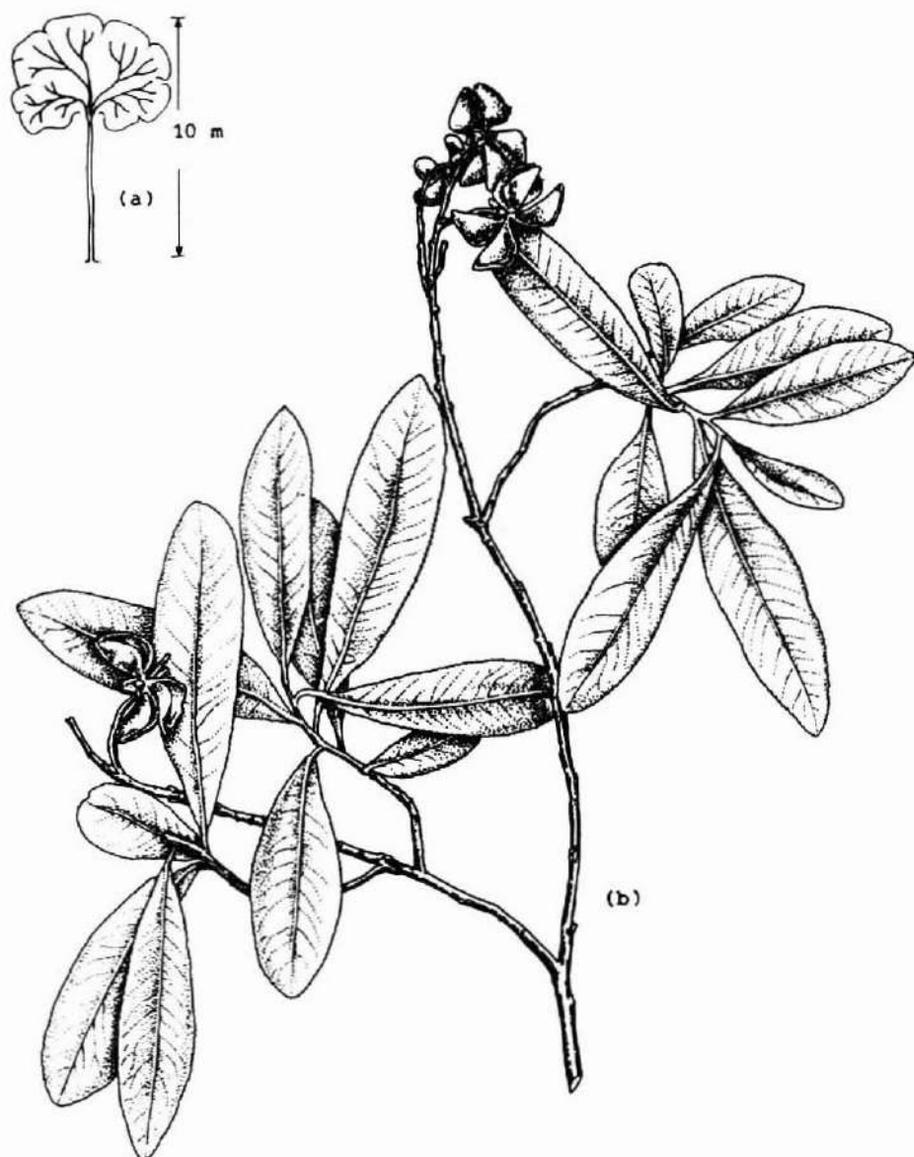


Figura N° 12. *Kageneckia oblonga* R. et P.  
(a) PERFIL DE ARBOL. (b) RAMA TERMINAL X 0,59

## 12.-*Laurelia sempervirens* (R. et P.) Tul MONIMIACEAE

Nombre popular: Laurel

Arbol dominante de más de 1 m de diámetro y de 30 a 35 m de altura.

Ramificación simpodial y copa horizontal. Fuste cilíndrico.

Corteza externa de color pardo claro, con marcas de las cicatrices dejadas por el ritidoma que se desprende en placas ovaladas e irregulares.

Corteza interna blanco-cremoso, de olor a anís y sabor dulce amargo, exuda savia amarillo - cristalina muy aromática, textura esponjo-fibrosa.

Hojas perennes, simples, opuestas, sin estípulas, elíptico-abovadas, con ápice agudo y la base atenuada, peciolo canaliculada, borde aserrado, verde claro en ambas caras, 1,5 a 3 cm de ancho y 4 a 8 cm de largo.

Tallo de ramita terminal brevemente pubescente (Figura N° 13).

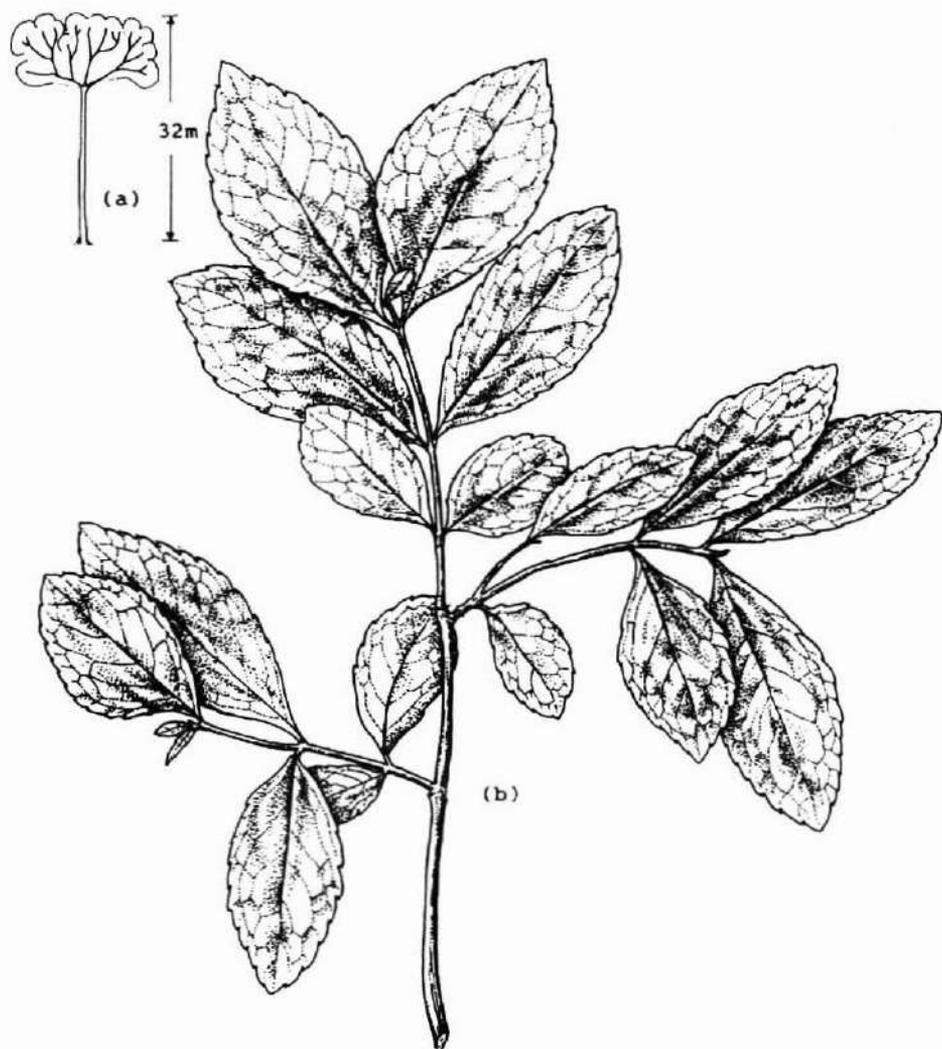


Figura N° 13. *Laurelia sempervirens* (R. et P.) Tul.  
(a) PERFIL DEL ARBOL. (b) RAMA TERMINAL X 0,58

### 13.-*Lithrea caustica* (Mol.) H. et A. ANACARDIACEAE

Nombre popular: Litre

Arbol pequeño o mediano de 10 a 20 cm de diámetro y de hasta 10 m de altura.

Ramificación ampliamente simpodial.

Fuste recto e irregular.

Corteza externa pardo canela, con anillos y nudos en todo el fuste.

Corteza interna de color rojo, olor y sabor característico, textura arenolaminar.

Hojas perennes, simples, alternas, sin estípulas, elípticas o elíptico-oblongas, con ápice agudo u obtuso y la base atenuada, peciolo corto, conspicuamente pinantinervia, recta, borde entero y ondulado, color verde amarillo, 1,8 a 3,6 cm de ancho y 4 a 7,5 cm de largo.

Frecuentemente esta especie produce al contacto con ella fuentes alergicas (Figura N° 14).

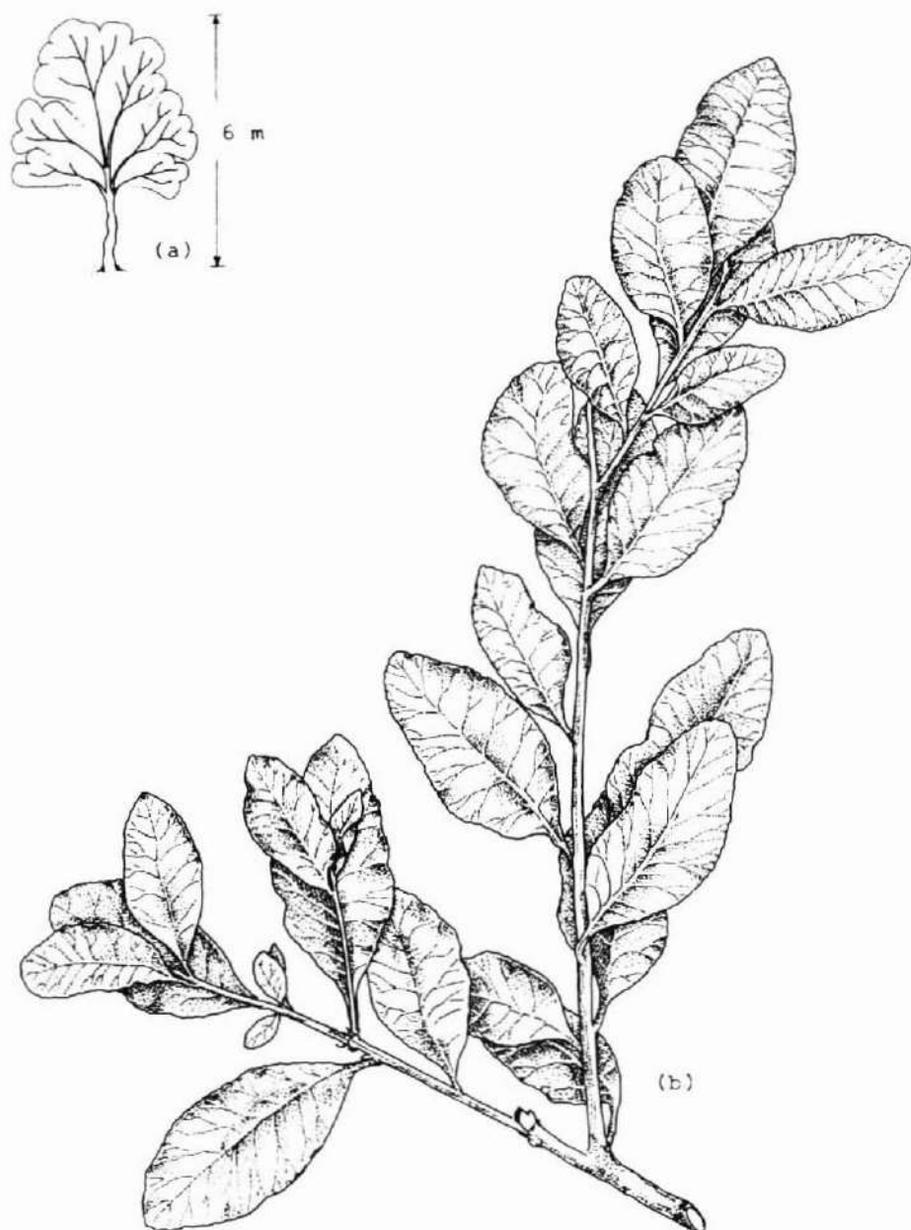


Figura Nº 14. *Lithrea caustica* (Mol.) H. et A.  
(a) PERFIL DE ARBOL. (b) RAMA TERMINAL X 0,58

#### 14.-*Lomatia dentata* (R. el P.) R. Br. PROTEACEAE

Nombre popular: Avellanillo

Arbolito delgado de hasta 20 cm de diámetro y 11 m de altura.

Ramificación simpodial, con ramas bastantes flexibles.

Corteza externa ligeramente fisurada, de color pardo-negrusco.

Hojas perennes, simples alternas, sin estípulas, oblongo-elípticas con ápice y base agudas, peciolo brevemente pubescentes y ligeramente canaliculado, borde aserrado a partir de 1/4 respecto la base, color verde claro en el haz y blanco-verde-azulino en el envés, 1,4 a 3,6 cm de ancho y 2,5 a 6,8 cm de largo (Figura N° 15).

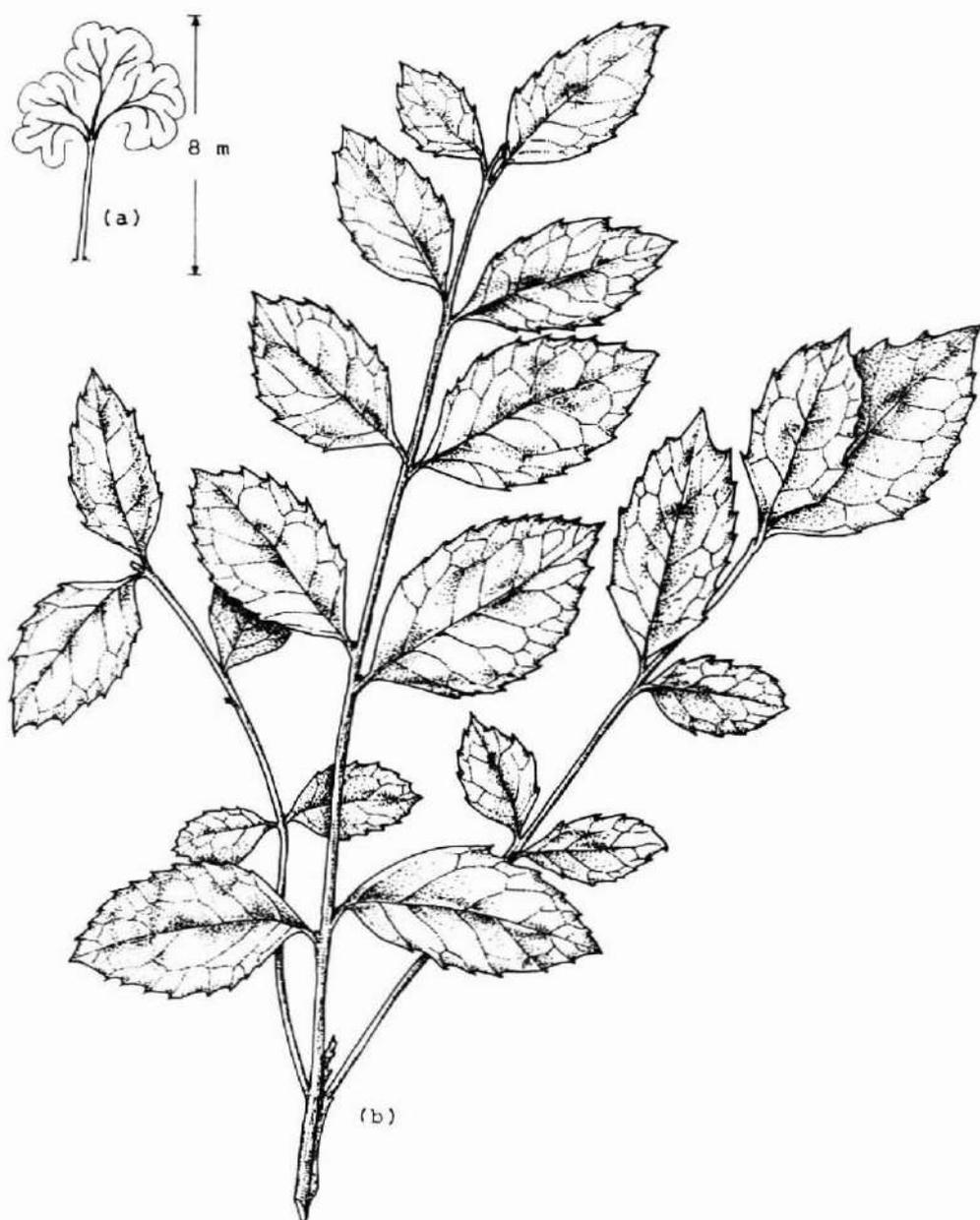


Figura N° 15. *Lomatia dentata* (R. et P.) R. Br.  
(a) PERFIL DE ARBOL. (b) RAMA TERMINAL X 0,57

### 15.-Luma apiculata (DC.) Burret MYRTACEAE

Nombre popular: Arrayán

Arbol delgado o arbolito que tiene 15 cm de diámetro y hasta 12 m de altura.

Ramificación simpodial, con la copa globosa-horizontal.

Fuste recto e irregular, normalmente inclinado.

Corteza externa lisa, de color rojo-ocreo, ritidoma coreáceo que se desprende dejando manchas blancuzcas.

Hojas perennes, simples, opuestas, sin estípulas, redondas o redondo-elípticas, con ápice redondo y apiculado y base redonda, peciolo muy corto pubescente, pinnatinervia curva, haz y envés verde oscuro, 1,2 a 2,4 cm de ancho y 1,1 a 2,5 cm de largo.

Ramita terminal con tallito pubescente (Figura N° 16).

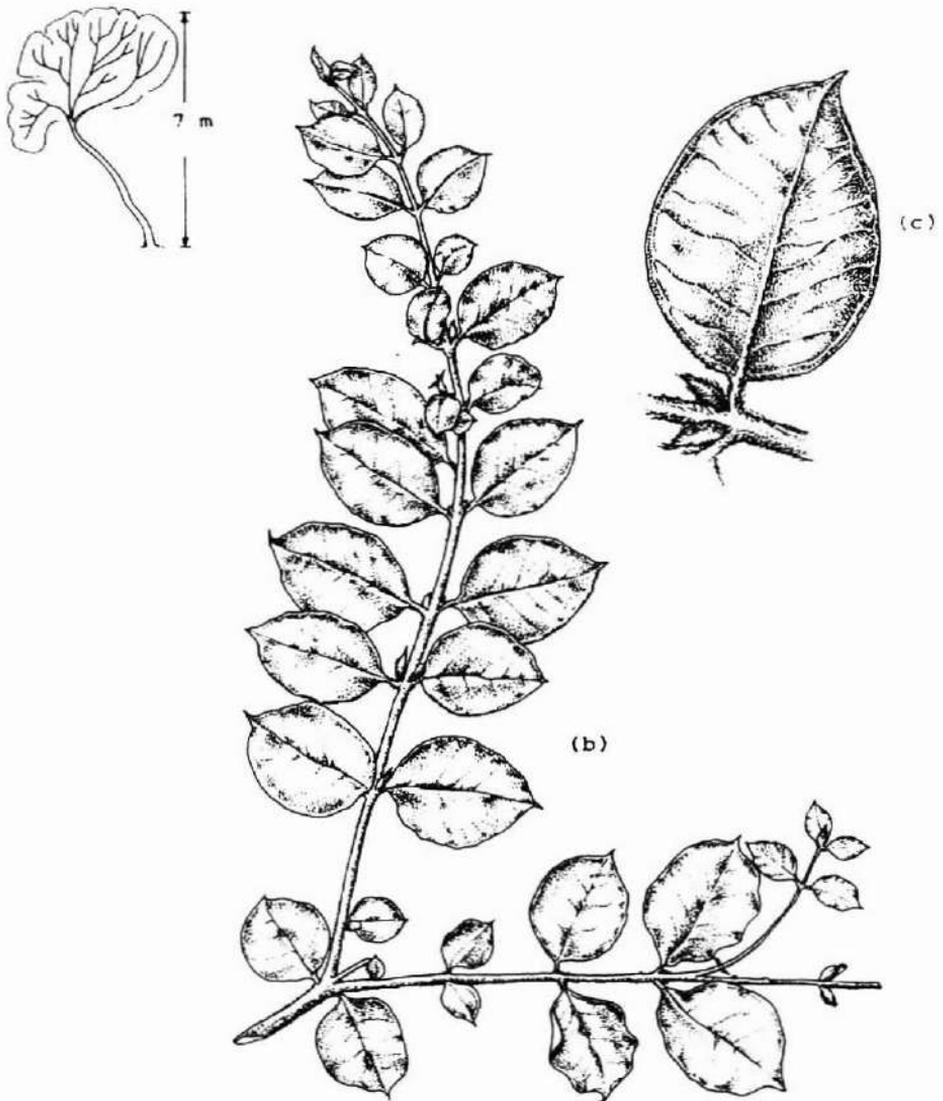


Figura N° 16. *Luma apiculata* (D.C.) Burret  
(a) PERFIL DEL ARBOL. (b) RAMA TERMINAL X 0,73  
(c) DETALLE DE PELOS EN LA INTERSECCION DEL PECIOLO CON EL TALLO X 2

## 16.-*Myrceugenia parvifolia* (DC.) kausel MYRTACEAE

Nombre popular: Arrayancito

Arbusto o árbol delgado de hasta 10 cm de diámetro y hasta 10 m de altura.

Ramificación simpodial, con ramas flexibles.

Corteza externa de color cenizo ligeramente fisurada.

Hojas perennes, simples, sin estípulas, lineal-lanceoladas, lineal-lanceolado-falcadas o lanceoladas, con ápice y base atenuada, peciolo muy corto y canaliculado que sigue hasta la nervadura del haz, borde entero; 0,4 a 0,7 cm de ancho y de 1 a 3 cm de largo, consistencia membranosa y con puntos translúcidos.

Tallo de la ramita terminal ligeramente pubescente (Figura N° 17).

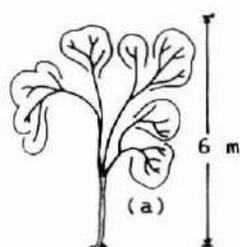


Figura N° 17. *Myrceugenia parvifolia* (D.C.) Kausel  
(a) PERFIL DE ARBOL. (b) RAMA TERMINAL X 0,73  
(c) DETALLE DE PELOS ENTRE LAS HOJAS X 4,75

## 17.-*Myrceugenia planipes* (H. et A.) Berg MYRTACEAE

Nombre popular: Pitra

Arbol delgado o arbusto de hasta 10 cm de diámetro y hasta 10 m de altura.

Ramificación simpodial y copa globosa con ramas abundantes.

Fuste irregular.

Corteza externa verde profundo o verde cenizo, generalmente con musgo sobre su superficie.

Hojas perennes, simples y opuestas, sin estípulas, elípticas, elíptico-lanceoladas o oblongo-elíptico-lanceoladas, con ápice atenuado, ligeramente falcado y base atenuada, peciolo brevemente canaliculado, color verde en el haz y verde oscuro en el envés, borde entero, 1,2 a 2,8 cm de ancho y 2,8 a 19 cm de largo, consistencia coreácea y con puntos traslúcidos.

Ramita terminal con tallo aplanado (Figura N° 18).



Figura N° 18. *Myrceugenia planipes* (H. et A.) Berg  
(a) PERFIL DEL ARBOL. (b) RAMA TERMINAL X 0,71 (c) Fruto X 2,97

### 18.-*Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst. var. *obliqua* FAGACEAE

Nombre popular: Guaye

Arbol medianamente dominante de hasta 45 cm de diámetro y de 17 a 20 m de altura.

Ramificación ampliamente simpodial, con copa globosa bien conformada.

Fuste recto.

Corteza externa de color marrón oscuro, generalmente cubierta de musgo y de apariencia fisurada.

Corteza interna de color rosado-anaranjado y de olor y sabor característico, textura fibro-laminar.

Hojas caducas, simples, alternas, con estipulas, aovadas, aovado-lanceoladas o aovado-oblongas, con ápice de agudo a obtuso y la base obtusa, peciolo corto, borde crenado-aserrado, doblemente aserrado, consistencia membranácea, verde en el haz y verde claro en el envés, 0,8 a 2.0 cm de ancho y 1,2 a 3,5 cm de largo.

Flores masculinas en las axilas solitarias o en número de 2 ó 3, con un pedúnculo bastante largo (Figura N° 19).



Figura N° 19. *Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst. Var. *obliqua*  
(a) PERFIL DEL ARBOL. (b) RAMA TERMINAL X 0,71  
(c) DETALLE DE NERVADURA X 2,41

## 19.-Persea lingue (R. et P.) Ness ex Kopp LAURACEAE

Nombre popular: Lingue

Arbol medianamente dominante de 65 a 70 cm de diámetro y de 20 a 25 m de altura.

Ramificación simpodial con copa globosa columnar.

Corteza externa fisurada, de color cenizo-violáceo-marrón, lenticelas conspicuamente grandes.

Corteza interna blanca que oxida a naranja después del corte, de olor a mentol y sabor amargo, textura fibro-suber-arenosa.

Hojas perennes, simples, alternas, sin estípulas, elípticas, con ápice y base agudas, peciolo ligeramente corto y canaliculado, pinnatinervia curva, nervadura conspicua en el envés y pubescente, borde entero, de color verde, con 4 a 7 cm de ancho y 8 a 14 cm de largo.

Tallo de ramita terminal castaño oscuro y pubescente. (Figura N° 20).

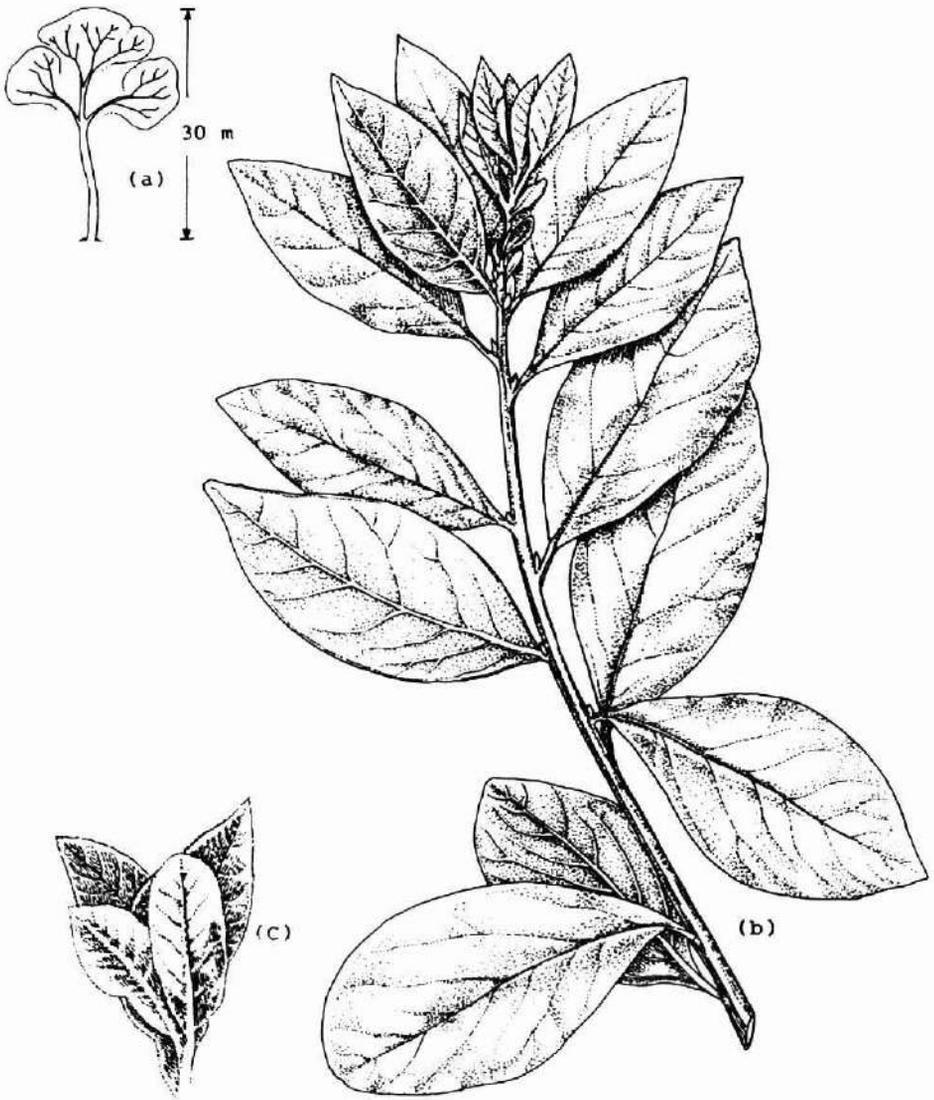


Figura N° 20. *Persea lingue* (R. et P.) Ness ex Kopp  
(a) PERFIL DEL ARBOL. (b) RAMA TERMINAL X 0,46  
(c) DETALLE DE LAS HOJITAS TERMINALES X 1,79

## 20.-*Peumus boldus* Mol. MONIMIACEAE

Arbol delgado de hasta 15 cm de diámetro y de hasta 11 m de alto.

Ramificación globoso-horizontal.

Fuste irregular.

Corteza externa de color café-violáceo con lenticelas bien distribuidas en todo el fuste.

Corteza interna blanco-cremoso, olor característico y sabor amargo, textura fibro-arenosa.

Hojas perennes, simples, opuestas, sin estípulas, elípticas, elíptico-aovadas o elíptico-oblongas, con ápice agudo a obtuso y base obtusa o redonda, peciolo corto y pubescente, borde entero y ligeramente curvado hacia el envés, haz y envés cubierto por pelos ásperos, de consistencia careácea, 3,2 a 6 cm de ancho y 5 a 9,5 cm de largo (Figura N° 21).

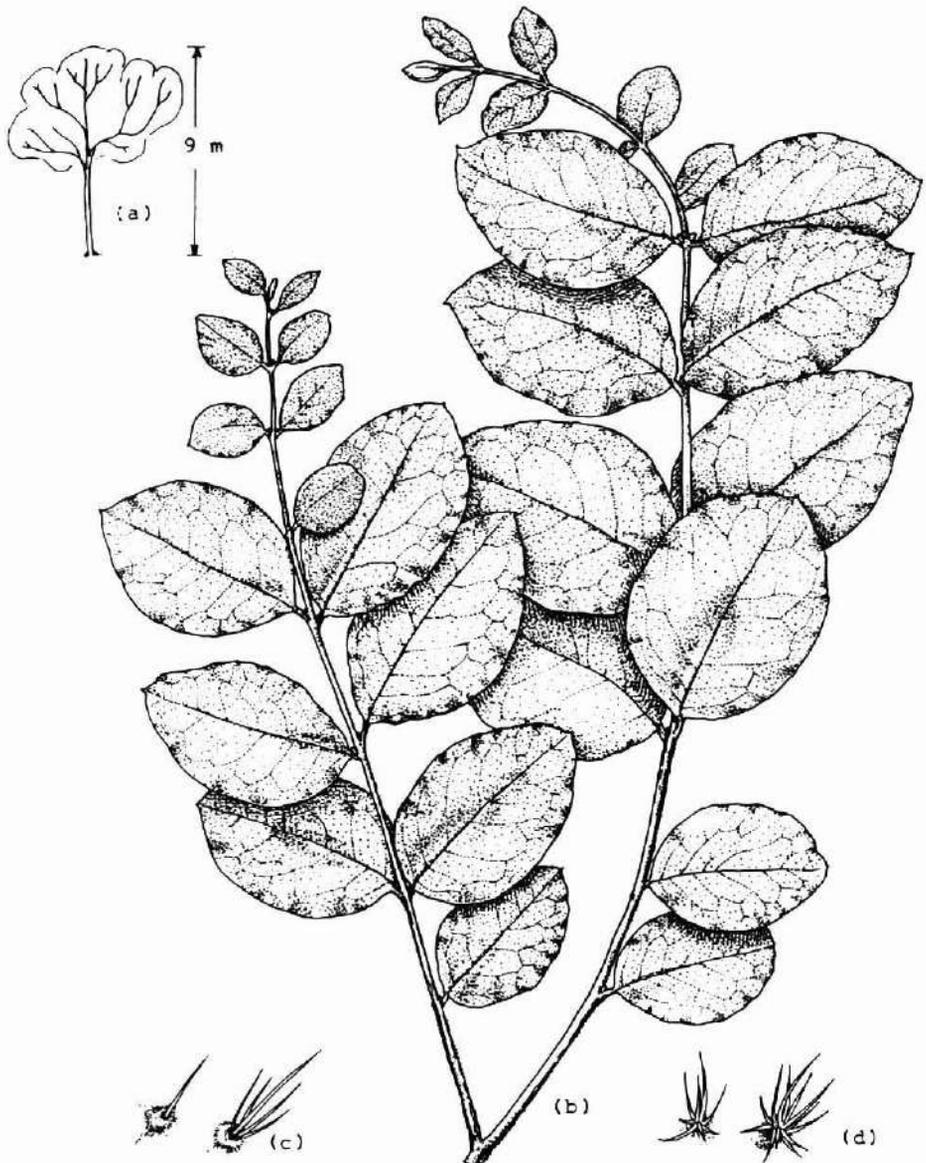


Figura Nº 21. *Peumus boldus* Mol.  
(a) PERFIL DEL ARBOL. (b) RAMA TERMINAL X 0,42  
(c) PELOS DE HAZ X 29 (d) PELOS DEL ENVES X 29

## 21.-*Pseudopanax laetevirens* (Gay) Franchet ARALIACEAE

Nombre popular: Sauco cimarrón

Arbol mediano de 20 a 25 cm de diámetro y de 7 hasta 10 m de altura.

Ramificación simpodial y con ramas flexibles.

Hojas perennes, compuestas, digitadas, con estípulas, folíolos en número de 3 a 5. Folíolos elípticos lanceolados, con ápice y base atenuada, pinnatinervia curva, borde aserrado, de color verde claro, 1 a 2 cm de ancho y 4 a 11 cm de largo (Figura N° 22).

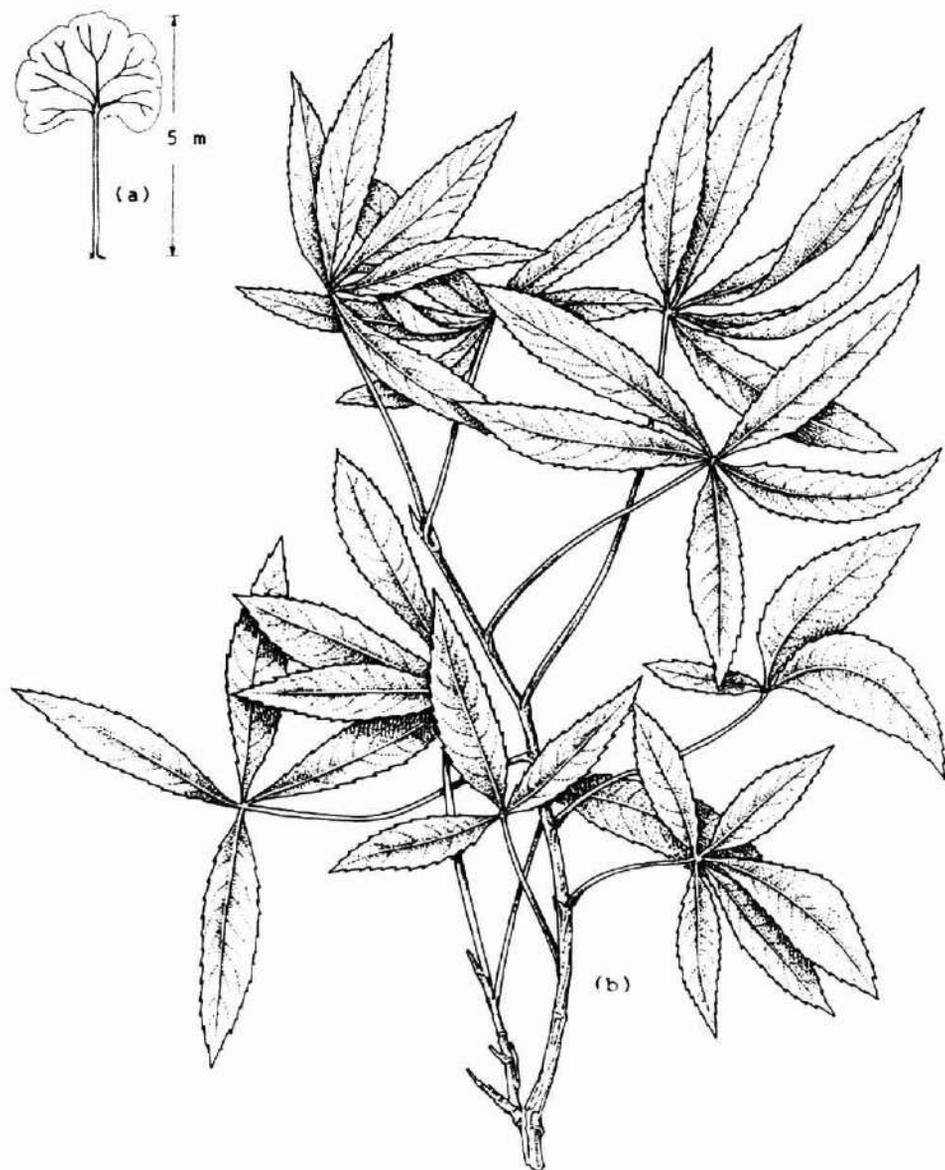


Figura N° 22. *Pseudopanax laetevirens* (Gay) Franchet  
(a) PERFIL DE ARBOL. (b) RAMA TERMINAL X 0,42

## 22.-*Rhaphithamnus spinosus* (A.L. Juss) Mold. VERBENACEAE

Nombre popular: Espino

Arbolito o arbusto de hasta 10 cm de diámetro y de hasta 8 m de altura.

Muy ramificado y normalmente inclinado.

Corteza externa con espinas y cuando jóvenes ausentes.

Hojas perennes, simples, opuestas, sin estípulas, aovadas o aovado-redondas, con ápice obtuso o redondo apiculado y base redonda o truncada, peciolo muy pequeño, borde entero, de color verde en el haz y verde claro en el envés, pinnatinervia curva, nervadura principal en el haz canaliculado, 0,5 a 1,3 cm de ancho y 0,8 a 1,7 cm de largo.

Flores en cimas desde las axilas de color blanco violáceo.

Ramitas terminales pubescentes (Figura N° 23).

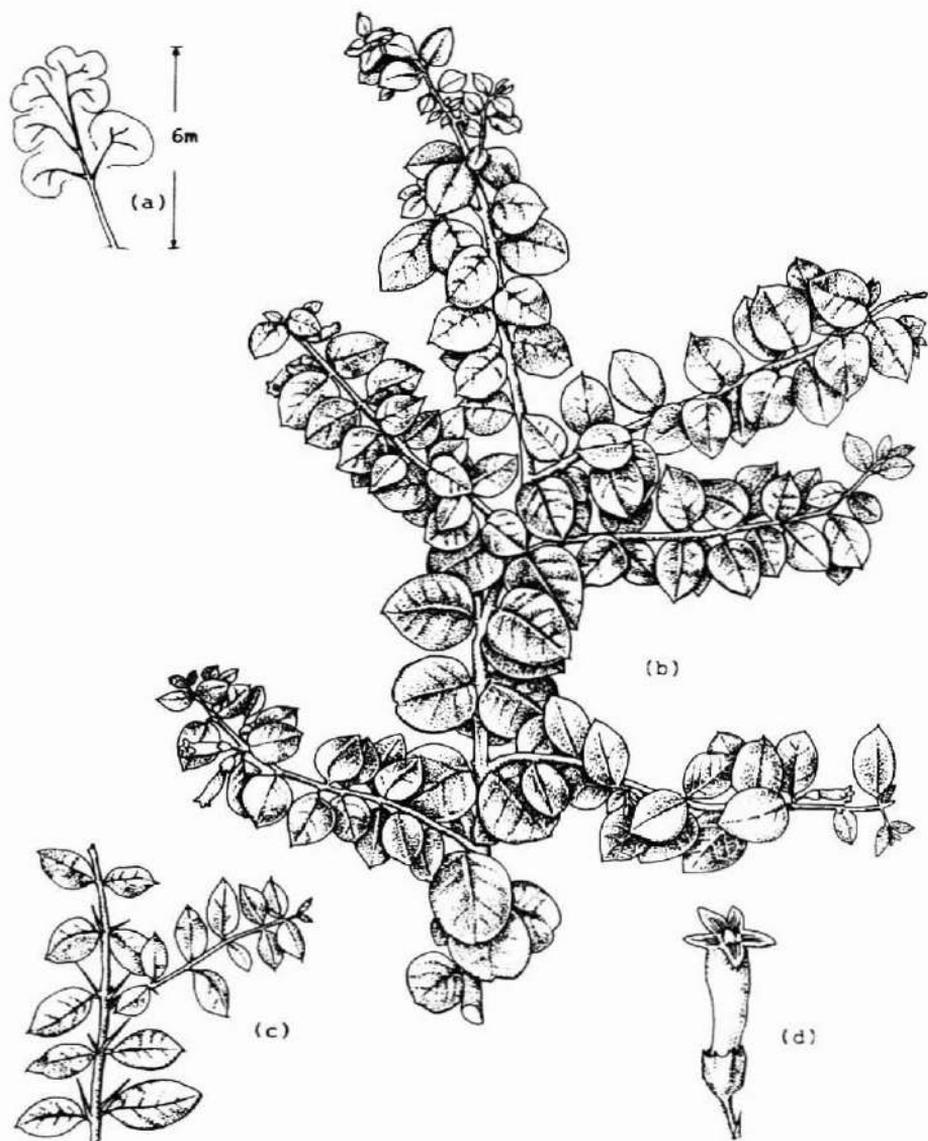


Figura N° 23. *Rhaphithamnus spinosus* (A. L. Juss) Mold  
(a) PERFIL DEL ARBOLITO. (b) RAMA TERMINAL X 0,73  
(c) RAMA TERMINAL CON ESPINAS X 0,73 (d) FLOR X 0,73

### 23.-*Senna stipulacea* (ait.) Irw. et Barneby CAESALPINIACEAE

Nombre popular: desconocido

Arbolito muy delgado de hasta 5 cm de diámetro y de 4 a 6 m de altura.

Copa muy pequeña y rala, normalmente dentro de sotobosque.

Hojas perennes, paripinnadas, alternas, con estípulas foliáceas y grandes, de 5 a 7 pares de foliolos. Foliolos opuestos, elíptico-lanceolados, con ápice agudo y a veces ligeramente falcado, base aobtusa, peciolulo muy pequeño, borde entero.

Inflorescencia de tipo racemosa con muchas flores de color amarillo.

Fruto legumbre con semillas negras (Figura N° 24).



Figura N° 24. *Senna stipulacea* (Ait.) Irw. et Barneby  
(a) PERFIL DEL ARBOLITO. (b) RAMA TERMINAL X 0,5  
(c) DETALLE DE GLANDULA INTERPECIOLAR X 3,6 (d) FRUTO X 0,72

## 24.-*Ugni molinae* Turcz. MYRTACEAE

Nombre popular: Murtilla

Arbusto muy pequeño de hasta 5 cm de diámetro y de hasta 2,5 m de altura, con abundantes ramas.

Hojas perennes, simples, opuestas, sin estípulas, elíptico-lanceoladas o elíptico-oblancoeladas, con ápice o base atenuada, peciolo muy corto, borde entero, pinnatinervia curva, de color verde, hojitas terminales rojizas, 0,5 a 1 cm de ancho y 1,5 a 4,5 cm de largo. (Figura N° 25).



Figura N° 25. *Ugni molinae* Turcz.  
(a) PERFIL DEL ARBUSTO. (b) RAMA TERMINAL X 0,79

## 25.-*Weinmannia trichoperma* Cav. CUNONIACEAE

Nombre popular: Palo santo

Arbol grande y delgado de hasta 25 cm de diámetro y de hasta 20 m de altura.

Ramificación simpodial, con copa de tipo horizontal.

Fuste recto.

Corteza externa de color gris violáceo, fisurada y con nudos bien distribuidos.

Corteza interna rosado claro, olor característico y sabor amargo-dulce, textura fibro-laminar.

Hojas perennes, imparipinnadas, opuestas, con 6 a 7 pares de foliolos, raquis con alas triangulares y estípulas grandes foliáceas. Foliolos opuestos, oblanceolados, con apice y base agudas, borde aserrado, de color verde brillante, consistencia coreácea; 0,5 a 1 cm de ancho y de 2,5 cm de largo.

Ramita terminal pilosa (Figura N° 26).

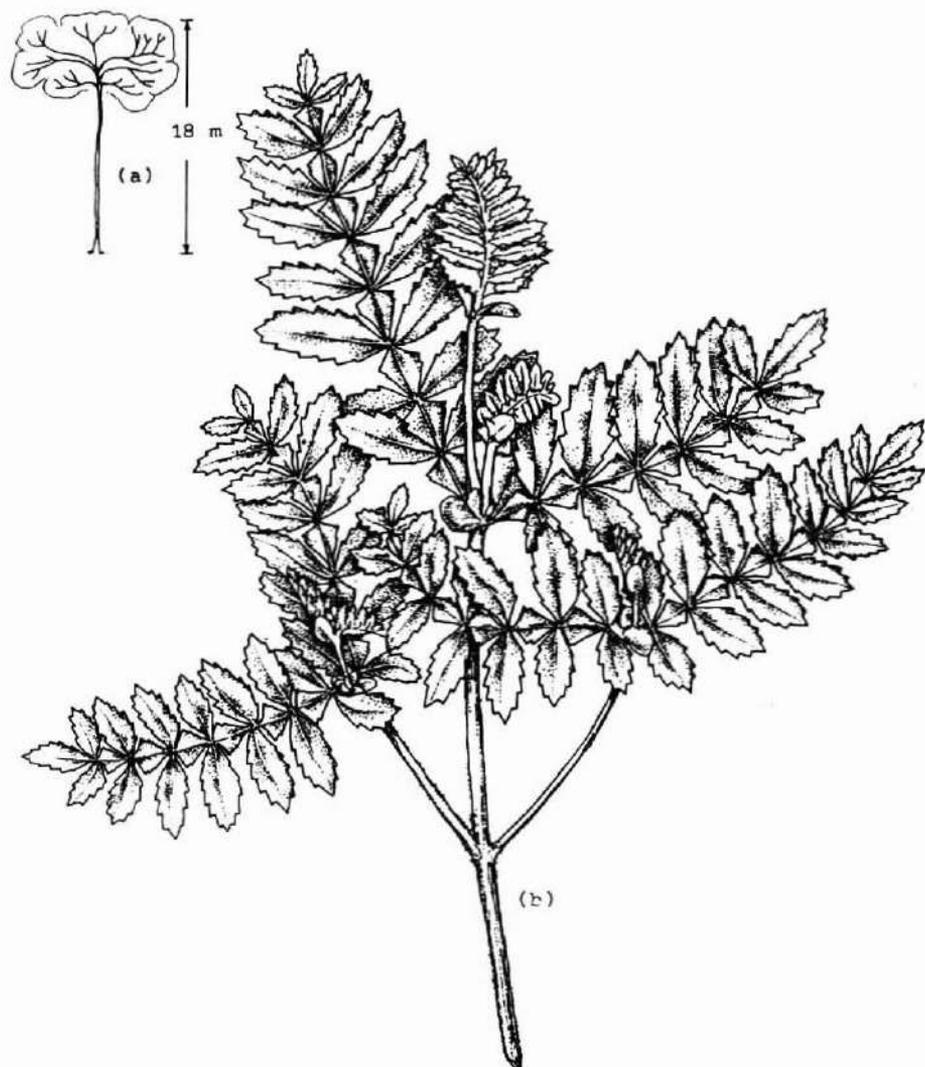


Figura N° 26. *Weinmannia trichosperma* Cav.  
(a) PERFIL DEL ARBOL .(b) RAMA TERMINAL X 0,72

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se realizó el estudio dendrológico de 25 especies arbóreas de las más importantes del bosque nativo del Fundo Escuadrón, comuna de Coronel, Concepción, Región Bío-Bío, Chile.

Las especies leñosas pertenecen a 25 géneros, de 19 familias botánicas. Estas fueron descritas y dibujadas de acuerdo a sus características vegetativas.

La composición florística encontrada corresponde la de un típico bosque Valdiviano, representado por una asociación Olivillo-Ulmo-Avellano-Lingue.

Se ha comprobado que las partes vegetativas tales como: hojas, fuste, corteza externa e interna y otras, de las especies estudiadas permiten una rápida identificación en el campo.

Deben realizarse estudios complementarios de las especies no leñosas, como las herbáceas y las pteridófitas, entre otras.

Deben iniciarse estudios de evaluación ecológica y silvicultural de las especies estudiadas, que permitan conocer la dinámica del bosque y determinar el tipo de manejo.

## REFERENCIAS

**Ardiles, R. F. y Maldonado, 1977.** Contribución al Estudio del Bosque Nativo perennifolio de la Cordillera de la Costa, en Tres Niveles Altitudinales. Tesis U. Austral de Chile Valdivia, Chile. 83 p.

**Barrientos, J., 1989.** Estructura y Dinámica de la Vegetación de la Hoya Hidrográfica de la Laguna Chica de San Pedro. Trabajo de Licenciatura, Fac. Biológicas y Recursos Naturales, U. de Concepción, Chile. 31 p.

**Corporación Nacional Forestal. Bernoit, I.L., 1989.** Libro Rojo de la Flora Terrestre de Chile. M.A. Benoit, I. Santiago. 157 p.

**Cox, F., 1980.** Inventario Forestal Permanente del Bosque Nativo, Diseño y Manual de

Instrucciones. CONAF/FO/ONU, D.T. N. 33. Santiago. 157 p.

**Di Castri, F., 1976.** Bioclimatología de Chile. Vice-Rectorado Académico de la Universidad de Chile. Santiago. 126 p.

**Donoso, C., 1989.** Árboles Nativos de Chile. Forestal Terranova S.A. 4ta. ed. Valdivia, Chile. 116 p.

-, **1990.** Ecología Forestal. Eds. Universitarias, U. Austral de Chile. 2da. ed. Valdivia, Chile. 368 p.

-, **1981.** Tipos Forestales de los Bosques Nativos de Chile. CONAF/FO/ONU. D.T. N° 38. Santiago. 70 p.

**Espejo, S.M., 1991.** Bosque Nativo. Revista Chile Forestal. CONAF. Santiago. 20 - 22 pp.

**Forestal Mininco., 1991.** Anuario Meteorológico de 1990 de las Estaciones Escuadrón y Colicheu. Concepción, Chile. 59 p.

**Fuenzalida et al., 1965.** Geografía Económica de Chile. Corporación de Fomento de la Producción. Santiago. 885 p.

**Gajardo M., R., 1983.** Sistema Básico de Clasificación de la Vegetación Nativa de Chile. CONAF/U. de Chile. Santiago. 315 p.

**Hoffmann, A., 1982.** Flora Silvestre de Chile. Zona Austral. Eds. Fundación Claudio Gay. Santiago. 255 p.

-, **1980.** Flora Silvestre de Chile Zona Central. Eds. Fundación Claudio Gay. Santiago. 258 p.

**Holdridge, R.L., 1987.** Ecología Basada en las Zonas de Vida. Edit. IICA. San José, Costa Rica. 216 p.

**Hueck, K., 1978.** Bosques de Sudamérica. GTZ - Munich. Eschborn, Alemania. 475 p.

**Landrum, L., 1981.** A Monograph of the Genus Myrceugenia (Myrtaceae). Flora Neotropical, Monograph N. 29. The New York Botanical Garden. New York. 37 p.

**Lamprech, 1964.** Ensayo sobre la Estructura Florística de la parte Sur-oriental de los Bosques Universitarios el Caimital, Estado de Barinas. U. de los Andes. Revista Forestal Venezolana. N. 10 - 11. 77 - 119 pp.

**Landero, A.** Análisis de la Vegetación de la Hoya Hidrográfica de la Laguna Grande de San Pedro. Trabajo de ciclo, Fac. Ciencias Biológicas y Recursos Naturales, Universidad de Concepción, Chile. 27 p.

**Marticorena, C. y M. Quezada., 1985.** Catálogo de la Flora Vasculare de Chile. GAYANA, Fac. de Ciencias Biológicas y Recursos Naturales, U. de Concepción, BOT, 42 (1-2) 13 - 155 pp.

**Muñoz, C., 1973.** Chile: Plantas en Extinción. Editorial Universitaria, U. de Chile. Santiago. 247 p.

- **1966.** Sinopsis de la Flora Chilena. 2da. Edición. Ediciones de la Universidad de Chile. Santiago. 500 p.

**Quintanilla, V., 1982.** Biogeografía de Chile, Geografía de Chile, Tomo III. Instituto Geográfico Militar. Santiago. 230 p.

- **1985.** Carta Fitogeográfica de Chile Mediterráneo. Editorial Contribuciones Científicas y Tecnológicas. Año 5 (N. 70). Santiago. 05 - 29 pp.

**Radford et al., 1974** Vascular Plant Systems. Harner Row. Publishers. New York. 819 p.

**Rodríguez, et al., 1983.** Flora Arbórea de Chile. Editorial de la Universidad de Concepción. Concepción, Chile. 408 p.

**Rovira, P. Z., 1982.** Geografía de los Suelos, Geografía de Chile, Tomo V. Instituto Geográfico Militar. Santiago. 180 p.

**Schlegel, F. et al., 1979.** Estudio Ecológico de la Estructura, Composición, Semillación y Regeneración del Bosque de Lengua **Nothofagus pumilio**, XI Región. Informe Conv. N. 8. Serie Técnica Fac. de C. Forestales de la U. Austral de Chile. Valdivia, Chile. 40 p.

**Schlegel, F., 1982.** Reseña Ecológica de los Bosques del Sur de Chile. Revista Bosques, Facultad de C. Forestales, U. Austral de Chile. Valdivia, Chile. (4) 2: 73 - 115 pp.

**Universidad Católica de Chile., 1976.** Atlas Regional. Intendencia - VIII Región / Secretaría de Planificación y Coordinación / U. Católica de Chile - Talcahuano. Concepción, Chile. 24 p.

**Wordworth, K., 1976.** Aspectos Ecológicos y Crecimiento del Raulí y sus Asociaciones en Bosques de Segundo Crecimiento de las Provincias de Bío Bío, Malleco y Cautín. B. T. N. 37. Facultad de C. Forestales. U. de Chile. Santiago. 47 p.



## ANEXO N°1

### TERMINOLOGIA DENDROLOGICA

- a) Anillos.- huellas que se observan en todo el fuste del árbol a manera de anillos o aristas originarias de las cicatrices dejadas a la caída de las hojas de la planta cuando era joven.
- b) Copa.- referido a la forma que toma el conjunto de ramas y hojas de un árbol, pudiendo ser: globosa, horizontal, cónica, columnar o irregular.
- c) Corteza.- parte exterior del tallo, raíz y ramas leñosas que, están compuestas por varias capas de tejidos y se separa del xilema a partir del cambium vascular.
- d) Corteza externa.- denominada también corteza muerta, es la capa exterior generalmente suberificada y se puede caracterizar a través de su color, apariencia, presencia de ritidoma y otras.
- e) Corteza interna.- denominada también corteza viva, son las capas internas de la corteza que van adheridas al tallo y generalmente es húmeda. Se la caracteriza por su color, olor, sabor, textura o presencia de exudaciones.
- f) Fuste.- llamado también tallo o tronco, es la parte aérea de las plantas leñosas, generalmente cilíndrico y de naturaleza xilemática.
- g) Lenticelas.- elementos que se encuentran sobre la superficie de la corteza externa en forma de verrugas que se originan de los estomas suberificados inicialmente de la epidermis.
- h) Nudos.- son los abultamientos que se presentan en el fuste del árbol originados por desprendimientos de ramas o enfermedades.
- i) Puntos translúcidos.- referidos a los puntos que se presentan en las hojas cuando estas son observadas al trasluz. Puntos que se forman por la acumulación de aceites esenciales.
- j) Raíz tubular.- raíces que se presentan con modificaciones desde la base del fuste hasta penetrar el suelo, formando aletas o tablas. Se presentan generalmente en árboles grandes y su función es de soporte.

k) **Ramificación.-** Disposición de las ramas respecto al tronco principal.

l) **Ramificación monopodial.-** el crecimiento del tronco principal es predominante y no se bifurca hasta el ápice siendo las ramas de crecimiento secundario y lateral a lo largo de todo el fuste y de menor diámetro.

m) **Ramificación simpodial.-** aquella en la que el crecimiento del eje del tronco rematá en ramas gruesas y estas continúan creciendo y dividiéndose en forma vertical y lateral a la vez.

n) **Ritidoma.-** tejido muerto originado de la epidermis o el cambium suberígeno que se desprende de la corteza en forma natural y se la puede caracterizar por su consistencia pudiendo ser: papiráceo, cartáceo, coriáceo, corchoso, entre otros.

# EFFECTO DEL CATALIZADOR EN LAS PROPIEDADES DE TABLEROS DE PARTICULAS CON MADERA DE TEPA

Anibal Pinto S. (\*)  
Hernán Poblete W. (\*\*)

## RESUMEN

*La madera de tepa (**Laurelia philippiana** Looser) presenta algunas características, como su baja densidad y su valor de pH, que resultan negativas en la fabricación de tableros de partículas con ureaformaldehído. En el presente estudio se corrigió el ambiente desfavorable para el fraguado, aumentando la cantidad de catalizador ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ).*

*Los tableros se confeccionaron de un espesor de 16 mm y de una sola capa, con partículas del tipo capa media. La densidad calculada fue  $650 \text{ kg/m}^3$ .*

*El factor de encolado fue del 8 % de resina seca, en relación al peso anhidro de las partículas. El cloruro de amonio (en solución al 20%) fue agregado en 6 niveles diferentes; 0.5; 1.0; 1.5; 2.0; 2.5 y 3.0 % (base resina sólida) y un testigo sin catalizador.*

*Los resultados indican que al aumentar el nivel de catalizador se reducen las propiedades hinchamiento y absorción de agua. Paralelamente se provoca un incremento de las resistencias mecánicas.*

*La cantidad óptima de catalizador se encontraría entre 2.0 y 3.0 %.*

(\*) Forestal Tornagaleones, Chumpullo s/n, Valdivia, Chile.

(\*\*) Instituto Tecnología de Productos Forestales, U. Austral de Chile, Casilla 853, Valdivia, Chile.

## ABSTRACT

Due to some basic characteristics of the wood, such as acidity and density, "Tepa" (*Laurelia philippiana* Losser) is known to be unsuitable for particleboard production with ureaformaldehyde as adhesive. In this study the unfavourable environment for hardening of ureaformaldehyde was modified by correcting the pH value, and by increasing the amount of catalyst ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ).

Single layer particleboards with the following characteristics were made:

|                 |                     |
|-----------------|---------------------|
| Thickness       | 16 mm               |
| Density         | 650 $\text{kg/m}^3$ |
| Adhesive amount | 8%                  |

Ammonium chloride (20 % solution) was applied at six different levels; 0,5; 1.0; 1.5; 2.0; 2.5 and 3.0 percent based on the solid weight of resin. Boards without  $\text{NH}_4\text{Cl}$  were also tested as control.

An increasing amount of ammonium chloride provides reduction in thickness swelling and water absorption, while mechanical properties increase.

The best effect on board properties seems to be produced with  $\text{NH}_4\text{Cl}$  amounts of between 2.0 and 3.0 %.

## INTRODUCCION

La madera de tepa es una materia prima que al ser utilizada para la producción de tableros de partículas con ureaformaldehído no da buenos resultados. Estudios realizados con esta especie indican que, debido a la baja densidad de la madera, debe ser sometida a compresiones muy altas para alcanzar las densidades y espesores deseados en el tablero. Además, a menor densidad de madera menor cantidad de resina disponible, ya que aumenta la superficie interna del material convertido en partículas (Poblete y Peredo, 1990).

La madera de tepa presenta también un grado de acidez que es desfavorable para el fraguado de la ureaformaldehído. Poblete et al. (1991) midieron el valor de pH en madera de tepa, con y sin falso duramen, y con 3 diferentes contenidos de humedad. La madera sin mancha poseía un pH más ácido (6.68 a 5.73) que la con falso duramen (7.35 a 7.14). Los valores de pH de tepa son los más alcalinos dentro de las especies nativas chilenas (Albin, 1975).

Poblete y Zarate (1986) indican que las reacciones químicas que ocurren durante el fraguado de los adhesivos, siguen su curso óptimo con un determinado rango de pH, el que es específico para cada adhesivo. La ureaformaldehído requiere de un pH entre 3 y 3.5 con lo que resulta evidente que la madera de tepa no es adecuada para ser tratada con este adhesivo.

Son varios los investigadores que señalan que en la fabricación de tableros de partículas se requiere de un pH específico, el que normalmente debe ser ajustado agregando al adhesivo sustancias catalizadoras (Parameswaran, 1974; Poblete y Zarate, 1986).

La adición de catalizadores puede ser la solución a los problemas que provoca la acidez de la madera, ya que estos productos reaccionan durante el prensado liberando compuestos que determinan el ambiente de pH en que fragua el adhesivo (Poblete, 1983).

Para el caso de la ureaformaldehído se utilizan como catalizadores el cloruro de amonio ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) o el sulfato de amonio ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ). El primero

genera durante la reacción ácido clorhídrico (HCl) y el segundo libera ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ). Ambos ácidos reducen el valor del pH del ambiente en que fragua el adhesivo. Las reacciones de descomposición de los catalizadores que ocurren durante el prensado se encuentran descritas por Poblete y Pinto (1992).

En general la literatura revisada indica que al agregar catalizador se afecta el fraguado del adhesivo lo que provoca cambios en las propiedades de los tableros.

El efecto del catalizador sobre las propiedades mecánicas depende del valor de pH de la madera. Así lo demuestran Roffael, Rauch y Bismark (1975), quienes fabricaron tableros de partículas con una latifoliada de pH 3.23 y una conífera de pH 4.22. En el caso de la madera de pH ácido, el catalizador (Cloruro de amonio  $NH_4Cl$ ) no mejoró el fraguado de la ureaformaldehído y, además, redujo las propiedades mecánicas de los tableros. Sin embargo, con la especie de carácter menos ácido el agregar  $NH_4Cl$  fue imprescindible para obtener resultados que permitieran cumplir con las normas en las propiedades del tablero.

Plath (1959) estudió la variación que sufren las propiedades de los tableros al agregar diferentes cantidades de  $NH_4Cl$ . Este autor determinó que al aumentar la cantidad de  $NH_4Cl$  hasta un 15 % aumenta la flexión. La tracción mejoró al aumentar la proporción de  $NH_4Cl$  hasta 15 %, para luego disminuir con cantidades mayores (Plath, 1959).

Kehr (1962) analizó el efecto del catalizador sobre las propiedades de los tableros fabricados con 2 especies, una conífera de pH 4.8 y una latifoliada de pH 5.9. La resistencia a la flexión aumentó con el incremento en el nivel de catalizador, manteniéndose constante con cantidades de catalizador superiores a 4 %. Siempre el comportamiento de la especie más ácida fue superior al de la latifoliada. Las peores resistencias se obtuvieron al no agregar este reactivo.

El mismo autor confirmó la relación existente entre resistencia y cantidad de catalizador, observando que la propiedad mecánica flexión mejoró con el aumento de la cantidad de catalizador hasta llegar a 3%. A partir de esta cantidad la resistencia comenzó a disminuir (Kehr, 1967).

Con respecto a la propiedades físicas, Plath (1959) determinó que el hinchamiento a las 2 y 24 horas se reduce con el aumento de la cantidad de catalizador hasta 20%. Al aplicar el último nivel de catalizador ensayado (25%), el hinchamiento vuelve a aumentar.

Kehr (1962) señala que el hinchamiento a las 24 horas se vio disminuido con el aumento del catalizador. Sin embargo una vez alcanzado el nivel 4% del reactivo, esta propiedad se mantuvo constante, experimentando un leve aumento con cantidades cercanas a 10% de catalizador.

En un estudio posterior, el mismo autor encontró que el hinchamiento a las 24 horas se redujo con el aumento en la cantidad de catalizador hasta llegar al 3 %. Con el incremento del catalizador sobre 3 % se registró un aumento de la propiedad ( Kehr, (1967).

Neusser (1962) estudió el efecto sobre las propiedades físicas al agregar  $\text{NH}_4\text{Cl}$  como catalizador. Este autor determinó que el hinchamiento a las 24 horas se reduce con el incremento del nivel de catalizador. Esta tendencia fue mas notoria en maderas con pH más ácido. Fue posible observar que la reducción del hinchamiento es muy fuerte en un comienzo, pero al llegar a un nivel cercano al 4 % de catalizador se estabiliza.

## **MATERIAL Y METODO**

### **Madera**

Para la elaboración de los tableros que utilizó madera de tepa libre de falso duramen, de árboles jóvenes recién cortados, cuya edad fluctuaba entre los 15 y 25 años. El diámetro mínimo de las trozas fue 15 cm.

Los árboles seleccionados fueron extraídos en la localidad de Antihue, provincia de Valdivia.

### **Adhesivo y catalizador**

El adhesivo utilizado fue Ureaformaldehido, aplicado en una concentración del 50%.

Como catalizador se agregó cloruro de amonio en solución al 20 %. El catalizador se aplicó en 7 niveles distintos, los que se presentan en el Cuadro N° 1.

**Cuadro N° 1**  
**NIVELES DE CATALIZADOR EMPLEADO, MEDIDOS COMO PORCENTAJE DEL PESO DE LA RESINA SOLIDA.**

| Nivel         | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   |
|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Catalizador % | 0.0 | 0.5 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 2.5 | 3.0 |

### **Preparación de las partículas**

La madera descortezada se transformó en astillas en un astillador de tambor, para luego ser viruteada en un molino de anillos Pallman.

Finalmente las partículas de madera fueron tratadas en un secador de bandeja Heraeus. El material madera permaneció a una temperatura media de 50 °C durante un tiempo aproximado de 60 horas. El contenido de humedad final fue 4 %.

### **Fabricación de los Tableros**

El adhesivo se aplicó con una encoladora de toberas marca Drais. El factor de encolado fue del 8 % de resina seca, en relación al peso anhidro de las partículas.

Los tableros se confeccionaron de un espesor de 16 mm y de una sola capa, con partículas del tipo capa media. La densidad calculada fue 650 kg/m<sup>3</sup>.

El ciclo de prensado contempló una presión máxima 3.0 N/mm<sup>2</sup>, una presión media de 1.5 N/mm<sup>2</sup> y un tiempo de prensado de 7 minutos. La temperatura de prensado se mantuvo constante a 150 °C.

## Determinación de las Propiedades de los Tableros

Una vez fabricados los tableros fueron climatizados según la norma DIN 50 014.

Los ensayos mecánicos se realizaron en una máquina universal de ensayos según las siguientes normas.

- |                                   |     |        |
|-----------------------------------|-----|--------|
| - Flexión Estática (MOR y MOE)    | DIN | 52 362 |
| - Tracción Perpendicular al Plano | DIN | 52 365 |

Las propiedades físicas medidas fueron :

- |                     |      |                    |
|---------------------|------|--------------------|
| - Densidad          | DIN  | 52 361             |
| - Hinchamiento      | DIN  | 52 364             |
| - Absorción de Agua | ASTM | 1 037, en probetas |
|                     | DIN  | 52 364             |

La distribución de las probetas fue homogénea en la superficie de los paneles. En todas las probetas se controló la densidad del tablero.

## RESULTADOS

### Densidad

En el Cuadro N° 2 se presentan los valores de densidad para los 7 tipos de tablero fabricados. Esta propiedad se midió en un total de 336 probetas, según la norma indicada en la metodología.

Cuadro N° 2

DENSIDAD POR TIPO DE TABLERO. VALORES PROMEDIOS, MAXIMOS, MINIMOS  
Y DESVIACION ESTANDAR (DE).

| NH, Cl<br>(%) | Densidad (g/cm <sup>3</sup> ) |       |       |       |
|---------------|-------------------------------|-------|-------|-------|
|               | Promedio                      | Max.  | Min.  | DE    |
| 0.0           | 0.641                         | 0.690 | 0.583 | 0.031 |
| 0.5           | 0.755                         | 0.755 | 0.535 | 0.044 |
| 1.0           | 0.655                         | 0.749 | 0.571 | 0.039 |
| 1.5           | 0.659                         | 0.758 | 0.578 | 0.040 |
| 2.0           | 0.656                         | 0.804 | 0.529 | 0.056 |
| 2.5           | 0.657                         | 0.744 | 0.567 | 0.038 |
| 3.0           | 0.654                         | 0.743 | 0.567 | 0.037 |

La densidad promedio general de los tableros fabricados fue de 0.655 g/cm<sup>3</sup>, con un máximo de 0.804 g/cm<sup>3</sup>, un mínimo de 0.529 g/cm<sup>3</sup> y una desviación estándar de 0.042.

No se observó un efecto del nivel de catalizador sobre la densidad de los tableros, lo que se reflejó en el bajo coeficiente de correlación registrado ( $r=0.04$ ).

Los tableros fabricados sin catalizador (nivel 0%) presentaron fallas en su zona central, soplado. Estos tableros presentan un espesor mayor al esperado (18 mm) y registran los valores de densidad más bajos. Esta falla se debe a un fraguado inadecuado del adhesivo, tal como lo determinaron Poblete y Peredo (1990).

Al agregar 0.5% de catalizador la densidad de los tableros aumentó y se eliminó el soplado. Con proporciones mayores a 0.5% la densidad de los tableros permaneció prácticamente constante.

Un análisis de varianza determinó que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, por lo que debe destacarse el efecto que pudiera tener la densidad de los tableros sobre el resto de las propiedades ensayadas.

## Hinchamiento

Esta propiedad se controló en un total de 336 probetas y los resultados después de 2 y 24 horas de inmersión en agua a 20°C se presentan en el Cuadro N° 3.

Cuadro N° 3

**HINCHAMIENTO DESPUES DE 2 Y 24 HORAS DE INMERSION.  
VALOR PROMEDIO, MAXIMO, MINIMO Y DESVIACION ESTANDAR (DE).**

| Inmersión<br>(h) | NH, CL<br>(%) | Hinchamiento (%) |       |       |       |
|------------------|---------------|------------------|-------|-------|-------|
|                  |               | Promedio         | Max.  | Min.  | DE    |
| 2                | 0.0           | 45.54            | 54.76 | 38.10 | 4.49  |
|                  | 0.5           | 57.94            | 76.83 | 41.82 | 9.10  |
|                  | 1.0           | 25.57            | 30.43 | 21.60 | 2.17  |
|                  | 1.5           | 21.69            | 28.40 | 16.87 | 2.42  |
|                  | 2.0           | 17.06            | 19.88 | 12.66 | 1.56  |
|                  | 2.5           | 16.13            | 20.63 | 12.35 | 1.66  |
|                  | 3.0           | 18.05            | 21.12 | 14.91 | 1.50  |
| 24               | 0.0           | 59.36            | 70.66 | 50.00 | 5.51  |
|                  | 0.5           | 74.28            | 94.51 | 53.70 | 11.08 |
|                  | 1.0           | 31.25            | 37.57 | 25.93 | 2.74  |
|                  | 1.5           | 26.25            | 32.72 | 21.88 | 2.53  |
|                  | 2.0           | 20.46            | 25.47 | 14.56 | 2.29  |
|                  | 2.5           | 19.09            | 25.63 | 14.20 | 2.19  |
|                  | 3.0           | 21.06            | 24.69 | 17.39 | 1.75  |

Tanto en el hinchamiento a las 2 h como a las 24 h, se comprobó que los resultados mas desfavorables no se obtuvieron con 0% de catalizador, si no que con el nivel inmediatamente superior, es decir 0.5%.

La diferencia entre los tableros con 0% y 0.5% de catalizador se observa en los valores de densidad y en el espesor inicial. Ambos parámetros, densidad y espesor, demuestran que en los tableros con 0% existe menos comprensión del material. Además, si se asume que la cantidad de 0.5% de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  no es suficiente para producir un fraguado eficiente, se tendrá que la unión entre partículas es débil, por lo que al absorber agua el hinchamiento de los tableros con 0.5% será mayor.

La disminución del hinchamiento producida por un incremento del porcentaje de catalizador, puede explicarse por la eficiencia del fraguado del adhesivo. Es decir, en presencia de un pH desfavorable de la madera, el adhesivo requiere de catalizador para fraguar. El fraguado mejora al aumentar la presencia de ácido clorhídrico proveniente del catalizador, las uniones entre partículas resultan mas resistentes y el hinchamiento disminuye. Sin embargo, pasado un determinado nivel de cloruro de amonio se produce un excedente de ácido clorhídrico, lo cual no mejora el fraguado. En efecto, cuando el catalizador alcanza el nivel 3%, el hinchamiento aumenta levemente.

De acuerdo con la norma DIN 68 761, el hinchamiento máximo permitido a las 2 horas es 8% y a las 24 horas es 16%. Estas exigencias no fueron cumplidas por los tableros. Esta propiedad podría mejorarse a través de la incorporación de algún producto hidrófobo. Al respecto existe un antecedente en el estudio de Poblete y Peredo (1990), quienes al incluir una emulsión de parafina obtuvieron tableros de tepe que cumplen con la norma.

La reducción del hinchamiento por incremento del nivel de catalizador, coincide con lo señalado por Kehr (1962); Kehr (1967); Plath (1959) y por Poblete y Peredo (1990). Sin embargo, el porcentaje óptimo de catalizador varía dependiendo de las condiciones de cada ensayo.

A través del análisis de varianza se determinó que en el hinchamiento a las 2 h existen diferencias significativas entre todos los tratamientos.

En el hinchamiento a las 24 h existen diferencias significativas entre los tratamientos, con excepción de los niveles de catalizador 2.0% y 3.0%, los cuales no presentan diferencias significativas.

A través de un análisis de regresión fue posible determinar una ecuación que permite estimar el hinchamiento en función del porcentaje de catalizador. Los resultados de este análisis se presentan en el Cuadro N° 4.

**Cuadro N° 4**

**ECUACIONES DE REGRESION PARA EL HINCHAMIENTO DESPUES DE 24 H, EN FUNCION DEL PORCENTAJE DE CATALIZADOR.**

| Ecuación                                 | r      | ES      |
|--|--------|---------|
| $H2 = 59.6495 - 32.8315 C + 6.1568 C^2$  | 0.8600 | 7.957   |
| $H24 = 77.3236 - 44.2210 C + 8.3070 C^2$ | 0.8724 | 10.1012 |

Donde :

H2 : Hinchamiento a las 2 h (%)

H24 : Hinchamiento a las 24 h (%)

C : Nivel de catalizador (%)

C2 : Nivel de catalizador al cuadrado (%)

r : Coeficiente de regresión múltiple

ES : Error estándar de la estimación

Dado que para la propiedad de hinchamiento, existen diferencias significativas entre los tratamientos, el nivel óptimo de catalizador corresponde al 2.5 %.

**Absorción de agua**

En el Cuadro N° 5 se presentan los resultados de absorción a las 2 y 24 horas de inmersión. Esta propiedad se controló en las mismas probetas de hinchamiento.

Cuadro N° 5

ABSORCION DE AGUA DESPUES DE 2 Y 24 H DE INMERSION A 20 °C VALORES PROMEDIO,  
MAXIMO, MINIMO Y DESVIACION ESTANDAR (DE).

| Inmersión<br>(h) | NH, CL<br>(%) | Hinchamiento (%) |        |        |       |
|------------------|---------------|------------------|--------|--------|-------|
|                  |               | Promedio         | Max.   | Min.   | DE    |
| 2                | 0.0           | 120.41           | 150.16 | 105.40 | 11.50 |
|                  | 0.5           | 134.58           | 172.50 | 102.67 | 18.65 |
|                  | 1.0           | 87.28            | 104.64 | 71.62  | 7.78  |
|                  | 1.5           | 79.19            | 93.78  | 60.16  | 8.16  |
|                  | 2.0           | 73.66            | 100.38 | 52.04  | 9.34  |
|                  | 2.5           | 71.56            | 87.63  | 58.10  | 6.33  |
|                  | 3.0           | 74.52            | 91.19  | 61.70  | 6.46  |
| 24               | 0.0           | 152.07           | 186.19 | 135.71 | 12.63 |
|                  | 0.5           | 168.30           | 202.39 | 133.15 | 20.94 |
|                  | 1.0           | 112.09           | 132.16 | 93.98  | 8.62  |
|                  | 1.5           | 102.62           | 118.49 | 82.44  | 8.95  |
|                  | 2.0           | 94.10            | 121.46 | 69.34  | 10.50 |
|                  | 2.5           | 91.79            | 109.06 | 76.05  | 7.42  |
|                  | 3.0           | 95.81            | 114.89 | 80.32  | 7.21  |

La absorción de agua a las 2 y 24 h disminuye al incrementarse el nivel de catalizador. Esta reducción de la absorción continúa hasta el nivel 2.5% de catalizador.

Al igual que en el hinchamiento, los resultados mas desfavorables se obtuvieron con el nivel 0.5 de catalizador. Esta situación se explicaría por un fraguado deficiente lo que hace mas inestables e irregulares a los tableros. Lo anterior se manifiesta en los valores de desviación estándar, lo que también se observó en el hinchamiento.

Los valores de absorción registrados son mayores a los obtenidos en otros ensayos con otras especies (Poblete, 1986) y se explican en gran medida por la baja densidad y gran permeabilidad de la madera de tepa. En efecto, al comparar tepa con otras especies nativas (coigue, olivillo y ulmo) se ha determinado que reúne una serie características que favorecen el ingreso del agua (Juacida, 1980).

La disminución en la absorción de agua al aumentar el porcentaje de catalizador, se explica por un mejoramiento del proceso de fraguado, lo que permite aumentar la adherencia entre las partículas, haciendo al tablero más estable y resistente al ingreso de agua.

La propiedad de absorción podría mejorarse con la aplicación de algún agente hidrófobo (Poblete y Peredo, 1990). Otra forma de reducir la absorción de agua, según lo señalan Vital et al. (1974) y Urzua y Poblete (1980), sería aumentando la densidad de los tableros.

Al realizar un análisis de varianza con los valores de absorción se determinó que existen diferencias significativas entre los tratamientos con un nivel de catalizador igual o menor a 1.5%. Entre los tratamientos con 2.0, 2.5 y 3.0% no existen diferencias significativas. Lo anterior vale para los dos tipos de inmersión estudiados.

Con un análisis de regresión fue posible determinar una ecuación para la absorción de agua en función del porcentaje de catalizador, los resultados de este análisis se presentan en el Cuadro N° 6.

Cuadro N° 6

ECUACIONES DE REGRESION PARA LA ABSORCION DE AGUA DESPUES DE 2 Y 24 H, EN FUNCION DEL PORCENTAJE DE CATALIZADOR.

| Ecuación                                   | r      | ES      |
|--|--------|---------|
| $A2 = 139.9630 - 52.2406 C + 9.9271 C^2$   | 0.8304 | 14.1093 |
| $A24 = 175.4120 - 63.0860 C + 11.8836 C^2$ | 0.8458 | 16.1719 |

- A2 : Absorción a las 2 h (%)  
 A24 : Absorción a las 24 h (%)  
 C : Nivel de catalizador (%)  
 C2 : Nivel de catalizador al Cuadrado (%)  
 r : Coeficiente de regresión múltiple  
 ES : Error estándar de la estimación

El nivel 2.5 % de catalizador fue el que más redujo la absorción de agua. Sin embargo, debido a que en esta propiedad no existen diferencias significativas entre los tratamientos con más de 2.0 % de catalizador, a partir de este nivel se puede obtener el mejor resultado en esta propiedad.

## Resistencia a la Flexión

Para evaluar la resistencia a la flexión estática de los tableros, se midió el módulo de rotura (MOR) y el módulo de elasticidad (MOE), de acuerdo a la norma señalada en la metodología, en un total de 336 probetas.

Los resultados de ambos parámetros, MOR y MOE, se presentan en el Cuadro N° 7.

Cuadro N° 7

RESISTENCIA A LA FLEXION POR TIPO DE TABLERO, MODULO DE ROTURA (MOR) Y MODULO DE ELASTICIDAD (MOE). VALORES PROMEDIO, MAXIMO, MINIMO Y DESVIACION ESTANDAR (DE).

| NH, Cl<br>(%) | Resistencia a la Flexión |       |       |      |                          |      |      |     |
|---------------|--------------------------|-------|-------|------|--------------------------|------|------|-----|
|               | MOR (N/mm <sup>2</sup> ) |       |       |      | MOE (N/mm <sup>2</sup> ) |      |      |     |
|               | Prom.                    | Max.  | Min.  | DE   | Prom.                    | Max. | Min. | DE  |
| 0.0           | 16.52                    | 26.34 | 6.57  | 5.21 | 2099                     | 2712 | 1836 | 203 |
| 0.5           | 21.20                    | 28.86 | 8.42  | 4.99 | 2213                     | 2683 | 1163 | 352 |
| 1.0           | 26.34                    | 32.08 | 19.98 | 3.11 | 2239                     | 3037 | 1135 | 453 |
| 1.5           | 28.10                    | 36.91 | 21.15 | 3.65 | 2375                     | 3570 | 1183 | 450 |
| 2.0           | 27.56                    | 39.73 | 17.18 | 4.07 | 2449                     | 2992 | 1831 | 283 |
| 2.5           | 28.41                    | 34.78 | 24.05 | 2.94 | 2466                     | 2832 | 2128 | 159 |
| 3.0           | 28.03                    | 33.09 | 19.52 | 3.31 | 2408                     | 3155 | 1486 | 334 |

En relación al módulo de rotura, la exigencia que establece la norma DIN 52 362 es de 16 N/mm<sup>2</sup>. Este requerimiento fue superado por todos los tratamientos, aunque el tratamiento sin catalizador se encuentra en el límite de la norma.

Cabe señalar que los tableros fabricados sin catalizador y parte de las probetas con 0.5% de catalizador presentaron una fractura anormal, paralela a las caras del tablero. Esta falla anormal se produce por la presencia de una capa central débil y por que en este tipo de ensayos ocurre un encuentro de fuerzas (comprensión y tracción) en la zona central de la probeta (Poblete, 1988).

El incremento en la cantidad de catalizador provocó un aumento de la

resistencia a la flexión. Este aumento de la resistencia a la flexión, es coincidente con el determinado por Poblete y Peredo (1990). Sin embargo estos investigadores obtuvieron valores de resistencia inferiores a los encontrados en el presente estudio. La resistencia máxima registrada por Poblete y Peredo (1990) fue de 15.4 N/mm<sup>2</sup> con 2% de catalizador, en tanto que en el presente trabajo con igual nivel de catalizador se alcanzó una resistencia de 27.6 N/mm<sup>2</sup>. Los mayores valores de resistencia a la flexión (MOR) se explican en gran medida por la diferencia en la forma de las partículas con que se trabajó en esta oportunidad, menor espesor (0.3 mm) y mayor coeficiente de esbeltez (36.1).

El comportamiento del módulo de rotura concuerda también con lo señalado por Kehr (1962) y Kehr (1967). Este autor obtuvo las menores resistencias en tableros que no contenían catalizador. Al aumentar la cantidad del reactivo la resistencia aumentó progresivamente hasta llegar a un máximo, con 2.8% de catalizador, y luego disminuyó (Kehr, 1967).

Al realizar un análisis de varianza al módulo de rotura se determinó que no existen diferencias significativas entre los tratamientos con un nivel igual o superior a 1.5% de catalizador.

Para el caso del módulo de elasticidad no existen exigencias en la norma DIN empleada. Los resultados se pueden comparar con la tabla de resistencias para tableros de 3 capas destinados a la fabricación de muebles, recopilada del Holzbau-Atlas, por el profesor Dr. Rodiger Albin, para la cátedra de fabricación de muebles (Escuela Superior de Rosenheim, Alemania). En esta tabla se indica que los tableros de espesor entre 13 y 20 mm deben tener un módulo de elasticidad que se encuentre entre 2.800 y 4.000 N/mm<sup>2</sup>. Si se comparan estos rangos con los resultados obtenidos se observa que la exigencia no es cumplida por ningún tratamiento. Sin embargo es necesario tener presente que los tableros de teja tenían una capa, por lo que puede esperarse que el módulo de elasticidad mejore al agregar dos capas externas.

El análisis de varianza de los valores de elasticidad determinó que con más de 1.5% de catalizador las diferencias entre los tratamientos no son significativas. Debe destacarse que en el módulo de elasticidad, como en el caso del módulo de rotura, la máxima resistencia también se alcanzó con el nivel 2.5% de catalizador.

Al someter los valores de resistencia a la flexión (módulo de rotura y módulo de elasticidad) a un análisis de regresión, fue posible obtener ecuaciones que estiman la resistencia en función del porcentaje de catalizador. Los resultados

de este análisis se presentan en el Cuadro N° 8.

Cuadro N° 8

ECUACIONES DE REGRESION PARA LA RESISTENCIA A LA FLEXION (MOR Y MOE), EN  
FUNCION DEL PORCENTAJE DE CATALIZADOR.

| Ecuación  | r      | ES     |
|---|--------|--------|
| MOR = 16.6945 + 19.4913 C - 2.2793 C <sup>2</sup> | 0.6734 | 3.9349 |
| MOE = 2081.60 + 252.17 C - 44.38 C <sup>2</sup>   | 0.3012 | 348.70 |

Donde:

- MOR : Resistencia a la rotura (N/mm<sup>2</sup>)
- MOE : Resistencia en el limite elástico (N/mm<sup>2</sup>)
- C : Nivel de catalizador (%)
- C<sup>2</sup> : Nivel de catalizador al cuadrado (%)
- r : Coeficiente de regresión múltiple
- ES : Error estándar de la estimación

Los valores de resistencia a la flexión (módulo de rotura) se ajustan bien a una ecuación de segundo grado, ya que en un comienzo la incorporación de pequeñas cantidades de catalizador hacen aumentar la resistencia significativamente y una vez alcanzado el nivel de 1.0% la tasa de incremento de la resistencia se reduce. El aumento de la resistencia con cantidades mayores de NH<sub>4</sub>Cl continua pero con una tasa de incremento cada vez menor, hasta alcanzar la resistencia máxima (28.41 N/mm<sup>2</sup>), con 2.5% de catalizador. Finalmente, al agregar 3.0% de catalizador la resistencia a la flexión disminuye.

Los valores de resistencia a la flexión (MOR) en los estudios de Kehr (1962, 1967) también se ajustan mejor a una parábola que a una recta.

Pese a que los valores de resistencia del módulo de elasticidad se ajustan bien a la ecuación presentada, el uso de esta ecuación queda restringido por el bajo coeficiente de regresión (r = 0.30) y el alto error de la estimación (348.7). No obstante este tipo de curva (cuadrática), es la que mejor representa el comportamiento de los tableros.

De acuerdo con los resultados presentados, el nivel óptimo de catalizador para la propiedad de flexión corresponde a 2.5%, puesto que cuando la cantidad de catalizador supera este porcentaje ocurren cambios químicos que perjudican el fraguado de la ureaformaldehído, provocando uniones más

débiles y disminuyendo la resistencia.

En general puede aseverarse que el aumento en la resistencia a la flexión se debe a cambios provocados por la acción del catalizador en el ambiente en que fragua el adhesivo. Lo anterior se confirma al observar los resultados de pH y de tiempo de gelificación determinados por Poblete y Pinto (1992).

### Resistencia a la Tracción

El ensayo de resistencia a la tracción perpendicular al plano del tablero se realizó de acuerdo a la norma DIN 52 365, en un total de 448 probetas.

Los resultados de esta propiedad mecánica se presentan en el Cuadro N° 9.

Cuadro N° 9

RESISTENCIA A LA TRACCION POR DE TABLERO. VALORES PROMEDIO, MAXIMO, MINIMO Y DESVIACION ESTANDAR (DE).

| NH, Cl<br>(%) | Resistencia a la Tracción (N/mm <sup>2</sup> ) |      |      | DE   |
|---------------|--|------|------|------|
|               | Promedio                                       | Max. | Min. |      |
| 0.0           | 0.22   | 0.41 | 0.06 | 0.08 |
| 0.5           | 0.40   | 0.67 | 0.10 | 0.14 |
| 1.0           | 0.70   | 0.92 | 0.27 | 0.12 |
| 1.5           | 0.88   | 1.23 | 0.52 | 0.15 |
| 2.0           | 0.86   | 1.27 | 0.49 | 0.19 |
| 2.5           | 0.99   | 1.30 | 0.56 | 0.17 |
| 3.0           | 0.78   | 1.14 | 0.43 | 0.16 |

Existen al menos dos aspectos importantes a considerar en el análisis de los resultados. En primer lugar, debido a la forma como se distribuyen las fuerzas durante este ensayo, la propiedad tracción perpendicular es el mejor indicador de la calidad de la unión entre las partículas de la zona central del tablero (Urzúa y Poblete, 1980).

Por otra parte, durante el prensado la parte central del tablero es la última en recibir el máximo de temperatura, es la zona que está menos tiempo bajo el efecto de la temperatura y en ella el fraguado del adhesivo se da en las peores

condiciones.

Lo anterior sumado a los problemas que presenta la madera de tepe, hacen que la propiedad tracción perpendicular sea especialmente afectada por las condiciones dadas en el ensayo.

El ensayo de tracción en los tableros con cantidades reducidas de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  muestra claramente el efecto de un fraguado deficiente, producto del ambiente desfavorable en que se lleva a cabo la reacción química. En la medida que se incrementa el nivel de catalizador, el grado de acidez del ambiente en que fragua el adhesivo cambia y es posible formar uniones más fuertes entre las partículas. Los resultados presentados en el Cuadro N° 9 muestran un aumento importante de la resistencia a la tracción al elevarse el porcentaje de catalizador. Es destacable el significativo aumento de la resistencia al agregar pequeñas cantidades de catalizador.

De acuerdo con la norma DIN 52 365, la exigencia mínima para este tipo de tableros es de  $0.35 \text{ N/mm}^2$ . En este caso el tratamiento con 0% de catalizador fue el único que no superó el mínimo exigido por la norma. El valor máximo de resistencia ( $0.99 \text{ N/mm}^2$ ) se alcanzó con 2.5% de catalizador.

Por medio del análisis de varianza se determinó que en la propiedad tracción existen diferencias significativas entre todos los tratamientos, excepto entre aquellos con 1.5% y 2.0% de catalizador.

Al realizar un análisis de regresión con los valores de resistencia a la tracción, fue posible ajustar una ecuación en función del porcentaje de catalizador. Esta ecuación se presenta en el Cuadro N° 10.

Cuadro N° 10

ECUACION DE REGRESION PARA LA RESISTENCIA A LA TRACCION, EN FUNCION DEL  
PORCENTAJE DE CATALIZADOR.

| Ecuación                             | r      | ES     |
|--------------------------------------|--------|--------|
| $T = 0.1498 + 0.6734 C - 0.1489 C^2$ | 0.8106 | 0.1621 |

Donde:

- T : Resistencia a la tracción ( $\text{N/mm}^2$ )
- C : Nivel de catalizador (%)
- $C^2$  : Nivel de catalizador al cuadrado (%)
- r : Coeficiente de regresión múltiple
- ES : Error estándar de la estimación

Al igual que para la resistencia a la flexión, los valores de resistencia a la tracción se ajustan mejor a una ecuación de segundo grado.

El comportamiento que tiene esta propiedad al aumentar el nivel de catalizador es concordante con lo señalado por Kehr (1962), Kehr (1967) y Plath (1959). Kehr en 1962 y 1967 utilizando una especie cuya madera es de pH menos ácido (5.9) también encontró una relación cuadrática entre la resistencia a la tracción y el nivel de catalizador empleado.

## CONCLUSIONES

- El incremento del nivel de catalizador, permite mejorar las propiedades físicas de hinchamiento y absorción de agua y las propiedades mecánicas flexión (MOR y MOE) y tracción perpendicular.
- Ninguno de los tableros producidos cumple con la exigencia de la norma DIN, en relación al hinchamiento. Sin embargo la inclusión de algún agente hidrófobo, permitiría mejorar la propiedad de hinchamiento y absorción de agua y así cumplir con la norma.
- Los tableros producidos con madera de tepa y ureaformaldehido sin catalizador presentan fallas en la parte central, no cumplen con la norma en tracción y presentan los valores más bajos de flexión.
- En base a los valores de resistencias mecánicas y propiedades físicas obtenidos, se puede aseverar que la inclusión de un catalizador ácido es indispensable para producir tableros con madera de tepa y ureaformaldehido. En el estudio parece óptimo agregar la cantidad de 2.5% de cloruro de amonio como catalizador del adhesivo.

## BIBLIOGRAFIA

- Albin, R. 1975.** Determinación del pH en Diversas Especies de los Renovales de la Provincia de Valdivia. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. BOSQUE 1(1): 3 - 5.
- Juacida, R. 1980.** Algunos factores que incluyen en la impregnación de maderas. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Publicación Docente N° 3. 19 p.
- Kehr, E. 1962.** Untersuchungen über die Eignung verschiedener Holzarten und -sortimente zur Herstellung von Spanplatten Holztechnologie. 3 (1): 22 - 28.
- \_\_\_\_\_. Zur Verfahrenstechnologie für die Spanplattenherstellung, insbesondere über den Einfluß des Festharz-, Härter- und Hydrophobierungsmittelanteils auf die Spanplattenqualität. Holztechnologie. 8 (2): 81 - 86.
- Neusser, H. 1962.** über die Veränderungen des Leimes Während des Produktionsganges von Spanplatten bzw. über einige Einflußfaktoren auf deren Verleimungsqualität. Holzforschung und Holzverwertung. 14 (5/6): 88 - 97.
- Parameswaran, N. 1974.** pH and Buffering Capacity of Some Tropical Tree Barks. J. Ind. Acad. Wood Sci. 5 (1): 28 - 31.
- Plath, E. 1959.** über den Einfluß der Härtung von Harnstoffharzen auf die Eigenschaften von Holzspanplatten. Holz als Roh- und Werkstoff. 17 (12): 490 - 494.
- Poblete, H. y Peredo, M. 1990.** Tableros a Base de Desechos de Contrachapados. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Informe de Convenio N° 182. 150 p.
- Poblete, H.; Díaz - Vaz, J.E.; Peredo, M. 1991.** Determinaciones de las Causas y Efectos de las Coloraciones en Madera de Tepa. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Informe de Convenio N° 187. Valdivia. 24 p.
- Poblete, H. y Zarate, M. 1986.** Influencia de los Extraíbles sobre las Propiedades de la Madera y su Utilización como Materia Prima. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Publicación Docente N° 20. 55 p.
- Poblete, H. y Roffael, E. 1985.** über chemische Veränderungen in Holzspänen bei der Herstellung von Harnstoff-Formaldehydharz-gebundenen Spanplatten. Holz als Roh- und Werkstoff. 43 (2): 57 - 62.

**Poblete, H.; Pinto, A. 1992.** Avances sobre el Efecto del Catalizador en el Fraguado de Ureaformaldehido en Tableros de Tapa. BOSQUE 13 (2).

\_\_\_\_\_. **1983.** Veränderrungen in Holzpänen Während der Trocknung und des Pressens zu Holzspanplatten. Göttingen. Dissertation. 157 p.

\_\_\_\_\_. **1986.** Resistencias Mecánicas de Tableros de Partículas Producidos con Mezclas de Especies Chilenas. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. BOSQUE 7 (1): 30 - 45.

\_\_\_\_\_. **1988.** Incorporación de Astillas de Despunte en Tableros de Partículas. Ciencia e Investigación Forestal. INFOR. Santiago, 2 (4): 45 - 61.

**Roffael, E.; Rauch, W.; Bismark, C. 1975.** Folmaldehydabgabe und Festigkeitsausbildung bei der Verleimung von Eichenspänen mit Harnstoffformaldehydharzen. Holz als Roh - und Werks - stoff. 33 (72): 271 - 275.

**Urzúa, D. y Poblete, H. 1980.** Utilización Silvoagropecuaria de los Terreros de Ñadis. Informe N° 2. Factibilidad Técnica de Producción de Tableros de Partículas Utilizando las Especies que Crecen en los Terrenos de Ñadis. Informe Convenio N° 22. Convenio SERPLAC X Región - Universidad Austral de Chile. 140 p.

**Vital, B.; Lehmann, W. and Boone, R. 1974.** How Species and Board Densities Affect Properties of Exotic Hardwood Particleboard. For. Prod. J. 24 ( 12): 37 - 45.

**SISTEMAS AGROFORESTALES.** Susana Benedetti R. Ingeniero Forestal, División Silvicultura, Instituto Forestal. Huérfanos 554 Santiago. Nicolás Espinoza R., Ingeniero Forestal (E).

## **INTRODUCCION**

En la búsqueda de estrategias para enfrentar, frenar y superar el deterioro progresivo de la calidad de vida de los habitantes de las zonas rurales, se utiliza el concepto de manejo integral de los recursos naturales. En este contexto, los Sistemas Agroforestales constituyen una herramienta a través de la cual se puede dar soluciones a los grandes conflictos que existen entre lo que la naturaleza ofrece y lo que el hombre demanda para su subsistencia.

El concepto de manejo integral de los recursos naturales y en especial de los sistemas agroforestales, hoy en boga, no es nuevo. Son innumerables los ejemplos de la aplicación de estos principios en la culturas de los pueblos alto - andinos del continente, los que hacían y hacen un aprovechamiento óptimo, tanto del recurso suelo como del recurso agua, de manera tal de satisfacer las múltiples necesidades de la población, bajo un enfoque en que se combinan los conceptos de uso múltiple del territorio, diversificación de la producción y sustentabilidad del sistema.

En las últimas décadas, debido a la incapacidad de solucionar las demandas básicas de los habitantes de las zonas rurales por parte del modelo silvoagropecuario imperante, ha surgido una corriente de pensamiento en busca de un nuevo enfoque metodológico, que permita solucionar dichos aspectos. Se postula que la generación de nuevos patrones tecnológicos tiene como partida la utilización de las prácticas, componentes tecnológicos y culturales ya existentes en un lugar y que, a través del ordenamiento y manejo de éstos, se busca sistematizar una realidad ya existente.

Por lo tanto, las acciones a desarrollar bajo un esquema de sistema debieran responder a las necesidades y posibilidades de la población y a las limitaciones o potencialidades del medio, es decir, las alternativas técnicas debieran estar en función de las condiciones ecológicas, económicas, sociales y culturales presentes en un lugar.

Se opta entonces por un enfoque de sistemas integrados de producción, utilizando el árbol como elemento asociado a cultivos y ganadería, para afrontar problemas de erosión de suelo, bajos rendimientos y escasez de productos forestales.

## DEFINICION DEL CONCEPTO

Si bien los sistemas agroforestales han sido una estrategia utilizada desde tiempos remotos, se han rescatado en las últimas décadas como una disciplina de gran potencialidad para el Sector Silvoagropecuario, ya que ella responde a un enfoque de desarrollo equilibrado y sostenido. Sin embargo, existe la necesidad de aclarar y uniformar las distintas definiciones de este término con el objeto de validar y sistematizar un sinnúmero de prácticas que podrían englobarse bajo esta disciplina.

A partir de 1977 se hacen los primeros intentos por definir este término. Combe y Budowski en 1979, citados por Somarriba (1991), definen los sistemas agroforestales como el conjunto de técnicas de manejo de tierras que implican la combinación de árboles forestales, ya sea con ganado o con cultivos.

Lundgren y Raintree en 1982, citados por Somarriba (1991), proponen cambiar el término "árbol forestal" por "leñoso perenne", a modo de evitar la connotación de maderable al componente arbóreo.

Así se generan una serie de definiciones, la mayoría de las veces extensas y poco precisas, que parecen más un listado de atributos que una definición.

Para Nair 1985, citado por Somarriba (1991), los sistemas agroforestales representa un enfoque en el uso integral de la tierra, que involucra una mezcla o retención deliberada de árboles y otras leñosas perennes en el campo de la producción agropecuaria, que beneficia las interacciones ecológicas y económicas resultantes.

En esta última definición aparecen los conceptos de interacción biológica y económica. Sin embargo no se hace referencia a la temporalidad, concepto que debiera incluirse, por lo cual la definición dada por FAO (1984) aparece como la más completa y precisa.

Se entiende, por tanto en este trabajo a los sistemas agroforestales como: "Un sistema de manejo sostenido de la tierra que incrementa el rendimiento de ésta, combina la producción de cultivos y plantas forestales y animales,

simultánea o consecutivamente, en la misma unidad de terreno, y aplica las prácticas de manejo que son compatibles con las prácticas culturales de la población local "(FAO, 1984).

## **BENEFICIO DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES**

La característica principal de los Sistemas Agroforestales (SAF) es su capacidad de optimizar la producción de un determinado ecosistema, a través de una explotación diversificada.

Los beneficios pueden clasificarse en:

- Beneficios fácilmente cuantificables, que son aquellos relacionados con la producción y,
- Beneficios no tan fácilmente cuantificables, pero de gran relevancia; entre los que se pueden citar los relacionados con la conservación y preservación del medio.

En la Figura N°1 se presentan sintéticamente los beneficios más importantes que promueve el manejo integrado de árboles o arbustos a las actividades agrícolas o pecuarias.

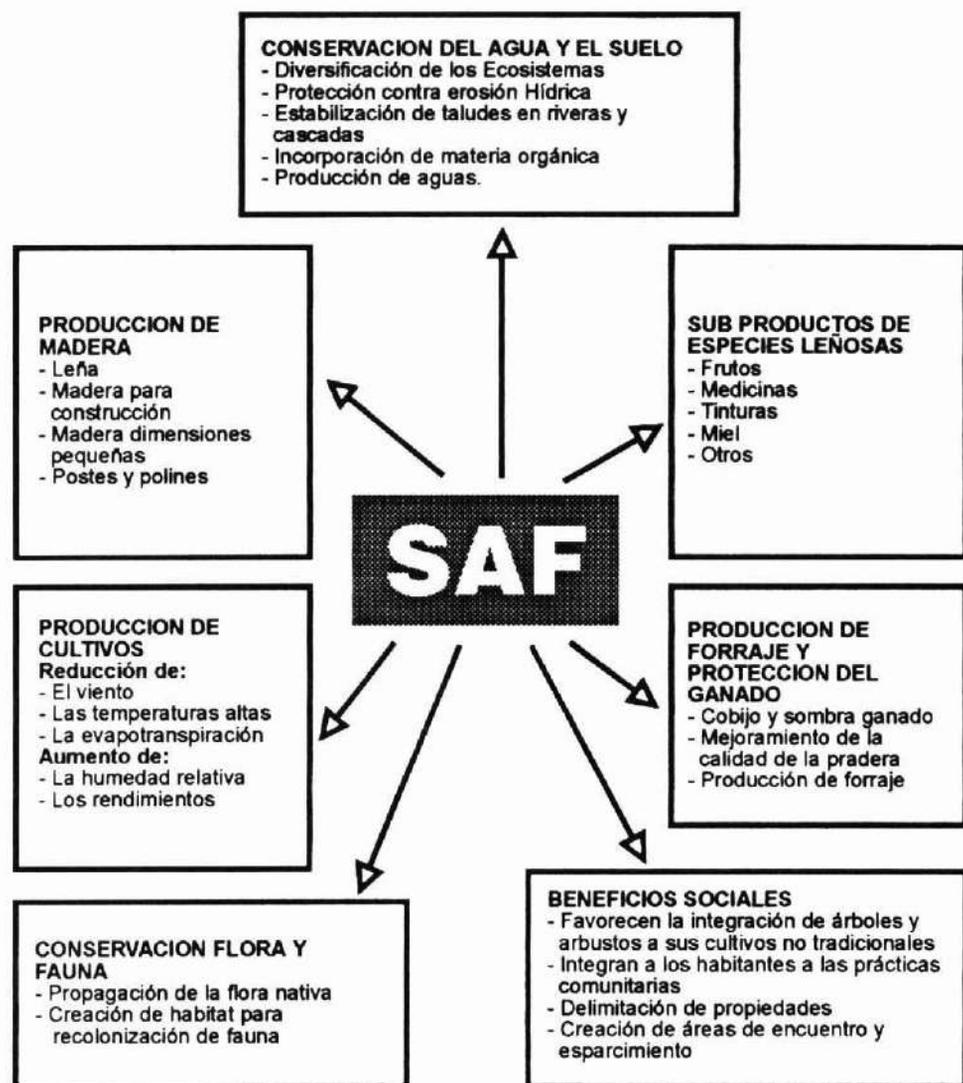


Figura N° 1. BENEFICIOS DE LOS SAF.

## CLASIFICACION DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES

Siendo los sistemas agroforestales una disciplina que integra distintos ámbitos de la producción campesina, generan un conjunto de posibilidades y combinaciones, las que se pueden agrupar de la siguiente manera: Sistemas Silvoagrícolas, Sistemas Silvopastorales y Sistemas Agrosilvopastorales. A continuación se definen con mayor detalle los distintos sistemas.

### Sistemas Silvoagrícolas

Estos corresponden a un manejo de la vegetación arbórea o arbustiva integrada al ciclo agrícola, de modo que brinde un beneficio, o cumpla con algún objetivo específico de conservación de suelo o de agua, como por ejemplo un aterrazamiento con arbustos.

Los sistemas Silvoagrícolas más difundidos son:

- Taungya
- Árboles productores de madera comercial en los cultivos
- Árboles frutales asociados con cultivos
- Cercas vivas
- Cortinas rompevientos
- Barreras vivas para formación lenta de terrazas para uso agrícola

### Taungya

Consiste básicamente en la repoblación forestal de un área, mediante la remoción del bosque natural y el establecimiento de cultivos agrícolas bajo la plantación forestal hasta que, debido al crecimiento de los árboles, no sea posible continuar cultivando la tierra bajo el bosque, trasladándose eventualmente los campesinos a otros sectores predefinidos donde se repite la misma operación (FAO 1984).

El sistema Taungya a sido utilizado a modo de "practica" en plantaciones de alamo en la VII Región, a las cuales en los primeros años de crecimiento se intercalan cultivos agrícolas como papa, remolacha y maíz, hasta que la sombra no permite realizar más estos cultivos. Otra practica que se ha utilizado en forma esporádica en algunas zonas de la VIII y IX Regiones del país, es el cultivo de trigo asociado con plantaciones de pino, el cual se realiza por una o dos temporadas, dejando luego solo la plantación.

### Arboles Productores de Madera en Cultivos

Este sistema consiste en una plantación forestal que se realiza con una densidad inferior a la normalmente utilizada. Concretamente, en plantaciones de coníferas se utilizan densidades de 250 árboles por hectárea y en latifoliadas alrededor de 200 árboles por hectárea. Esto permite intercalar cultivos agrícolas en forma permanente (FAO, 1984, Reynel, C. y Morales, C. 1987).

En Chile este sistema ha sido utilizado, en zonas de cultivo de trigo como la IX Región, en donde la especie arbórea asociada corresponde a roble. Cabe mencionar que en esta practica la densidad ocupada es de 25 a 50 árboles por hectárea, lo que implica una subutilización del estrato arbóreo.

Para la elección de las especies forestales y los cultivos debe tenerse en cuenta el nivel de competencia entre ellos.

Otras variables interesantes para la selección de especies forestales son :

- Tolerancia a heladas y sequías.
- Velocidad de crecimiento
- Facilidad de propagación
- Estructura de copa
- Capacidad de rebrote
- Productos obtenibles
- Aporte al suelo.

## Arboles Frutales Asociados con Cultivos

Este es un sistema que combina árboles frutales asociados a cultivos tradicionales. Consiste básicamente en el cultivo del terreno entre las hileras de frutales mientras estos entran en su período de producción.

En el país este sistema se observa esporádicamente en algunas plantaciones frutales a nivel familiar, asociando generalmente cítricos, manzanos u otro frutal, a cultivos como poroto, papas o maíz. Existen algunas especies frutales interesantes como los cítricos, nogales, olivos y almendros que con un adecuado manejo, podrían ser asociados a cultivos en sus primeros años, permitiendo al agricultor generar ingresos con los cultivos anuales, mientras los frutales entran en producción.

## Cercos Vivos

El uso de cercos vivos para delimitar propiedades o sectores es bastante común. Si para ello se utilizan especies forestales con capacidad de retoñación es factible manejar los rebrotes, que crecen rápidamente, para la obtención de varillas o postes de diámetros pequeños que pueden utilizarse en construcción de techos, tabiques divisorios o cercos, cestería o mangos de herramientas para otros utensilios, además de abastecer de estacas para la propagación de los mismos árboles.

En la selección de especies para esta práctica, deben considerarse las siguientes características:

- Alta capacidad de rebrote
- Rapidez de crecimiento y lignificación.
- Persistencia en la retoñación.
- No palatable, para evitar su destrucción por ramoneo de animales.

Las cercas vivas son una práctica bastante difundida en el país, la cual cumple varios objetivos, entre ellos se puede destacar la protección de cultivos, a través de la creación de condiciones microclimáticas para una mayor productividad agrícola atenuando la radiación solar, las sequedad y el polvo. Pueden ser utilizadas especies arbóreas o arbustivas para cumplir este objetivo, obteniéndose además productos distintos a los cultivos, como leña,

frutos, tintes, etc.

Para esta práctica se recomienda utilizar especies de tamaño medio, para evitar la competencia, y con raíces más bien pivotantes, que no se extiendan demasiado lateralmente (Reynel, C. y Morales, C. 1987).

### Cortinas Cortaviento

Las cortinas cortavientos consisten en hileras de especies arbóreas o arbustivas de tamaño medio - alto, dispuestas en sentido perpendicular a la dirección del viento dominante, disminuyendo de esta forma su velocidad y posibles efectos no deseados, como erosión eólica, disminución humedad del terreno, evapotranspiración de los cultivos menores, pérdidas de flores en árboles frutales, etc.

Los árboles deben presentar una buena altura de, 10 a 15 m, y follaje no muy denso, para que sean permeables al viento y permitan la reducción de la velocidad sin provocar turbulencias.

Estas puede también complementarse en la parte inferior con arbustos. El efecto protector de una cortina cortaviento es de 10 - 15 veces su altura (Carlson, P. 1990).

### Barreras Vivas para Formación Lenta de Terrazas para uso Agrícola.

Esta práctica es casi desconocida en Chile, pero existen algunas experiencias impulsadas por JUNDEP<sup>1</sup> (Organismo No Gubernamental de Desarrollo) en la zona de Canela, IV Región.

Es recomendable para terrenos con pendientes medianas, se trata de hileras densas y continuas de vegetación arbórea o arbustiva siguiendo las curvas de

<sup>1</sup> Comunicación personal entregada por el Ingeniero Forestal Sr. Jaime Valdes, Director JUNDEP.

nivel.

Estas hileras cumplen una función de barrera de detención de la tierra arrastrada por efecto de la escorrentía y producen la formación natural de terrazas estables para la producción agrícola.

La vegetación a utilizar debe reunir las siguientes características :

- Alta densidad radicular y aérea
- Tamaño bajo a mediano para evitar la competencia por luz al cultivo.
- Ramificación desde la base.
- Fácil propagación

Dentro de las modalidades observadas de barreras vivas se pueden citar dos :

a) Barreras construidas por vegetación solamente.

- Vegetación de especies arbóreas, arbustivas o combinadas.

- Bandas anchas de vegetación, con un mayor poder de retención y mayor eficiencia, se logra con dos hileras dispuestas al tresbolillo y pastos entre las hileras.

b) Barreras vivas complementadas con pirca de piedra.

- Se construyen pircas de piedra en curvas de nivel, más una hilera de plantas establecidas al lado de abajo de los muros.

- La distancia entre barreras dependerá principalmente de la pendiente del terreno.

## Sistemas Silvopastorales

Corresponde a un manejo de la pradera integrando árboles al ciclo pecuario, con un beneficio adicional en términos de producción. Dentro de los sistemas más empleados se encuentran:

- Pastoreo o producción de forraje en plantaciones forestales
- Pastoreo o producción de forraje en bosques secundarios.
- Árboles de sombra y mejoradores de suelo en pastizales
- Árboles y arbustos productores de forraje

- Pastoreo o producción de forraje en plantaciones forestales

La plantación forestal es establecida a un espaciamiento mayor al habitual para permitir el desarrollo de la pradera natural, siendo posible también mejorar esta con pastos de mayor calidad.

Se requiere que las especies a utilizar presenten un bajo nivel de competencia y que los pastos sean tolerantes a la sombra.

En Uruguay, plantaciones de **Eucalyptus**, **Pinus** y **Salix** se pastorean después del quinto a sexto año, para reducir riesgos de daño a las plantas, y como control de vegetación susceptible a incendios. En Argentina, en la zona del Chaco árido se experimenta con bosques de **Aspidosperma quebracho blanco**, **Prosopis flexuosa**, **Prosopis chilensis** y **Prosopis alba**, manejando el pasto natural con pastoreos diferidos y obteniendo leña del estrato arbustivo y arbóreo.

En Chile, se han desarrollado experiencias de pastoreo bajo plantaciones de pino, aliso y alamo, introduciendo ovejas después de un raleo que deja entre 300 y 700 árboles por hectárea. Estas experiencias se han desarrollado en distintas regiones del país abarcando desde la VI hasta la X Región (Encina, 1991).

Una experiencia distinta corresponde a la utilización de los bosques de palma chilena para la producción combinada de frutos y miel y manteniendo paralelamente ganado, estableciendo así un sistema silvopastoral, donde la actividad silvícola se centra en la obtención de frutos.

Pastoreo o producción de forraje en bosques secundarios.

La formaciones naturales de baja densidad favorecen el desarrollo de un sotobosque rico en especies arbustivas y herbáceas de buena palatabilidad.

Además de la producción forestal, ganadera y protección al suelo, las condiciones microclimáticas dentro del bosque favorecen el desarrollo saludable del ganado en un ambiente sombreado y fresco, lo que disminuye la necesidad de líquido.

El estrato arbóreo debe estar compuesto por especies de buena altura para

permitir el paso del ganado y obtener algún producto maderable, no debe ser palatable, ni tener follaje denso para favorecer el desarrollo de la pradera.

El estrato arbustivo y herbáceo debe estar constituido por especies de buena palatabilidad y regeneración natural. Se debe definir adecuadamente la carga animal para evitar el sobrepastoreo y el daño a la vegetación arbórea. Se recomienda el pastoreo dirigido.

La extracción de leña o madera debe estar de acuerdo al ritmo de crecimiento y debe efectuarse en forma mesurada para mantener el sistema.

En la cordillera patagónica de Argentina, en la provincia de Río Negro, se proyecta pastorear bosques de *Nothofagus sp.*, sobre una superficie de 250.000 ha (FAO, 1984). En Chile este sistema de pastoreo es realizado en la XII Región, en bosques de lenga, siendo aún una práctica que no es sistematizada. Esta experiencia podría reproducirse en bosques de *Nothofagus*, como hualo y roble en la VII Región.

#### Arboles de sombra y mejoradores de suelo en pastizales

Existe un conjunto de especies arbóreas que, por la asociación de sus raíces con hongos, tienen la capacidad de fijar nutrientes en el suelo, característica que unida a la sombra que los árboles entregan, permiten aumentar el estrato herbáceo, tanto en cantidad como en calidad, debido al aumento de la fertilidad del suelo y la menor evapotranspiración de las hierbas.

La sombra entregada por el estrato arbóreo juega un rol importante en la producción pecuaria, ya que esta permite a los animales tener un lugar de resguardo de las temperaturas elevadas durante el día, evitando la pérdida de peso por transpiración. Los dos factores anteriores se ven reflejados en un aumento de peso por parte del ganado, respecto a sistemas de praderas abiertas.

En Chile se ha experimentado la recuperación y utilización de la estepa de *Acacia caven*, para manejo silvopastoral, y se ha ratificado lo anteriormente expuesto, con incrementos en la producción del estrato herbáceo de hasta de un 50% (Olivares 1990).

Otra experiencia incipiente en Chile es el uso silvopastoral de las

plantaciones de **Acacia saligna** en la IV Región. Plantaciones que están siendo evaluadas por el Instituto Forestal en la zona de Illapel.

### Arboles y arbustos productores de forraje

En Chile se han desarrollado experiencias destacables como el caso de **Prosopis tamarugo**, para la utilización principalmente ganadera con bovinos, ovinos y caprinos en el desierto.

En la zona árida son importantes las experiencias, ya masificadas, de plantaciones forrajeras con **Atriplex spp**, las cuales en la actualidad están comenzando también a ser utilizadas para la obtención de leña.

### Sistemas Agrosilvopastorales

Corresponde a un manejo de la vegetación arbórea y arbustiva integrado a los ciclos agrícola y pecuario, de modo que genere una maximización del beneficio en términos de una optimización de la producción.

Esta sistema es quizás uno de los más complejos, debido a la estructura que presenta, combinando diversas producciones a la vez.

Estos sistemas son escasos, pero en el exterior se han realizado algunas experiencias, entre las que se puede citar el cultivo y ganadería en plantaciones forestales realizado en Venezuela, con **Pinus caribea** asociado al cultivo de maní, sorgo o maíz y complementado con la cría de ovinos y aves (FAO, 1984).

Otra expresión es el Huerto Familiar, en donde los cultivos son intercalados con árboles frutales de multipropósito y complementados con cercos vivos de especies forestales de interés para leña, postes u otros productos, como forraje. Esta práctica puede representar una alternativa viable para la zona centro sur de Chile.

**BIBLIOGRAFIA**

**Carlson, P. y Afizco, M. 1990.** Establecimiento y Manejo de Prácticas Agroforestales en la Sierra Ecuatorial. Red Agroforestal Ecuatoriana. 187 p.

**Encina, O. 1991.** Descripción de Sistemas Asociados de Agricultura, Ganadería y Silvicultura entre las Regiones IV y X de Chile. Documento de trabajo investigaciones V25 y V26, CIAL. Santiago. 109 p.

**FAO. 1984.** Sistemas Agroforestales en América Latina y El Caribe. Santiago. 114 p.

**Olivares, A. 1990.** Uso Silvopastoral de los Bosques Espinosos. En: Seminario Opciones Silviculturales de los Bosques Esclerofilos y Espinosos de la Zona Central de Chile. Apunte docente N° 3, Universidad de Chile. Pgs. 117 - 125.

**Reynel, C. y Morales, C. 1987.** Agroforestería Tradicional en los Andes del Perú. Un Inventario de Tecnología y Especies para la Integración de la Vegetación Leñosa a la Agricultura. Proyecto FAO/Holanda/INFOR. Perú. 154 p.

**Somarriba, E. 1991.** ¿Que es Agroforestería?. En: Revista "El Chasqui", N°24, pgs: 5-13. CATIE. Turrialba, Costa Rica.

**EL GENERO PROSOPIS EN CHILE. (\*)** Santiago Barros A y Johannes Wrann H. Ingenieros Forestales, Instituto Forestal. Huérfanos 554. Casilla 3085. Santiago. Chile.

## **INTRODUCCION**

Las zonas áridas y semiáridas en Chile ocupan una importante proporción de la superficie del país y albergan un alto porcentaje de la población de éste.

En términos muy generales se pueden considerar las Regiones I a III como desérticas, con la excepción de algunos valles y sectores precordilleranos y altiplánicos, en tanto que las Regiones IV a VII pueden ser consideradas como semiáridas. Esta amplia zona del país, que se extiende entre los 17° 30' y los 36° 33' de latitud sur, ocupa una superficie que alcanza a los 38 millones de hectáreas y representa el 50,2% de la superficie total. La población sumada de estas Regiones era a 1982 de algo más de 8 millones de habitantes y representaba el 71,2% de la población total de Chile.

Las precipitaciones varían de norte a sur desde medias anuales prácticamente nulas (1,1 mm en Arica) hasta niveles de algo más de 700 mm (735 mm en Talca). Sin embargo, aún con precipitaciones de 300 a 700 mm anuales, como las que se dan desde la V hasta la VII Regiones, existen fuertes limitaciones para la actividad forestal, dadas por un prolongado período seco estival y por la irregularidad de las lluvias, tanto dentro del año como a través de los años.

Bajo las condiciones descritas, las posibilidades forestales están condicionadas por el riego o la presencia de napas subterráneas, en la parte norte, y dependen del uso de especies y técnicas de establecimiento adecuadas para una máxima eficiencia en el aprovechamiento de la humedad disponible, en la parte sur.

Los recursos forestales en estas Regiones están representadas por formaciones naturales y plantaciones de *Prosopis* spp. en las Regiones I y II, en sectores de salares y con napas subterráneas, y por formaciones naturales de *Prosopis* spp. asociadas a valles en la III Región. En la Región IV aparecen ya formaciones naturales de mayor superficie y variedad de especies,

(\*) Trabajo presentado a la Quinta Reunión Regional América Latina y El Caribe. Red de Forestación CIID (Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. Canadá). "Conservación y Mejoramiento de Especies del Género *Prosopis*". Mendoza, Argentina. Diciembre 3 a 6 de 1991.

encontrándose entre éstas las formaciones de **Prosopis spp.**, la estepa de **Acacia caven** y el bosque esclerófilo mixto, en el cual el Espino (**Acacia caven**) se combina con otras especies como Quillay (**Quillaja saponaria**), Boldo (**Peumus boldus**), etc.

También en la Región IV aparecen plantaciones de importancia con arbustos forrajeros (**Atriplex repanda** y **Atriplex nummularia**), establecidas principalmente en las planicies costeras.

De la V Región al sur aumentan las plantaciones y ya se incorporan especies de rápido crecimiento como **Pinus radiata** y **Eucalyptus globulus**. Sin embargo, esto es principalmente en los sectores denominados de secano costero, ya que en el secano interior persisten las limitaciones dadas por la semiaridez hasta bastante más al sur y los recursos forestales continúan representados por el bosque esclerófilo mixto.

En todas estas Regiones las formaciones naturales se encuentran muy degradadas por la sobreutilización como combustible, el sobrepastoreo, los incendios, etc. y, con la excepción de las plantaciones de **Prosopis ssp.** realizadas en la I Región, los trabajos de recuperación de formaciones naturales o de repoblación con especies nativas han sido insuficientes y poco exitosos.

Las especies del género **Prosopis** son de gran importancia en las zonas áridas y semiáridas de Chile, el género está presente en todas las Regiones desde la Región Metropolitana al Norte. Considerando las formaciones naturales y las plantaciones, los bosques de **Prosopis** cubren una superficie de algo más de 50 mil hectáreas (INFOR, 1986).

Sobre estas especies se ha realizado una gran cantidad de estudios y trabajos, siendo los de mayor significación el proyecto de forestación desarrollado por la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO), en la década 1960-1970, mediante el cual se plantaron unas 20.000 hectáreas en los salares de Pintados, Bellavista y Zapiga, en la I Región, y una serie de estudios de carácter multidisciplinario realizados o encargados por esta misma Corporación, a principios de la década 1980-1990.

Dentro de la serie de estudios indicados se pueden mencionar investigaciones referentes a la hidrología y napas subterráneas, aprovechamiento ganadero, propiedades físicas y mecánicas, trabajabilidad de la madera y otros, además de diversos estudios de carácter forestal, referentes a crecimiento, espaciamiento de plantaciones, producción de frutos y follaje,

podas, fertilización, aspectos fitosanitarios, fijación de nitrógeno, etc.

Más recientemente, entre 1985 y 1988, el Instituto Forestal (INFOR) con el apoyo del PNUD efectuó una prospección de las formaciones naturales y de las plantaciones, actualizando un inventario efectuado anteriormente en la I Región y caracterizando y ubicando las principales superficies boscosas en las Regiones II a Metropolitana. Dentro del mismo proyecto se inició un programa de Mejoramiento Genético que posteriormente se discontinuó.

## DISTRIBUCION Y SUPERFICIE DE FORMACIONES DE PROSOPIS

El género *Prosopis* en Chile se distribuye naturalmente entre el extremo Norte ( $17^{\circ}30'$  LS) y aproximadamente la latitud de Santiago ( $30^{\circ}30'$  LS). Sin embargo, esta distribución es muy discontinua, ya que las formaciones se asocian a condiciones mínimas de humedad dadas por valles o por napas freáticas (Figuras N° 1 a 6).

En el año 1981 el Instituto Forestal efectuó un inventario en los salares de Pintados y Bellavista, en la I Región, en la zona denominada Pampa del Tamarugal (INFOR, 1981). Posteriormente, en 1986, se actualizó este inventario, se incorporaron las plantaciones del Salar de Zapiga y se efectuó un catastro de las principales formaciones existentes en las Regiones II, III, IV, V y Metropolitana.

En este trabajo se delimitaron todas las formaciones que presentaban al menos 5 ha de superficie y al menos 1 a 2 ejemplares por hectárea. En cada caso se definió clase de densidad del bosque, se tomó nota si correspondían a plantaciones o bosque natural, composición de especies (Tamarugo, Algarrobo, Mixto), estado fitosanitario y caracterización dasométrica (diámetro a 1 m de altura, altura total, diámetro copa, longitud de copa, número de pies, etc).

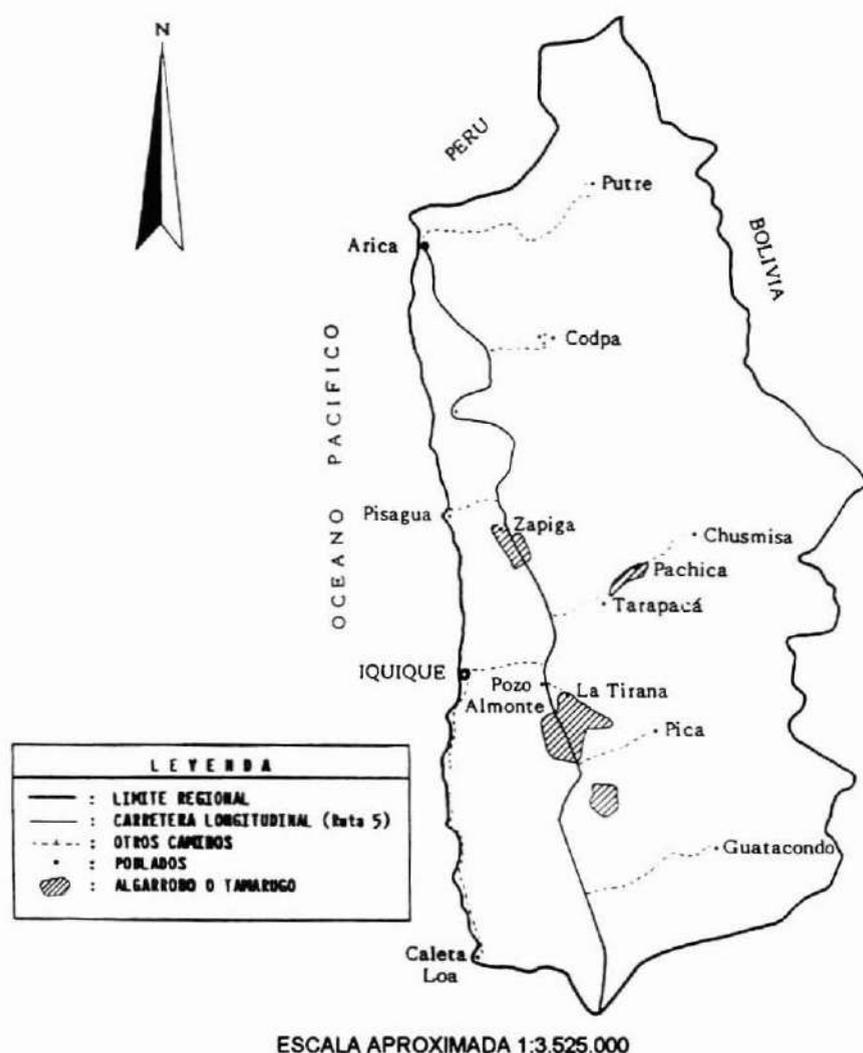
Cada unidad vegetacional (rodal) fue codificada, se definió su superficie y se registró en fotografías aéreas escala 1:60.000 de los años 1977 y 1981, para posteriormente vaciarse la información a cartografía escala 1:50.000 y 1:500.000.



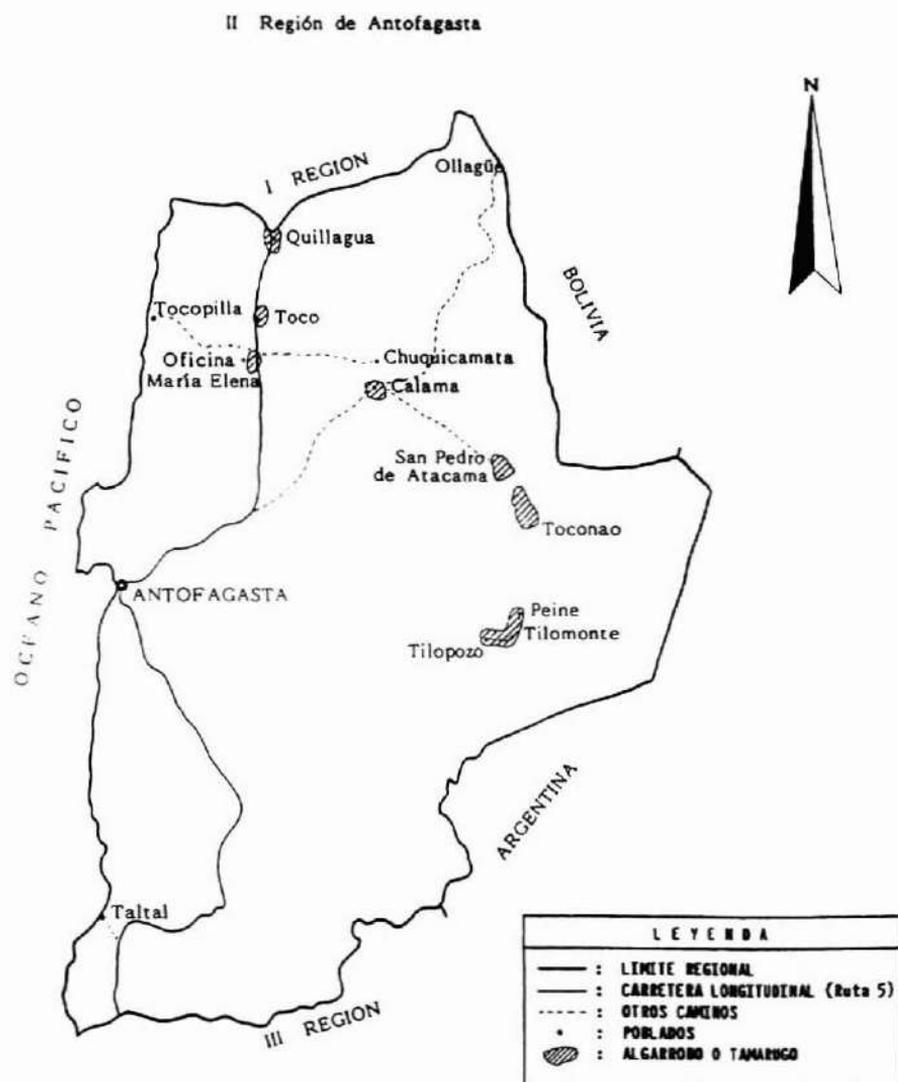
ESCALA APROXIMADA 1:13.820.000

Figura Nº 1. UBICACION PRELIMINAR DE AREAS CON ALGARROBO O TAMARUGO

## I Región de Tarapacá



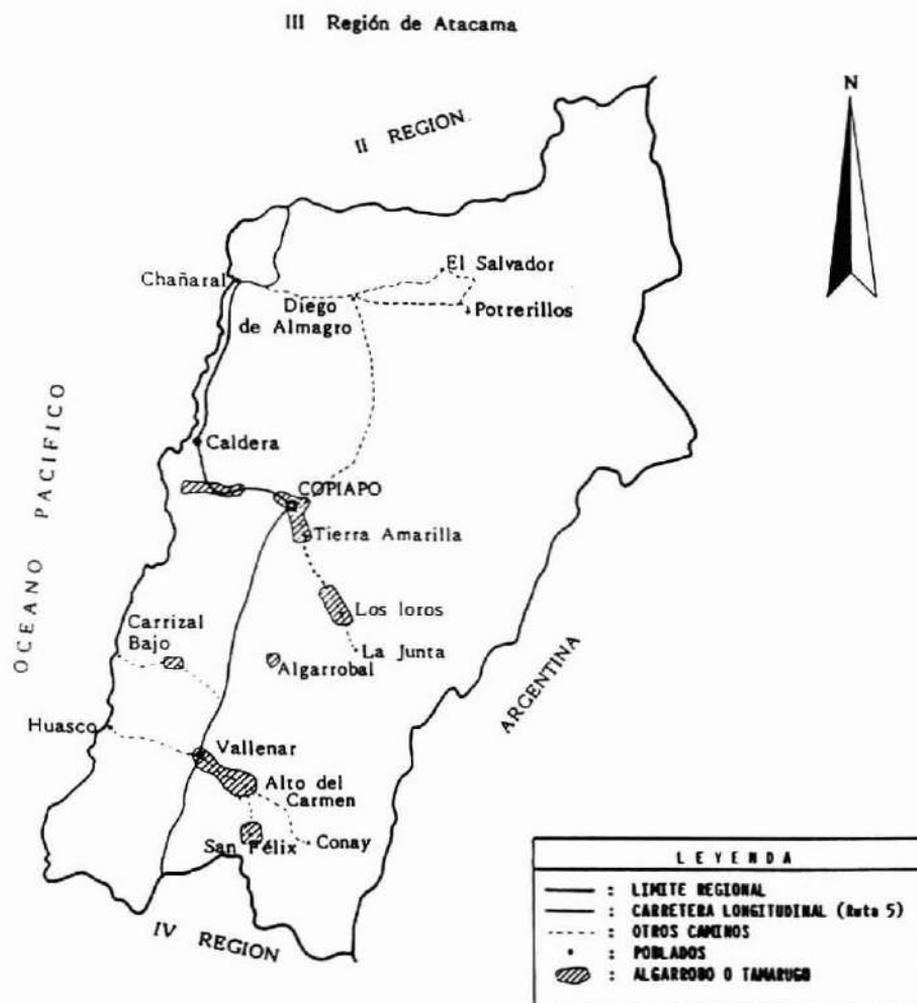
**Figura N° 2. UBICACION PRELIMINAR DE AREAS CON ALGARROBO O TAMARUGO, I REGION DE TARAPACA**



ESCALA APROXIMADA 1:4.586.777

Base Cartográfica: Atlas de la República de Chile (IGM, 1983)

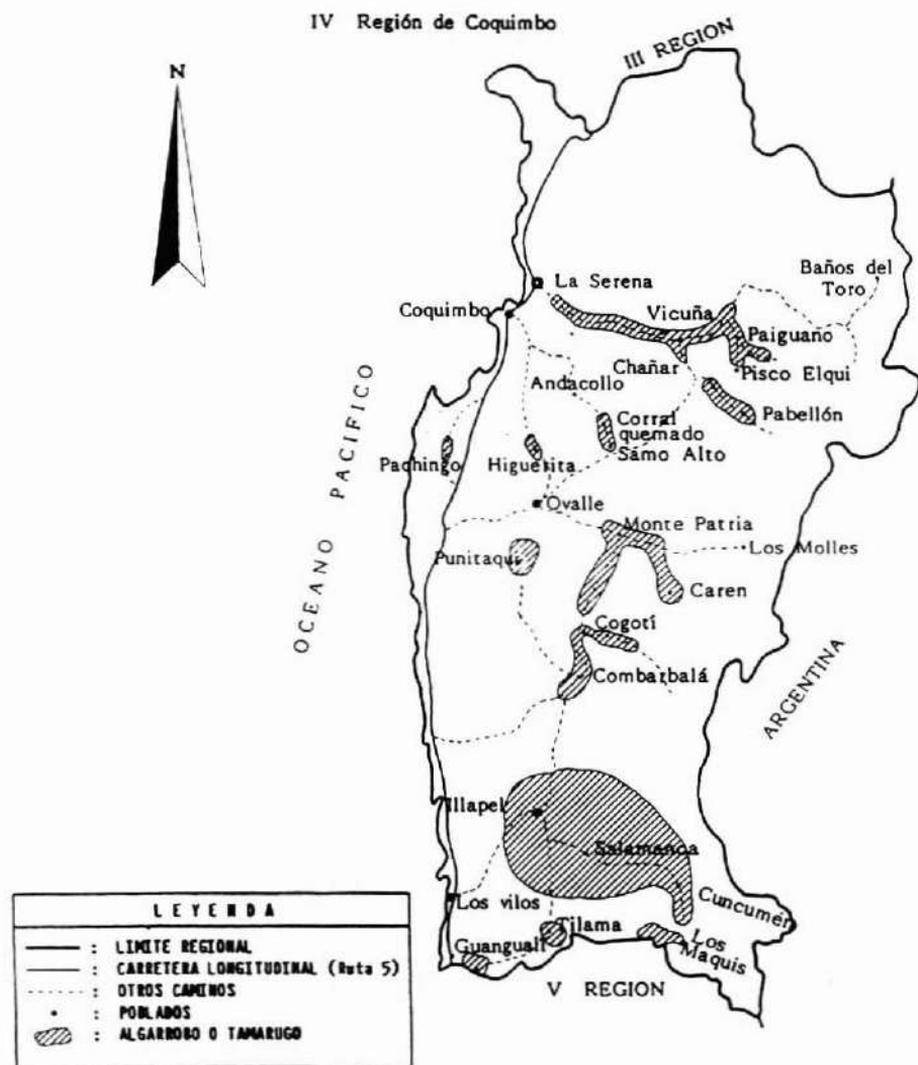
**Figura N° 3. UBICACION PRELIMINAR DE AREAS CON ALGARROBO O TAMARUGO, II REGION DE ANTOFAGASTA**



ESCALA APROXIMADA 1:3.846.983

Base Cartográfica: Atlas de la República de Chile (IGM, 1983)

**Figura N° 4. UBICACION PRELIMINAR DE AREAS CON ALGARROBO O TAMARUGO, III REGION DE ATACAMA**



ESCALA APROXIMADA 1:2.818.539

Base Cartográfica: Atlas de la República de Chile (IGM, 1983)

**Figura Nº 5. UBICACION PRELIMINAR DE AREAS CON ALGARROBO O TAMARUGO, IV REGION DE COQUIMBO**

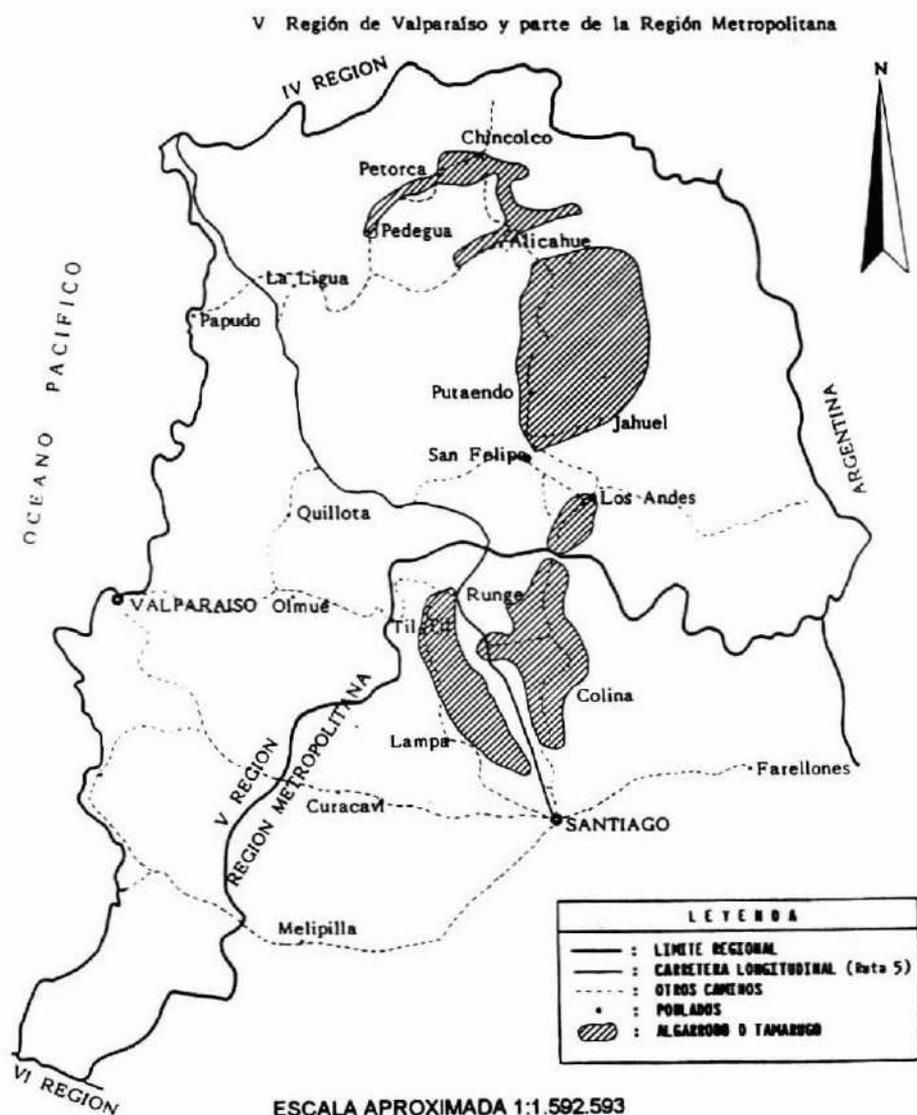


Figura N° 6. UBICACION PRELIMINAR DE AREAS CON ALGARROBO O TAMARUGO, V REGION DE VALPARAISO Y PARTE DE LA REGION METROPOLITANA

En los Cuadros N°s 1 a 4 se indican las superficies totales por Región, especie y tipo de bosque. Se puede apreciar que de las 50.439 ha totales el 53%-se ubica en la I Región, que el 52% corresponde a algarrobo y el 4 % a tamarugo y que el 52% corresponde a bosques naturales y el 48% a plantaciones.

El 96% de las plantaciones se encuentra en la I Región y de éstas el 81% está representado por tamarugo.

De las formaciones naturales en tanto, el 45% se ubica en la Región Metropolitana y el 87% está constituido por algarrobo.

Existen porcentajes marginales de formaciones mixtas, en las que están combinados algarrobo y tamarugo.

Cuadro N° 1

## SUPERFICIES REGIONALES DE PROSOPIS

| Región | Superficie Total |       |
|--------|------------------|-------|
|        | (ha)             | (%)   |
| I      | 26.618,4         | 52,8  |
| II     | 2.954,2          | 5,9   |
| III    | 766,5            | 1,5   |
| IV     | 6.665,6          | 13,2  |
| V      | 1.615,6          | 3,2   |
| R.M.   | 11.818,7         | 23,4  |
| TOTAL  | 50.439,0         | 100,0 |

Cuadro N° 2

## SUPERFICIES REGIONALES SEGUN ESPECIE

| Región | Por Especie     |       |          |      |       |     | Total           |       |
|--------|-----------------|-------|----------|------|-------|-----|-----------------|-------|
|        | Superficie (ha) |       |          |      |       |     | Superficie (ha) | (%)   |
|        | Algarrobo       | (%)   | Tamarugo | (%)  | Mixto | (%) |                 |       |
| I      | 3.248,9         | 12,2  | 22.870,1 | 85,9 | 499,4 | 1,9 | 26.618,4        | 100,0 |
| II     | 2.139,1         | 72,4  | 781,8    | 26,5 | 33,3  | 1,1 | 2.954,2         | 100,0 |
| III    | 766,5           | 100,0 | -        | 0,0  | -     | 0,0 | 766,5           | 100,0 |
| IV     | 6.665,6         | 100,0 | -        | 0,0  | -     | 0,0 | 6.665,6         | 100,0 |
| V      | 1.615,6         | 100,0 | -        | 0,0  | -     | 0,0 | 1.615,6         | 100,0 |
| R.M.   | 11.818,7        | 100,0 | -        | 0,0  | -     | 0,0 | 11.818,7        | 100,0 |
| TOTAL  | 26.254,4        | 52,1  | 23.651,9 | 46,9 | 532,7 | 1,0 | 50.439,0        | 100,0 |

Cuadro N° 3.

## SUPERFICIES REGIONALES SEGUN TIPO DE BOSQUE

| Región | Natural         |       | Plantación      |      | Total           |       |
|--------|-----------------|-------|-----------------|------|-----------------|-------|
|        | Superficie (ha) | (%)   | Superficie (ha) | (%)  | Superficie (ha) | (%)   |
| I      | 3.465,7         | 13,0  | 23.152,7        | 87,0 | 26.618,4        | 100,0 |
| II     | 2.074,5         | 70,2  | 879,7           | 29,8 | 2.954,2         | 100,0 |
| III    | 766,5           | 100,0 | -               | 0,0  | 766,5           | 100,0 |
| IV     | 6.655,6         | 99,8  | 10,0            | 0,2  | 6.669,6         | 100,0 |
| V      | 1.615,6         | 100,0 | -               | 0,0  | 1.615,6         | 100,0 |
| R.M    | 11.818,7        | 100,0 | -               | 0,0  | 11.818,7        | 100,0 |
| TOTAL  | 26.396,0        | 52,3  | 24.042,4        | 47,7 | 50.439,0        | 100,0 |

Cuadro N°4

## SUPERFICIES REGIONALES SEGUN ESPECIE Y TIPO DE BOSQUE

| Región | Algarrobo       |       |                 |      | Tamarugo        |      |                 |      | Mixto           |     |                 |     |
|--------|-----------------|-------|-----------------|------|-----------------|------|-----------------|------|-----------------|-----|-----------------|-----|
|        | Natural         |       | Plantación      |      | Natural         |      | Plantación      |      | Natural         |     | Plantación      |     |
|        | Superficie (ha) | (%)   | Superficie (ha) | (%)  | Superficie (ha) | (%)  | Superficie (ha) | (%)  | Superficie (ha) | (%) | Superficie (ha) | (%) |
| I      | 112,5           | 0,4   | 3.136,4         | 11,8 | 3.294,9         | 12,4 | 19.575,2        | 73,5 | 58,3            | 0,2 | 441,1           | 1,7 |
| II     | 2.074,5         | 70,2  | 64,6            | 2,2  | -               | 0,0  | 781,8           | 26,5 | -               | 0,0 | 33,3            | 1,1 |
| III    | 766,5           | 100,0 | -               | 0,0  | -               | 0,0  | -               | 0,0  | -               | 0,0 | -               | 0,0 |
| IV     | 6.655,6         | 99,8  | 10,0            | 0,2  | -               | 0,0  | -               | 0,0  | -               | 0,0 | -               | 0,0 |
| V      | 1.615,6         | 100,0 | -               | 0,0  | -               | 0,0  | -               | 0,0  | -               | 0,0 | -               | 0,0 |
| R.M    | 11.818,7        | 100,0 | -               | 0,0  | -               | 0,0  | -               | 0,0  | -               | 0,0 | -               | 0,0 |
| TOTAL  | 23.043,4        | 45,7  | 3.211,0         | 6,4  | 3.294,9         | 6,5  | 20.357,0        | 40,4 | 58,3            | 0,2 | 474,4           | 0,9 |

En el Cuadro N° 5 se puede observar que un 40% de las formaciones presenta densidades inferiores a 10 árboles por ha y que un 39% de estas presenta densidades superiores a los 26 árboles por ha. Las formaciones más densas se concentran en la I Región, coincidiendo con las plantaciones, en tanto que las formaciones menos densas lo hacen en la Región Metropolitana, coincidiendo con los bosques naturales.

## Cuadro N° 5

## SUPERFICIES REGIONALES SEGUN CLASE DE DENSIDAD DE LAS UNIDADES VEGETACIONALES

| Región | Clases de Densidad (N/ha) |      |                 |      |                 |      |                 |      | Total           |       |
|--------|---------------------------|------|-----------------|------|-----------------|------|-----------------|------|-----------------|-------|
|        | Menos de 10               |      | 10 - 25         |      | 26 y más        |      | S/I *           |      |                 |       |
|        | Superficie (ha)           | (%)  | Superficie (ha) | (%)  | Superficie (ha) | (%)  | Superficie (ha) | (%)  | Superficie (ha) | (%)   |
| I      | 833,6                     | 3,1  | 6.567,6         | 24,7 | 18.337,4        | 68,9 | 879,8           | 3,3  | 26.618,4        | 100,0 |
| II     | 2.029,9                   | 68,7 | 293,4           | 9,9  | 475,5           | 16,1 | 155,4           | 5,3  | 2.954,2         | 100,0 |
| III    | 685,7                     | 89,5 | 80,8            | 10,5 | -               | 0,0  | -               | 0,0  | 766,5           | 100,0 |
| IV     | 3.158,1                   | 47,4 | 573,8           | 8,6  | 587,5           | 8,8  | 2.346,2         | 35,2 | 6.665,6         | 100,0 |
| V      | 1.491,5                   | 92,3 | 90,8            | 5,6  | -               | 0,0  | 33,3            | 2,1  | 1.615,6         | 100,0 |
| R.M.   | 11.738,2                  | 99,3 | -               | 0,0  | -               | 0,0  | 80,5            | 0,7  | 11.818,7        | 100,0 |
| TOTAL  | 19.937,0                  | 39,5 | 7.606,4         | 15,1 | 19.400,4        | 38,5 | 3.495,2         | 6,9  | 50.439,0        | 100,0 |

\* S/I : Sin información de Densidad

Se dispone de escasa información sobre la edad de las plantaciones. En el caso del Tamarugo en la I Región :

| Superficie  | Año de Plantación |
|-------------|-------------------|
| 1.093,3 ha  | 1932 - 1960       |
| 13.472,2 ha | 1966 - 1973       |
| 5.009,7 ha  | posterior         |

Para las plantaciones de Algarrobo no se dispone de información, pero buena parte de la superficie plantada en la I Región corresponde a plantaciones antiguas, establecidas hasta 1960.

En los cuadros N°s 6 y 7 se entrega información más desagregada y aparecen las superficies según Regiones, Provincias, Comunas y especies.

Las mayores superficies se encuentran en la comuna de Pozo Almonte, I Región con el 44% del total, y en las comunas de Til-Til y Colina, Región Metropolitana, con el 8,6% y el 13,4% del total, respectivamente.

El tamarugo se encuentra solo en las comunas de Pozo Almonte y Huara, I Región, y en la comuna de San Pedro de Atacama, II Región. La comuna de Pozo Almonte concentra el 86% de la superficie total de tamarugo.

Cuadro N° 6

## SUPERFICIE TOTAL SEGUN PROVINCIA Y COMUNA

| Región              | División Administrativa |   | Superficie (ha)                     |                            |
|---------------------|-------------------------|---|-------------------------------------|----------------------------|
|                     | Provincia               | Comuna  | Total                               | %                          |
| I                   | Iquique                 | Huara<br>Pozo Almonte                               | 4 413,6<br>22 204,8                 | 16,6<br>83,4               |
|                     | Subtotal Provincial     |   | 26 618,4                            | 100,0                      |
|                     | Total Regional          |   | 26 618,4                            | 100,0                      |
| II                  | Tocopilla               | Maria Elena   | 268,4                               | 9,1                        |
|                     | Subtotal Provincial     |   | 268,4                               | 9,1                        |
|                     | El Loa                  | Calama<br>San Pedro Atacama                         | 33,3<br>2 652,5                     | 1,1<br>89,8                |
|                     | Subtotal Provincial     |   | 2 685,8                             | 90,9                       |
| Total Regional      |                         | 2 954,2   | 100,0                               |                            |
| III                 | Copiapó                 | Copiapó<br>Tierra Amarilla                          | 100,0<br>6,7                        | 13,0<br>0,9                |
|                     | Subtotal Provincial     |   | 106,7                               | 13,9                       |
|                     | Huasco                  | Huasco<br>Vallenar<br>Alto del Carmen               | 12,5<br>203,1<br>444,2              | 1,6<br>26,5<br>58,0        |
|                     | Subtotal Provincial     |   | 659,8                               | 86,1                       |
|                     | Total Regional          |   | 766,5                               | 100,0                      |
| IV                  | Elqui                   | Vicuña<br>Paihuano<br>Andacollo                     | 1 519,0<br>64,5<br>856,9            | 22,8<br>1,0<br>12,8        |
|                     | Subtotal Provincial     |   | 2 440,4                             | 36,6                       |
|                     | Limari                  | Río Hurtado<br>Ovalle<br>Monte Patria<br>Combarbalá | 315,6<br>10,0<br>2 671,0<br>1 026,0 | 4,7<br>0,2<br>40,1<br>15,4 |
|                     | Subtotal Provincial     |   | 4 022,6                             | 60,4                       |
|                     | Choapa                  | Illapel<br>Salamanca                                | 101,3<br>101,3                      | 1,5<br>1,5                 |
|                     | Subtotal Provincial     |   | 202,6                               | 3,0                        |
|                     | Total Regional          |   | 6 665,6                             | 100,0                      |
|                     | V                       | Petorca   | Petorca<br>Cabiido                  | 32,5<br>24,2               |
| Subtotal Provincial |                         | 56,7  | 3,5                                 |                            |
| San Felipe          |                         | Putendo<br>San Felipe<br>Santa María<br>Llay-Llay   | 46,7<br>658,1<br>270,8<br>8,3       | 2,9<br>40,7<br>16,8<br>0,5 |
| Subtotal Provincial |                         | 983,9   | 60,9                                |                            |
| Los Andes           |                         | San Esteban<br>Rinconada<br>Calle Larga             | 125,0<br>317,5<br>132,5             | 7,7<br>19,7<br>8,2         |
| Subtotal Provincial |                         | 575,0   | 35,6                                |                            |
| Total Regional      |                         | 1 615,6   | 100,0                               |                            |
| R.M.                | Chacabuco               | Til-Til<br>Colina<br>Lampa                          | 4 360,9<br>6 773,9<br>683,9         | 36,9<br>57,3<br>5,8        |
|                     | Subtotal Provincial     |   | 11 818,7                            | 100,0                      |
|                     | Total Regional          |   | 11 818,7                            | 100,0                      |

Cuadro N° 7.

## SUPERFICIES PROVINCIALES Y COMUNALES DE PROSOPIS, SEGUN ESPECIE

| División Administrativa |                     |                      | Superficie (ha) por especie |       |          |      |       |          |          |       |
|-------------------------|---------------------|----------------------|-----------------------------|-------|----------|------|-------|----------|----------|-------|
| Región                  | Provincia           | Comuna               | Algarrobo                   | (%)   | Tamarugo | (%)  | Mixto | (%)      | Total    | (%)   |
| I                       | Iquique             | Huara                | 32,5                        | 0,1   | 4.322,8  | 16,3 | 58,3  | 0,2      | 4.413,6  | 16,6  |
|                         |                     | Pozo Almonte         | 3.216,4                     | 12,1  | 18.547,3 | 69,8 | 441,1 | 1,7      | 22.204,8 | 83,4  |
|                         | Subtotal Provincial |                      | 3.248,9                     | 12,2  | 22.870,1 | 85,9 | 499,4 | 1,9      | 28.618,4 | 100,0 |
| Total Regional          |                     |                      | 3.248,9                     | 12,2  | 22.870,1 | 85,9 | 499,4 | 1,9      | 28.618,4 | 100,0 |
| II                      | Tocopilla           | María Elena          | 268,4                       | 9,1   | -        | 0,0  | -     | 0,0      | 268,4    | 9,1   |
|                         | Subtotal Provincial |                      | 268,4                       | 9,1   | -        | 0,0  | -     | 0,0      | 268,4    | 9,1   |
|                         | El Loa              | Calama               | -                           | 0,0   | -        | 0,0  | 33,3  | 1,1      | 33,3     | 1,1   |
|                         |                     | San Pedro de Atacama | 1.870,7                     | 63,3  | 781,8    | 26,5 | -     | 0,0      | 2.652,5  | 89,8  |
| Subtotal Provincial     |                     | 1.870,7              | 63,3                        | 781,8 | 26,5     | 33,3 | 1,1   | 2.685,8  | 89,9     |       |
| Total Regional          |                     |                      | 2.139,1                     | 72,4  | 781,8    | 26,5 | 33,3  | 1,1      | 2.954,2  | 100,0 |
| III                     | Copiapó             | Copiapó              | 100,0                       | 13,0  | -        | 0,0  | -     | 0,0      | 100,0    | 13,0  |
|                         |                     | Tierra Amarilla      | 6,7                         | 0,9   | -        | 0,0  | -     | 0,0      | 6,7      | 0,9   |
|                         | Subtotal Provincial |                      | 106,7                       | 13,9  | -        | 0,0  | -     | 0,0      | 106,7    | 13,9  |
|                         | Huasco              | Huasco               | 12,5                        | 1,6   | -        | 0,0  | -     | 0,0      | 12,5     | 1,6   |
|                         |                     | Vallenar             | 203,1                       | 26,5  | -        | 0,0  | -     | 0,0      | 203,1    | 26,5  |
|                         |                     | Alto del Carmen      | 444,2                       | 58,0  | -        | 0,0  | -     | 0,0      | 444,2    | 58,0  |
| Subtotal Provincial     |                     | 659,8                | 86,1                        | -     | 0,0      | -    | 0,0   | 659,8    | 86,1     |       |
| Total Regional          |                     |                      | 766,5                       | 100,0 | -        | 0,0  | -     | 766,5    | 100,0    |       |
| IV                      | Elqui               | Vicuña               | 1.519,0                     | 22,8  | -        | 0,0  | -     | 0,0      | 1.519,0  | 22,8  |
|                         |                     | Paihuano             | 64,5                        | 1,0   | -        | 0,0  | -     | 0,0      | 64,5     | 1,0   |
|                         |                     | Andacollo            | 856,9                       | 12,8  | -        | 0,0  | -     | 0,0      | 856,9    | 12,8  |
|                         | Subtotal Provincial |                      | 2.440,4                     | 36,6  | -        | 0,0  | -     | 0,0      | 2.440,4  | 36,6  |
|                         | Limarí              | Río Hurtado          | 315,6                       | 4,7   | -        | 0,0  | -     | 0,0      | 315,6    | 4,7   |
|                         |                     | Ovalle               | 10,0                        | 0,2   | -        | 0,0  | -     | 0,0      | 10,0     | 0,2   |
|                         |                     | Monte Patria         | 2.671,0                     | 40,1  | -        | 0,0  | -     | 0,0      | 2.671,0  | 40,1  |
|                         |                     | Combarbalá           | 1.026,0                     | 15,4  | -        | 0,0  | -     | 0,0      | 1.026,0  | 15,4  |
|                         | Subtotal Provincial |                      | 4.022,6                     | 60,4  | -        | 0,0  | -     | 0,0      | 4.022,6  | 60,4  |
|                         | Choapa              | Itapel               | 101,3                       | 1,5   | -        | 0,0  | -     | 0,0      | 101,3    | 1,5   |
| Salamanca               |                     | 101,3                | 1,5                         | -     | 0,0      | -    | 0,0   | 101,3    | 1,5      |       |
| Subtotal Provincial     |                     | 202,6                | 3,0                         | -     | 0,0      | -    | 0,0   | 202,6    | 3,0      |       |
| Total Regional          |                     |                      | 6.665,6                     | 100,0 | -        | 0,0  | -     | 6.665,6  | 100,0    |       |
| V                       | Petorca             | Petorca              | 32,5                        | 2,0   | -        | 0,0  | -     | 0,0      | 32,5     | 2,0   |
|                         |                     | Cabildo              | 24,2                        | 1,5   | -        | 0,0  | -     | 0,0      | 24,2     | 1,5   |
|                         | Subtotal Provincial |                      | 56,7                        | 3,5   | -        | 0,0  | -     | 0,0      | 56,7     | 3,5   |
|                         | San Felipe          | Putendo              | 46,7                        | 2,9   | -        | 0,0  | -     | 0,0      | 46,7     | 2,9   |
|                         |                     | San Felipe           | 658,1                       | 40,7  | -        | 0,0  | -     | 0,0      | 658,1    | 40,7  |
|                         |                     | Santa María          | 270,8                       | 16,8  | -        | 0,0  | -     | 0,0      | 270,8    | 16,8  |
|                         |                     | Llay-Llay            | 8,3                         | 0,5   | -        | 0,0  | -     | 0,0      | 8,3      | 0,5   |
|                         | Subtotal Provincial |                      | 983,9                       | 60,9  | -        | 0,0  | -     | 0,0      | 983,9    | 60,9  |
|                         | Los Andes           | San Esteban          | 125,0                       | 7,7   | -        | 0,0  | -     | 0,0      | 125,0    | 7,7   |
|                         |                     | Rinconada            | 317,5                       | 19,7  | -        | 0,0  | -     | 0,0      | 317,5    | 19,7  |
| Calle Larga             |                     | 132,5                | 8,2                         | -     | 0,0      | -    | 0,0   | 132,5    | 8,2      |       |
| Subtotal Provincial     |                     | 575,0                | 35,6                        | -     | 0,0      | -    | 0,0   | 575,0    | 35,6     |       |
| Total Regional          |                     |                      | 1.615,6                     | 100,0 | -        | 0,0  | -     | 1.615,6  | 100,0    |       |
| R.M.                    | Chacabuco           | Tiltil               | 4.360,9                     | 36,9  | -        | 0,0  | -     | 0,0      | 4.360,9  | 36,9  |
|                         |                     | Colina               | 6.773,9                     | 57,3  | -        | 0,0  | -     | 0,0      | 6.773,9  | 57,3  |
|                         |                     | Lampa                | 683,9                       | 5,8   | -        | 0,0  | -     | 0,0      | 683,9    | 5,8   |
|                         | Subtotal Provincial |                      | 11.818,7                    | 100,0 | -        | 0,0  | -     | 0,0      | 11.818,7 | 100,0 |
| Total Regional          |                     |                      | 11.818,7                    | 100,0 | -        | 0,0  | -     | 11.818,7 | 100,0    |       |

El algarrobo en tanto presenta superficies de importancia en al menos 7 comunas, principalmente de las Regiones I, II, IV y Metropolitana.

En los Cuadros N°s 8 y 9 se indican las cartas escalas 1:50.000 del Instituto Geográfico Militar utilizadas y se anota la superficie de formaciones de **Prosopis** que aparecen en cada una de éstas.

Se emplearon 50 cartas, cada una cubre una superficie total aproximada de 61.000 ha, y sólo 7 de ellas concentran el 70% del total de formaciones de **Prosopis**, con superficies de al menos 2.000 ha cada una.

Toda la información de este catastro está en el banco de datos del Instituto Forestal, por lo que se puede agregar y desagregar información según especie, ubicación, tipo de bosque, clase de densidad, clase de superficie, etc. A modo de ejemplo se incluye en Anexo N° 1 una serie de 5 cuadros que desagregan información por unidades vegetacionales (rodales).

Cuadro N° 8

## SUPERFICIES DE PROSOPIS SEGUN CARTA IGM ESCALA 1:50.000 Y ESPECIES

| Carta IGM Escala 1:50.000 |                      | Especie      |       |              |       |              |       | Total Prosopis por carta IGM |       |
|---------------------------|----------------------|--------------|-------|--------------|-------|--------------|-------|------------------------------|-------|
|                           |                      | Algarobo     |       | Tamarugo     |       | Mito         |       | Superf. por carta IGM        |       |
|                           |                      | Superf. (ha) | (%)   | Superf. (ha) | (%)   | Superf. (ha) | (%)   | Superf. (ha)                 | (%)   |
| Código                    | Nombre               |              |       |              |       |              |       |                              |       |
| A - 49                    | Zapiga               | 7,5          | 0,2   | 3.492,5      | 99,8  | -            | 0,0   | 3.500,0                      | 100,0 |
| A - 56                    | Huara                | -            | 0,0   | 819,5        | 100,0 | -            | 0,0   | 819,5                        | 100,0 |
| A - 57                    | Tarapacá             | 25,0         | 26,8  | 10,8         | 11,5  | 58,3         | 61,9  | 94,1                         | 100,0 |
| A - 71                    | La Tirana            | 3.136,4      | 20,5  | 11.740,9     | 76,8  | 441,1        | 2,9   | 15.318,4                     | 100,0 |
| A - 78                    | Oficina Victoria     | -            | 0,0   | 4.710,3      | 100,0 | -            | 0,0   | 4.710,3                      | 100,0 |
| A - 86                    | Campamento Alianza   | -            | 0,0   | 2.096,1      | 100,0 | -            | 0,0   | 2.096,1                      | 100,0 |
| B - 20                    | Quillagua            | 295,5        | 100,0 | -            | 0,0   | -            | 0,0   | 295,5                        | 100,0 |
| B - 29                    | Oficina Prosperidad  | 32,1         | 100,0 | -            | 0,0   | -            | 0,0   | 32,1                         | 100,0 |
| B - 48                    | Oficina María Elena  | 20,8         | 100,0 | -            | 0,0   | -            | 0,0   | 20,8                         | 100,0 |
| B - 51                    | Calama               | -            | 0,0   | -            | 0,0   | 33,3         | 100,0 | 33,3                         | 100,0 |
| B - 76                    | San Pedro de Atacama | 1.594,2      | 77,5  | 482,6        | 22,5  | -            | 0,0   | 2.056,8                      | 100,0 |
| B - 91                    | Toconao              | 67,5         | 17,5  | 319,2        | 82,5  | -            | 0,0   | 386,7                        | 100,0 |
| B - 92                    | Cerros de Macon      | 35,0         | 100,0 | -            | 0,0   | -            | 0,0   | 35,0                         | 100,0 |
| B - 107                   | Talabre              | 72,3         | 100,0 | -            | 0,0   | -            | 0,0   | 72,3                         | 100,0 |
| B - 120                   | Peñe                 | 51,7         | 100,0 | -            | 0,0   | -            | 0,0   | 51,7                         | 100,0 |
| B - 134                   | Tilomonte            | 50,0         | 100,0 | -            | 0,0   | -            | 0,0   | 50,0                         | 100,0 |
| C - 84                    | La Puerta            | 100,0        | 100,0 | -            | 0,0   | -            | 0,0   | 100,0                        | 100,0 |
| C - 103                   | Elisa de Bordos      | 6,7          | 100,0 | -            | 0,0   | -            | 0,0   | 6,7                          | 100,0 |
| D - 2                     | Canto del Agua       | 12,5         | 100,0 | -            | 0,0   | -            | 0,0   | 12,5                         | 100,0 |
| D - 11                    | Chacritas            | 67,5         | 100,0 | -            | 0,0   | -            | 0,0   | 67,5                         | 100,0 |
| D - 19                    | Chañar Blanco        | 120,8        | 100,0 | -            | 0,0   | -            | 0,0   | 120,8                        | 100,0 |
| D - 20                    | Los Morteros         | 28,3         | 100,0 | -            | 0,0   | -            | 0,0   | 28,3                         | 100,0 |
| D - 28                    | El Tránsito          | 430,9        | 100,0 | -            | 0,0   | -            | 0,0   | 430,9                        | 100,0 |
| D - 54                    | Marquesa             | 269,0        | 100,0 | -            | 0,0   | -            | 0,0   | 269,0                        | 100,0 |
| D - 55                    | Rivadavia            | 343,3        | 100,0 | -            | 0,0   | -            | 0,0   | 343,3                        | 100,0 |
| D - 61                    | Cerro Tololo         | 825,0        | 100,0 | -            | 0,0   | -            | 0,0   | 825,0                        | 100,0 |
| D - 62                    | Vicuña               | 148,3        | 100,0 | -            | 0,0   | -            | 0,0   | 148,3                        | 100,0 |
| D - 63                    | Pisco Elqui          | 26,2         | 100,0 | -            | 0,0   | -            | 0,0   | 26,2                         | 100,0 |
| D - 68                    | Embalse Recoleta     | 120,2        | 100,0 | -            | 0,0   | -            | 0,0   | 120,2                        | 100,0 |
| D - 69                    | Pichasca             | 1.009,0      | 100,0 | -            | 0,0   | -            | 0,0   | 1.009,0                      | 100,0 |
| D - 70                    | Hurtado              | 25,0         | 100,0 | -            | 0,0   | -            | 0,0   | 25,0                         | 100,0 |
| D - 77                    | Monte Patria         | 929,7        | 100,0 | -            | 0,0   | -            | 0,0   | 929,7                        | 100,0 |
| D - 83                    | Mantos de Punitaqui  | 159,2        | 100,0 | -            | 0,0   | -            | 0,0   | 159,2                        | 100,0 |
| D - 84                    | Guatulame            | 1.497,1      | 100,0 | -            | 0,0   | -            | 0,0   | 1.497,1                      | 100,0 |
| D - 85                    | El Maqui             | 85,0         | 100,0 | -            | 0,0   | -            | 0,0   | 85,0                         | 100,0 |
| E - 3                     | Combarbalá           | 564,2        | 100,0 | -            | 0,0   | -            | 0,0   | 564,2                        | 100,0 |
| E - 4                     | Cogoti               | 441,8        | 100,0 | -            | 0,0   | -            | 0,0   | 441,8                        | 100,0 |
| E - 9                     | El Espino            | 57,5         | 100,0 | -            | 0,0   | -            | 0,0   | 57,5                         | 100,0 |
| E - 15                    | Arboleda Grande      | 63,8         | 100,0 | -            | 0,0   | -            | 0,0   | 63,8                         | 100,0 |
| E - 21                    | Cuncumen             | 101,3        | 100,0 | -            | 0,0   | -            | 0,0   | 101,3                        | 100,0 |
| E - 25                    | Petorca              | 22,5         | 100,0 | -            | 0,0   | -            | 0,0   | 22,5                         | 100,0 |
| E - 26                    | Tranquilla           | 10,0         | 100,0 | -            | 0,0   | -            | 0,0   | 10,0                         | 100,0 |
| E - 30                    | San Lorenzo          | 24,2         | 100,0 | -            | 0,0   | -            | 0,0   | 24,2                         | 100,0 |
| E - 36                    | Nihue                | 11,4         | 100,0 | -            | 0,0   | -            | 0,0   | 11,4                         | 100,0 |
| E - 37                    | San Felipe           | 310,0        | 100,0 | -            | 0,0   | -            | 0,0   | 310,0                        | 100,0 |
| E - 43                    | Llay-Llay            | 475,0        | 100,0 | -            | 0,0   | -            | 0,0   | 475,0                        | 100,0 |
| E - 44                    | Los Andes            | 1.229,2      | 100,0 | -            | 0,0   | -            | 0,0   | 1.229,2                      | 100,0 |
| E - 50                    | Titil                | 4.531,4      | 100,0 | -            | 0,0   | -            | 0,0   | 4.531,4                      | 100,0 |
| E - 51                    | Colina               | 6.585,1      | 100,0 | -            | 0,0   | -            | 0,0   | 6.585,1                      | 100,0 |
| E - 57                    | Pudahuel             | 235,5        | 100,0 | -            | 0,0   | -            | 0,0   | 235,5                        | 100,0 |
| Total                     |                      | 26.254,4     | 52,1  | 23.651,9     | 46,9  | 532,7        | 1,0   | 50.439,0                     | 100,0 |

Cuadro N° 9

## SUPERFICIE DE PROSOPIS SEGUN CARTA IGM ESCALA 1:50.000 Y TIPO DE BOSQUE

| Carta IGM escala 1:50.000 |                      | Tipo de bosque |       |              |       | Total Prosopis por carta IGM |       |
|---------------------------|----------------------|----------------|-------|--------------|-------|------------------------------|-------|
|                           |                      | Natural        |       | Plantación   |       | Superf.                      |       |
|                           |                      | Superf. (ha)   | (%)   | Superf. (ha) | (%)   | (ha)                         | (%)   |
| Código                    | Nombre               |                |       |              |       |                              |       |
| A - 49                    | Zapiga               | 50,8           | 1,5   | 3.449,2      | 98,5  | 3.500,0                      | 100,0 |
| A - 56                    | Huara                | -              | 0,0   | 819,5        | 100,0 | 819,5                        | 100,0 |
| A - 57                    | Tarapacá             | 94,1           | 100,0 | -            | 0,0   | 94,1                         | 100,0 |
| A - 71                    | La Tirana            | 3.240,8        | 21,2  | 12.077,6     | 78,8  | 15.318,4                     | 100,0 |
| A - 78                    | Oficina Victoria     | -              | 0,0   | 4.710,3      | 100,0 | 4.710,3                      | 100,0 |
| A - 86                    | Campamento Alianza   | -              | 0,0   | 2.096,1      | 100,0 | 2.096,1                      | 100,0 |
| B - 20                    | Quillagua            | 244,2          | 82,6  | 51,3         | 17,4  | 295,5                        | 100,0 |
| B - 29                    | Oficina Prosperidad  | 32,1           | 100,0 | -            | 0,0   | 32,1                         | 100,0 |
| B - 48                    | Oficina María Elena  | 7,5            | 36,1  | 13,3         | 63,9  | 20,8                         | 100,0 |
| B - 51                    | Catama               | -              | 0,0   | 33,3         | 100,0 | 33,3                         | 100,0 |
| B - 76                    | San Pedro de Atacama | 1.594,2        | 77,5  | 462,6        | 22,5  | 2.056,8                      | 100,0 |
| B - 91                    | Toconao              | 87,5           | 17,5  | 319,2        | 82,5  | 386,7                        | 100,0 |
| B - 92                    | Cerro de Macon       | 35,0           | 100,0 | -            | 0,0   | 35,0                         | 100,0 |
| B - 107                   | Talabre              | 72,3           | 100,0 | -            | 0,0   | 72,3                         | 100,0 |
| B - 120                   | Peine                | 51,7           | 100,0 | -            | 0,0   | 51,7                         | 100,0 |
| B - 134                   | Tiomonte             | 50,0           | 100,0 | -            | 0,0   | 50,0                         | 100,0 |
| C - 84                    | La Puerta            | 100,0          | 100,0 | -            | 0,0   | 100,0                        | 100,0 |
| C - 103                   | Elisa de Bordos      | 6,7            | 100,0 | -            | 0,0   | 6,7                          | 100,0 |
| D - 2                     | Canto del Agua       | 12,5           | 100,0 | -            | 0,0   | 12,5                         | 100,0 |
| D - 11                    | Chacritas            | 67,5           | 100,0 | -            | 0,0   | 67,5                         | 100,0 |
| D - 19                    | Chañar Blanco        | 120,6          | 100,0 | -            | 0,0   | 120,6                        | 100,0 |
| D - 20                    | Los Morteros         | 28,3           | 100,0 | -            | 0,0   | 28,3                         | 100,0 |
| D - 28                    | El Tránsito          | 430,9          | 100,0 | -            | 0,0   | 430,9                        | 100,0 |
| D - 54                    | Marquesa             | 269,0          | 100,0 | -            | 0,0   | 269,0                        | 100,0 |
| D - 55                    | Rivadavia            | 343,3          | 100,0 | -            | 0,0   | 343,3                        | 100,0 |
| D - 61                    | Cerro Tololo         | 825,0          | 100,0 | -            | 0,0   | 825,0                        | 100,0 |
| D - 62                    | Vicuña               | 148,3          | 100,0 | -            | 0,0   | 148,3                        | 100,0 |
| D - 63                    | Pisco Elqui          | 26,2           | 100,0 | -            | 0,0   | 26,2                         | 100,0 |
| D - 68                    | Embalse Recoleta     | 110,2          | 91,7  | 10,0         | 8,3   | 120,2                        | 100,0 |
| D - 69                    | Pichasca             | 1.008,0        | 100,0 | -            | 0,0   | 1.008,0                      | 100,0 |
| D - 70                    | Hurtado              | 25,0           | 100,0 | -            | 0,0   | 25,0                         | 100,0 |
| D - 77                    | Monte Patria         | 929,7          | 100,0 | -            | 0,0   | 929,7                        | 100,0 |
| D - 83                    | Mantos de Punitaqui  | 159,2          | 100,0 | -            | 0,0   | 159,2                        | 100,0 |
| D - 84                    | Guatulame            | 1.497,1        | 100,0 | -            | 0,0   | 1.497,1                      | 100,0 |
| D - 85                    | El Maqui             | 85,0           | 100,0 | -            | 0,0   | 85,0                         | 100,0 |
| E - 3                     | Combarbalá           | 564,2          | 100,0 | -            | 0,0   | 564,2                        | 100,0 |
| E - 4                     | Cogotí               | 441,8          | 100,0 | -            | 0,0   | 441,8                        | 100,0 |
| E - 9                     | El Espino            | 57,5           | 100,0 | -            | 0,0   | 57,5                         | 100,0 |
| E - 15                    | Arboleda Grande      | 63,8           | 100,0 | -            | 0,0   | 63,8                         | 100,0 |
| E - 21                    | Cuncumén             | 101,3          | 100,0 | -            | 0,0   | 101,3                        | 100,0 |
| E - 25                    | Petorca              | 22,5           | 100,0 | -            | 0,0   | 22,5                         | 100,0 |
| E - 26                    | Tranquilla           | 10,0           | 100,0 | -            | 0,0   | 10,0                         | 100,0 |
| E - 30                    | San Lorenzo          | 24,2           | 100,0 | -            | 0,0   | 24,2                         | 100,0 |
| E - 36                    | Nihue                | 11,4           | 100,0 | -            | 0,0   | 11,4                         | 100,0 |
| E - 37                    | San Felipe           | 310,0          | 100,0 | -            | 0,0   | 310,0                        | 100,0 |
| E - 43                    | Llay-Llay            | 475,0          | 100,0 | -            | 0,0   | 475,0                        | 100,0 |
| E - 44                    | Los Andes            | 1.229,2        | 100,0 | -            | 0,0   | 1.229,2                      | 100,0 |
| E - 50                    | Tifti                | 4.531,4        | 100,0 | -            | 0,0   | 4.531,4                      | 100,0 |
| E - 51                    | Colina               | 6.585,1        | 100,0 | -            | 0,0   | 6.585,1                      | 100,0 |
| E - 57                    | Pudahuel             | 235,5          | 100,0 | -            | 0,0   | 235,5                        | 100,0 |
| Total                     |                      | 26.396,6       | 52,3  | 24.042,4     | 47,7  | 50.439,0                     | 100,0 |

## ESPECIES PRESENTES EN LAS FORMACIONES DE PROSOPIS

Existen unas **44 especies** del género **Prosopis**, las cuales se distribuyen en Asia sur occidental, África y América. Las grandes regiones de distribución y las especies, se indican en el cuadro N° 10 (Burkart, 1976).

Las especies del género **Prosopis** presentan una gran variabilidad dentro de una misma especie y son frecuentes las hibridaciones. Por esta razón, en Chile al igual que en otros países, existe bastante confusión en relación a las especies presentes en bosques naturales y plantaciones.

Burkart (1976) y Muñoz (1971) concuerdan en que en Chile están presentes seis especies que son las siguientes :

**Prosopis tamarugo** (endémica)

**Prosopis strombulifera**

**Prosopis chilensis**

**Prosopis flexuosa**

**Prosopis burkartii** (endémica)

**Prosopis alba**

Muñoz (1971) sostiene que además está presente **Prosopis alpataco** y Burkart (1976) indica que corresponde a **Prosopis flexuosa**.

Cuadro N° 10

## DISTRIBUCION NATURAL DE ESPECIES DEL GENERO PROSOPIS

| Región   | N° de Especies | Especies  |
|--|----------------|---|
| Asia Suroccidental<br>y norte de Africa                    | 3              | P. cineraria<br>P. farcta<br>P. koeltziana  |
| Africa Tropical  | 1              | P. africana   |
| Texas - Mexico   | 8              | P. pubescens<br>P. palmeri<br>P. articulata<br>P. tamaulipana<br>P. juliflora<br>P. laevigata<br>P. glandulosa<br>P. velutina   |
| Andina Tropical<br>Colombia y N Chile<br>y NW de Argentina | 6              | P. burkartii<br>P. ferox<br>P. tamarugo<br>P. pallida (incluye limensis)<br>P. chilensis<br>P. juliflora  |
| Argentina - Paraguay<br>y Areas vecinas                    | 23             | P. strombulifera<br>P. reptans<br>P. abbreviata<br>P. torquata<br>P. sericantha<br>P. kuntzei<br>P. ruscifolia<br>P. fiebrigii<br>P. vinalillo<br>P. hassleri<br>P. humilis<br>P. rojasiana<br>P. rubriflora<br>P. campestris<br>P. affinis<br>P. elata<br>P. chilensis<br>P. nigra<br>P. alba<br>P. caldenia<br>P. flexuosa<br>P. alpetaco<br>P. pugionata |
| Patagonia - Cuyo   | 5              | P. argentina<br>P. denudans<br>P. mizleali<br>P. castellanosii<br>P. calingastana   |

### **Prosopis tamarugo (Tamarugo)**

En estado adulto es un árbol que alcanza unos 18 m de altura y en algunos casos hasta 25 m. Fruto amarillo o café claro, cilíndrico, arqueado en semicírculo de 2,5 cm de largo. Semillas ovaladas, color café, lisas, de 3,5 a 5 mm. El fruto cae entre febrero y abril (FAO, BID, 1970).

Su distribución natural es sólo en Chile, provincia de Tarapacá, I Región, salares de Pintados y alrededores de los poblados de La Guaica y La Tirana. Antiguamente se le sobreexplotó para combustible de las oficinas salitreras, por lo que probablemente su distribución natural era más amplia.

Su utilización principal es leña, carbón y forraje (frutos y hojas).

### **Prosopis strombulifera (Fortuna, Retortón)**

Arbusto espinoso que alcanza 1,5 a 3 m de altura, Fruto amarillo de 1,8 a 5,2 cm de largo y 0,6 a 1.0 cm de diámetro, formado por 8 a 17 rollos fuertemente unidos. Semillas aovadas, verde grisáceas, de 4,5 a 5,4 mm (Burkart, 1976).

Su distribución natural es oeste de Argentina extremo norte de Chile y sectores de Perú. Especie de baja frecuencia en la Pampa del Tamarugal en Chile.

### **Prosopis Chilensis (Algarrobo, Algarrobo Blanco)**

Arboles que pueden alcanzar gran tamaño con un tronco corto de 3 a 10 m. Fruto alargado comprimido, con márgenes paralelos, amarillo y terminado en punta, 12 a 18 cm de largo y de 1,8 cm de ancho, con un espesor de 0,6 cm. Tiene 20 a 30 semillas por fruto, ovoides, color café de 6 a 7 mm de largo (Burkart, 1976).

Su distribución natural es desde Perú; Noroeste de Argentina, Bolivia a Chile central. Los estudios más recientes (Muñoz, 1973 y Burkart, 1976) indican que no esta presente en la Pampa del Tamarugal, I Región, que solo crece desde Copiapó hasta Santiago, Regiones III a Metropolitana, y que el algarrobo de la Pampa del Tamarugal es **Prosopis alba**.

Su utilización es forraje (hojas y frutos), leña, carbón. Antiguamente se le utilizaba también en construcciones, postes, etc.

### **Prosopis flexuosa** (Algarrobo, Algarrobo Negro)

Arboles o arbustos erectos, de 3 a 10 m de altura. Fruto rectos o ligeramente curvo, de 5 a 28 cm de largo por 0,7 a 1,2 cm de ancho, grueso comprimido, márgenes ondulados, color amarillo matizado con puntos violetas (Burkart, 1976).

Su distribución natural es el Norte de Chile (III y IV Regiones) y el occidente de Argentina (Tucumán a Río Negro).

Su utilización es leña y forraje.

### **Prosopis burkartii**

Arbusto de 0,5 a 1,5 m de altura, ramificando desde la base. Frutos amarillos, opacos, encorvados en semicírculo, agrupados en un conjunto compacto de 4 a 5 cm de diámetro sobre pedúnculos de ápices blancos, aplanado, individualmente son algo espiralados, de 1,5 - 2 cm de largo y 8 mm de ancho, con 1 a 3 estrangulaciones. Semillas aplanadas, aovadas, color café, 4 mm de ancho por 5,2 mm de largo (Muñoz, 1971).

Su distribución natural es la misma que tamarugo.

### **Prosopis alba** (Algarrobo Blanco)

Arbol de 5 a 15 m de altura, tronco corto, puede alcanzar 1 m de diámetro. Fruto curvado a anillado (anillo aproximadamente de 7 cm de diámetro), 12 a 25 cm de largo por 11 a 20 mm de ancho y 4 a 5 mm de espesor, con 20 a 30 segmentos subcuadrados (Burkart, 1976).

Su distribución natural es Argentina subtropical a Uruguay, Paraguay y sur de Bolivia y Perú (Burkart, 1976). Muñoz (1971) en tanto, indica que se da únicamente en Tarapacá.

Usos como forraje y leña.

Existe una variedad el **Prosopis alba var. panta** que se distingue principalmente por su fruto semirecto y más grande, carnosos, dulces y de muy buena calidad como forraje. Esta variedad se encuentra en el sur de Bolivia, parte este del Gran Chaco y Paraguay y norte de Chile (Burkart, 1976; Medina 1941). De acuerdo a Burkart (1976), el Algarrobo de la Pampa del Tamarugal sería esta variedad.

De acuerdo a lo anterior se podría concluir que las cifras entregadas por el catastro del Instituto Forestal (1986) se podrían reagrupar como se indica en el Cuadro N° 11.

Cuadro N° 11

## SUPERFICIE FORMACIONES DE PROSOPIS, SEGUN REGION ESPECIE Y TIPO DE BOSQUE

| Región | Especies y tipo de bosque |                    |                 |                    |                 |                    | Total<br>(ha) |
|--------|---------------------------|--------------------|-----------------|--------------------|-----------------|--------------------|---------------|
|        | P. chilensis              |                    | P. alba         |                    | P. tamarugo     |                    |               |
|        | Natural<br>(ha)           | Plantación<br>(ha) | Natural<br>(ha) | Plantación<br>(ha) | Natural<br>(ha) | Plantación<br>(ha) |               |
| I      |                           |                    | 112,5           | 3.136,4            | 3.294,9         | 19.575,2           | 26.119,0      |
| II     |                           |                    | 2.074,5         | 64,6               |                 | 781,8              | 1.920,9       |
| III    | 766,5                     |                    |                 |                    |                 |                    | 766,5         |
| IV     | 6.655,6                   | 10,0               |                 |                    |                 |                    | 6.665,6       |
| V      | 1.615,6                   |                    |                 |                    |                 |                    | 1.615,6       |
| R.M    | 11.818,7                  |                    |                 |                    |                 |                    | 11.818,7      |
| Total  | 20.856,4                  | 10,0               | 2.187,0         | 3.201,0            | 3.294,9         | 20.357,0           | 49.906,3      |

(1) La diferencia respecto al total de 50.439 ha corresponde a 532,7 ha de plantaciones mixtas existentes en las Regiones I y II.

La superficie considerada como algarrobo en el catastro correspondería fundamentalmente a plantaciones de **Prosopis alba** en la I Región, a bosques naturales de esta misma especie en la II Región y a bosques naturales de **Prosopis chilensis** de la III Región al sur.

Dentro de las cifras del Cuadro N° 11 pueden estas considerarse participaciones marginales de **Prosopis burkartii** y **Prosopis strombulifera**, en la I Región, y de **Prosopis flexuosa**, en las Regiones III y IV.

Si se revisan los cuadros N°s 7, 8 y 9 se observa que las principales concentraciones de cada uno de estas especies son las indicadas en el Cuadro N° 12.

Cuadro N° 12

## PRINCIPALES ZONAS DE CONCENTRACION DE PROSOPIS

| Especie      | Región           | Comuna                                 | Carta IGM                         | Superficie       |       |
|--------------|------------------|--|-----------------------------------|------------------|-------|
| P. alba      | I<br>II          | Pozo Almonte                           | La Tirana                         | 3.136,4          |       |
|              |                  | María Elena<br>San Pedro de Atacama    | Quillagua<br>San Pedro de Atacama | 295,5<br>1.594,2 |       |
|              |                  |  |                                   | 5.026,1          |       |
| P. tamarugo  | I                | Huara                                  | Huara                             | 819,5            |       |
|              |                  |  | Zapiga                            | 3.492,9          |       |
|              |                  | Pozo Almonte                           | La Tirana                         | 11.740,9         |       |
|              |                  |  | Of. Victoria                      | 4.710,3          |       |
|              |                  |  | Campamento Alianza                | 2.096,1          |       |
|              |                  |  |                                   | 22.859,7         |       |
| P. chilensis | III              | Copiapó                                | La Puerta                         | 100,0            |       |
|              |                  | Vallenar                               | Chañar Blanco                     | 120,6            |       |
|              |                  | A. del Carmen                          | El Tránsito                       | 430,9            |       |
|              |                  |  |                                   |                  | 651,5 |
|              | IV               | Vicuña                                 | Cerro Tololo                      | 825,0            |       |
|              |                  |  | Rivadavia                         | 343,3            |       |
|              |                  | Monte Patria                           | Pichasca                          | 1.009,0          |       |
|              |                  |  | Monte Patria                      | 929,7            |       |
|              |                  | Combarbalá                             | Guatulame                         | 1.497,1          |       |
|              | Illapel          | Combarbalá                             | 564,2                             |                  |       |
|              |                  | Cuncumen                               | 101,3                             |                  |       |
|              |                  |  |                                   |                  |       |
|              | V                | San Felipe<br>Calle Larga<br>Llay-Llay | San Felipe                        | 310,0            |       |
|              |                  |  | Los Andes                         | 1.229,2          |       |
|              |                  |  | Llay-Llay                         | 475,0            |       |
|              |                  |  |                                   | 2.014,2          |       |
| R.M.         | Tiltil<br>Colina | Tiltil                                 | 4.531,4                           |                  |       |
|              |                  | Colina                                 | 6.585,1                           |                  |       |
|              |                  |  |                                   | 11.116,5         |       |
| Subtotal     |                  |  |                                   | 19.051,8         |       |
| Total        |                  |  |                                   | 46.937,6         |       |

Estas zonas, cubiertas por 23 cartas IGM escala 1:50.000, concentran el 93 % de la superficie total de *Prosopis* y sobre el 85 % de la superficie por especie.

## ANTECEDENTES DE CLIMA Y SUELO

Las formaciones naturales y plantaciones de *Prosopis tamarugo* y *Prosopis alba* se encuentran fundamentalmente sobre salares y con napas subterráneas a reducida profundidad.

Estos bosque se ubican en los salares de Bellavista, Pintados y Zapiga, en la I Región, y en el Salar de Atacama en la II Región.

Una estimación efectuada por el Instituto Forestal en 1981, sobre la base del inventario de la Pampa del Tamarugal, realizado también por el Instituto Forestal ese año, y de los estudios hidrológicos de Castillo e Infante (1966) y Alamos y Peralta (1980 y 1981), indica que las plantaciones en la I Región se distribuyen como sigue, según la profundidad de la napa freática (INFOR, 1981).

Cuadro N° 13

### SUPERFICIE DE PLANTACIONES SEGUN PROFUNDIDAD NAPA FREATICA

| Profundidad<br>(m) | Superficie plantaciones (1) |                   |               | Total<br>(ha) |
|--------------------|-----------------------------|-------------------|---------------|---------------|
|                    | Tamarugo<br>(ha)            | Algarrobo<br>(ha) | Midas<br>(ha) |               |
| 0 - 10             | 6.354,4                     | 234,0             | 20,8          | 6.608,2       |
| 6 - 12             | 8.142,4                     | 2.902,4           | 420,3         | 11.465,1      |
| > 12               | 69,7                        |                   |               | 69,7          |
| Total              | 14.566,5                    | 3.136,4           | 441,1         | 18.143,0      |

(1) No incluye plantaciones del Salar de Zapiga, incorporadas posteriormente al inventario

Las precipitaciones en la I Región son prácticamente nulas. La estación meteorológica de Iquique (22°12' LS y 70°11' LW) registra una precipitación media anual de 2,4 mm, en tanto que la de Canchones, en la Pampa del Tamarugal, registra una media de 2 mm.

La temperatura media anual es de 16,7°C, las temperaturas mínimas absolutas en los meses más fríos varían entre -5°C y -12°C y las máximas absolutas alcanzan a los 35-36°C (Contreras 1978). La amplitud de oscilación

media diaria es de 23,8°C.

Hacia el sur se mantienen las condiciones desérticas, aunque en la II Región al interior, donde se ubican las plantaciones y formaciones naturales de **Prosopis alba** y **Prosopis tamarugo**, la estación meteorológica de San Pedro de Atacama (22°59' LS, 68°12' LW y 2436 msnm) registra una precipitación media anual de 42,8 mm y una temperatura media anual de 14,1°C, sin embargo a una latitud semejante por la costa (Antofagasta) se registran 2,2 mm anuales y una temperatura media de 20,1°C.

En la III Región, donde ya aparece **Prosopis chilensis**, los niveles de precipitación son aún muy bajos, en Copiapó se registran 29,4 mm anuales. En las Regiones IV, V y Metropolitana las precipitaciones ya alcanzan mayor significación y se anotan niveles de 128,5 mm en La Serena, 341,6 mm en La Ligua y 356,2 mm en Santiago. Las temperaturas medias en tanto, se han reducido a 16,3°C en Copiapó, 14,8° C en la Serena y 13,9° C en Santiago (Hajek y di Castri, 1975).

Los suelos de la meseta central en la I Región, donde se ubica la Pampa del Tamarugal, están constituidos principalmente por Regosoles y Litosoles, de color rojo y escasa evolución. Son frecuentes las formaciones aluviales y coluviales, generalmente salinas.

Los sectores más bajos de la Pampa del Tamarugal presentan acumulación de sales, habiéndose desarrollado una roca salina o hardpan salino, que en algunos casos alcanza espesores superiores a 1 m. Este hardpan se encuentra muy cercano a la superficie o en ésta. El origen de estos suelos es lacustre, lagos que posteriormente se transformaron en salares.

Los bosques de la II Región se ubican en condiciones semejantes, también sobre salar (Salar de Atacama).

Hacia el sur se mantienen las condiciones de aridez, que condicionan suelos de baja fertilidad y escasa materia orgánica, encontrándose los suelos Pardo Cálcidos y, ya en parte de la IV Región y en las Regiones V y Metropolitana, los suelos Pardo no Cálcidos.

## PRINCIPALES INVESTIGACIONES REALIZADAS

Como se mencionó anteriormente, en Chile se ha efectuado una gran cantidad de investigaciones en torno al género **Prosopis** y muy especialmente sobre los bosques naturales y plantaciones de tamarugo.

En este punto se resumen los principales resultados obtenidos en trabajos de carácter forestal.

### Antecedentes Dasométricos

En el Catastro realizado en 1981 se obtuvieron los siguientes parámetros medios de rodal en la Pampa del Tamarugal.

Cuadro N° 14

#### PARAMETROS MEDIOS DE RODAL

| Tipo                 | Altura<br>(m) | Diámetro<br>Copa<br>(m) | Longitud<br>Copa<br>(m) | Diámetro<br>Fuste<br>(cm) (*) | Número<br>Pies (**) | Densidad<br>(arb/ha) |
|----------------------|---------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------------|---------------------|----------------------|
| Plantación Tamarugo  | 7,1           | 8,1                     | 6,4                     | 9,8                           | 6                   | 54                   |
| Plantación Algarrobo | 6,2           | 14,9                    | 5,7                     | 12,9                          | 9                   | 38                   |
| Plantaciones Mixtas  | 8,9           | 16,4                    | 8,6                     | 19,5                          | 6                   | 23                   |
| Bosques Naturales    | 7,2           | 7,8                     | 6,6                     | 6,6                           | 12                  | 60                   |

(\*) A 1 metro de altura.

(\*\*) Número de pies bajo una misma copa

Anteriormente, en 1968, el Instituto Forestal había efectuado algunos estudios dasométricos, basados en el establecimiento de parcelas permanentes en la Pampa del Tamarugal.

En la última medición de control se rescataron 20 parcelas de tamarugo de 29 originales y a partir de estas se obtuvo la siguiente información:

- Las parcelas se ubican en sectores con profundidades de napa freática de 2 a 10 m y la salinidad oscila entre 1000 y 3500 mg/L (Aguirre y Wrann, 1985).

- Se definió la siguiente relación altura - edad:

$$y = -1,2410 + 3,2548 (\ln x) \quad R = 0,82$$

y = Altura total (m)

x = Edad (años)

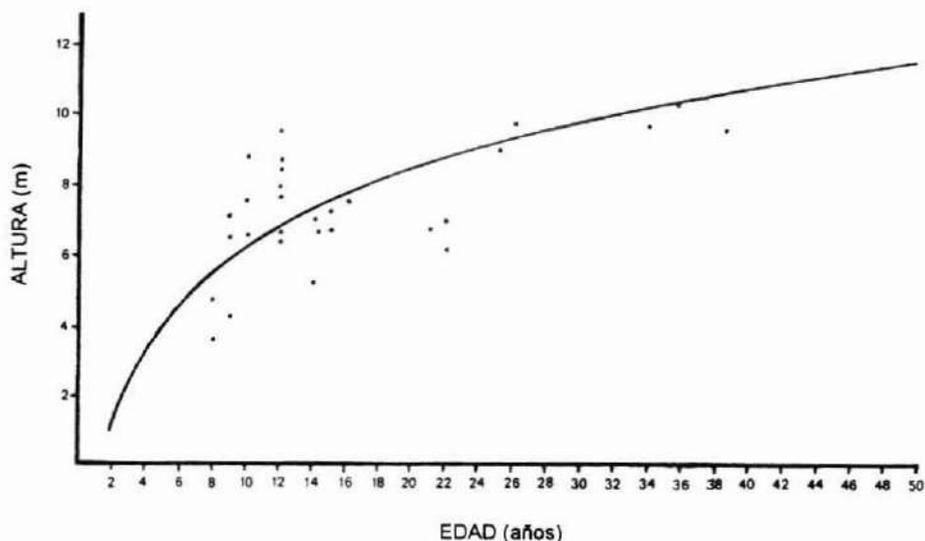


Figura N° 7 RELACION ALTURA - EDAD PROSOPIS TAMARUGO  
PAMPA DEL TAMARUGAL

- Se definió la siguiente función altura - diámetro fuste

$$y = - 6,7106 + 5,7086 (\ln x) \quad R = 0,95$$

y = Altura total (m)

x = Diámetro fuste (cm) a 1 m de Altura

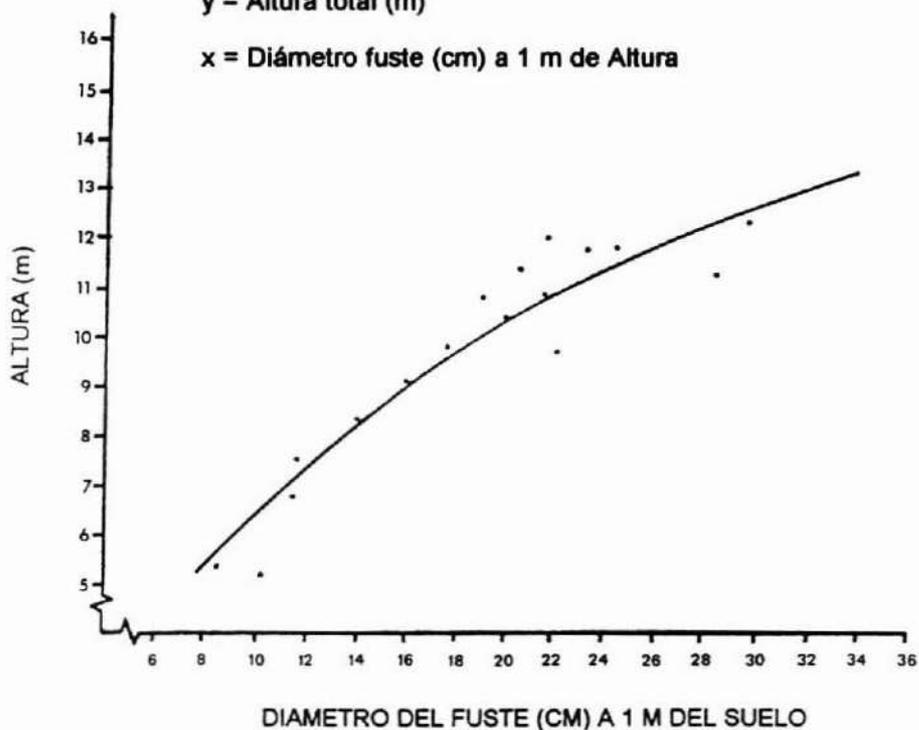


Figura N° 8 RELACION ALTURA - DIAMETRO FUSTE PROSOPIS TAMARUGO  
PAMPA DEL TAMARUGAL

- Se definió la siguiente función Altura - Area Proyección de Copa.

$$y = - 6,7252 + 3,6411 (\ln x) \quad R = 0,87$$

y = Altura total (n)

x = Area proyección de Copa (m<sup>2</sup>)

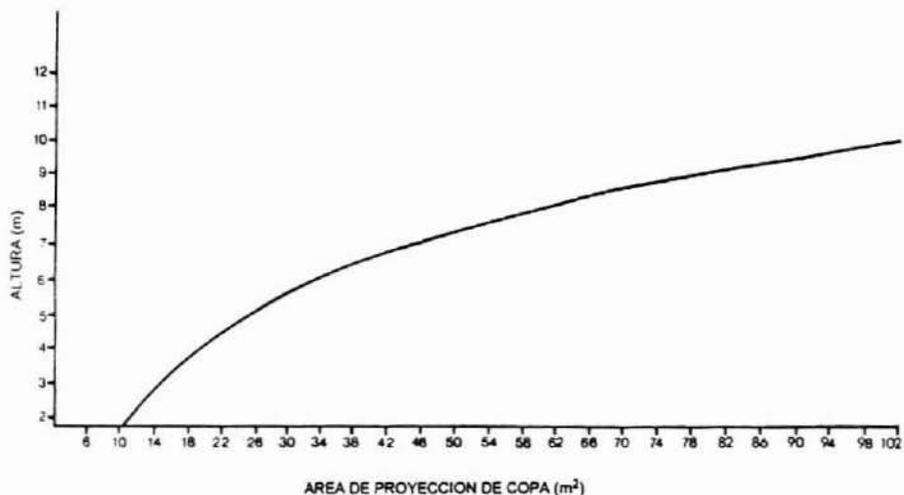


Figura N° 9 RELACION ALTURA- AREA PROYECCION DE COPA PROSOPIS TAMARUGO PAMPA DEL TAMARUGAL

## Producción de Forraje

Se hicieron diferentes estimaciones de producción de forraje ( follaje y frutos). Los resultados son bastante erráticos debido a la alta variabilidad entre árboles de igual tamaño, edad, diámetro de copa y especie, tanto en una temporada como en sucesivas temporadas.

La única tendencia clara, aunque bastante predecible, es que ejemplares grandes, con diámetro de copa de 11 - 12 m y alturas de 6 - 7 m, tienen mayores producciones.

A modo de ejemplo según CORFO (1982 b), en los años 1981 y 1982, árboles grandes de tamarugos y algarrobos registraron rendimientos como los siguientes :

Cuadro N° 15

### PRODUCCION MEDIA

| Especie   | Follaje (kg) |      | Fruto (kg) |      | Total (kg) |      |
|-----------|--------------|------|------------|------|------------|------|
|           | 1981         | 1982 | 1981       | 1982 | 1981       | 1982 |
| Algarrobo | 21           | 88   | 10         | 29   | 31         | 117  |
| Tamarugo  | 42           | 63   | 35         | 42   | 77         | 105  |

Si estas producciones medias se multiplican por un supuesto de densidad de unos 50 árboles por ha, supuesto aceptable si se consideran diámetros de copa de 12 m y se revisan las cifras del Cuadro N° 14, se obtienen producciones anuales por unidad de superficie de hasta 4400 kg/ha de follaje y 1450 Kg/ha de fruto, para algarrobo, y 3150 Kg/ha de follaje y 2100 Kg/ha de fruto, para tamarugo, en las dos temporadas medidas.

## Otras Investigaciones

Se han efectuado diversos otros trabajos, pero en su mayoría llegaron solo a resultados muy preliminares o se descontinuaron. Entre estos se encuentran

ensayos de fertilización, riegos, arraigamiento de estacas, injertos, podas de formación o sanitarias y otros.

Dentro de estos cabe destacar que con injertos de corteza en tamarugo se obtuvieron prendimientos de un 80%, en tanto que en algarrobo sólo de un 27% (CORFO, 1982 a).

Algunos trabajos sobre control de plagas también resultaron exitosos, cosa de importancia ya que existen algunos agentes que tienen gran incidencia sobre la producción de frutos y follaje.

Los principales insectos dañinos son para tamarugo: **Leptotes trigemmatum**, que daña flores, frutos y follaje; **Cryptophlebia carpophagoides**, que daña frutos y semillas; **Ithome sp.**, que daña las flores y **Scutobruchos gastoi**, que daña las semillas. En el caso de algarrobo el más importante es **Heteropsylla texana**, que produce daños en ramillas y flores.

Se realizaron algunas aplicaciones de pesticidas, obteniéndose producciones de frutos en algarrobo 15 veces superiores a los testigos, en tanto que en tamarugo se obtuvieron producciones de frutos dañados cuatro veces inferiores a los de los testigos y, además, estos frutos pesaban el doble que aquellos de los testigos.

En el proyecto de mejoramiento genético desarrollado por INFOR para el PNUD (1985 - 1988), de tamarugo y algarrobo, se seleccionaron árboles sobresalientes de plantaciones y formaciones naturales en la Pampa del Tamarugal y de formaciones naturales de algarrobo en las demás zonas ecológicas; Regiones II - III - IV y Metropolitana (Latitudes 21° 30' a 33° 30' Sur).

En la Pampa del Tamarugal se seleccionaron 92 ejemplares de tamarugo y 20 ejemplares de algarrobo. Para la ubicación de los árboles se dispone de planos escala 1:50.000 del inventario realizado por INFOR en 1981. También se cuenta con fichas de descripción de los ejemplares, con los parámetros dasométricos y descripciones cualitativas de acuerdo al ejemplo que se incluye como Anexo N° 2.

En las demás zonas ecológicas se seleccionaron 100 árboles sobresalientes de algarrobo. Al igual que en el caso anterior se dispone de la información para la ubicación en planos escala 1:50.000, con la descripción cualitativa y cuantitativa de los ejemplares.

En el estudio sobre especies de rápido crecimiento encargado por la National Academy of Sciences (N.A.S) a INFOR, se seleccionaron 43 ejemplares de algarrobo desde la I Región a la Metropolitana.

Se dispone básicamente de la misma información para la ubicación y la caracterización dasométrica de los ejemplares (alturas, diámetro del fuste, diámetro de la copa etc).

## BIBLIOGRAFIA

**Aguirre J. J. y J. Wrann, 1985:** Especies del género *Prosopis* y su manejo en la Pampa del Tamarugal. En: Estado actual del Conocimiento sobre *Prosopis tamarugo*, Actas Mesa Redonda Internacional sobre *Prosopis tamarugo*, Arica, 11 - 15 Junio 1984, FAO, Santiago. p. 3 - 32.

**Alamos F. y F. Peralta, 1980:** Evaluación de los niveles del agua subterránea del sector reforestado del Salar de Bellavista. Informe preparado para la Sociedad Agrícola de CORFO (SACOR), Santiago.

**Alamos F. y F. Peralta, 1981:** Evolución de los niveles del agua subterránea del sector reforestado del Salar de Pintados. Informe preparado para la Sociedad Agrícola de CORFO (SACOR), Santiago.

**Burkart A., 1976:** A monograph of de genus *Prosopis*. Reprint from the Arnold Arboretum, 57 (3) y 57 (4), U.S.A.

**Castillo O. y E. Infante, 1966:** Estudio del agua subterránea de los Salares de Bellavista y de Sur Viejo. CORFO, Departamento de Recursos Hidraulicos, Santiago.

**Contreras D., 1978:** Estado actual del conocimiento del tamarugo (*Prosopis tamarugo* Phil.), FAO, Oficina Regional para América Latina y El Caribe.

**CORFO, 1982 a):** Manejo de plantaciones forestales (Pampa del Tamarugal). Corporación de Fomento de la Producción, Gerencia de Desarrollo, Informe de INFOR para CORFO-SACOR, Santiago, 160 p.

**CORFO, 1982 b):** Características básicas de Tamarugos y Algarrobos. Corporación de Fomento de la Producción, Gerencia de Desarrollo, Informe de SACOR para CORFO, Santiago, 53 p.

**CORFO, 1983:** Actas Seminario Desarrollo de Zonas Desérticas de Chile (Iquique, Noviembre 9, 10 y 11 de 1983). Corporación de Fomento de la Producción, Gerencia de Desarrollo, Documento AA 83/45. Tomo I y II.

**FAO/BID, 1970:** Informe sobre el proyecto de plantaciones de Tamarugo y explotación ganadera en el Norte Grande. Programa Cooperativo FAO/BID, Washington D.C. U.S.A., Informe N° 1/70.

**Hajek E. y Di Castri, 1975:** Bioclimatografía de Chile. Universidad Católica de Chile, Santiago, 108 p.

**INFOR, 1981:** Estudio de las especies del género **Prosopis** en la Pampa del Tamarugal. Informe no publicado del Instituto Forestal (INFOR) para CORFO-SACOR, Tomo II, Clasificación, Caracterización y Cartografía de los Bosques Prosopis, Santiago, 101 p.

**INFOR, 1986:** Mejoramiento Genético **Prosopis** Tomo I: Localización de las principales superficies boscosas naturales y plantadas de Algarrobo y Tamarugo entre la I Región y la Región Metropolitana. Informe preparado por INFOR (Instituto Forestal) para el Proyecto CONAF/PNUD/FAO/CHI - 83 - o17, Actividad I - 1.3.1. Santiago, 277 p.

**Medina H., 1941:** Contribución al estudio del Algarrobo chileno. Separata de "Revista Argentina de Agronomía", Tomo 8 Tall. Graf. T. Palumbo. Buenos Aires.

**Muñoz C., 1971:** Una nueva especie de **Prosopis** para el Norte de Chile. Bol. Museo de Historia Natural de Chile, 32: 363 - 370, Santiago.

**Muñoz C., 1973:** Plantas en extinción. Edit. Universitaria, Santiago.

## ANEXO N° 1

Cuadro N°1

## UNIDADES VEGETACIONALES SEGUN PROVINCIA Y COMUNA

| División Administrativa |                     |                   | Número de unidades vegetacionales | (%)   |
|-------------------------|---------------------|-------------------|-----------------------------------|-------|
| Región                  | Provincia           | Comuna            |                                   |       |
| I                       | Iquique             | Huara             | 25                                | 12,2  |
|                         |                     | Pozo Almonte      | 180                               | 87,8  |
|                         | Subtotal Provincial |                   | 205                               | 100,0 |
|                         | Total Regional      |                   | 205                               | 100,0 |
| II                      | Tocopilla           | María Elena       | 7                                 | 13,5  |
|                         | Subtotal Provincial |                   | 7                                 | 13,5  |
|                         | El Loa              | Calama            | 2                                 | 3,8   |
|                         |                     | San Pedro Atacama | 43                                | 82,7  |
|                         | Subtotal Provincial |                   | 45                                | 86,5  |
| Total Regional          |                     | 52                | 100,0                             |       |
| III                     | Copiapó             | Copiapó           | 4                                 | 11,4  |
|                         |                     | Tierra Amarilla   | 1                                 | 2,9   |
|                         | Subtotal Provincial |                   | 5                                 | 14,3  |
|                         | Huasco              | Huasco            | 1                                 | 2,9   |
|                         |                     | Vallenar          | 9                                 | 25,7  |
|                         |                     | Alto del Carmen   | 20                                | 57,1  |
| Subtotal Provincial     |                     | 30                | 85,7                              |       |
| Total Regional          |                     | 35                | 100,0                             |       |
| IV                      | Elqui               | Vicuña            | 23                                | 17,2  |
|                         |                     | Paihuano          | 5                                 | 3,7   |
|                         |                     | Andacollo         | 7                                 | 5,2   |
|                         | Subtotal Provincial |                   | 35                                | 26,1  |
|                         | Limari              | Río Hurtado       | 12                                | 9,0   |
|                         |                     | Ovalle            | 1                                 | 0,7   |
|                         |                     | Monte Patria      | 56                                | 41,8  |
|                         |                     | Combarbalá        | 24                                | 17,9  |
|                         | Subtotal Provincial |                   | 93                                | 69,4  |
|                         | Choapa              | Illapel           | 2                                 | 1,5   |
| Salamanca               |                     | 4                 | 3,0                               |       |
| Subtotal Provincial     |                     | 6                 | 4,5                               |       |
| Total Regional          |                     | 134               | 100,0                             |       |
| V                       | Petorca             | Petorca           | 3                                 | 13,8  |
|                         |                     | Cabildo           | 2                                 | 9,1   |
|                         | Subtotal Provincial |                   | 5                                 | 22,7  |
|                         | San Felipe          | Putendo           | 4                                 | 18,2  |
|                         |                     | San Felipe        | 2                                 | 9,1   |
|                         |                     | Santa María       | 2                                 | 9,1   |
|                         |                     | Llay-Llay         | 1                                 | 4,5   |
|                         | Subtotal Provincial |                   | 9                                 | 40,9  |
|                         | Los Andes           | San Esteban       | 1                                 | 4,5   |
|                         |                     | Rinconada         | 3                                 | 13,7  |
| Calle Larga             |                     | 4                 | 18,2                              |       |
| Subtotal Provincial     |                     | 8                 | 36,4                              |       |
| Total Regional          |                     | 22                | 100,0                             |       |
| R.M.                    | Chacabuco           | Tiltil            | 24                                | 52,2  |
|                         |                     | Colina            | 13                                | 28,2  |
|                         |                     | Lampa             | 9                                 | 19,6  |
|                         | Subtotal Provincial |                   | 46                                | 100,0 |
| Total Regional          |                     | 46                | 100,0                             |       |

Cuadro N° 2

## NUMERO DE UNIDADES VEGETACIONALES POR PROVINCIA Y COMUNA SEGUN ESPECIE.

| División Administrativa |                     |                   | Número de unidades vegetacionales |       |          |      |       |     |       |       |
|-------------------------|---------------------|-------------------|-----------------------------------|-------|----------|------|-------|-----|-------|-------|
| Región                  | Provincia           | Comuna            | Algarrobo                         | (%)   | Tamarugo | (%)  | Mixto | (%) | Total | (%)   |
| I                       | Iquique             | Huara             | 2                                 | 1,0   | 22       | 10,7 | 1     | 0,5 | 25    | 12,2  |
|                         |                     | Pozo Almonte      | 96                                | 46,8  | 81       | 39,5 | 3     | 1,5 | 180   | 87,8  |
|                         | Subtotal Provincial |                   | 98                                | 47,8  | 103      | 50,2 | 4     | 2,0 | 205   | 100,0 |
|                         | Total Regional      |                   | 98                                | 47,8  | 103      | 50,2 | 4     | 2,0 | 205   | 100,0 |
| II                      | Tocopilla           | María Elena       | 7                                 | 13,5  | -        | 0,0  | -     | 0,0 | 7     | 13,5  |
|                         | Subtotal Provincial |                   | 7                                 | 13,5  | -        | 0,0  | -     | 0,0 | 7     | 13,5  |
|                         | El Loa              | Calama            | -                                 | 0,0   | -        | 0,0  | 2     | 3,8 | 2     | 3,8   |
|                         |                     | San Pedro Atacama | 27                                | 51,9  | 16       | 30,8 | -     | 0,0 | 43    | 82,7  |
|                         | Subtotal Provincial |                   | 27                                | 51,9  | 16       | 30,8 | 2     | 3,8 | 45    | 86,5  |
| Total Regional          |                     | 34                | 65,4                              | 16    | 30,8     | 2    | 3,8   | 45  | 100,0 |       |
| III                     | Copiapó             | Copiapó           | 4                                 | 11,4  | -        | 0,0  | -     | 0,0 | 4     | 11,4  |
|                         |                     | Tierra Amarilla   | 1                                 | 2,9   | -        | 0,0  | -     | 0,0 | 1     | 2,9   |
|                         | Subtotal Provincial |                   | 5                                 | 14,3  | -        | 0,0  | -     | 0,0 | 5     | 14,3  |
|                         | Huasco              | Huasco            | 1                                 | 2,9   | -        | 0,0  | -     | 0,0 | 1     | 2,9   |
|                         |                     | Vallenar          | 9                                 | 25,7  | -        | 0,0  | -     | 0,0 | 9     | 25,7  |
| Alto del Carmen         |                     | 20                | 57,1                              | -     | 0,0      | -    | 0,0   | 20  | 57,1  |       |
| Subtotal Provincial     |                     | 30                | 85,7                              | -     | 0,0      | -    | 0,0   | 30  | 85,7  |       |
| Total Regional          |                     | 35                | 100,0                             | -     | 0,0      | -    | 0,0   | 35  | 100,0 |       |
| IV                      | Elqui               | Vicuña            | 23                                | 17,2  | -        | 0,0  | -     | 0,0 | 23    | 17,2  |
|                         |                     | Paihuano          | 5                                 | 3,7   | -        | 0,0  | -     | 0,0 | 5     | 3,7   |
|                         |                     | Andacollo         | 7                                 | 5,2   | -        | 0,0  | -     | 0,0 | 7     | 5,2   |
|                         | Subtotal Provincial |                   | 35                                | 26,1  | -        | 0,0  | -     | 0,0 | 35    | 26,1  |
|                         | Limari              | Río Hurtado       | 12                                | 9,0   | -        | 0,0  | -     | 0,0 | 12    | 9,0   |
|                         |                     | Ovalle            | 1                                 | 0,7   | -        | 0,0  | -     | 0,0 | 1     | 0,7   |
|                         |                     | Monte Patria      | 58                                | 41,8  | -        | 0,0  | -     | 0,0 | 58    | 41,8  |
|                         |                     | Combarbalá        | 24                                | 17,9  | -        | 0,0  | -     | 0,0 | 24    | 17,9  |
|                         | Subtotal Provincial |                   | 93                                | 69,4  | -        | 0,0  | -     | 0,0 | 93    | 69,4  |
|                         | Choapa              | Illapel           | 2                                 | 1,5   | -        | 0,0  | -     | 0,0 | 2     | 1,5   |
| Salamanca               |                     | 4                 | 3,0                               | -     | 0,0      | -    | 0,0   | 4   | 3,0   |       |
| Subtotal Provincial     |                     | 6                 | 4,5                               | -     | 0,0      | -    | 0,0   | 6   | 4,5   |       |
| Total Regional          |                     | 134               | 100,0                             | -     | 0,0      | -    | 0,0   | 134 | 100,0 |       |
| V                       | Petorca             | Petorca           | 3                                 | 13,6  | -        | 0,0  | -     | 0,0 | 3     | 13,6  |
|                         |                     | Cabido            | 2                                 | 9,1   | -        | 0,0  | -     | 0,0 | 2     | 9,1   |
|                         | Subtotal Provincial |                   | 5                                 | 22,7  | -        | 0,0  | -     | 0,0 | 5     | 22,7  |
|                         | San Felipe          | Putaendo          | 4                                 | 18,2  | -        | 0,0  | -     | 0,0 | 4     | 18,2  |
|                         |                     | San Felipe        | 2                                 | 9,1   | -        | 0,0  | -     | 0,0 | 2     | 9,1   |
|                         |                     | Santa María       | 2                                 | 9,1   | -        | 0,0  | -     | 0,0 | 2     | 9,1   |
|                         |                     | Llaj-Llaj         | 1                                 | 4,5   | -        | 0,0  | -     | 0,0 | 1     | 4,5   |
|                         | Subtotal Provincial |                   | 9                                 | 40,9  | -        | 0,0  | -     | 0,0 | 9     | 40,9  |
|                         | Los Andes           | San Esteban       | 1                                 | 4,5   | -        | 0,0  | -     | 0,0 | 1     | 4,5   |
| Rinconada               |                     | 3                 | 13,7                              | -     | 0,0      | -    | 0,0   | 3   | 13,7  |       |
| Calle Larga             |                     | 4                 | 18,2                              | -     | 0,0      | -    | 0,0   | 4   | 18,2  |       |
| Subtotal Provincial     |                     | 8                 | 36,4                              | -     | 0,0      | -    | 0,0   | 8   | 36,4  |       |
| Total Regional          |                     | 22                | 100,0                             | -     | 0,0      | -    | 0,0   | 22  | 100,0 |       |
| R.M.                    | Chacabuco           | Tiftit            | 24                                | 52,2  | -        | 0,0  | -     | 0,0 | 24    | 52,2  |
|                         |                     | Colina            | 13                                | 28,2  | -        | 0,0  | -     | 0,0 | 13    | 28,2  |
|                         |                     | Lampa             | 9                                 | 19,6  | -        | 0,0  | -     | 0,0 | 9     | 19,6  |
|                         | Subtotal Provincial |                   | 46                                | 100,0 | -        | 0,0  | -     | 0,0 | 46    | 100,0 |
|                         | Total Regional      |                   | 46                                | 100,0 | -        | 0,0  | -     | 0,0 | 46    | 100,0 |

Cuadro N° 3

DISTRIBUCION DE LAS UNIDADES VEGETACIONALES SEGUN CARTA IGM ESCALA 1:50.000  
Y TIPO DE BOSQUE

| Carta IGM Escala 1:50.000 |                      | Tipo de bosque |       |            |       | Total de U.V.<br>por carta IGM |       |
|---------------------------|----------------------|----------------|-------|------------|-------|--------------------------------|-------|
|                           |                      | Natural        |       | Plantación |       |                                |       |
| Código                    | Nombre               | Número         | (%)   | Número     | (%)   | Número                         | (%)   |
| A - 49                    | Zapiga               | 2              | 13,3  | 13         | 86,7  | 15                             | 100,0 |
| A - 56                    | Huera                | -              | 0,0   | 7          | 100,0 | 7                              | 100,0 |
| A - 57                    | Tarapacá             | 3              | 100,0 | -          | 0,0   | 3                              | 100,0 |
| A - 71                    | La Tirana            | 5              | 3,4   | 140        | 96,6  | 145                            | 100,0 |
| A - 78                    | Oficina Victoria     | -              | 0,0   | 23         | 100,0 | 23                             | 100,0 |
| A - 86                    | Campamento Alianza   | -              | 0,0   | 10         | 100,0 | 10                             | 100,0 |
| B - 20                    | Quillagua            | 5              | 83,1  | 1          | 16,7  | 6                              | 100,0 |
| B - 29                    | Oficina Prosperidad  | 1              | 100,0 | -          | 0,0   | 1                              | 100,0 |
| B - 48                    | Oficina María Elena  | 1              | 50,0  | 1          | 50,0  | 2                              | 100,0 |
| B - 51                    | Calama               | -              | 0,0   | 2          | 100,0 | 2                              | 100,0 |
| B - 76                    | San Pedro de Atacama | 16             | 61,5  | 10         | 38,5  | 26                             | 100,0 |
| B - 91                    | Toconao              | 3              | 33,3  | 6          | 66,7  | 9                              | 100,0 |
| B - 92                    | Cerros de Macon      | 2              | 100,0 | -          | 0,0   | 2                              | 100,0 |
| B - 107                   | Talabre              | 3              | 100,0 | -          | 0,0   | 3                              | 100,0 |
| B - 120                   | Peine                | 2              | 100,0 | -          | 0,0   | 2                              | 100,0 |
| B - 134                   | Tilomonte            | 1              | 100,0 | -          | 0,0   | 1                              | 100,0 |
| C - 84                    | La Puerta            | 4              | 100,0 | -          | 0,0   | 4                              | 100,0 |
| C - 103                   | Elisa de Bordes      | 1              | 100,0 | -          | 0,0   | 1                              | 100,0 |
| D - 2                     | Canto del Agua       | 1              | 100,0 | -          | 0,0   | 1                              | 100,0 |
| D - 11                    | Chacritas            | 1              | 100,0 | -          | 0,0   | 1                              | 100,0 |
| D - 19                    | Chañar Blanco        | 7              | 100,0 | -          | 0,0   | 7                              | 100,0 |
| D - 20                    | Los Morteros         | 2              | 100,0 | -          | 0,0   | 2                              | 100,0 |
| D - 28                    | El Tránsito          | 19             | 100,0 | -          | 0,0   | 19                             | 100,0 |
| D - 54                    | Marquesa             | 9              | 100,0 | -          | 0,0   | 9                              | 100,0 |
| D - 55                    | Rivadavia            | 8              | 100,0 | -          | 0,0   | 8                              | 100,0 |
| D - 61                    | Cerro Tololo         | 5              | 100,0 | -          | 0,0   | 5                              | 100,0 |
| D - 62                    | Vicuña               | 4              | 100,0 | -          | 0,0   | 4                              | 100,0 |
| D - 63                    | Pisco Elqui          | 3              | 100,0 | -          | 0,0   | 3                              | 100,0 |
| D - 68                    | Embalse Recoleta     | 3              | 75,0  | 1          | 25,0  | 4                              | 100,0 |
| D - 69                    | Pichasca             | 13             | 100,0 | -          | 0,0   | 13                             | 100,0 |
| D - 70                    | Hurtado              | 2              | 100,0 | -          | 0,0   | 2                              | 100,0 |
| D - 77                    | Monte Patria         | 19             | 100,0 | -          | 0,0   | 19                             | 100,0 |
| D - 83                    | Mantos de Punitaqui  | 5              | 100,0 | -          | 0,0   | 5                              | 100,0 |
| D - 84                    | Guatume              | 30             | 100,0 | -          | 0,0   | 30                             | 100,0 |
| D - 85                    | El Maqui             | 2              | 100,0 | -          | 0,0   | 2                              | 100,0 |
| E - 3                     | Combarbalá           | 13             | 100,0 | -          | 0,0   | 13                             | 100,0 |
| E - 4                     | Cogotí               | 10             | 100,0 | -          | 0,0   | 10                             | 100,0 |
| E - 9                     | El Espino            | 2              | 100,0 | -          | 0,0   | 2                              | 100,0 |
| E - 15                    | Arboleda Grande      | 1              | 100,0 | -          | 0,0   | 1                              | 100,0 |
| E - 21                    | Cuncumén             | 4              | 100,0 | -          | 0,0   | 4                              | 100,0 |
| E - 25                    | Petorca              | 2              | 100,0 | -          | 0,0   | 2                              | 100,0 |
| E - 26                    | Tranquilla           | 1              | 100,0 | -          | 0,0   | 1                              | 100,0 |
| E - 30                    | San Lorenzo          | 2              | 100,0 | -          | 0,0   | 2                              | 100,0 |
| E - 36                    | Nihue                | 2              | 100,0 | -          | 0,0   | 2                              | 100,0 |
| E - 37                    | San Felipe           | 5              | 100,0 | -          | 0,0   | 5                              | 100,0 |
| E - 43                    | Llay-Llay            | 3              | 100,0 | -          | 0,0   | 3                              | 100,0 |
| E - 44                    | Los Andes            | 9              | 100,0 | -          | 0,0   | 9                              | 100,0 |
| E - 50                    | Titil                | 27             | 100,0 | -          | 0,0   | 27                             | 100,0 |
| E - 51                    | Colina               | 13             | 100,0 | -          | 0,0   | 13                             | 100,0 |
| E - 57                    | Pudahuel             | 4              | 100,0 | -          | 0,0   | 4                              | 100,0 |
| Total                     |                      | 280            | 56,7  | 214        | 43,3  | 494                            | 100,0 |

Cuadro N° 4

## DISTRIBUCION DE LAS UNIDADES VEGETACIONALES SEGUN CARTA IGM ESCALA 1:50.000 Y ESPECIE.

| Carta IGM escala 1:50.000 |                      | Especie   |       |          |       |        |       | Total de U.V. por carta IGM |       |
|---------------------------|----------------------|-----------|-------|----------|-------|--------|-------|-----------------------------|-------|
| Código                    | Nombre               | Algarrobo |       | Tamarugo |       | Mixto  |       | Número                      | (%)   |
|                           |                      | Número    | (%)   | Número   | (%)   | Número | (%)   |                             |       |
| A - 49                    | Zapiga               | 1         | 6,7   | 14       | 93,3  | -      | 0,0   | 15                          | 100,0 |
| A - 56                    | Huara                | -         | 0,0   | 7        | 100,0 | -      | 0,0   | 7                           | 100,0 |
| A - 57                    | Tarapacá             | 1         | 33,3  | 1        | 33,3  | 1      | 33,4  | 3                           | 100,0 |
| A - 71                    | La Tirana            | 94        | 64,8  | 48       | 33,1  | 3      | 2,1   | 145                         | 100,0 |
| A - 78                    | Oficina Victoria     | -         | 0,0   | 23       | 100,0 | -      | 0,0   | 23                          | 100,0 |
| A - 86                    | Campamento Alianza   | -         | 0,0   | 10       | 100,0 | -      | 0,0   | 10                          | 100,0 |
| B - 20                    | Quillagua            | 8         | 100,0 | -        | 0,0   | -      | 0,0   | 8                           | 100,0 |
| B - 29                    | Oficina Prosperidad  | 1         | 100,0 | -        | 0,0   | -      | 0,0   | 1                           | 100,0 |
| B - 48                    | Oficina María Elena  | 2         | 100,0 | -        | 0,0   | -      | 0,0   | 2                           | 100,0 |
| B - 51                    | Calama               | -         | 0,0   | -        | 0,0   | 2      | 100,0 | 2                           | 100,0 |
| B - 76                    | San Pedro de Atacama | 16        | 61,5  | 10       | 38,5  | -      | 0,0   | 26                          | 100,0 |
| B - 91                    | Toconao              | 3         | 33,3  | 6        | 66,7  | -      | 0,0   | 9                           | 100,0 |
| B - 92                    | Cerros de Macon      | 2         | 100,0 | -        | 0,0   | -      | 0,0   | 2                           | 100,0 |
| B - 107                   | Talabre              | 3         | 100,0 | -        | 0,0   | -      | 0,0   | 3                           | 100,0 |
| B - 120                   | Peine                | 2         | 100,0 | -        | 0,0   | -      | 0,0   | 2                           | 100,0 |
| B - 134                   | Tilomonte            | 1         | 100,0 | -        | 0,0   | -      | 0,0   | 1                           | 100,0 |
| C - 84                    | La Puerta            | 4         | 100,0 | -        | 0,0   | -      | 0,0   | 4                           | 100,0 |
| C - 103                   | Elisa de Bordos      | 1         | 100,0 | -        | 0,0   | -      | 0,0   | 1                           | 100,0 |
| D - 2                     | Canto del Agua       | 1         | 100,0 | -        | 0,0   | -      | 0,0   | 1                           | 100,0 |
| D - 11                    | Chacritas            | 1         | 100,0 | -        | 0,0   | -      | 0,0   | 1                           | 100,0 |
| D - 19                    | Chañar Blanco        | 7         | 100,0 | -        | 0,0   | -      | 0,0   | 7                           | 100,0 |
| D - 20                    | Los Morteros         | 2         | 100,0 | -        | 0,0   | -      | 0,0   | 2                           | 100,0 |
| D - 26                    | El Tránsito          | 19        | 100,0 | -        | 0,0   | -      | 0,0   | 19                          | 100,0 |
| D - 54                    | Marquesa             | 9         | 100,0 | -        | 0,0   | -      | 0,0   | 9                           | 100,0 |
| D - 55                    | Rivadavia            | 8         | 100,0 | -        | 0,0   | -      | 0,0   | 8                           | 100,0 |
| D - 61                    | Cerro Tololo         | 5         | 100,0 | -        | 0,0   | -      | 0,0   | 5                           | 100,0 |
| D - 62                    | Vicuña               | 4         | 100,0 | -        | 0,0   | -      | 0,0   | 4                           | 100,0 |
| D - 63                    | Pisco Elqui          | 3         | 100,0 | -        | 0,0   | -      | 0,0   | 3                           | 100,0 |
| D - 68                    | Embalse Recoleta     | 4         | 100,0 | -        | 0,0   | -      | 0,0   | 4                           | 100,0 |
| D - 69                    | Pichasca             | 13        | 100,0 | -        | 0,0   | -      | 0,0   | 13                          | 100,0 |
| D - 70                    | Hurtado              | 2         | 100,0 | -        | 0,0   | -      | 0,0   | 2                           | 100,0 |
| D - 77                    | Monte Patria         | 19        | 100,0 | -        | 0,0   | -      | 0,0   | 19                          | 100,0 |
| D - 83                    | Mantos de Punitaqui  | 5         | 100,0 | -        | 0,0   | -      | 0,0   | 5                           | 100,0 |
| D - 84                    | Guatulame            | 30        | 100,0 | -        | 0,0   | -      | 0,0   | 30                          | 100,0 |
| D - 85                    | El Maqui             | 2         | 100,0 | -        | 0,0   | -      | 0,0   | 2                           | 100,0 |
| E - 3                     | Combarbalá           | 13        | 100,0 | -        | 0,0   | -      | 0,0   | 13                          | 100,0 |
| E - 4                     | Cogoti               | 10        | 100,0 | -        | 0,0   | -      | 0,0   | 10                          | 100,0 |
| E - 9                     | El Espino            | 2         | 100,0 | -        | 0,0   | -      | 0,0   | 2                           | 100,0 |
| E - 15                    | Arboleda Grande      | 1         | 100,0 | -        | 0,0   | -      | 0,0   | 1                           | 100,0 |
| E - 21                    | Cuncumén             | 4         | 100,0 | -        | 0,0   | -      | 0,0   | 4                           | 100,0 |
| E - 25                    | Petorca              | 2         | 100,0 | -        | 0,0   | -      | 0,0   | 2                           | 100,0 |
| E - 26                    | Tanquilla            | 1         | 100,0 | -        | 0,0   | -      | 0,0   | 1                           | 100,0 |
| E - 30                    | San Lorenzo          | 2         | 100,0 | -        | 0,0   | -      | 0,0   | 2                           | 100,0 |
| E - 36                    | Nihue                | 2         | 100,0 | -        | 0,0   | -      | 0,0   | 2                           | 100,0 |
| E - 37                    | San Felipe           | 5         | 100,0 | -        | 0,0   | -      | 0,0   | 5                           | 100,0 |
| E - 43                    | Llay-Llay            | 3         | 100,0 | -        | 0,0   | -      | 0,0   | 3                           | 100,0 |
| E - 44                    | Los Andes            | 9         | 100,0 | -        | 0,0   | -      | 0,0   | 9                           | 100,0 |
| E - 50                    | Titil                | 27        | 100,0 | -        | 0,0   | -      | 0,0   | 27                          | 100,0 |
| E - 51                    | Colina               | 13        | 100,0 | -        | 0,0   | -      | 0,0   | 13                          | 100,0 |
| E - 57                    | Pudahuel             | 4         | 100,0 | -        | 0,0   | -      | 0,0   | 4                           | 100,0 |
| Total                     |                      | 369       | 74,7  | 119      | 24,1  | 6      | 1,2   | 494                         | 100,0 |

Cuadro N° 5

**NUMERO DE UNIDADES VEGETACIONALES SEGUN CARTA IGM ESCALA 1:50.000  
Y CLASE DE TAMAÑO**

| Carta IGM escala 1:50.000 |                      | Clase de tamaño (ha) |       |          |       |           |      | Total de U.V.<br>por carta IGM |       |
|---------------------------|----------------------|----------------------|-------|----------|-------|-----------|------|--------------------------------|-------|
| Código                    | Nombre               | 3 - 50               |       | 51 - 500 |       | 501 y más |      | Número                         | (%)   |
|                           |                      | Número               | (%)   | Número   | (%)   | Número    | (%)  |                                |       |
| A - 46                    | Zapiga               | 5                    | 33,3  | 7        | 46,7  | 3         | 20,0 | 15                             | 100,0 |
| A - 56                    | Huara                | 1                    | 14,3  | 6        | 85,7  | -         | 0,0  | 7                              | 100,0 |
| A - 57                    | Tarapacá             | 2                    | 66,7  | 1        | 33,3  | -         | 0,0  | 3                              | 100,0 |
| A - 71                    | La Tirana            | 107                  | 73,8  | 29       | 20,0  | 9         | 8,2  | 145                            | 100,0 |
| A - 78                    | Oficina Victoria     | 5                    | 21,7  | 17       | 73,9  | 1         | 4,4  | 23                             | 100,0 |
| A - 86                    | Campamento Alianza   | 3                    | 30,0  | 6        | 60,0  | 1         | 10,0 | 10                             | 100,0 |
| B - 20                    | Quillagua            | 4                    | 66,7  | 2        | 33,3  | -         | 0,0  | 6                              | 100,0 |
| B - 29                    | Oficina Prosperidad  | 1                    | 100,0 | -        | 0,0   | -         | 0,0  | 1                              | 100,0 |
| B - 48                    | Oficina María Elena  | 2                    | 100,0 | -        | 0,0   | -         | 0,0  | 2                              | 100,0 |
| B - 51                    | Calama               | 2                    | 100,0 | -        | 0,0   | -         | 0,0  | 2                              | 100,0 |
| B - 78                    | San Pedro de Atacama | 17                   | 65,4  | 8        | 30,8  | 1         | 3,8  | 26                             | 100,0 |
| B - 91                    | Toconao              | 7                    | 77,8  | 2        | 22,2  | -         | 0,0  | 9                              | 100,0 |
| B - 92                    | Cerros de Macon      | 2                    | 100,0 | -        | 0,0   | -         | 0,0  | 2                              | 100,0 |
| B - 107                   | Talabre              | 3                    | 100,0 | -        | 0,0   | -         | 0,0  | 3                              | 100,0 |
| B - 120                   | Peine                | 2                    | 100,0 | -        | 0,0   | -         | 0,0  | 2                              | 100,0 |
| B - 134                   | Tilomonte            | 1                    | 100,0 | -        | 0,0   | -         | 0,0  | 1                              | 100,0 |
| C - 84                    | La Puerta            | 4                    | 100,0 | -        | 0,0   | -         | 0,0  | 4                              | 100,0 |
| C - 103                   | Elisa de Bordes      | 1                    | 100,0 | -        | 0,0   | -         | 0,0  | 1                              | 100,0 |
| D - 2                     | Canto del Agua       | 1                    | 100,0 | -        | 0,0   | -         | 0,0  | 1                              | 100,0 |
| D - 11                    | Chacritas            | -                    | 100,0 | 1        | 100,0 | -         | 0,0  | 1                              | 100,0 |
| D - 19                    | Chañar Blanco        | 7                    | 100,0 | -        | 0,0   | -         | 0,0  | 7                              | 100,0 |
| D - 20                    | Los Morteros         | 2                    | 100,0 | -        | 0,0   | -         | 0,0  | 2                              | 100,0 |
| D - 28                    | El Tránsito          | 16                   | 84,2  | 3        | 15,8  | -         | 0,0  | 19                             | 100,0 |
| D - 54                    | Marquesa             | 8                    | 88,9  | 1        | 11,1  | -         | 0,0  | 9                              | 100,0 |
| D - 55                    | Rivadavia            | 6                    | 75,0  | 2        | 25,0  | -         | 0,0  | 8                              | 100,0 |
| D - 61                    | Cerro Toloio         | 3                    | 60,0  | 1        | 20,0  | 1         | 20,0 | 5                              | 100,0 |
| D - 62                    | Vicuña               | 3                    | 75,0  | 1        | 25,0  | -         | 0,0  | 4                              | 100,0 |
| D - 63                    | Pisco Elqui          | 3                    | 100,0 | -        | 0,0   | -         | 0,0  | 3                              | 100,0 |
| D - 68                    | Embalse Recoleta     | 3                    | 75,0  | 1        | 25,0  | -         | 0,0  | 4                              | 100,0 |
| D - 69                    | Pichasca             | 11                   | 84,6  | 1        | 7,7   | 1         | 7,7  | 13                             | 100,0 |
| D - 70                    | Hurtado              | 2                    | 100,0 | -        | 0,0   | -         | 0,0  | 2                              | 100,0 |
| D - 77                    | Monte Patria         | 15                   | 78,9  | 4        | 21,1  | -         | 0,0  | 19                             | 100,0 |
| D - 83                    | Mantos de Punitaqui  | 4                    | 80,0  | 1        | 20,0  | -         | 0,0  | 5                              | 100,0 |
| D - 84                    | Guatulame            | 23                   | 76,7  | 7        | 23,3  | -         | 0,0  | 30                             | 100,0 |
| D - 85                    | El Maqui             | 1                    | 50,0  | 1        | 50,0  | -         | 0,0  | 2                              | 100,0 |
| E - 3                     | Combarbala           | 10                   | 76,9  | 3        | 23,1  | -         | 0,0  | 13                             | 100,0 |
| E - 4                     | Cogotí               | 8                    | 80,0  | 2        | 20,0  | -         | 0,0  | 10                             | 100,0 |
| E - 9                     | El Espino            | 2                    | 100,0 | -        | 0,0   | -         | 0,0  | 2                              | 100,0 |
| E - 15                    | Arboleda Grande      | -                    | 0,0   | 1        | 100,0 | -         | 0,0  | 1                              | 100,0 |
| E - 21                    | Cuncumén             | 4                    | 100,0 | -        | 0,0   | -         | 0,0  | 4                              | 100,0 |
| E - 25                    | Petorca              | 2                    | 100,0 | -        | 0,0   | -         | 0,0  | 2                              | 100,0 |
| E - 26                    | Tranquilla           | 1                    | 100,0 | -        | 0,0   | -         | 0,0  | 1                              | 100,0 |
| E - 30                    | San Lorenzo          | 2                    | 100,0 | -        | 0,0   | -         | 0,0  | 2                              | 100,0 |
| E - 36                    | Nihue                | 2                    | 100,0 | -        | 0,0   | -         | 0,0  | 2                              | 100,0 |
| E - 37                    | San Felipe           | 4                    | 80,0  | 1        | 20,0  | -         | 0,0  | 5                              | 100,0 |
| E - 43                    | Llay-Llay            | 2                    | 66,7  | 1        | 33,3  | -         | 0,0  | 3                              | 100,0 |
| E - 44                    | Los Andes            | 4                    | 44,4  | 4        | 44,4  | 1         | 11,2 | 9                              | 100,0 |
| E - 50                    | Tifti                | 10                   | 37,0  | 15       | 55,6  | 2         | 7,4  | 27                             | 100,0 |
| E - 51                    | Colina               | 2                    | 15,4  | 8        | 61,5  | 3         | 23,1 | 13                             | 100,0 |
| E - 57                    | Pudahuel             | 1                    | 25,0  | 3        | 75,0  | -         | 0,0  | 4                              | 100,0 |
| Total                     |                      | 331                  | 67,0  | 140      | 28,3  | 23        | 4,7  | 494                            | 100,0 |

## ANEXO Nº 2

## Cuadro Nº 1

## EJEMPLO REGISTRO ARBOLES SOBRESALIENTES DEL PROYECTO MEJORAMIENTO GENETICO (INFORME FINAL DE INFOR PNUD, 1988)

MEJORAMIENTO GENETICO PROSOPIS  
SELECCION ARBOLES SOBRESALIENTES

| Código Proyecto  |                           | Fecha              | 05.05.88                |                   |                          |       |              |                       |                          |
|------------------|---------------------------|--------------------|-------------------------|-------------------|--------------------------|-------|--------------|-----------------------|--------------------------|
| Especie          | algarrobo                 | Region             | Primera                 |                   |                          |       |              |                       |                          |
| Código Poblacion |                           | Provincia y Comuna | Iquique<br>Pozo Almonte |                   |                          |       |              |                       |                          |
| Sector           | algarrobal                | Altitud            | ± 1.000 msnm            |                   |                          |       |              |                       |                          |
| Edad Rodal       |                           | Prof Napa          | 6 a                     |                   |                          |       |              |                       |                          |
| Tipo Bosque      | Plantación                | Brigada            | Acopiada y otras        |                   |                          |       |              |                       |                          |
| ARBOL Nº         | PARAMETROS DIMASOMETRICOS |                    |                         |                   | PARAMETROS CUALITATIVOS  |       |              |                       |                          |
|                  | DIAMETRO                  |                    | Altura (m)              | Longitud Copa (m) | Resistencia a las Plagas | Vigor | Tipo de Copa | Hábito de Crecimiento | Presencia de Ramas Secas |
| Copa (m)         | Fuste Mediodía            |                    |                         |                   |                          |       |              |                       |                          |
| 1                | 20,5                      | 104,0              | 11,0                    | 11,0              | 1                        | 1     | 1            | B                     | 1                        |
| 2                | 22,8                      | 50,5               | 12,4                    | 12,4              | 1                        | 1     | 0            | B                     | 1                        |
| 3                | 18,5                      | 125,0              | 16,3                    | 16,3              | 1                        | 1     | 1            | B                     | 1                        |
| 4                | 15,8                      | 30,9               | 10,5                    | 10,5              | 1                        | 0     | 0            | A                     | 1                        |
| 5                | 16,1                      | 40,0               | 10,7                    | 10,7              | 1                        | 1     | 1            | B                     | 1                        |
| 6                | 22,0                      | 81,0               | 11,7                    | 11,7              | 1                        | 1     | 1            | B                     | 1                        |
| 7                | 19,2                      | 32,0               | 16,3                    | 14,8              | 1                        | 0     | 2            | B                     | 1                        |
| 8                | 21,3                      | 43,7               | 12,1                    | 12,1              | 1                        | 1     | 1            | A                     | 1                        |
| 9                | 19,3                      | 56,3               | 13,4                    | 13,4              | 1                        | 0     | 0            | B                     | 1                        |
| 10               | 15,4                      | 37,0               | 15,3                    | 15,3              | 1                        | 0     | 1            | B                     | 1                        |
| 11               |                           |                    |                         |                   |                          |       |              |                       |                          |
| 12               |                           |                    |                         |                   |                          |       |              |                       |                          |
| 13               |                           |                    |                         |                   |                          |       |              |                       |                          |
| 14               |                           |                    |                         |                   |                          |       |              |                       |                          |
| 15               |                           |                    |                         |                   |                          |       |              |                       |                          |
| 16               |                           |                    |                         |                   |                          |       |              |                       |                          |
| 17               |                           |                    |                         |                   |                          |       |              |                       |                          |
| 18               |                           |                    |                         |                   |                          |       |              |                       |                          |
| 19               |                           |                    |                         |                   |                          |       |              |                       |                          |
| 20               |                           |                    |                         |                   |                          |       |              |                       |                          |

NOTA : Arboles Nº 1, 2, 3, 5, 7 y 8 sin espinaa

| PARAMETROS MEDIOS DE LA POBLACION |             |          |
|-----------------------------------|-------------|----------|
| DIAMETRO                          |             | ALTURA m |
| Copa (m)                          | Fustes (cm) |          |
| 15,9                              | 31,3        | 8,8      |

\* Resistencia a Plagas y Vigor

0 : Buena  
1 : Regular  
2 : Mala

\* Hábito de Crecimiento

A : Varias Ramas desde el Suelo  
B : 1 Fuste Predominante  
C : Similar a A + Copa Rastrera

\* Tipo de Copa

0 : Frondosa  
1 : Regular  
2 : Rala

Presencia Ramas Secas

1 = Presenta  
2 = No Presenta

**APUNTES SOBRE ALGUNAS LATIFOLIADAS DE MADERAS VALIOSAS 3.- Liquidambar (*Liquidambar styraciflua* L).** Verónica Loewe Muñoz., Ingeniero Forestal. División Silvicultura, Instituto Forestal, Huérfanos 554, Santiago, Chile.

## INTRODUCCION

Es una de las especies madereras más importantes del sur de los EEUU (Grimm, 1962; SHLMA, sf), que se distribuye en una amplia variedad de sitios, y que ofrece un potencial considerable para programas de mejoramiento genético (Davis & Beals, 1977).

La especie, bastante longeva, pertenece a la familia **Hamamelidaceae**, y sus nombres comunes son sweetgum, redgum, bilsted, ocozotl (Camevale, 1955; Collingwood & Brush, 1964). El género posee una especie desde el este de los EEUU hasta Nicaragua, una en Asia menor y tres en el este de Asia, todas caducas (Forest Service, 1965).

La especie es originaria de los EEUU, se distribuye ampliamente en norte y centro América, desde Nueva York hasta Florida, y en las montañas de México, Guatemala, Honduras y Nicaragua (Camevale, 1955; Collingwood & Brush, 1964; SHLMA, sf; Streets, 1962). Se encuentra aislada continentalmente de las restantes especies del género.

No se conocen híbridos y tampoco hay evidencia de la existencia de razas o ecotipos (Forest Service, 1965).

Su nombre científico le fue dado por el botánico sueco Linneo y hace referencia al líquido balsámico, fragante y amarillento que exuda de la corteza.

Posee una copa piramidal simétrica, con hojas caducas, digitadas, con largos peciolo de 5 - 7 cm, por lo general presentan de 3 a 5 lóbulos, raramente 7, acuminados, finamente aserrados, se enrojecen en otoño antes de su caída, presentando un aspecto hermoso.

Las flores son pequeñas, de color verde, y nacen al inicio de la primavera junto a las hojas, las masculinas en grupos y las femeninas solitarias y en el mismo árbol, ya que se trata de una especie monoica.

El fruto es capsular, globoso, leñoso y negro en la madurez, y libera las semillas por numerosos agujeros independientes rodeados por puntas leñosas delgadas. Posee un pedúnculo largo y delgado. Un kilogramo de semilla contiene de 130.000 a 200.000 unidades, que tienen 10 mm de longitud, 2 mm

de ancho y 1 mm de espesor, alargadas, negras, algo brillantes, semiduras, lisas, de alas pequeñas y articuladas en un extremo.

Después que las semillas han madurado (en otoño), son diseminadas por el viento. Sin embargo, los frutos vacíos permanecen en el árbol todo el invierno (Carnevale, 1955; Forest Service, 1965).

Pocas maderas norteamericanas se le asemejan en belleza. Es destinada a la fabricación de muebles, revestimientos de interiores, embalajes, cajas de cigarrillos, barriles, pisos y pulpa, entre otros usos.

El árbol exuda de la corteza una goma con la apariencia del ámbar (de allí su nombre). Aún hoy, en México, algunos indígenas colectan esta goma que es conocida como "storax". Para ello utilizan un método de extracción similar al empleado en los EEUU para obtener trementina del pino de hojas largas. Es usada para la fabricación de perfumes, adhesivos, tabaco y productos farmacéuticos, siendo su utilización histórica.

Las antiguas culturas de América Central (Aztecas por ejemplo) elaboraban mezclas para ser fumadas en pipas, a las cuales solo tenían acceso los privilegiados de la sociedad. La mezcla más frecuente consistía en el tabaco picado finamente con carbón de leña molido y liquidambar. Por su parte, el emperador Montezuma II apreciaba una mezcla compuesta también por ámbar líquido.

La especie ha sido introducida hace varias décadas en países tales como Australia, Chipre, Inglaterra, Kenia, Rhodesia, Sudáfrica y Nueva Zelanda, ya sea con fines ornamentales o productivos (Streets, 1962).

## CARACTERÍSTICAS DE CRECIMIENTO

Los árboles jóvenes poseen una copa piramidal, simétrica y un fuste recto, como una conífera. Las ramas tienen un ángulo de inserción agudo. Los árboles maduros presentan copas más redondeadas y extendidas.

En los bosques los individuos adultos presentan un fuste recto y sin ramas hasta cerca de 2/3 de su altura (debido a la poda natural). Su forma, desde el punto de vista silvícola, es aceptable (Webb et al., 1984).

En tamaño es una de las latifoliadas más majestuosas de norteamérica. La especie es de crecimiento más bien rápido y alcanza alturas de 30 - 37 m y diámetros de entre 45 y 90 cm, aunque ocasionalmente se tienen alturas de hasta 45 - 50 m y diámetros de hasta 1,8 m. Sin embargo, el promedio es menor (Collingwood & Brush, 1964; Forest Service, 1965; Grimm, 1962; Schlaegel, 1984; SHLMA, sf; Streets, 1962).

Cuando el árbol alcanza los 30 cm de diámetro, empieza a formarse el duramen (SHLMA, sf). Sin embargo, la albura es la mayormente producida en los EEUU.

El desarrollo de las raíces varía con el sitio y generalmente se desarrolla rápidamente una raíz pivotante principal y numerosas raicillas secundarias. Sin embargo, en las zonas húmedas el sistema radicular es superficial y muy extendido lateralmente, con una raíz pivotante pequeña o inexistente.

Se ha visto que en algunas zonas de los EEUU (Georgia) el crecimiento en diámetro empieza 20 - 30 días después del desarrollo total de las hojas. El 50% del crecimiento radial anual se completa dentro de los primeros 40 a 50 días de haber comenzado (Forest Service, 1965).

Es interesante considerar que en un cierto punto de su desarrollo el árbol tiende a bifurcarse.

Webb et al (1984) indican producciones anuales de 21 m<sup>3</sup>/ha.

## REQUISITOS ECOLOGICOS

### Temperatura

Es una especie que se adapta bien, tanto a climas fríos como a climas subtropicales (Carnevale, 1955), siendo sin embargo una especie considerada como resistente al frío.

En su rango de distribución natural las temperaturas mínimas fluctúan entre -20 y -4 °C, la temperatura máxima es de alrededor de 38° C y los días libres

de hielo fluctúan entre 180 y 320 al año (Forest Service, 1965).

Weeb et al (1984) presentan los siguientes valores para la especie :

- Media de las temperaturas máximas del mes más cálido: 25-36 °C.
- Media de las temperaturas mínimas del mes más frío:-11 a +5 °C.
- Media anual de temperatura : 8 - 20 °C.

Las yemas florales son muy sensibles al frío, siendo dañadas a menudo por las heladas tardías (Forest Service, 1965).

## **Precipitación**

La precipitación anual en el rango de distribución natural de la especie es de 1000 a 1500 mm, siendo la precipitación en la estación de crecimiento de 500 - 600 mm (Forest Service, 1965; Webb et al., 1984). El régimen de lluvias es estival y la estación seca es de 5 a 6 meses por año.

## **Altitud**

El rango altitudinal de la especie es de 1000 a 2000 msnm (Webb et al., 1965). Sin embargo, el Forest Service (1965) considera que bajo los 750 - 900 msnm no parecen haber limitaciones altitudinales en los EEUU; en México en cambio crece entre los 1000 y 2000 msnm, pero su mejor desarrollo se verifica en suelos profundos ubicados entre los 1200 y 1600 msnm.

## **Competencia**

Es una especie intolerante. Las plantas requieren plena luz para su establecimiento, por lo que la competencia de malezas puede comprometer el crecimiento durante el primer año y, si llegan a sombrear las plantas, pueden provocar el fracaso de la plantación (USDA, 1970).

Sin embargo, la presencia de vegetación no constituye un serio límite para la germinación de las semillas (Forest Service, 1965).

En rodales puros, los individuos jóvenes pueden soportar algo de sombra, pero a mayor edad resisten menos la competencia.

## Vientos

Es considerada como una especie resistente al viento cuando se encuentra instalada en suelos profundos, pues presenta una raíz pivotante, vigorosa. Asimismo, es tolerante a los vientos salinos (Collingwood & Brush, 1964; Forest Service, 1965. Webb et al; 1984).

## Suelos

Es una especie tolerante a diferentes tipos de suelos y sitios, pero crece mejor en aquellos fértiles, frescos, húmedos, sueltos y areno-arcillo- humíferos y de orillas de río (Collingwood & Brush, 1964; Forest Service, 1965; Schlaegel, 1984).

Aunque soporta los suelos pesados, arcillosos, no crece bien en ellos. De hecho Krinard (1988) observó que los sitios de texturas medias son capaces de producir diámetros y alturas un 75 % mayores, áreas basales 3 veces superiores y volúmenes del fuste casi 5 veces mayores, con respecto a suelos de texturas finas, arcillosos.

En los EEUU crece en los sitios planos y húmedos y en los suelos aluviales sujetos a inundaciones periódicas en donde, si hay un buen drenaje, pueden encontrarse individuos vigorosos (Collingwood & Brush, 1964; Grimm, 1962; Streets, 1962).

En general prospera bien en los sitios apropiados al tulipero ( *Liriodendron tulipifera* ), aunque es una especie de menores exigencias ( Forest Service, 1965 ) y tolera sitios más húmedos ( USDA, 1970 ).

Según Webb et al (1984) prefiere aquellos suelos de texturas

medianamente pesadas, de reacción neutra a alcalina y húmedos, tolerando algún grado de salinidad.

## **SILVICULTURA**

### **Propagación**

En algunas regiones los rebrotes de raíces constituyen una forma de reproducción importante. Cuando el objetivo es la producción de pulpa se usa el rebrote de tocón (monte bajo).

La reproducción por semillas también es importante, mostrándose como una especie agresiva para invadir los terrenos cultivados (Krinard, 1988; USDA, 1970).

### **Reproducción Sexual**

#### **Producción de Semillas**

Los árboles empiezan a producir semillas a los 20 - 30 años de edad y esta producción permanece abundante hasta los 150 años (Forest Service, 1965; Forest Service, 1974). Todos los años se verifican buenas producciones de semillas, con períodos de abundancia cada 2 - 3 años.

En condiciones de plena luminosidad y suelos fértiles, cada fruto puede producir unas 50 semillas sanas, en tanto que, bajo condiciones normales, cada fruto produce solamente unas 7 u 8 semillas sanas.

La distancia máxima de dispersión registrada es de 200 m, pero generalmente el 96 % de las semillas cae dentro de los 60 m desde el punto de liberación.

## Colecta, Extracción y Almacenamiento de Semillas

Los frutos se pueden colectar de árboles talados o directamente escalando o sacudiendo los árboles en pie. El secado al aire de los frutos permite la obtención de semillas y las fértiles de las vanas pueden ser separadas mediante tamizado.

Los frutos colectados prematuramente pueden llegar a la madurez almacenándolos a 4,5 °C por cerca de un mes.

La pureza de las semillas obtenidas es del 90 - 95% y la capacidad germinativa del 80 - 90%, aunque Webb et al (1984) citan valores de 30 a 70%.

Las semillas deberían ser almacenadas a una humedad relativa de 5 - 15%, en bolsas selladas y a temperaturas cercanas a 0 °C (2-4°C). En estas condiciones se ha observado que la viabilidad se mantiene por al menos 4 años (Forest Service, 1965; Forest Service, 1974).

## Tratamientos Pregerminativos

Las semillas presentan una latencia débil, pero la tasa de germinación se aumenta considerablemente con una estratificación fría y húmeda. Se ha tenido éxito con bolsas de plástico a 0,5 °C, o mezclándolas con arena húmeda a 5°C, por 30 - 60 días.

La duración del tratamiento varía entre 15 y 90 días, siendo 30 días el período generalmente usado.

También se han obtenido buenos resultados remojando las semillas en agua por 14 - 20 días.

La luz no es necesaria para la germinación de las semillas estratificadas (Forest Service, 1974).

Alternativamente, las semillas se pueden almacenar a temperaturas bajo los 0°C, eliminándose entonces la estratificación (USDA, 1970).

## Técnicas de Vivero

Las semillas estratificadas deben ser sembradas en primavera, al vuelo o en surcos, con una densidad de 20.000 -25.000/m<sup>2</sup>. Las semillas se extienden en la superficie y se presan suavemente con un rodillo.

Es necesario hacer un buen control de malezas, por lo que una fumigación del sustrato previa a la siembra es muy benéfica.

## Reproducción Vegetativa

La especie posee la capacidad de rebrotar hasta aproximadamente los 50 años de edad. La época de corta no influye en el número de brotes obtenidos y el vigor de los retoños no declina hasta la tercera generación sucesiva de retoños del mismo tocón.

Si las plantas alcanzan una altura de 1,5 m en 3 - 5 años, los rebrotes alcanzan dicha altura en una estación de crecimiento. Rebrotos de 10 años poseen dimensiones de árboles de 18 - 20 años provenientes de semillas del mismo rodal. Es importante considerar que muchos de los rebrotes podrán producir madera aserrada (Forest Service, 1965).

## Establecimiento de Plantaciones

La especie fue cultivada por primera vez en los EEUU en 1681 (Forest Service, 1974).

Existen plantaciones con fines ornamentales y otras con fines productivos. La especie se caracteriza por su facilidad de plantación y por su rápido crecimiento.

Para el establecimiento de plantaciones comerciales se utiliza principalmente la plantación, ya que no hay suficiente experiencia sobre repoblación por siembra directa.

La siembra directa sería adecuada para los sitios más húmedos, empleando semilla sin estratificación. Si se utiliza semilla estratificada, la siembra se debe efectuar en primavera, lo que en sitios de menor humedad representa un riesgo de pérdidas por sequía. Estas técnicas no se encuentran suficientemente desarrolladas como para recomendarlas para uso masivo ( USDA, 1970 ).

La plantación da buenos resultados, obteniéndose altas tasas de sobrevivencia. Considerando su mayor costo se la recomienda especialmente para los mejores sitios (Krinard & Johnson 1985).

### **Espaciamiento de Plantación**

El espaciamiento dependerá del producto deseado. Se recomiendan de 2,5 x 2,5 m hasta 3 x 3 m, para la producción de pulpa, y más densos (2,0 x 2,5 m) para la producción de madera aserrada y chapas (USDA, 1970). Carnevale (1955) indica distanciamientos iniciales de 2 x 2 m.

### **Preparación del Sitio**

Se recomienda una preparación acabada del sitio previamente a la plantación, efectuando un arado tendido o subsolado allí donde sea posible.

### **Plantación**

Al momento de la plantación las plantas deben ser mantenidas en ambiente frío y húmedo. Las plantas a utilizar (1-0) pueden refrigerarse a temperaturas de entre 2 y 5 °C (USDA, 1970).

Webb et al. (1984) recomiendan el empleo de plantas en maceta.

Debido a que la especie es sensible a la competencia de malezas, es necesario efectuar control al menos durante los dos primeros años de ejecutada la plantación (Krinard & Johnson, 1985).

## Manejo Silvícola

Para obtener un buen desarrollo y una producción interesante, es necesario cuidar y manejar la plantación en forma intensiva. Este manejo para el caso de esta especie es particularmente importante en los primeros años.

### Podas

La especie muestra una poda natural adecuada en los rodales, por lo que un alto porcentaje de la madera producida es libre de nudos (Davis & Beals, 1977).

### Raleos

La especie responde levemente al raleo, excepto cuando jóvenes, bajo los 25 cm de diámetro (Forest Service, 1965).

En los rodales densos Krinard (1988) recomienda la ejecución de raleos antes de los 18 años de edad, eliminando además los árboles bifurcados y de mala forma, aunque sean de diámetros mayores. Si se ralean árboles de menos de 28 cm de diámetro se debería remover un 38% de los árboles y un 25% del área basal, pero dejando al menos 20 m<sup>2</sup>/ha repartidos en 100-110 árboles y el área basal restante debería ser de unos 18 m<sup>2</sup>/ha.

Bylin en 1982 señaló que es posible predecir el volumen del árbol a obtener usando las variables diámetro y altura del tocón.

### Protección

Es una especie muy resistente a enfermedades y al ataque de insectos (Collinwood & Brush, 1964; Forest Service, 1965; Webb et al, 1984), pero es susceptible a daños por fuego y las heridas causadas por este agente

constituyen puntos de entrada de insectos y hongos, aunque generalmente en las heridas basales se produce una exudación que evita dicha entrada.

Otros agentes causales de daños son las heladas de otoño (que pueden matar los brotes), así como las cabras, cerdos o vacunos, y los roedores.

Según el Forest Service (1965), los hongos más comunes en los EEUU son: **Fomes geotropus**, **Pleurotus ostreatus**, **Lentinus tigrinus** y **Polyporus lucidus**.

Otras enfermedades citadas para la especie son :

- Necrosis con resinación
- Tizón o muerte principal
- Cancro de las ramas
- Lesiones al tronco
- Tizón del liquidambar

Esta última se encuentra ampliamente distribuida y ha causado mortalidad seria en varios estados. La sequía pareciera ser su causa principal.

Los insectos generalmente atacan a árboles ya dañados o muertos. Estos incluyen los escarabajos de la corteza (**Dryocoetes betulae**, **D. liquidambarus** y **Pityophthorus liquidambarus**), el escarabajo de ambrosia (**Platypus compositus**) y otros escarabajos de la corteza (**Strongylium terminatum** y **S. tenviolle**). Entre los mordedores de hojas se cuentan **Malacosoma disstria** y **Tropaea luna**.

Normalmente se pueden reconocer 3 tipos de madera de liquidambar en base al color y se supone que estas coloraciones diferentes serian el resultado de la acción de hongos que entrarían al árbol a través de heridas (Davis & Beals, 1977). Se ha encontrado un gran número de **Hymenomycetes**, así como también los **Ascomycetes**: **Lasiochaeria pezizula** y **Torula ligniperda**. Decoloraciones económicamente importantes se deben a varias especies de **Ceratocystis** y a otros 3 géneros de hongos. Para prevenirlas hay que evitar heridas de cualquier tipo y mantener el árbol en condiciones vigorosas.

Las características de su follaje junto a su resistencia al ataque de plagas y enfermedades hacen de él un árbol apreciado para avenidas y parques, con fines ornamentales (Collingwood & Brush, 1964).

## UTILIZACION

La madera es muy apreciada y se usa para la producción de pulpa, madera aserrada y chapas. Es muy usada en la fabricación de muebles, en carpintería y ebanistería, en revestimientos y terminaciones de interiores, puertas, barriles, artículos de fantasía y domésticos varios, madera laminada y embalajes (Camevale, 1955; Forest Service, 1974; Forest Products Research, 1956; Grimm, 1962; SHLMA, sf).

La albura es comercializada como "sap gum" y el duramen como "red gum", pues la albura es casi blanca y el duramen es café rojizo, con un brillo satinado.

La madera posee una textura uniforme y dúctil, apreciada por las industrias madereras. El lustre, el satín y el vetado café rojizo del duramen han conquistado la admiración universal. De hecho, a su madera se le ha llamado por muchos años en Europa como "nogal satinado".

Es de peso específico medio (0,50 - 0,65 gr/cm<sup>3</sup>) como así mismo de dureza y densidad medias.

Es una madera que responde bien, tanto al torneado como al aserreado, moldurado y enchapado. Es de grano fino, fácil de pulir, pero requiere de un secado cuidadoso.

Las propiedades de ambos tipos de madera son similares.

La mayoría de la industrias usan sólo la albura, ya que la encuentran blanda, apta para varios tipos de coloración, y su costo generalmente es inferior al de otros materiales de calidad comparable. La albura sirve como una excelente base para pinturas, por lo que se usa para muebles lacados, juguetes, marcos, los muebles de cocina y otras piezas estructurales; además, las terminaciones se mantienen suaves y atractivas. (Camevale, 1955; Forest Service, 1974; Grimm, 1962; SHLMA, sf; Webb et al., 1984).

El árbol produce una exudación aromática de las heridas, llamada "ámbar líquido" o "estoraque de América", la que es apreciada por los niños como golosina y usada en la fabricación de perfumes y medicamentos (Camevale, 1955; Grimm, 1962).

Es muy usado como árbol ornamental por la belleza de su forma y de su follaje, pues las hojas se vuelven rojo púrpura en otoño (Forest Service, 1974;

Grimm, 1962). Además, sus semillas son apetecidas por numerosas especies de aves.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

**Boone R.S. 1989.** Kiln Drying 4/4 American Elm and Sweetgum Lumber with a Combination of Conventional Temperature and High Temperature Schedules. USDA. Research Paper FLP-RP-491. 15 p.

**Bylin C.V. 1982.** Volume Prediction from Stump Diameter and Stump Height of Selected Species in Louisiana. USDA. Research Paper 50 -182. 11 p.

**Carnevale J.A. 1955.** Arboles Forestales. 689 p.

**Collingwood G.H. y Brush W.D. 1964.** Knowing your Trees.

**Davis T.C. y Beals H.O. 1977.** Internal Discoloration of Sweetgum. Agricultural Experiment Station. Auburn University, Alabama Circular N° 234, 16 p.

**Forest Products Research. 1956.** A Hand Book of Hardwoods. Londres.

**Forest Service. 1965.** Agricultural Handbook N° 271.

**Forest Service. 1974.** Seeds of Woody Plants in USA. Agricultural Hand book N° 450.

**Grimm W.C. 1955.** The Books of Trees

**Krinard R.M y Johnson R.L. 1985.** Eighteen Year Development of Sweetgum Planting on 2 Sites. Tree Planters Notes Vol 36 N° 3. pp 6 - 8.

**Krinard R.M. 1988.** Growth Comparison of Planted Sweetgum and Sycamore. USDA. Research Note SO-351. 5p.

**Schlaegel B.E. 1984.** Sweetgum Volume and Weigh Tables. USDA. Research Paper 50 - 204 14p.

**Southern Hardwood Lumber Manufacturers Assoc (SHLMA).** sf. Memphis, Ten.

**Streets R.J. 1962.** Exotic Forest Trees in the British Commonwealth. 750 p.

**USDA. 1970.** The Silviculture of Oaks and Associated Species. Forest Service Research Paper NE-144. Philadelphia, EEUU.

**Webb D.B et. al. 1984.** A Guide to Species Selection for Tropical and Subtropical Plantations. Tropical Forestry Paper N° 15. Oxford, EEUU.

## NOTAS BIBLIOGRAFICAS

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

### 1. EL SECTOR FORESTAL EN CHILE: LOGROS Y DESAFIOS, Instituto Forestal, 1992.

Este informe, elaborado por la División Estudios Económicos y Medio Ambiente de INFOR, pretende caracterizar al sector forestal chileno, analizando las áreas más relevantes, tanto en una perspectiva histórica como futura y destacando, en cada caso, logros y desafíos

La calidad de los antecedentes en el consignados, constituye su más valioso aporte al conocimiento integral de lo que representa esta actividad en el país.

Es así como en sus ocho capítulos se destacan, entre otros, el recurso forestal, incluyendo plantaciones y bosque nativo, sus disponibilidades futuras, el uso de los suelos y las áreas silvestres protegidas. Del mismo modo se aborda la industria (primaria y secundaria), el aporte del sector a la

economía nacional, las inversiones, la generación de divisas y su participación en el Producto Geográfico Bruto (PGB). Todas éstas, más otras materias de sumo interés, encuentran en este estudio un espacio de cuantificación, análisis y proyección.

### 2. PUBLICACIONES PERIODICAS DE ANTECEDENTES FORESTALES CHILENOS.

La información ha probado ser uno de los factores fundamentales para la toma de decisiones. La calidad, cantidad y oportunidad de ella se hace indispensable cuando se quiere tener una visión integradora de una actividad económica.

En este contexto, al Instituto Forestal le corresponde dentro de sus actividades, proveer esta información para apoyar la gestión

privada y pública en el desarrollo del potencial forestal en el corto, mediano y largo plazo.

Consciente de lo anterior, la División Estudios Económicos y Medio Ambiente, mantiene desde los inicios de la Institución, un banco de datos con información relativa a la industria de transformación primaria y secundaria y a la comercialización de productos e insumos. Este banco de información, requiere ser actualizado y ampliado en forma periódica, a fin de adaptarlo a la dinámica del sector forestal.

Para poner esta información al servicio de los interesados, se ha implementado un sistema de publicaciones periódicas, además del uso de las nuevas herramientas tecnológicas disponibles en el mercado para la transmisión de información (cinta magnética, telemática y servicios de red, entre otros).

Las más recientes publicaciones periódicas son las siguientes:

#### **b) BOLETIN DE PRECIOS FORESTALES MERCADO INTERNO. Informe bimensual.**

Reune, al momento de su publicación, la situación de precios del mercado interno, de productos forestales (silvícolas, madera aserrada, dimensionada, elaborada, tableros y chapas entre otros), de insumos (energía, lubricantes, equipos y maquinarias) y tarifas de fletes. Además incluye índices de precios reales de productos forestales de pino radiata.

#### **c) ESTADISTICAS FORESTALES 1992. Informe anual.**

Proporciona una amplia visión cuantitativa sobre la situación del sector en la actividad económica del país, del recurso forestal existente y de los niveles de producción y comercio de la industria forestal primaria durante 1992 y los años anteriores.

#### **a) PRECIOS DE PRODUCTOS FORESTALES CHILENOS. Informe semestral.**

Proporciona series de precios de los productos forestales chilenos que se transan tanto en el mercado doméstico, como en el internacional para el período 1984 y la fecha de publicación.

## 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 profesionales del Sector Forestal que deseen difundir sus experiencias en el área de la silvicultura, el manejo forestal, la industria de la madera, problemas ambientales y otros temas relacionados con la actividad y desarrollo del Sector.

La publicación cuenta con un consejo editor que revisa en primera instancia los trabajos presentados y está facultado para aceptarlos, rechazarlos o solicitar modificaciones a los autores. Se cuenta además con un selecto grupo de profesionales de diversas especialidades, que actúan como editores asociados. De acuerdo al tema, los trabajos son enviados a uno o más editores asociados para la calificación especializada de estos. Para los efectos de esta calificación se mantiene en reserva tanto el nombre del autor como el de los editores asociados.

La publicación cuenta de tres secciones:

- **Artículos:** Trabajos que contribuyan a ampliar el conocimiento científico o tecnológico como, resultado de investigaciones que hayan seguido un método científico.
- **Apuntes:** Comentarios o análisis de temas particulares, que presenten enfoques metodológicos novedosos, representen avances de investigaciones, informen sobre reuniones técnicas o programas de trabajo y otras actividades de interés dentro del Sector Forestal.
- **Notas Bibliográficas:** Informan sobre publicaciones recientes, en el país o en el exterior, comentando su contenido e interés para el Sector, en términos de desarrollo científico y tecnológico o como información básica para la planificación y toma de decisiones.

## ESTRUCTURA DE LOS TRABAJOS

### - Artículos:

Todos los trabajos presentados para esta sección deberán contener: Resumen, Abstract, Introducción, Objetivos, Material y Método, Resultados, Discusión y Conclusiones, Reconocimientos (optativo) y Referencias. Si es necesario se podrán incluir adicionalmente Apéndices y Anexos.

El título deberá ser representativo del efectivo contenido del artículo y se deberá construir con el mínimo posible de palabras.

En el Resumen se hará una breve descripción de los objetivos del trabajo, de la metodología utilizada y de los principales resultados y conclusiones. La extensión máxima del Resumen será de una carilla y, al final de este punto, se incluirán al menos tres palabras claves que faciliten la clasificación bibliográfica del contenido de la publicación. El Abstract será evidentemente la versión en inglés del Resumen.

En la Introducción se describirá el estado actual del conocimiento sobre el tema, con el debido respaldo de la bibliografía revisada, y se discutirá la importancia que tiene lograr y divulgar avances al respecto. En este punto no se incluirán cuadros ni figuras.

En el punto Objetivos se plantearán brevemente los fines generales del trabajo o la línea de investigación y se enunciarán los objetivos específicos del trabajo presentado.

En Material y Método se explicará cuidadosamente como se desarrolló el trabajo. En forma precisa y completa se dará una visión clara de la metodología aplicada y los materiales empleados en las investigaciones y estudios que han dado origen al trabajo presentado. Cuando la metodología no es original se deberán citar con claridad las fuentes de información. Se podrán incluir cuadros y figuras, pero se deberá cuidar que la información que se entrega por esta vía no sea repetitiva con aquella incluida en el texto.

El punto Resultados estará reservado para todos los resultados obtenidos, estadísticamente respaldados. No se deberán duplicar cuadros ni figuras y los comentarios que se incluyan en este punto serán sólo los indispensables para la fácil comprensión de la información presentada.

En Discusión y Conclusiones se analizarán los resultados obtenidos, sus limitaciones y su trascendencia, se relacionarán con la información bibliográfica previamente reunida y se podrán plantear necesidades de trabajos futuros que aumenten el conocimiento sobre el tema. Las Conclusiones rescatarán lo más valioso o consistente de los resultados y aquellos aspectos más débiles, que requieran de mayor trabajo o investigación.

Reconocimientos es un punto optativo, destinado, cuando sea necesario, a los créditos correspondientes a instituciones, colaboradores, fuentes de financiamiento, etc. Es obvio que se trata de un punto de muy reducida extensión.

En las Referencias se identificarán todas las fuentes de información del trabajo. Sólo se incluirán aquellas citadas en el documento.

Los Apéndices y Anexos se deben incluir sólo si su contenido es considerado indispensable para la cabal comprensión e interpretación del trabajo o si se considera que la información adicional que presentan es un real aporte. Se deberá recordar que los Apéndices incluyen información o trabajo original del autor, en tanto que los Anexos están constituidos por información complementaria elaborada por terceros.

#### **- Apuntes**

Los trabajos para esta sección tendrán en principio la misma estructura que los Artículos, pero en este caso de acuerdo al tema, el grado de avance de las investigaciones o actividades y, en general, de la información disponible en cada caso, se podrán obviar los puntos que no correspondan y adoptar una estructura más simple.

#### **- Notas Bibliográficas**

En las Notas Bibliográficas se identificará detalladamente la publicación, se explicarán sus objetivos y la metodología empleada y se comentarán los principales resultados en función de su importancia o trascendencia para el Sector. El título de la nota bibliográfica será el de la publicación que se comenta e irá seguido del o los autores y la identificación de la institución y el editor. Se anotará asimismo el año de publicación y su extensión.

Al final de la nota se podrá incluir el nombre del autor de esta, su título y especialidad y la institución a la que pertenece.

### **PRESENTACION DE LOS TRABAJOS**

La publicación aceptará colaboraciones sólo en español, redactadas en lenguaje universal, que pueda ser entendido no sólo por los especialistas, ya que el

objetivo es transferir conocimientos al Sector Forestal en general. No se aceptará redacción en primera persona.

El formato de los trabajos debe ser tamaño carta a espacio simple y doble espacio entre párrafos. La letra deberá ser tipo Courier paso 10. Al inicio de cada párrafo se dará una tabulación de tres espacios (sangría). No se numerarán páginas.

La extensión máxima de los trabajos será de 35 carillas para los Artículos, de 20 carillas para los Apuntes y de 2 carillas para las Notas Bibliográficas.

En la primera página se incluirá el Título en mayúsculas, negrita y centrado. Inmediatamente después, dos espacios abajo y pegado al margen derecho, se ubicará el nombre del o los autores y a pie de página se indicará título (s), institución(es) y dirección (es). En esta página se ubicará también el Resumen y, si el espacio es suficiente, el Abstract. Ambos con su título en mayúsculas negrita y centrado. Si el Abstract no cabe en esta página, se ubicará en página nueva y tanto éste como el resumen se centrarán en la o las páginas de acuerdo a su extensión.

En el caso de los Apuntes el título se pondrá en mayúsculas, negrita y pegado al margen izquierdo, anotándose a continuación el nombre del o los autores, su profesión, institución y dirección, todo esto último en minúsculas y letra corriente. A continuación, en la misma página se iniciará el desarrollo del trabajo.

De similar modo se procederá con las Notas Bibliográficas, con la diferencia que si se considera pertinente mencionar al autor de la Nota, éste se identificará al final.

En página nueva se iniciará la Introducción y a continuación se desarrollarán los siguientes puntos, sin cambiar necesariamente página desde Objetivos en adelante, pero dejando doble espacio antes y después de cada título principal.

Los títulos de los puntos principales (Introducción, Objetivos, etc.) se escribirán en mayúsculas, negrita y pegados al margen izquierdo. Los títulos de segundo orden se escribirán con minúsculas, negrita y en la misma ubicación, en tanto que los de tercer orden se ubicarán de igual modo, se escribirán en minúsculas y en letra corriente, no negrita. Si se requieren títulos de cuarto orden, se usará letra corriente en minúsculas, se dará una tabulación de cinco espacios (sangría) y se antepondrá un guión antes de estos. No se numerarán los títulos.

Los nombres científicos de especies vegetales o animales se destacarán en letra negrita, con la primera letra del género en mayúscula y las restantes en minúsculas.

Las citas bibliográficas se anotarán en minúsculas y letra corriente, mediante el sistema autor, año. Las referencias bibliográficas se ordenarán alfabéticamente en el punto Referencias, separadas por doble espacio. En este punto se usarán letras minúsculas en negrita para autor (es) y año y minúsculas corrientes para el resto de la identificación bibliográfica. Las normas para esta identificación bibliográfica serán las del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA). Cuando los autores son tres o más se podrá anotar el nombre del primero seguido de et al, en el texto, pero en el punto Referencias se deberán mencionar todos los autores, en el orden en que aparecen en la publicación.

Los cuadros no deberán repetir información proporcionada en el texto, estarán enmarcados en línea simple y centrados, se numerarán correlativamente y en letras mayúsculas y en negrita se identificarán al centro en la parte superior, dejando un espacio entre el título y el marco. Tablas y otras formas similares de mostrar información se presentarán como cuadros.

Las figuras se identificarán de igual modo que los cuadros, si es posible tendrán un marco y se identificarán al centro y en la parte inferior. Gráficos, diagramas, fotos y similares se presentarán como figuras.

Tanto cuadros como figuras se citarán en texto como Cuadro N° o Figura N°. Además, cuando la información que se presenta en cuadros o figuras no es original, se citará la fuente correspondiente al pie del marco, en letra corriente, en minúsculas y entre paréntesis. Información esta que, además se anotará completa en el punto Referencias. Si son necesarias aclaraciones de símbolos u otros elementos de cuadros y figuras se procederá de igual forma que con los antecedentes referentes a la fuente de información.

Se aceptarán fotos sólo en blanco y negro, siempre que reunan las características mínimas de contraste y resolución como para ser satisfactoriamente reproducidas y su tamaño máximo sea de 12 cm (ancho) x 18 cm (alto).

Las abreviaturas, magnitudes y unidades corresponderán a las aceptadas por la norma NCh 30 del Instituto Nacional de Normalización (INN). Se utilizará en todo caso el sistema métrico decimal.

Si se hacen necesarias aclaraciones u observaciones a pie de página, estas se numerarán correlativamente en cada página, con número entre paréntesis ubicado donde sea necesario, y bajo una línea trazada al pie de página se proporcionará en igual orden correlativo la aclaración u observación correspondiente, en letra pequeña y corriente, no negrita. Esta nota de pie de página deberá estar siempre al pie de la misma página en la cual el texto la hizo necesaria.

## ENVIO DE LOS TRABAJOS

Los trabajos se deberán enviar al Editor de Ciencia e Investigación Forestal, Instituto Forestal, Huérfanos 554 4° piso. Santiago.

Se agradecerá enviar original y una copia, además del original en diskette 5¼" 360 Kb 2S/2D, procesador de texto Word Perfect WP 5.0.

Los cuadros y figuras se enviarán incluidos en el texto y, cuando sea necesario para una mejor reproducción, se adjuntarán originales en papel poliéster, especialmente en el caso de las figuras.

Todas las páginas, así como cuadros y figuras que se adjunten, deberán estar numeradas e identificadas con el nombre del autor por el envés con lápiz grafito.



**instituto forestal**