

c. 1.

ISSN 0716-5994

4

2(2)88

CIENCIA
E
INVESTIGACION
FORESTAL

AGOSTO 1988

BIBLIOTÉCA
INSTITUTO FORESTAL



INFOR

infor CHILE

FILIAL CORFO

BIBLIOTECA
INSTITUTO FORESTAL

4

CIENCIA
E
INVESTIGACION
FORESTAL

AGOSTO 1988

infor CHILE
FILIAL CORFO



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

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

La revista no se responsabiliza por los conceptos, afirmaciones u opiniones vertidas por los autores de las contribuciones publicadas. El valor de la suscripción anual es de \$ 3.500, incluido IVA, siendo de \$ 2.000 para los estudiantes universitarios. El valor de la suscripción para los interesados del extranjero es de US\$ 25,00, incluido franqueo. El valor de cada ejemplar es de \$ 1.500 y de \$ 750 para estudiantes (US\$ 9,5, incluido franqueo para el extranjero). C.I.F. circula en Chile y el extranjero. Dirija su correspondencia relacionada con los manuscritos aceptados para publicación y otras materias de orden editorial, al Editor. Se autoriza la reproducción parcial de la información contenida en la publicación, sin previa autorización, citando como fuente a "Revista Ciencia e Investigación Forestal - INFOR CHILE". Se aceptan colaboraciones de Chile y el extranjero, siempre y cuando se ajusten a las normas establecidas en el Reglamento de Publicación, contenido al final de esta edición. Dirija su correspondencia a: Huérfanos 554, Piso 3, Santiago - Chile.

Artículos	Págs.
Evaluación Preliminar de las Principales Series y Fases de Suelo en relación al Índice de Sitio de Plantaciones de <i>Pinus Radiata</i> D. Don. de la X Región S. Francke C., N. Vergara R. y R. Bennewitz B.	1
Biomasa y Boldina en Boldo (<i>Peumus boldus</i>) en VII Región M. Toral I., U. Kannegiesser Sch. y R. Rosende B.	15
Propagación Vegetativa en el Mejoramiento Genético de Plantaciones Industriales Jarbas Schumizu	27
Modelo para Evaluar la Producción de Oleorresina C. Alarcón A.	35
Incorporación de Astillas de despuntes en Tableros de Partículas . . . H. Poblete W.	45
Apuntes	
Funciones de Volumen y Factor de Forma para Renovales de Coigüe V. Cubillos D.	62
Contenido de Taninos de Pino (<i>Pinus Radiata</i> D. Don.) según procedencias y edades distintas J. Wrann H. y R. Rosende B.	69
Alternativas de Control de Lagomorfos en Plantaciones Forestales J. Rodríguez M.	74
Bibliografía	
Tablas de Conversión Mecánica y Elaboración	86
Estadísticas Forestales 1987	86
La Industria del Aserrió 1987	87
Costos Operacionales y de Capital de las Actividades Forestales en Chile	87
Actualización de Volúmenes en pie de <i>Pino Radiata</i> en la VIII Región	88
Sistema de Información de Exportaciones Forestales	98

**EVALUACION PRELIMINAR DE LAS PRINCIPALES SERIES
Y FASES DE SUELO EN RELACION AL INDICE DE SITIO
DE PLANTACIONES DE *Pinus radiata* D. DON DE LA X REGION (*)**

Samuel Francke C. (**)
Nelson Vergara R. (***)
Rolando Bennewitz B. (***)

RESUMEN

En el área de mayor concentración de plantaciones de *Pinus radiata* D. Don, de la X Región de Chile, se estudió mediante una interpretación de antecedentes edáficos provenientes de bibliografía y cartografía preexistente, la relación entre índice de sitio y variables edáficas.

En relación al índice de sitio, al área pudo clasificarse en tres calidades: Sitios de baja calidad: representados por la Serie Hueicoya (23,4 m a los 20 años de edad). Sitios de calidad intermedia: representados por las Series Ulmos y Asociación Tres Cruces (27,2 m a los 20 años de edad). Sitios de buena calidad: representados por la Serie de Suelo Correltué (28,7 m a los 20 años de edad).

La interpretación de los perfiles modales de las Series de Suelo en relación al valor del índice de sitio, reveló que la pendiente, profundidad efectiva de suelo, textura, nitrógeno y pH, parecen ser las variables más relacionadas con la magnitud que puede alcanzar el índice de sitio en esta zona del país.

ABSTRACT

In the area that concentrates most of the radiata pine plantations in the Xth Region of Chile, a study aimed to predict site index using edaphic variables was carried out.

In relation to site index, three qualities were identified: Low quality sites, represented by Hueicoya soil serie (23,4 m at 20 years old). Intermediate quality sites, represented by Ulmos and Asociación Tres Cruces soil series (27,2 m at 20 years old). High quality sites, represented by Correltué soil serie (28,7 m at 20 years old).

The interpretation of the modal profiles of each soil serie revealed that slope, effective soil depth texture, total nitrogen content and pH seem to be the most related variables to site index in the Xth Region of Chile.

(*) Corresponde a una parte del Proyecto "Análisis de Índices de Productividad de Sitio para Pino Radiata V y X Regiones", a cargo del Instituto Forestal.

(**) Ingeniero Forestal, Dr. Ser. Silv. (RFA). Santiago - Chile.

(***) Ingenieros Forestales. División Inventarios Forestales, Instituto Forestal. Huérfanos 554. Santiago - Chile.

INTRODUCCION

Este trabajo se ha desarrollado a partir de una parte de los resultados del estudio "Análisis de Índices de Productividad de Sitio para Pino Radiata, X Región", encargado al Instituto Forestal por la Gerencia de Desarrollo de la Corporación de Fomento de la Producción.

La alta pluviosidad del área de estudio, sumada a las particularidades de su medio edáfico —constituido por suelos predominantemente de origen volcánico— condicionan un marco físico muy variable que se refleja perfectamente en los índices de sitio de las plantaciones de interés. Precisamente por este hecho y porque el trabajo tiene un nivel de exploración regional, el estudio se constituye en un diagnóstico de la situación que enfrentan actualmente desde un punto de vista edáfico, las plantaciones de Pino Radiata de la Región. También se aborda preliminarmente la interpretación de las características modales de las principales series de suelos y su relación con el índice de sitio de las plantaciones.

Debido a la falta de antecedentes específicos, la investigación no es concluyente en señalar las condiciones bajo las cuales se produce una calidad de sitio en particular, por lo que la proyección de los resultados obtenidos hacia áreas locales no es válida. Ello lleva a recomendar la continuación de estudios en este tema, que consideren el establecimiento de calicatas para permitir el modelamiento de relaciones causa - efecto.

OBJETIVOS

El estudio consistió en una recopilación de antecedentes de suelo y en una descripción y caracterización de las series y fases de suelo más representativas del área y, su relación con el índice de sitio de las plantaciones de Pino Radiata.

Paralelamente se dio cumplimiento a los siguientes objetivos específicos:

- Identificación, cuantificación de superficies y caracterización de las series y fases de suelo representativas en donde se han establecido plantaciones de pino radiata en la Región.
- Establecimiento de bases cartográficas para identificar macrozonas según calidad de sitio, que más tarde faciliten la realización de otros estudios orientados a determinar a través de modelos matemáticos - estadísticos la explicación de la variación de la productividad de sitios de la especie en la Región.

LIMITANTES DEL ESTUDIO

La investigación está basada solamente en antecedentes existentes provenientes de estudios temáticos de nivel regional.

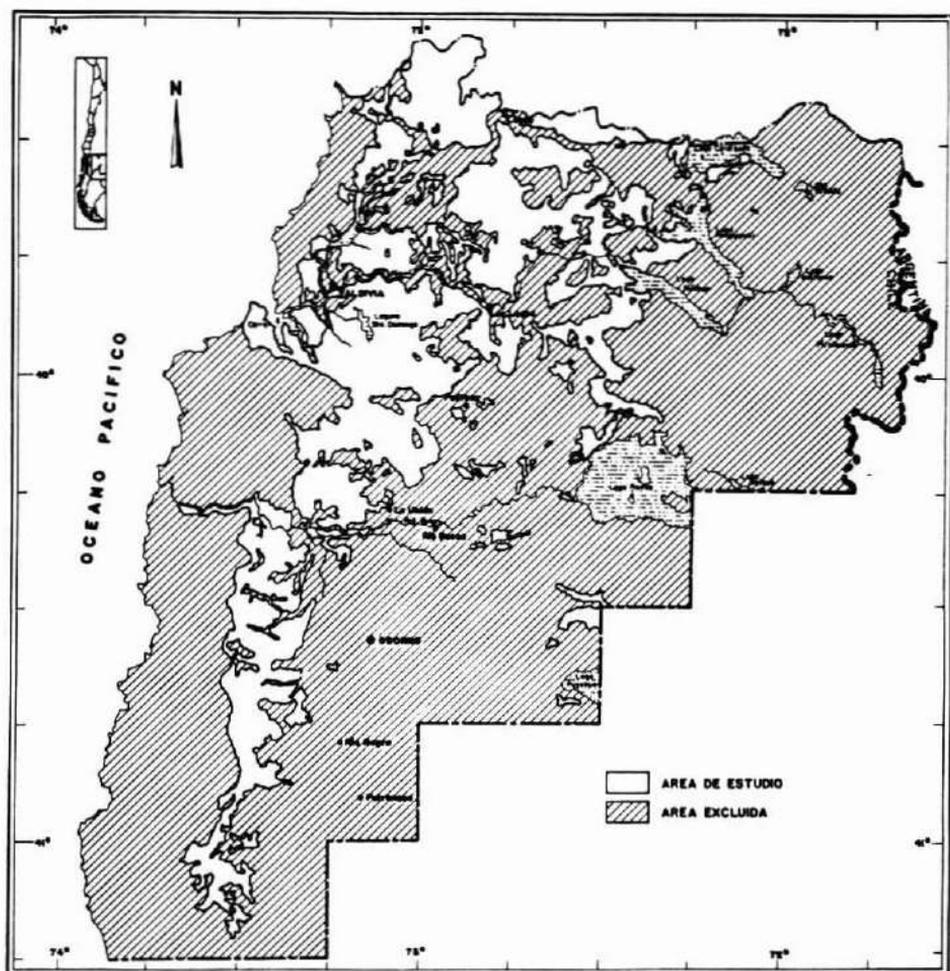
No se establecieron calicatas, ni se efectuaron actividades de terreno para comprobación de hipótesis o de resultados. En consecuencia el trabajo tiene un carácter fundamentalmente de "diagnóstico de la situación actual".

AREA DE ESTUDIO

El estudio, comprendió una superficie total de 525.705 ha, que corresponde aproximadamente al 7,2% de la superficie total de la X Región, estimada en 7.292.800 ha (CONAF, 1985).

El área, localizada en la Figura 1, corresponde a terrenos de Clase de Capacidad de Uso VI y VII localizados bajo los 1.000 m.s.n.m., exceptuándose aquellos que en la actualidad están poblados por bosques naturales y matorrales arborescentes.

FIGURA 1
CROQUIS DE UBICACION DEL
AREA DE ESTUDIO

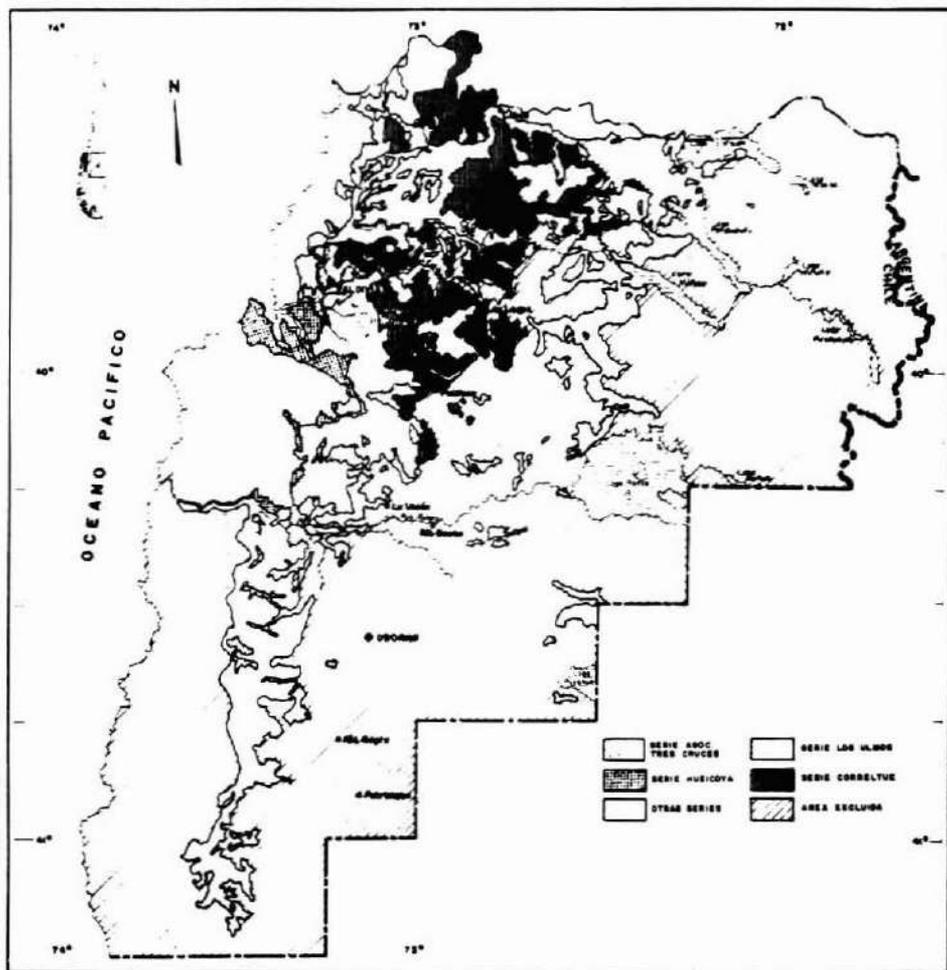


En términos generales, el área estudiada corresponde a los terrenos con aptitud para plantaciones forestales en las provincias de Valdivia y Osorno de la X Región. Una parte de esta superficie (aproximadamente 56.600 ha) está cubierta por plantaciones de Pino Radiata. (INFOR, 1986).

Por razones de extensión, el estudio fue orientado hacia las principales Series de Suelo existentes en el área. Los límites aproximados de estas Unidades se muestran en la Figura 2.

FIGURA 2

LIMITES APROXIMADOS DE LAS PRINCIPALES SERIES DE SUELO DEL AREA DE ESTUDIO



FUENTE: ITEN-UACH, 1988. Suelos Provincia de Valdivia.

Según IREN-CORFO (1974) el clima de la X Región se caracteriza por su abundante precipitación, la que en general sobrepasa los 2.000 mm anuales, distribuida a lo largo de todo el año, concentrándose en los meses de invierno. Las variaciones climáticas están influidas especialmente por efectos orográficos y las temperaturas descienden de norte a sur, siendo más pronunciado el descenso de mar a cordillera.

MATERIAL Y METODO

Material

Este trabajo se basa fundamentalmente en la obtención de antecedentes a través de información bibliográfica y cartográfica relativa a series y fases de suelo del área de estudio.

La información mencionada está referida principalmente a los antecedentes y material cartográfico aportado por los siguientes estudios, según orden de importancia:

- Inventario de las plantaciones forestales de la X Región CORFO-INFOR 1986, con cartografía escala 1:50.000 y listados computacionales referidos a parámetros medios de las plantaciones.
- Estudio de suelos de la Provincia de Valdivia, realizado por IREN-CORFO/Universidad Austral de Chile, en 1978, que cuenta con cartografía de Series de Suelo. Escala 1:100.000.
- Estudio de Factibilidad Proyecto Industrial Sarao, ejecutado por terceros para CORFO, en el año 1976, que cubre la zona costera de las Provincias de Osorno y Llanquihue, con cartografía detallada escala 1:100.000.
- Descripción de Suelos del Proyecto Aerofotogramétrico Chile/OEA/BID-IREN, 1960 - 1963, con cartas de suelos escala 1:250.000.

También se utilizaron fotografías aéreas escala 1:30.000, SAF 1978-81, e imágenes satelitales Landsat, MSS de diciembre de 1985.

Método

Para la ejecución del estudio se utilizó la siguiente metodología:

- a. *Recopilación de Información:* Se recopiló a partir de los estudios señalados en *Material*, todos los antecedentes necesarios para desarrollar el estudio. Posteriormente se procedió a una sistematización de estos antecedentes en archivos computacionales.
- b. *Homogenización de Información Cartográfica:* Se procedió a homogenizar la información cartográfica de suelos existentes para el área de estudio, para lo cual se elaboró previamente una base cartográfica en escala 1:250.000 del área, en base a la Carta de Uso Público del Instituto Geográfico Militar escala 1:250.000. En esta base se vaciaron los límites de las diferentes series de suelo aportadas por los estudios consultados.
- c. *Cálculo del Índice de Sitio Promedio por Serie de Suelo:* Para realizar esta labor se utilizaron los antecedentes de índice de sitio provenientes de la muestra de parcelas temporales establecidas por INFOR en 1984 - 1986, como parte de la ejecución del Inventario de Plantaciones Forestales de la X Región. Los valores de índice de sitio se enlazaron, a través de un proceso de superposición cartográfica, con las series de suelo del área de estudio. Posteriormente se obtuvieron promedios por series y fases de suelo. Inicialmente, esta labor se realizó sólo con puntos de muestra de edad comprendida entre 17 - 23 años, pero antes la reducida cantidad de puntos existentes en este rango de edad y el escaso cubrimiento geográfico de éstos, se optó por utilizar toda la muestra comprendida en el rango de edad 11 - 30 años.
- d. *Cuantificación de Superficie de Series de Suelo:* Para los efectos de caracterizar el área de estudio y orientar los esfuerzos hacia aquellas series de suelo más representativas, se cuantificó la extensión de las series de suelo en el área efectiva de estudio. La resultante de este proceso fue el acotamiento del análisis a cuatro series principales, que comprenden aproximadamente el 50% del área de estudio y sustentan el 76,2% de la superficie total de plantaciones de Pino Radiata del área efectiva de estudio.

También, y con el objeto de complementar el análisis de la estructura de superficies, se cuantificó la extensión total de las principales Series de Suelo según fase de suelo. Este proceso se realizó también para las plantaciones de Pino Radiata.

Según el estudio realizado por IREN-UACH (1978), el concepto de "fase de suelo" y su delimitación cartográfica considera las variables pendiente, profundidad, drenaje, erosión y depositación. Sin embargo la diferenciación por fase de suelo en aquellos terrenos que sustentan plantaciones forestales (fundamentalmente terrenos de Clase de Capacidad de Uso VII) sólo se realiza en base a la pendiente la que es clasificada en las siguientes categorías.

- D : Pendiente compleja de 4 - 15%, terreno moderadamente ondulado
- DE : Pendiente compleja de 5 - 20%, terreno moderadamente ondulado
- E : Pendiente compleja de 15 - 30%, terreno fuertemente ondulado.
- F : Pendiente compleja de más de 30%, terreno escarpado.

- e. *Relaciones entre Índice de Sitio y Características Edáficas:* Esta labor se realizó mediante la interpretación de las características modales, físicas y químicas de las series de suelo consideradas en el análisis. Fue posible constatar que internamente las series de suelo presentan una amplia variación en cuanto al índice de sitio. Ello indica el carácter preliminar de esta interpretación causa - efecto, la cual deberá chequearse a futuro mediante el establecimiento de una muestra de calicatas en las que se mida dicha asociación.

RESULTADOS Y DISCUSION

Superficies

La cuantificación de superficies de las principales series de suelo del área de estudio y su respectiva ocupación por plantaciones de pino radiata, se expone en el siguiente Cuadro:

CUADRO I

**SUPERFICIE DE LAS PRINCIPALES SERIES DE SUELO Y DE PLANTACIONES
DE PINO RADIATA DEL AREA DE ESTUDIO**

Serie de Suelo (**)	Superficie de la Serie (ha)	%	Superficie de Plantaciones (ha)	%
Hueicoya (HEY)	21.194	4.0	4.097.1	7.2
Asociac. Tres Cruces (*) (ATC)	28.042	5.4	5.994.4	10.6
Ulmos (ULM)	73.922	14.0	12.443.5	22.0
Correltué (COR)	138.340	26.3	20.630.2	36.4
Otras Series	264.208	50.3	13.463.7	23.8
TOTAL	525.706	100.0	56.628.9	100.0

(*) Corresponde a una unidad cartográfica formada por tres series de suelo: Hueicoya, Correltué y La Pelada.

(**) Según IREN-UACH (1978).

Se desprende del Cuadro anterior, que casi el 50% de la superficie del área efectiva de estudio, está cubierta por las series de suelo Hueicoya, Asociación Tres Cruces, Ulmos y Correltué; las cuales concentran el 76,2% de la superficie de plantaciones de pino radiata de la misma área.

También, y con el objeto de conocer la distribución de superficies internamente en las Series de Suelos, según fases de suelo, se confeccionó el Cuadro 2.

CUADRO 2

DISTRIBUCION SEGUN FASES DE SUELO(*), DE LA SUPERFICIE TOTAL DE SERIES DE SUELO Y PLANTACIONES DE PINO RADIATA

Serie/Suelo (**)	Superficie Total Serie / Fase (ha)				Total (ha)	Superficie Total Plantaciones / Fase (ha)				Total (ha)
	D	DE	E	F		D	DE	E	F	
Hueicoya	1.500	-	3.187	16.506	21.194	351.7	410.8	229.2	3.516.2	4.097.1
Asoc. Tres Cruces	-	875	5.669	21.428	28.042	-	-	1.896.6	3.687.3	5.994.7
Ulmos	-	1.687	10.625	61.609	73.922	-	85.3	1.300.1	11.058.0	12.443.4
Correltué	-	-	12.794	124.546	138.340	-	-	582.7	20.047.5	20.630.2
TOTAL	1.500	2.562	33.275	224.159	261.498	351.7	496.1	4.008.6	38.309.0	43.165.4

(*) Ver metodología, punto d).

(**) Según IREN-UACH 1978.

Del análisis del Cuadro 2 se concluye que las superficies totales de las series de suelo, se concentran mayoritariamente en las fases de suelo E y F, que representan en conjunto aproximadamente el 98,4% de la superficie total que cubren las 4 series en estudio. Similarmente, las superficies de plantaciones de Pino Radiata, también se localizan en las fases de suelo mencionadas, en las cuales se concentra aproximadamente el 98% de la superficie total de plantaciones de Pino Radiata del área. Este resultado, aunque fue previsible, es especialmente importante en la X Región por el efecto que pueden tener las precipitaciones en relación con el manejo y conservación de suelos, toda vez que las fases de suelo E y F, corresponden a terrenos con pendientes complejas de 15-30% a más de 30% y de fuertemente ondulados a escarpados.

Índice de Sitio por Serie de Suelo

El índice de sitio promedio de las plantaciones de pino radiata a la edad de 20 años, según Serie de Suelo, se expone en el Cuadro 3. La distribución de frecuencias de índices de sitio por Serie de Suelo se presentan en las Figuras 3 y 4.

CUADRO 3

INDICE DE SITIO PROMEDIO DE LAS PLANTACIONES DE PINO RADIATA, SEGUN SERIE DE SUELO

Serie de Suelo (**)	Símbolo	Indice de Sitio (m)	Desviación Estándar (m)	CV	Base Muestral (m)
Hueicoya	HEY	23,4	4,0	17,1	19
Ulmos	ULM	27,1	2,8	10,3	60
Asoc. Tres Cruces(*)	ATC	27,3	2,6	9,5	44
Correltué	COR	28,7	2,4	8,4	59

(*) Corresponde a una unidad cartográfica formada por tres Series de Suelo: Hueicoya, Correltué y La Pelada.

(**) Según IREN-UACH (1978)

Como puede apreciarse en el Cuadro 3, el rango entre el mayor y menor valor de índice de sitio (Series Correltué y Hueicoya respectivamente) alcanza a 5,3 m.

La Serie Hueicoya es la que presenta la mayor variación en el valor del índice de sitio, con un coeficiente de variación de 17,1%. Las restantes Series de Suelo presentan una variabilidad similar, con un coeficiente de variación del índice de sitio comprendido entre 8,4 y 10,3%.

FIGURA 3

DISTRIBUCION DE FRECUENCIA DE INDICES DE SITIO PARA LAS SERIES DE SUELO HUEICOYA Y CORRELTUE

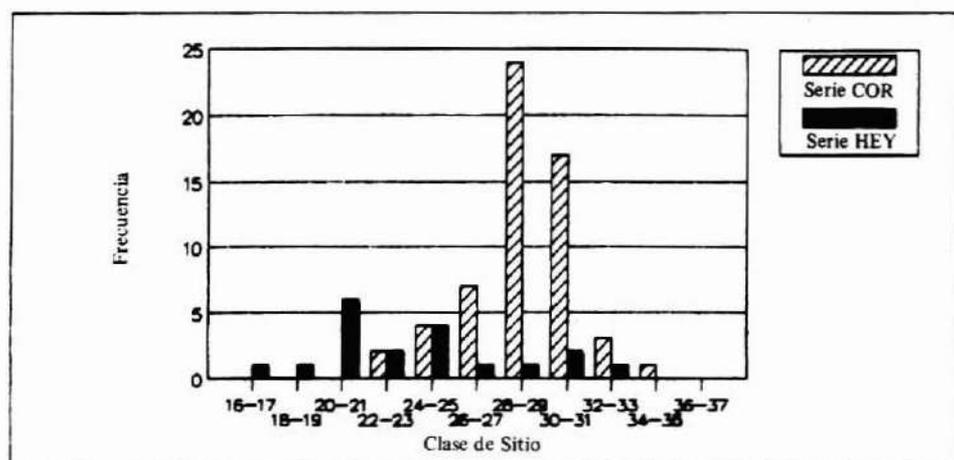
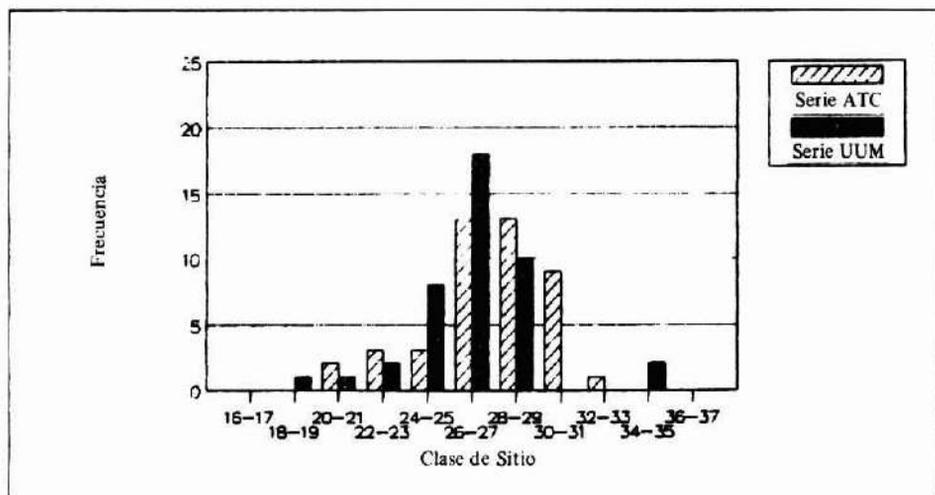


FIGURA 4

**DISTRIBUCION DE FRECUENCIA DE INDICES DE SITIO
PARA LAS SERIES DE SUELO ASOCIACION TRES CRUCES Y LOS ULMOS**



Del análisis de las Figuras 3 y 4, se desprende que las distribuciones de frecuencia de índices de las series de Suelo Correltué, Ulmos y Asociación Tres Cruces presentan una acentuada normalidad y un fuerte traslape, lo que estaría indicando que pese a existir diferencias en el valor medio del índice de sitio, predominan en estas Series de Suelo condiciones de sitio relativamente similares.

La distribución de frecuencia de índice de sitio correspondiente a las Serie Hueicoya, a diferencia de las restantes, es prácticamente uniforme, con una Moda centrada en la clase de sitio 20-21 m.

Considerando los resultados obtenidos, el área de estudio se clasificó en tres Clases de Sitio:

- Sitio de Baja Calidad: Esta clase de sitio está representada por la Serie de Suelos Hueicoya.
- Sitios de Calidad Intermedia: Representados por las Series de Suelos Ulmos y Asociación Tres Cruces.
- Sitio de Buena Calidad: Representados por la Serie de Suelo Correltué.

ANALISIS DE LAS FASES MODALES DE LAS PRINCIPALES SERIES DE SUELO

Las características modales por fase, de las principales Series de Suelo consideradas en el estudio se exponen en el Cuadro 4.

CUADRO 4

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

Nombre Fase de Serie de suelo (*)	Textura Superficial (*)	Clase Profundidad (*)	Clase Drenaje (*)	Pendiente (%) (*)	Capac. de Uso (*)	Índice de Sitio (X̄) S N (**)		
Hueicoya - D	Franco arcilloso limoso	Moderadamente profundo a delgado	Imperfectamente drenado	4 - 15	VII d	20,1	1,56	8
Hueicoya - F	Franco arcilloso	Moderadamente profundo.	Excesivamente	+ 30	VII e	25,6	3,86	10
Los Ulmos - E	Franco arcilloso arenosa fina	Profundo	Bien a excesivamente drenado	15 - 30	VI e	25,1	2,79	7
Los Ulmos - F	Franco arcilloso arenosa fina	Moderadamente profundo.	Excesivamente drenado.	+ - 30	VII e	26,1	2,20	36
ATC - E (***)	Franco arcilloso	Profundo	Bien drenado	15 - 30	VI e	27,1	3,50	17
ATC - F (***)	Franco arcilloso limoso	Moderadamente profundo	Excesivamente drenado.	+ - 30	VII e	27,9	1,83	17
Correltúe - F	Franco arcilloso	Profundo	Bien drenado	+ - 30	VII e	28,7	2,41	57

(*) : Fuente: IREN-UACH 1978

(**) : Fuente: INFOR 1986

(***) : ATC: Asociación Tres Cruces

En general se aprecia para todas las fases E y F, tanto en clases de Capacidad de Uso VI y VII respectivamente, que el factor limitante es la erosión (e) con la excepción de la Serie Hueicoya (Fase D) en la cual la principal limitante está referida a un drenaje imperfecto.

También, se aprecia que existe una tendencia a que los índices de sitio de mayor magnitud se asocien con texturas superficiales franco arcillosa de tipo arenosa fina a limosa y suelos de moderada profundidad (fases tipo F) a profundos (fases tipo E). El tipo de drenaje en las fases de tipo F (exceptuando la serie Correltúe) es "excesivo", en cambio en las fases de tipo E es "bien drenado".

La pendiente es aparentemente un factor relevante en sectores muy planos de drenaje insuficiente y en sectores de topografía muy accidentada. La fase D de la Serie Hueicoya es un claro ejemplo del efecto del drenaje imperfecto en el índice de sitio, el cual no supera los 20,1 m.

ANÁLISIS DE LAS VARIABLES EDAFICAS Y SU POSIBLE RELACION CON EL INDICE DE SITIO

El Cuadro 5 resume el conjunto de variables edáficas que presentaría una mayor relación con la variación de los índices de sitio registrados.

En general, es posible establecer que las tres calidades de Índice de Sitio señaladas en el punto "Índice de Sitio por Serie de Suelo" son concordantes con las variaciones que experimentan los suelos del área de estudio.

Los suelos de la Serie Correltúe (Índice de Sitio 28,7 m) son los más profundos, los de la Serie Ulmos (IS = 27,7 m) moderadamente profundos y los de la Hueicoya (IS = 23,4 m) presentan grandes variaciones en espesor, predominando los moderadamente profundos, lo que indicaría a priori que una mayor profundidad de suelos podría estar asociado a un mayor índice de sitio; siendo este factor claramente limitante en la Serie de Suelos Hueicoya. Este factor fue comprobado también por VERA (1987) (citado por SCHLATTER y GERDING (1987)),

quien menciona además que los suelos de la Serie Hueicoya (derivados de micaesquistos) tienen en relación a los suelos derivados de cenizas volcánicas una menor fertilidad debido a una menor profundidad de arraigamiento, una proporción considerablemente menor de limo y mayor de arena gruesa, un horizonte A (mineral orgánico) más delgado y un pH más ácido. Tales características originan una menor capacidad de agua aprovechable e indican que las reservas y especialmente la disponibilidad de los elementos nutritivos son más limitados.

Otro aspecto que se deriva del análisis del Cuadro 5, es que las clases texturales presentes varían para las series desde moderadamente finas en superficie a finas en profundidad. Aunque aparentemente esta variable no guarda relación con los valores observados de índice de sitio, si podría tenerlas, siempre y cuando se dispusiera de antecedentes de granulometría textural para las diferentes fracciones granulométricas de los suelos del área. Al respecto cabe señalar que no fue posible contar con datos de esta naturaleza para el presente estudio.

CUADRO 5

CARACTERÍSTICAS EDÁFICAS RELEVANTES DE LAS PRINCIPALES SERIES DE SUELO MODALES DEL ÁREA DE ESTUDIO, PARA EL HORIZONTE SUPERFICIAL Y SUBSUPERFICIAL (*)

Nombre Serie de Suelo	Profund. Total (cm)	Textura al Tacto	Materia Orgánica (%)	Nitrógeno Total (%)	Relac. CT/NT Hz. Sup.	pH (H ₂ O)	C.I.C. (mg/100g)	(%) Saturación de bases	Fósforo Aprovech. (ppm)	Densidad Aparente (gr/cm ³)	% Porosidad	L.S. (m)
Hueicoya	81	Fa/ta	15.2/2.2	0.4/0.2	20.5	4.7/5.2	38/26	9.5/8.1	1.8/1.2	n.d.	n.d.	23.4
Los Ulmos	72	FaA/a	20.5/2.6	0.8/0.3	14.3	5.4/5.3	51/31	15.5/11.9	6.1/2.2	0.83	64	27.1
Correltué	120	Fa/ta	15.6/3.2	0.7/0.3	12.2	5.4/5.5	54/38	10.2/8.9	6.7/5.6	0.69	69	28.7

n.d. = no determinada por el estudio citado.

(*) FUENTE: IREN - UACH 1978.

Los niveles de materia orgánica disminuyen gradualmente en profundidad y presentan un tenor muy alto (Serie Los Ulmos) y alto (Hueicoya y Correltué) en los horizontes superficiales. No obstante, los contenidos de nitrógeno total en las series de suelo que presentan índice de sitio inferior son menores en relación a las series de calidad superior, lo que se traduce en una relación C/N de los primeros muy amplia y más estrecha en los últimos, por presentar éstos un alto tenor de nitrógeno.

Los valores de pH en solución acuosa, en los suelos de Hueicoya varían de muy fuertemente ácidos en el horizonte superficial a fuertemente ácidos en el horizonte subsuperficial. Las series de suelo Correltué y Ulmos muestran en tanto un pH constante en el perfil y un menor grado de acidez (fuertemente ácido) en los horizontes superficiales.

Los suelos presentan una alta capacidad de intercambio, especialmente en los horizontes superficiales de los suelos Correltué y Ulmos, lo que puede estar influenciado por la fracción arcillosa alofánica amorfa, rango de pH y altos contenidos porcentuales de materia orgánica. Estos suelos presentan además bajos porcentajes de bases cambiables reflejando un alto grado de lixiviación.

Dentro de los factores que inciden en fertilidad de los suelos volcánicos se encontraría la deficiencia de fósforo, la cual se debería a un proceso físico-químico conocido como "fijación", que se hace evidente cuando más del 70 al 80% del fósforo suministrado, desaparece de la solución de suelo no siendo disponible para las plantas (OPAZO, 1982 y GALINDO 1982).

La densidad aparente de los suelos volcánicos es baja en relación a otros suelos con *Pinus radiata* (HIDALGO, 1980); lo que se explica por el alto contenido de materia orgánica, prevalencia de minerales livianos y coloides inorgánicos, los cuales determinan una alta porosidad y capacidad de agua aprovechable, al ser considerada esta última como una variable significativa dentro de las variables hídricas.

Los factores de suelos indicados precedentemente deberían incluirse como variables de estudio básicas para explicar las variaciones que experimenta el índice de sitio de las plantaciones de *Pinus radiata* de esta región.

CONCLUSIONES

Superficies

Casi un 50% de la superficie del área efectiva de estudio, está cubierta por las Series de Suelo Hueicoya, Asociación Tres Cruces, Ulmos y Correltué; las cuales concentran el 76,2% (43.165,2 ha) de las plantaciones de pino radiata de la misma área.

Las superficies totales de las series de suelo, se concentran mayoritariamente en las fases de suelo E y F, que representan en conjunto aproximadamente el 98,4% de la superficie total que cubren las 4 series estudiadas. En estas fases también se localiza el 98% de las plantaciones de pino radiata del área. Este resultado, aunque previsible, es especialmente importante en la X Región por el efecto que pueden tener las precipitaciones en relación con el manejo y conservación de suelos, toda vez que las fases de suelo E y F, corresponden a terrenos con pendientes complejas de 15-30% a más de 30% y de fuertemente onduladas a escarpadas.

Índice de Sitio por Serie de Suelo

- Al calcular el índice de sitio promedio por serie de suelo pudo constatar que el rango entre el mayor y menor valor de índice de sitio (Series Correltué y Hueicoya respectivamente) alcanzó a 5,3 m.
- La Serie Hueicoya es la que presenta la mayor variación en el valor del Índice de Sitio, con un coeficiente de variación de 17,1%. Las restantes Series de Suelo presentan una variabilidad similar, con un coeficiente de variación del Índice de Sitio comprendido entre 8,4% y 10,3%.
- Las distribuciones de frecuencia de Índice de Sitio de las Series de Suelo Correltué, Ulmos y Asociación Tres Cruces presentan una acentuada normalidad y fuerte traslape, lo que estaría indicando que pese a existir diferencias en el valor medio del Índice de Sitio, predominan en estas Series de Suelo condiciones de sitio relativamente similares.
- En relación al Índice de Sitio, el área de estudio pudo clasificarse en tres calidades:
 - * Sitios de baja calidad: representados por la Serie Hueicoya.
 - * Sitios de calidad intermedia: representados por las Series de Suelo Ulmos y Asociación Tres Cruces.
 - * Sitios de buena calidad: representados por la Serie de Suelo Correltué.

Fases Modales de las Principales Series de Suelo

- Pudo apreciarse que en todas las fases E y F, tanto en Clases de Capacidad de Uso VI y VII respectivamente, que el factor limitante es la erosión (e) con la excepción de la Serie Hueicoya (Fase D) en la cual la principal limitante está referida a un drenaje imperfecto.

- La Pendiente es aparentemente un factor relevante para el índice de sitio en sectores muy planos de drenaje insuficiente y en sectores de topografía muy accidentada. La Fase D de la Serie Hueicoya es un claro ejemplo del efecto del drenaje imperfecto en el Índice de Sitio, el cual no supera los 20,1 m como promedio.

Variables Edáficas y su Posible Relación con el Índice de Sitio

- La profundidad efectiva del suelo se insinuó como una variable importante en la explicación del índice de sitio. En suelos profundos (Serie Correltué) el índice de sitio alcanzó como promedio 28,7 m en tanto que en los moderadamente profundos (Serie Ulmos) y en aquellos con grandes variaciones de espesor (Serie Hueicoya), el índice de sitio alcanzó a 27,7 m y 23,4 m respectivamente.
- No fue posible constatar una relación clara entre la textura y el índice de sitio, por no disponerse para las series en estudio de antecedentes de granulometría textural para las diferentes fracciones granulométricas.
- Los contenidos de nitrógeno total en las Series de Suelo que presentan índices de sitio inferior son menores en relación a las series de calidad superior.
- Los valores de pH en solución acuosa, en los suelos de la Serie Hueicoya (sitios de baja calidad) varían de muy fuertemente ácidos en el horizonte superficial a fuertemente ácidos en el horizonte subsuperficial. Las Series de Suelo Correltué y Ulmos (sitios de mejor calidad) muestran en tanto un pH constante en el perfil y un menor grado de acidez (fuertemente ácido) en los horizontes superficiales.

RECONOCIMIENTOS

La realización de la presente publicación se encuentra enmarcada en el proyecto nacional de estimación de la productividad de sitio para áreas potencialmente forestales con Pino Radiata, siendo este proyecto patrocinado y financiado por la Gerencia de Desarrollo de la Corporación de Fomento de la Producción y ejecutado por el Instituto Forestal.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la participación de la Empresa Consultora de Ingeniería de Bosques y Mensura Ltda.; en especial el apoyo de los señores: Patricio González D., Sergio Cortés R., Juan Carlos Jerez T. y Carlos Bahamondez V.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION. 1976. Estudio Factibilidad Proyecto Industrial SARAO. I Parte. Inventario Forestal. Sección A: Estudio de Geomorfología y Suelo.
2. CORPORACION NACIONAL FORESTAL (CONAF). 1985. Antecedentes Técnicos para la Adopción de Acciones de Planificación Indicativa del Desarrollo Forestal entre la V y X Regiones. Preparado por la Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales, Departamento de Silvicultura y Manejo. Informe de Avance N° 1. Santiago, Chile. 52 p.
3. GALINDO G. 1982. Propiedades Físicas, Químicas y Fisico-químicas de Suelos Volcánicos de Chile. En: Actas Primera Reunión de Especialistas en Suelos Volcánicos. Fac. Cs. Agrarias, Veterinarias y Forestales. Universidad de Chile. Santiago, Chile. p. 101-119.
4. HIDALGO D. 1980. Factores Edáficos Limitantes para el Desarrollo de *Pinus radiata* D. Don, en el Area de la Costa, Provincia de Cautín. Tesis Fac. Ing. Forestal. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. 173 p.
5. INSTITUTO DE INVESTIGACION DE RECURSOS NATURALES. 1964. Descripciones de Series de Suelo. Proyecto Aerofotogramétrico, Chile. O.E.A./B.I.D. Publicación N° 2, IREN, Santiago, Chile. 391 p.
6. -1978. Suelos, Provincia Valdivia. Publicación N° 22, IREN-CORFO y Universidad Austral de Chile. Santiago, Chile, 178 p.
7. INSTITUTO DE INVESTIGACION DE RECURSOS NATURALES Y CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION. 1974. Estudio Integrado de los Recursos Naturales Renovables. Provincia de Valdivia. Santiago, Chile. IREN-CORFO, Publicación N° 15. 195 p.
8. INSTITUTO FORESTAL. 1986. Inventario de las Plantaciones Forestales de la X Región. Santiago, Chile. CORFO, Gerencia de Desarrollo, Proyecto AF - 86/36, 192 p.
9. -1987 Análisis de Indices de Productividad de Sitio para Pino Radiata en la X Región. Santiago, Chile. CORFO-INFOR. Informe Final. 101 p.
10. OPAZO J. 1982. Evaluación de la Fertilidad de los Suelos Volcánicos Chilenos, Andepts. En: Actas Primera Reunión de Especialistas en Suelos Volcánicos. Fac. Cs. Agrarias Veterinarias y Forestales. Universidad de Chile. Santiago, Chile p: 151 - 165
11. SCHLATTER J. y GERDING, V. 1987. Relación entre Suelo y Crecimiento de *Pinus radiata* en la X Región. Valdivia, Chile, Universidad Austral de Chile, Fac. de Ciencias Forestales, Instituto de Silvicultura. Serie Técnica. 31 p.
12. VERA A. 1987. Relación entre los Factores de Sitio y el Índice de Sitio de *Pinus radiata* D. Don para la Zona de Valdivia. Tesis, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile, 78 p. (en prensa).

BIOMASA Y BOLDINA EN BOLDO (*Peumus boldus* MOL) VII REGION

Manuel Toral Ibáñez*
Ute Kannegiesser Schuh**
Ramón Rosende Beytía***

RESUMEN

Se evalúa la producción en biomasa, el contenido de Boldina y el crecimiento de la especie Boldo, en la VII Región.

Para cumplir con estos tres objetivos se efectuó un muestreo destructivo de 25 árboles, correspondientes a distintas clases de diámetro.

Se concluye que el incremento medio en diámetro para Boldo es 0,36 cm/año y en altura 0,17 m/año.

El componente principal de la biomasa es el fuste con 51,6% del peso seco total, las ramas aportan un 34,8%; las hojas participan en un 9,5% y la corteza sólo en un 4,1%.

Todo el árbol contiene boldina, encontrándose el mayor porcentaje (3,7%) en la corteza y el menor en las hojas (0,03%).

ABSTRACT

*This paper evaluates the biomass production, the boldine content and the growth of the Chilean species *Peumus boldus* in the VII Region.*

To reach these three goals, a destructive sampling of 25 trees, corresponding to different diameter classes, was carried out.

It is deduced that the average annual growth for boldo in diameter is 0,36 cm/year and 0,17 m/year in height.

The main biomass component is stem with 51,6% of the total dry weight, followed by branches with 34,8%; leaves represent 9,5% and bark only 4,1%.

The whole tree contains boldine, the main percentage (3,7%) being found in bark and the lowest percentage in leaves (0,03%).

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

** Ingeniero Forestal, División Regional, Instituto Forestal, Barros Arana 121, Piso 3°, Concepción.

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

INTRODUCCION

El boldo, *Peumus boldus* Mod, se distribuye entre la IV y X Región (DONOSO, 1981), formando parte del bosque esclerófilo y de otros tipos forestales. Es una especie endémica de Chile y de él es posible extraer una serie de alcaloides, entre los cuales figura la boldina, cotizada desde el siglo XIX por sus propiedades medicinales (RUEGGER, 1959).

En la actualidad su principal aprovechamiento es la cosecha de sus hojas y corteza con el objeto de comercializarlas, principalmente hacia el exterior. Durante los últimos años se han exportado en promedio 786 ton. de hojas y 6 ton. de corteza hacia Países Europeos, Argentina y Brasil entre otros con un precio nominal promedio de US\$ 300/ton y US\$ 500/ton respectivamente (INFOR, 1986).

Considerando la importancia económica y ecológica del boldo para la zona semiárida y la falta de información sobre el tema, este trabajo pretende aportar antecedentes básicos sobre crecimiento, producción de boldina y biomasa para los principales componentes del árbol.

MATERIAL Y METODO

Area de Estudio

El trabajo se desarrolló en el fundo "Los Quillayes de Peteroa" ubicado en la localidad de Sagrada Familia, Curicó, VII Región.

Método

Para cumplir con los objetivos de esta investigación se realizó un muestreo destructivo de 25 árboles seleccionados en forma tal, que se distribuyeran en 25 clases de diámetro. A cada árbol se le midió las siguientes variables de estado: DAP, Diámetro Altura del Pecho 1,30 m; DAT, Diámetro Altura del Tocón a 30 cm desde el suelo; DC, Diámetro de Copa midiendo dos diámetros opuestos en 90; HF, Altura Fustal, desde los 30 cm hasta la primera rama viva en la base de la copa y cuyo diámetro basal sea similar a 1/3 del diámetro del fuste en la bifurcación; HT, Altura Total, desde los 30 cm sobre el suelo hasta el ápice del árbol; LC, Largo de Copa, desde la primera rama viva en la base de la copa hasta el ápice del árbol; LR, Largo de las Ramas Principales; DBR, Diámetro Basal Ramas.

Análisis de Crecimiento

El crecimiento de boldo se evaluó por medio del método de análisis de tallo (BRUCE y SCHUMACHER 1965). Los fustes libres de ramas de los 25 árboles seleccionados se trozaron en secciones iguales de 50 cm. De sus extremos superiores se extrajeron rodela y una en la base de cada árbol, es decir, a 30 cm del suelo. En laboratorio fueron secadas y cepilladas, a fin de contabilizar los anillos de crecimiento.

Para cada árbol se obtuvo una tabla de doble entrada de diámetros acumulados por edad y por altura a la que se extrajo la rodela.

En base a estos datos se ajustaron los siguientes modelos de crecimiento:

$$\text{Función monomolecular} \quad Y = a(1 - be^{-cx})$$

$$\text{Curva logística} \quad Y = a/(1 - be^{-cx})$$

Curva de Gompertz	$Y = ae^{-be^{-cx}}$
Curva parabólica	$Y = a + bx + cx^2$
Curva exponencial	$Y = ae^{bx}$

Determinación de la Biomasa

En terreno cada uno de los 25 árboles seleccionados fue separado en su biomasa de fuste, corteza, ramas y hojas obteniéndose su peso fresco. En laboratorio, utilizando submuestras de cada componente, se determinó su peso seco.

Luego se relacionaron los pesos secos totales por componente y árbol con las variables de estado DAP, DAT, DC, HF, HT, LC y combinación de éstas a través de análisis de regresión.

Basándose en la literatura sobre biomasa se seleccionaron y ensayaron los siguientes modelos (CROW, 1978; CLARK, 1982; NEWBOULD, 1970):

Lineal	$Y = a + bx$
Exponencial	$Y = ae^{bx}$
Alométrico	$Y = ax^b$
Potencial	$Y = ax_1^b x_2^c$

Los modelos se seleccionaron en base a su coeficiente de determinación y el error standard de estimación.

Contenido de Boldina

El contenido de boldina para los distintos componentes de la biomasa, se evaluó por el método desarrollado y descrito por GENEST y HUGHES (1968), HUGHES, GENEST y SKAKUM (1968).

De cada árbol se obtuvieron muestras de fuste, corteza, ramas y hojas. Todas fueron secadas y molidas, formando así el material inicial para la extracción. Cada muestra (10 g de peso seco) se humedeció con ácido cítrico al 3%. Para alcalinizar se agregó una solución de carbonato de sodio al 10%. La extracción propiamente tal se realizó con cloroformo en dos lavados. Los componentes del extracto se separaron por cromatografía de placa fina. En cada placa, preparada con Silica Gel G, se colocaron dos gotas de estándar de boldina "sigma", de concentraciones conocidas. Por comparación de estos estándares con los componentes del extracto se identificó y cuantificó la boldina. Es preciso mencionar que esta metodología entrega valores estimativos del contenido de boldina, existiendo otros métodos analíticos de mayor precisión.

RESULTADOS Y DISCUSION

Para facilitar la comprensión de los resultados, éstos se presentan separados según objetivos del estudio.

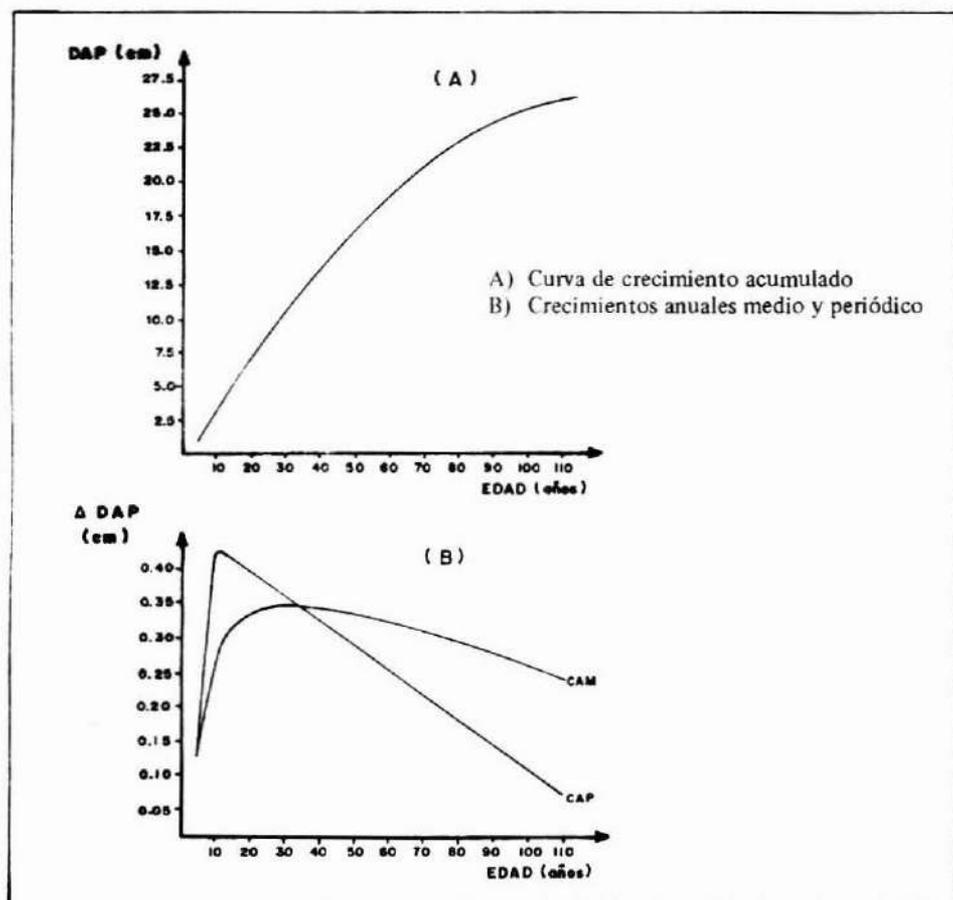
Crecimiento

Crecimiento en diámetro

En la Figura 1 se presenta la curva parabólica de la distribución promedio de crecimiento acumulado. A partir de esta curva se obtuvieron los crecimientos anuales medios (CAM) y perió-

dico (CAP). Estas curvas se interceptan a los 33 años de edad, cuando el diámetro a la altura del pecho mide 11,5 cm. En este momento se alcanza la máxima producción física en el tiempo mínimo. A partir de este punto el crecimiento medio anual (CMA) disminuye y el árbol incrementará cada año menos en diámetro.

FIGURA 1
CRECIMIENTO EN DIAMETRO



Para el crecimiento diametral el modelo con la mejor bondad de ajuste es el parabólico, y se puede expresar como:

$$D.A.P. = -1.5703 + 0.4450E - 0.0018E^2$$

Donde:

D.A.P. = Diámetro Altura del Pecho 1,30 (cm)

E = Edad del árbol (años)

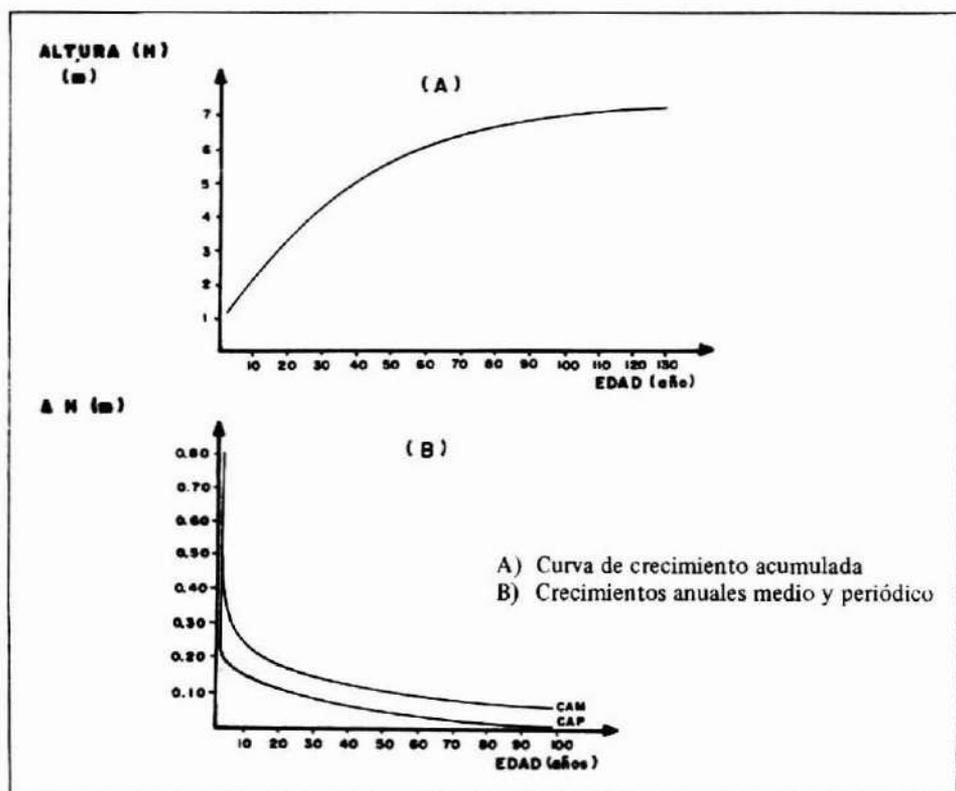
n = 25; $S_{yx} = 0,6313$; $R^2 = 0,98$

Crecimiento en Altura

En la Figura 2 se presenta la curva de la distribución promedio de crecimiento en altura. A partir de esta curva se obtuvieron los crecimientos anuales medios (CAM) y periódico (CAP). Estos son decrecientes presentando ambos una fuerte disminución hasta los 10 años. A partir de esa edad ambas tasas decrecen cada vez en menores proporciones haciéndose constante después de los 90 años.

A medida que el árbol envejece, la tasa anual de crecimiento en altura es cada vez menor y, en este caso (Figura 2), se observa que desde los 5 años, la curva del crecimiento anual periódico es menor que la del crecimiento anual medio.

FIGURA 2
CRECIMIENTO EN ALTURA



Para el crecimiento en altura el modelo seleccionado fue el monomolecular, que puede expresarse como:

$$HT = 7,4666 (1 - 0,9173e^{-0,0266E})$$

Donde:

HT = Altura total a la edad E (m)

E = Edad (años)

n = 25; $S_{xyz} = 0,9045$; $R^2 = 0,79$

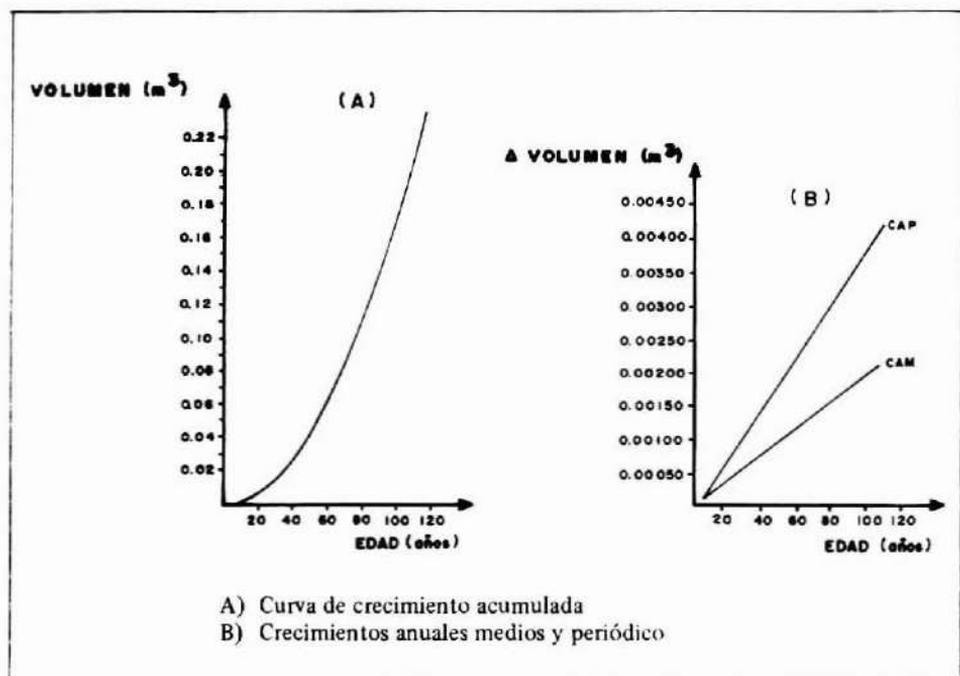
Crecimiento en Volumen

En la Figura 3 se presenta la curva exponencial de la distribución promedio de crecimiento en volumen. La tendencia de los valores promedios es creciente y no presentan punto de inflexión. A partir de esta curva se obtuvieron los crecimientos anuales medios (CAM) y periódicos (CAP).

Las curvas de crecimiento unitario presentan pendientes positivas y su tendencia es creciente. Aún no han alcanzado su punto máximo y se podría decir que en relación al volumen, el boldo todavía se encuentra en etapa de crecimiento juvenil.

FIGURA 3

CRECIMIENTO EN VOLUMEN



Para el crecimiento en volumen el modelo seleccionado fue el exponencial, que linealizado puede expresarse como:

$$\text{Ln } V = -10,9138 + 2,0145 \text{ Ln } E$$

Donde:

V = Volumen (m^3)

E = Edad (años)

Ln = Logaritmo natural

Biomasa

Modelos Seleccionados

El Cuadro 1 muestra los modelos seleccionados para estimar la biomasa de los distintos componentes de Boldo.

CUADRO 1
MODELOS ESTIMADORES DE BIOMASA
(Pesos Secos)

Componente	Ecuación	R ²
Corteza	$\text{Ln PSC} = 2,2784 + 0,5681 \text{Ln DAP} + 0,5215 \text{Ln DAP}^2 \text{ HT}$	0,92
Ramas	$\text{Ln PSR} = 2,2100 - 0,3300 \text{Ln DAP} + 1,1500 \text{Ln DAP}^2 \text{ HT}$	0,91
Hojas	$\text{Ln PSH} = 3,6100 + 0,7500 \text{Ln DAP} + 0,7870 \text{Ln DAP}^2 \text{ HT}$	0,78
Fuste	$\text{Ln PSF} = 4,0710 - 0,0937 \text{Ln HT} + 0,8610 \text{Ln DAP}^2 \text{ HT}$	0,96
Total	$\text{Ln PST} = -2,3523 + 0,1866 \text{Ln DAP} + 0,7952 \text{Ln DAP}^2 \text{ HT}$	0,95

donde:

Ln = Logaritmo natural; DAP = Diámetro altura del pecho (cm)

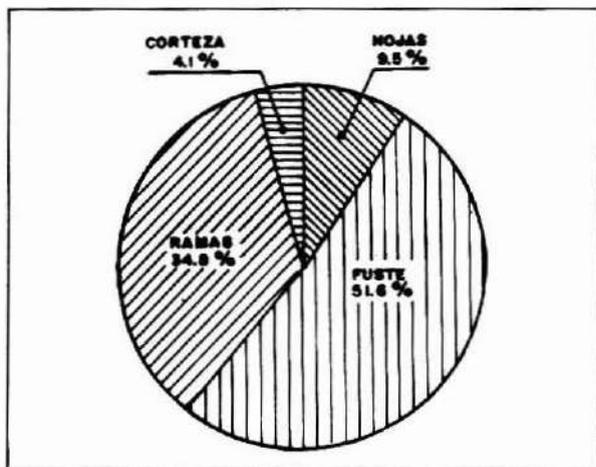
HT = Altura total (m)

Aunque el modelo básico seleccionado es el alométrico, éste difiere en la función de fuste. Este hecho impide que exista aditividad de los pesos estimados por las diferentes funciones (KOZAK, 1970). Esto significa que el peso seco total estimado por las diferentes funciones por adición de los componentes no es igual a la estimación realizada con la función de peso seco total, que sobreestima el peso en un 6% en relación a la adición de las funciones parciales.

A partir de las funciones presentadas en el Cuadro 1, se estimó el porcentaje promedio de participación por componente de la biomasa en el peso total del árbol. Los resultados de esta estimación se presentan en la Figura 4.

FIGURA 4

PORCENTAJES PROMEDIOS DE PARTICIPACION
POR COMPONENTE EN EL PESO TOTAL DEL ARBOL



Contenido de Humedad

Los contenidos de humedad promedio para los distintos componentes de la biomasa son: fuste 73,3%; corteza 98,5%; ramas 77,5% y hojas 117,4%.

Producción en Biomasa

A fin de estimar la producción en biomasa, se muestrearon tres situaciones de densidad de árboles: alta, media y baja densidad.

Para cada situación se calculó la biomasa por hectárea de cada componente, utilizando las ecuaciones anteriormente seleccionadas.

Los resultados de esta estimación se presentan en el Cuadro 2.

CUADRO 2

BIOMASA DE BOLDO POR HECTAREA

Parcela	N° Arb/ha Boldo	Biomasa por ha (kg) en:				Biomasa Total/ha
		Fuste	Corteza	Ramas	Hojas	
Alta densidad	440	2.279	194	1.318	428	4.219
Media densidad	146	413	39	173	99	724
Baja densidad	40	107	10	47	25	189

Boldina

El Cuadro 3 muestra los contenidos de boldina por componente según fecha de explotación del árbol, diámetro y edad.

Como se puede observar en el Cuadro 3 la boldina está presente en mayor o menor cantidad en todos los componentes aéreos de la planta. No existe una relación clara entre los contenidos de boldina, según época de explotación, diámetro y edad del árbol.

El mayor porcentaje de boldina se obtuvo de muestras secas de corteza, con 3,73% promedio. Las hojas, conocidas por su contenido de sustancias químicas y comercializadas para extraerlas, sólo contienen en promedio 0,03%.

CUADRO 3

CONTENIDO DE BOLDINA POR COMPONENTE, SEGUN FECHA DE EXPLOTACION DEL ARBOL, DIAMETRO Y EDAD

(Porcentaje en Relación a Peso Seco)

Arbol N°	Epoca de Extracción	Diámetro DAP	Edad (años)	Porcentaje de Boldina en:			
				Fuste	Corteza	Ramas	Hojas
1	Julio	4,5	17	0,05	3,5	0,26	0,05
2		3,6	17	0,09	5,0	0,24	0,06
3		22,0	128	0,11	7,0	0,28	0,02
4		6,5	18	0,05	2,0	0,20	0,02
5		7,5	46	0,09	6,0	0,16	0,02
6		10,5	43	0,03	2,0	0,17	0,02
7	Agosto	14,0	33	0,11	4,0	0,14	0,02
8		11,5	54	0,11	5,0	0,19	0,03
9		49,2	-	0,09	4,0	0,22	0,02
10		19,6	86	0,05	3,0	0,18	0,02
11		18,1	26	0,08	3,0	0,13	0,03
12		33,4	69	0,08	2,5	0,14	0,03
13		19,9	91	0,08	4,0	0,20	0,05
14		2,4	9	0,10	2,5	0,16	0,03
15		26,4	68	0,09	1,5	0,12	0,14
16		27,3	85	0,09	3,0	0,14	0,03
17		35,4	110	0,08	3,0	0,20	0,02
18		24,6	94	0,09	4,6	0,12	0,02
19	Noviembre	38,2	76	0,10	5,0	0,27	0,03
20		29,3	63	0,08	4,6	0,29	0,03
21		23,1	54	0,15	3,6	0,29	0,02
22		27,5	53	0,08	5,0	0,24	0,02
23		18,0	50	0,10	3,0	0,16	0,02
24		22,0	28	0,15	4,0	0,18	0,02
25		12,1	28	0,10	2,4	0,22	0,03
Promedio Boldina				0,09	3,73	0,20	0,03

Los materiales leñosos presentan una pequeña diferencia entre los contenidos de boldina, debido a que las ramas se molieron con corteza, extrayéndose de estas últimas un 0,20% y 0,09% del fuste. Cabe mencionar que la boldina sólo constituye una fracción de los 17 alcaloides actualmente identificados (HUGHES y GENEST, 1968).

DISCUSION

Hasta la fecha el componente del árbol que se ha comercializado en mayores cantidades ha sido la hoja.

La participación del peso seco de hojas en la biomasa total es de 9,5% promedio. En cuanto a la boldina, las hojas son las que tienen menor contenido.

Considerando las parcelas de muestreo en distintas densidades, la producción de hojas secas varía entre 25 y 428 kg por hectárea, de las que se puede extraer aproximadamente entre 7,5 y 13 g de boldina. Básicamente, lo que cambia los montos de boldina por hectárea es la edad del rodal, ya que aumenta la cantidad de hojas manteniéndose el contenido de boldina casi constante.

Por otra parte, la corteza es el componente que contiene el mayor porcentaje de alcaloide, pero su participación en la biomasa total es la menor con un 4,1% de promedio. Por lo tanto, de las parcelas se puede obtener entre 10 y 194 kg de corteza/ha, que son materia prima para producir aproximadamente entre 0,4 y 7,5 kg de boldina por hectárea. Por lo tanto la producción de boldina es mayor que en el caso de las hojas.

La boldina que se puede obtener de los materiales leñosos, fuste y ramas, se encuentra entre 190 g/ha y 2,4 kg/ha.

Así, a partir de una parcela con una densidad de 440 árb/ha se podría extraer del árbol completo aproximadamente 13,5 kg de boldina por hectárea.

Durante los últimos años se ha exportado en promedio 786 toneladas de hojas y 6 toneladas de corteza por año. Considerando que de una hectárea con densidad alta se puede obtener 428 kg de hojas, para cubrir las exportaciones se requiere explotar 1.836 ha. Por otra parte, a partir de la cantidad de hojas y corteza exportada se pueden producir 460 kg de boldina, cantidad que se podría obtener sólo de 34 ha, si se utilizara todo el árbol.

De la producción total por hectárea actualmente se aprovecha un 15% de la biomasa, el resto se subutiliza o se pierde. Por lo tanto es necesario estudiar y encontrar otros usos de la especie paralelos a la extracción de hojas y corteza como alternativa para el pequeño propietario.

CONCLUSIONES

Del trabajo realizado se pueden concluir los siguientes puntos:

- El crecimiento medio en diámetro fluctúa entre 0,16 y 0,79 cm/año, con un promedio de 0,36 cm/año, para el sector "Los Quillayes de Peteroa, Curicó".
- A la edad de 33 años se intersectan las curvas de crecimiento unitario en diámetro y el árbol ha alcanzado un DAP de 11 cm. Estas cifras pueden considerarse como criterios para cosechar el árbol.

Los crecimientos en altura oscilan entre 0,04 y 0,54 m/año, con un promedio de 0,17 m/año.

Los principales incrementos en altura se observan en la etapa juvenil, hasta los 30 años.

El principal componente de la biomasa es el fuste, aportando un 51,6% al total. En segundo lugar, se encuentran las ramas con un 34,8%. El porcentaje restante se divide entre las hojas y la corteza con un 9,5% y 4,1%, respectivamente.

- En todos los componentes aéreos del árbol se constató la presencia de boldina. La mayor concentración de este alcaloide se encuentra en la corteza del fuste, con un promedio de 3,73%. Los componentes leñosos, fuste y ramas contienen 0,09% y 0,2%, respectivamente. En último lugar se sitúan las hojas con un 0,03%.
- De 100 kg de peso seco de un árbol se puede obtener un total ponderado de 0,3 kg de boldina.
- No existe una clara relación entre los contenidos de boldina con respecto a la edad, el diámetro y la época de extracción. Las edades muestreadas fluctúan entre 9 y 128 años.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Sociedad Forestal "Quillayes de Peteroa", VII Región, en la persona del Sr. Fernando Julio Tagle, por proporcionar la posibilidad de realizar el estudio en dicha región y los recursos humanos y logísticos.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. BRUCE, D. y SCHUMACHER, F. 1965. Medición Forestal. México, Herreros. 474 p.
2. CLARK, A.M. 1982. Predicted weights and volume of Firewood Trees in the Southeast. USDA Forest Service. Research Paper. SE - 226. 28 p.
3. CORPORACION DE FOMENTO DE LA PRODUCCION - INSTITUTO FORESTAL. 1986. CORFO-INFOR Exportaciones Forestales Chilenas. Enfoque analítico. Productos de la Silvicultura y Extracción. Informe N° 31. 42 p.
4. CROW, T.R. 1978. Common Regression to Estimate Tree Biomass in Tropical Stands. Forest Science 24 (1): 110-114.
5. DONOSO, C. 1981. Tipos Forestales de los Bosques Nativos de Chile. Documento de Trabajo N° 38. Santiago, FAO/PNUD/CONAF (Fo: DP/CHI/76003) 82 p.
6. GENEST, K. y HUGHES, D.W. 1968. Natural Products in Canadian Pharmaceuticals. I. Alkaloids Methods of Identification. II. *Peumus boldus*. Canadian Journal of Pharmaceutical Sciences 3 (4): 77-90.
7. HUGHES, D.W.; GENEST, K. y SKAKUM, W. 1968. Alkaloids of *Peumus boldus*. Isolation of (+) - Reticuline and Isoboldine. Journal of Pharmaceutical Sciences 57 (6): 1023-1025.
8. _____, 1968. Alkaloids of *Peumus boldus*. Isolation of Laurotetanine. Journal of Pharmaceutical Sciences. 57 (9): 1619-1620.
9. KOZAK, K.A. 1970. Methods of Ensuring Additivity of Biomass Components by Regression Analysis. The Forestry Chronicle 46 (5): 402-404.
10. NEWBOULD, P.S. 1970. Methods of Estimating the Primary Production of Forest. Oxford, Blackwell. 70 p.
11. RUEGGER, A. 1959. Neue Alkaloide aus *Peumus boldus* Mol. Helvetica Chimica. Acta 42 (2): 754-762.

LA PROPAGACION VEGETATIVA EN EL MEJORAMIENTO GENETICO DE PLANTACIONES INDUSTRIALES*

Dr. Jarbas Y. Shimizu**

RESUMEN

Dado que en la mayoría de los casos los árboles forestales se plantan en su estado natural, un mejoramiento en cualquier de los factores relacionados con su crecimiento puede aumentar considerablemente su productividad.

La preparación del sitio, la aplicación de fertilizantes, el drenaje y el riego son algunos de los factores del medio ambiente a los cuales los árboles son también muy sensibles. Estos factores deben mantenerse a niveles satisfactorios para asegurar una alta productividad.

Entre los componentes genéticos uno debe reconocer la varianza genética aditiva y la varianza genética no aditiva. Dependiendo del monto de cada una en la variación genética total, uno puede determinar la estrategia más eficiente para maximizar la ganancia genética.

La decisión de invertir en una operación clonal debe tomarse después de que tanto los factores de riesgo como los posibles beneficios hayan sido evaluados. No debe basarse en los beneficios potenciales de un determinado clon, ya que los riesgos de pérdidas por factores ambientales pueden ser también muy altos.

ABSTRACT

Since forest trees are still planted in most cases in their wild stage, an upgrading of any of the factors involved in their growth will greatly increase productivity.

Site preparation, fertilizer application, drainage and irrigation are some of the environmental factors to which trees are also very sensitive. These factors must be kept at satisfactory levels to ensure high productivity.

Among the genetic components, one must recognise both the additive and non-additive genetic variances. Depending on the amount of each of these in the total genetic variation one can determine the most efficient strategy to maximize genetic gain.

The decision to invest in clonal operation must be taken after all risk factors as well as possible benefits are assessed. One must not take action based only on the potential benefit of a given clone since risk of losses to adverse environment may also be high.

* (Trabajo presentado en el Simposio "Manejo Silvícola del Género Eucalyptus", CORFO-INFOR, Viña del Mar, Junio 1988. Traducido por Ciencia e Investigación Forestal).

** Genetista Forestal. Director Técnico del Centro Nacional de Pesquisa de Florestas (CNPQ-EMBRAPA) Brasil.

Cuando se habla de mejoramiento genético, la primera idea que surge es que árboles superiores deben ser seleccionados y multiplicados, para generar descendientes altamente productivos que serán empleados en plantaciones industriales. Sin embargo, esto es una verdad parcial, ya que el comportamiento de los árboles o del bosque que queremos mejorar es el resultado de un efecto combinado de las condiciones genéticas de los árboles, de la calidad del medio ambiente y de la interacción entre estos componentes.

Al igual que en las cosechas agrícolas, los árboles forestales responden espectacularmente al mejoramiento del sitio, de tal modo que un aumento sustancial puede lograrse a través de la preparación de suelo, el drenaje, la irrigación y la aplicación de fertilizantes.

Esto puede aparecer de un alto costo para el establecimiento de un bosque, pero los retornos compensan largamente cuando se hace un trabajo serio empleando especies de rápido crecimiento, y más aún cuando se emplea material genético mejorado para la plantación.

El otro componente de esta ecuación se refiere al contenido genético de los árboles, el cual es una fuente importante de variaciones especialmente debido a que los árboles forestales, son empleados en la mayoría de los casos, en su estado natural.

El tercer componente "interacción" se refiere a la variación por la cual ciertos genotipos resultan mejor que otros dependiendo de los factores del sitio.

Con el fin de lograr un incremento en el rendimiento y en la calidad de los productos a través del mejoramiento genético, se pueden establecer estrategias basadas en una hipótesis de trabajo en la cual se pueden separar los componentes en forma más detallada, de modo que:

$$Y = G_a + G_{na} + E$$

- en donde:
- Y = el comportamiento de un árbol dado o de una familia.
 - G_a = varianza genética aditiva.
 - G_{na} = varianza no aditiva
 - E = varianza del medio ambiente

Con el fin de simplificar y si se asume que la interacción genotipo medio ambiente es mínima, la varianza genética que contribuye al comportamiento de los árboles puede ser fácilmente estimada en un sitio homogéneo, a través de algunas pruebas que incluyen un gran número de materiales genéticos. En consecuencia, si E = 0 entonces Y = G_a + G_{na}.

Se hace necesario entonces, una nueva distinción entre los tipos de varianza genética, de modo que puedan emplearse las estrategias más adecuadas en el mejoramiento y posterior propagación del material genéticamente mejorado, para así maximizar la ganancia que permite la manipulación genética.

La varianza genética aditiva se refiere a la porción de la varianza genética que es transmitida a los descendientes; mientras que la varianza genética no aditiva se refiere a la porción que no es transmitida a las generaciones siguientes.

La razón entre la varianza genética y la varianza fenotípica total da un coeficiente conocido como la heredabilidad. Este se emplea para estimar la ganancia genética cuando se aplica la selección, de modo que:

$$R = Sh_2$$

- en donde:
- R = es la respuesta a la selección
 - S = es la diferencial de selección
 - h₂ = G/(G + E + GE) = heredabilidad

Dependiendo de los componentes de la variación genética que están involucrados habrá dos tipos de heredabilidad:

- 1) Heredabilidad en sentido restringido (h_2)
- 2) Heredabilidad en sentido amplio (H_2)

en donde: $h_2 = Ga / (Ga + Gna + E + GE)$ y,
 $H_2 = (Ga + Gna) / (Ga + Gna + E + GE)$

Si la estrategia de mejoramiento estuviese basada en la selección masal, la semilla sería colectada directamente desde los árboles seleccionados y sus descendientes empleados para la plantación. En este caso la ganancia genética se refiere a cuánto mejor será el comportamiento de los descendientes, como resultado de la selección de los padres. Dado que la respuesta con esta estrategia depende de la varianza genética que es transmitida a los descendientes, el componente crítico es, en este caso, la varianza genética aditiva. Por lo tanto, si se sabe de antemano que la característica que se desea mejorar, tienen una varianza aditiva alta, la mejor estrategia será a través de la selección de los padres. En el caso opuesto, si se sabe que la varianza genética no aditiva es importante, entonces la mejor estrategia deberá considerar el uso directo de los genotipos seleccionados, a través de la propagación vegetativa.

Cuando existe varianza genética total, ésta generalmente está constituida por ambas varianzas aditiva y no aditiva, en proporciones variables. Por lo tanto, las estimaciones de heredabilidad mostrarán que H_2 es siempre igual o mayor que h_2 y dada las mismas diferenciales de selección, las estimaciones de ganancia genética lograda mediante la propagación vegetativa serán casi siempre superiores a aquellas logradas con el uso de su descendencia por medio de semillas.

LA PROPAGACION VEGETATIVA PARA ESTRATEGIAS DE MEJORAMIENTO

Para ilustrar la utilidad de la propagación vegetativa en el desarrollo de material genético mejorado, será suficiente una estrategia de mejoramiento simple, tal como la selección masal.

Cuando en el bosque se seleccionan árboles por su apariencia superior y sus semillas son colectadas para dar origen a un nuevo bosque, la ganancia genética será estimada como $R = Sh_2$. Sin embargo, si se hacen los arreglos que permitan que todos los árboles seleccionados sean polinizados sólo por padres igualmente seleccionados, la ganancia será el doble, esto es $R = 2 (Sh_2)$. Esto es un gran avance comparado con la selección masal simple y puede hacerse mediante la propagación vegetativa de los árboles seleccionados, los cuales se establecerán en un lugar aislado de modo que sólo se crucen entre ellos para producir semilla mejorada. Este paso, conocido como un huerto semillero clonal, puede ser aplicado en cualquier etapa del programa de mejoramiento, siempre que existan genotipos superiores disponibles.

Cuando se trata de producir semilla genéticamente mejorada, el huerto semillero clonal no siempre es ventajoso en relación al huerto semillero originado de semilla. Esto dependerá del tiempo requerido por las plantas para llegar a la madurez reproductiva o del tiempo requerido por los árboles para expresar las características de interés para la selección, y de facilidad para propagar vegetativamente la especie con que se está trabajando. Aún dentro de un mismo género como el Eucalyptus, la variación interespecifica de sus características es tan grande que cualquier generalización puede inducir a error.

Como una ayuda para determinar una mejor estrategia para la producción de semilla genéticamente mejorada, sería útil agrupar las especies en categorías tales como:

- A) Fáciles de propagar por estacas: *Eucalyptus grandis*, *E. pilularis*, *E. saligna*, *E. brassiana*, *E. microcorys*, *E. tereticornis*, *E. urophylla*, *E. resinifera*, *E. robusta*, *E. alba*, *E. torelliana*, *E. acmenoides*, *E. deglupta* y muchos híbridos (CAMPINHOS JR. e IKEMORI. 1986).
- B) Difíciles de propagar por estacas: *Eucalyptus citriodora*, *E. maculata*, *E. propinqua*, *E. cloeziana* (CAMPINHOS JR. e IKEMORI. 1986).
- C) Alcanzan la madurez reproductiva a temprana edad: *E. pellita*, *E. grandis*, *E. tereticornis*.
- D) Alcanzan la madurez reproductiva después de muchos años: *Eucalyptus nitens* (en Brasil), *E. smithii*, *E. dunnii*.
- E) Aún después de la madurez reproductiva el rendimiento en semillas es naturalmente bajo: *Eucalyptus dunnii*.

Las especies del grupo A serían las más convenientes ya que ofrecen la oportunidad de emplear plantas clonalmente propagadas tanto para el mejoramiento genético como para la plantación en gran escala; con las especies del grupo B se debería considerar la alternativa de huertos semilleros originados por semillas para producir la semilla mejorada. Lo ideal para este caso sería si ellos también calzan en el grupo C, formando un grupo BC. Sin embargo, si calzan en el grupo BD, sería interesante tratar otros métodos de propagación vegetativa de árboles superiores fisiológicamente maduros, ya sea a través de injertación, acodos o técnicas de micropropagación. En cada uno de estos métodos, sería necesario buscar y reproducir aquellos individuos que tengan la habilidad de ser propagados vegetativamente.

Las especies del grupo C tendrían la ventaja de alcanzar una edad reproductiva en pocos años, lo cual es excelente para desarrollar una estrategia de mejoramiento acelerado. En este caso la alternativa apropiada de mejoramiento es el huerto semillero originado por semilla, el cual es generalmente menos costoso que el huerto semillero clonal. Más aún, esta alternativa del huerto semillero originado de semillas está siempre una generación adelante en relación al huerto semillero clonal, y la ganancia combinada dada por la selección entre y dentro de las familias en la segunda generación, será mayor que la obtenida de una selección sólo entre familias dentro de la única generación que permite la alternativa del huerto semillero clonal.

Para las especies del grupo D se deberá emplear la propagación vegetativa de los árboles fisiológicamente maduros para poder lograr un mejoramiento genético, aun cuando se deban emplear métodos de alto costo. Una vez que se han obtenido cruzamientos altamente productivos éstos pueden ser reproducidos masivamente en huertos semilleros clonales.

El bajo rendimiento en semillas de las especies del grupo E podría poner algunos problemas dado que los individuos seleccionados pueden producir semilla en un monto insuficiente para el mejoramiento y prueba de sus características. Habría una gran limitación para el desarrollo del material genético mejorado si la propagación vegetativa en gran escala fuese también difícil.

Normalmente las especies de importancia económica caen en más de una de estas categorías, por lo tanto la elección de las estrategias para su mejoramiento genético y posterior propagación se complica aún más. Por ejemplo *Eucalyptus dunnii* calza en la combinación de los grupos B, D y E, por lo cual resulta muy difícil de manejar. Por otro lado *Eucalyptus grandis* y muchas otras especies caen en el grupo AC, con grandes ventajas sobre las otras categorías debido a la posibilidad de ser mejoradas en un esquema acelerado y de ser propagadas vegetativamente para capturar la variación genética total y así obtener la máxima ganancia genética a una escala operacional.

Los ensayos clonales son esenciales para seleccionar los genotipos de características superiores en plantaciones basadas en propagación vegetativa. Sin embargo, dependiendo de cómo se realicen los ensayos clonales y de cómo se propague el material genético seleccionado, otras fuentes de variación pueden interferir con la ganancia genética lograda. Uno es el efecto "C" (LIBBY y JUND, 1962) el cual conduce a diferentes comportamientos dentro de un mismo clon dependiendo de las características fisiológicas y morfológicas de la fuente de propágulos en el momento de realizar la reproducción clonal. La otra es la varianza competitiva (SAKAI and MUKAIDE, 1967) según la cual los clones no sólo se comportarán de acuerdo a su genotipo y medio ambiente físico, sino que también de acuerdo a los genotipos con que ellos competirán por agua, nutrientes, luz y espacio. El arreglo ideal, con propósitos industriales, sería aquél que conduce a un mayor rendimiento de la suma total de todos los clones mezclados en un rodal que al de la suma de los rendimientos de cada uno de estos clones creciendo en rodales independientes. Este sería un caso de sobrecompensación, según lo descrito por SCHUTZ y BRIM (1967).

LA PROPAGACION VEGETATIVA PARA PLANTACIONES INDUSTRIALES

La plantación industrial con especies forestales propagadas vegetativamente ha sido una práctica común con especies fáciles de arraigar tales como *Populus spp.*, *Platanus spp.*, *Salix spp.*, *Cryptomeria japonica* y *Pinus radiata*. Más recientemente varias especies de Eucalyptus se han unido a este grupo, después de que se han depurado algunas técnicas para producir, en escala masiva, plantas a partir de estacas.

Para países que plantan Eucalyptus en gran escala, este procedimiento abre oportunidades para capturar la variación genética total y, al menos en teoría, para maximizar la ganancia genética mediante la multiplicación, en bosques muy homogéneos, de genotipos altamente productivos. Ejemplos de operaciones exitosas en esta línea de trabajo se encuentran en Brasil. En rodales de 6 a 7 años la producción en volumen aumentó, en promedio, de 33 m³/ha/año a 70 m³/ha/año con el empleo de propagación vegetativa (ZOBEL et al., 1987). Los mismos autores sostienen que un rendimiento promedio de 100 m³/ha/año puede ser una realidad dentro de poco, dado que algunos clones ya han alcanzado este nivel de productividad.

Este notable logro, sin embargo, no está falto de riesgos. Un bosque monoclonal es lo que típicamente representa un monocultivo, con todas sus ventajas y desventajas. Un rodal altamente productivo se puede obtener propagando vegetativamente el clon de mayor rendimiento debido a la falta de otra variación genética que afecta esta característica. Sin embargo, por la misma razón, éste será altamente vulnerable a pérdidas masivas debido a insectos, enfermedades u otros cambios adversos en el medio ambiente. Las pérdidas potenciales son mayores en las especies forestales debido al largo período de rotación.

Al tener una diversidad genética mayor (rodal multiclonal o producido por plantas de semilla) la población estará mejor protegida en contra de los cambios adversos del medio ambiente, pero el valor medio en sus características de importancia económica será menor. Por lo tanto, las decisiones de invertir en bosques clonales debe ser tomada después de un cuidadoso análisis de los beneficios potenciales y de los riesgos involucrados.

Además, desde el punto de vista económico se debe considerar que no solamente las especies varían en su capacidad para arraigar a partir de estacas, sino que también existen grandes diferencias clonales dentro de una misma especie. Muchas veces los individuos de mayor rendimiento no pueden ser propagados en forma eficiente (beneficio menor que el máximo). El costo de las plantas producidas de estaca también varía ampliamente y en todo caso es mucho mayor que el costo de la planta de semilla. Información tomada de una operación a gran escala para la

producción de pulpa en el Estado de Sao Paulo (Junio, 1988), indicó que la planta normal producida en tubos, costaba Cz\$ 1,02 por unidad y aquella producida en bolsa plástica costaba Cz\$ 2,38, en comparación con Cz\$ 10,00 por planta producida en estaca (BALLONI, Comunicación Personal). Obviamente, si las condiciones del medio ambiente son favorables para la propagación vegetativa como lo es en la costa Este de Brasil, el costo de las plantas de estacas disminuirá y llegará a ser más competitivo con las plantas normales.

Desde una perspectiva técnica, para evaluar las ventajas de una operación clonal en la creación de un bosque, deben ser ponderado una serie de factores. Las estaquillas arraigadas normalmente producen sistemas radiculares superficiales, desbalanceados y sin raíz pivotante. Esto no será un problema si las propiedades físicas del suelo son favorables y si el área no es afectada por fuertes vientos. Sin embargo, en sitios con suelos arenosos expuestos a fuertes vientos, los árboles de Eucalyptus multiplicados por estacas, son más vulnerables a la caída por viento. Las diferencias entre clones respecto a esto también son notables. Ensayos clonales con estacas arraigadas muestran que algunas parcelas tienen un alto porcentaje de árboles botados por el viento, mientras que otras parecen resistir bien. Si el clon de mayor rendimiento resulta ser susceptible al viento y ha sido plantado en un área amplia y como una población monoclonal, las pérdidas debido a este factor podrían ser desastrosas.

El sistema radicular poco profundo de los eucaliptos producidos por estacas, también impone otros problemas serios en regiones con precipitaciones estacionales, como en el Centro, el Noreste y el Sureste de Brasil. Donde exista un largo período seco, los árboles con un sistema radicular muy poco profundo, son altamente susceptibles a la sequía, especialmente en suelos arenosos, donde la capacidad de retención de agua es muy baja.

Por lo tanto, en este estado de desarrollo del conocimiento la presencia de períodos secos, de vientos fuertes y la presencia de suelos arenosos en el área que va a ser plantada, son factores de riesgo importantes, que deben ser tomados en consideración antes de aventurarse en la creación de bosques clonales. Otros factores que no deben ser ignorados son la susceptibilidad a patógenos existentes, a insectos y otras limitaciones físicas o químicas que pueda tener el suelo.

ESTRATEGIAS DE MEJORAMIENTO PARA LA PROPAGACION VEGETATIVA

La ganancia genética obtenida al capturar la variación genética total en operaciones clonales es la mayor posible para un clon dado, debido a que no existe otra variación genética que pueda ser explorada. Este es el equivalente a decir que la operación clonal es el final del proceso de mejoramiento genético. Sin embargo, la búsqueda de materia prima de mejor calidad y de mayor rendimiento debe continuar, ya que los sistemas de producción deben evolucionar y ajustarse a los cambios, tanto en el medio ambiente en que los árboles serán plantados como en las características de la materia prima que los futuros mercados puedan requerir.

Aún después de un par de generaciones de mejoramiento genético en Eucalipto, aún existe una gran variación genética para ser explorada en las mismas poblaciones sometidas a mejoramiento. Con el fin de abastecer al sector industrial con un material progresivamente mejorado, es fundamental tener un programa de mejoramiento que vaya en dos direcciones: una destinada a mantener la base genética de la población lo suficientemente amplia para que los ciclos de cruzamiento puedan continuar por muchas generaciones dentro de un nivel aceptable de consanguinidad; la otra, debe estar dirigida hacia la exploración de la máxima ganancia genética, sin importar cuánto aumente el nivel de consanguinidad.

El método usual aplicado al mejoramiento genético forestal es la selección de individuos superiores de los que se espera que sus descendientes tendrán mejores rendimientos que aquellos obtenidos de semilla normal sin selección. En este caso, la característica por la cual se seleccione

el árbol debe estar controlada por un monto substancial de varianza genética aditiva y solamente los árboles madres con gran habilidad combinatoria deberán ser considerados como fuente de semilla.

Mientras exista varianza genética aditiva los cruzamientos entre padres superiores tienden a producir una descendencia superior. Esto también es verdad cuando se busca un rendimiento superior al producir híbridos interespecíficos. Las ganancias genéticas serán mayores si los árboles a cruzar son individuos genéticamente superiores, dentro de sus respectivas especies.

Sin embargo, esta ganancia esperada no siempre se logra dentro de los Eucaliptos y tal vez con la mayoría de las especies forestales, debido a que un monto importante de varianza no aditiva está presente. Existen casos en que árboles padres de mala calidad producen una descendencia sobresaliente y viceversa (VAN WYK, 1985).

Por lo tanto, la selección y estrategia tradicional, acompañados de evaluaciones de los cruzamientos individuales, deben realizarse continuamente para generar recombinaciones superiores para la propagación vegetativa. También las técnicas de selección temprana deben ser perfeccionadas, con el fin de acortar el intervalo entre generaciones. Parte de la eficiencia puede perderse cuando las selecciones se hacen muy tempranamente, pero aun si pueden obtenerse ganancias genéticas modestas en cada generación, la ganancia genética final por unidad de tiempo será de importancia.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. CAMPHINHOS, Jr. E. & IKEMORY, Y.K. Cloning *Eucalyptus* spp.. s.n.t. 5 pp.
2. LIBBY, W.J. & JUND, E. Variance associated with cloning. *Heredity*, 17(4): 533-40, 1962.
3. SAKAI, K. & MUKAIDE, H. Estimation of Genetic, Environmental and Competitive Variances in Standing Forests. *Silvae Genetica*, 16 (5-6): 149-192, 1967.
4. SCHUTZ, W.M. & BRIM, C.A. Intergenotypic Competition in Soybeans. I Evaluation of Effects and Proposes Field Plot Design. *Crop sci.*, 7: 371-6, 1967.
5. VAN WYK, G. Tree Breeding in Support of Vegetative Propagation of *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden. (Paper presented at the tenth regular meeting of the SARCCUS Standing Committee for Forestry, Sabie River Bungalows, 21-24 May, 1985).
6. ZOBEL, B.J.; VAN WYK, G. & STAHL, P. Growing Exotic Forests. New York, John Wiley & Sons, 508 p. 1987.

MODELO PARA EVALUAR PRODUCCION DE
OLEORRESINA

César Alarcón Araya (*)

RESUMEN

El simulador "Resina", descrito en este trabajo, permite evaluar técnica y económicamente la viabilidad del proceso de resinación por exudación en plantaciones de *Pinus radiata* (D. Don) (1).

La visualización económica se logra mediante las salidas del simulador. Se pueden analizar en detalle la productividad de la mano de obra, la organización y en especial los costos e ingresos del proceso de resinación para las principales fuentes de variación de costos. Estos son: el intervalo de tiempo entre cortes (tiempo entre una incisión y otra), y las características del bosque, dando origen a diferentes casos de resinación.

Los resultados obtenidos con el modelo, permiten al planificador analizar y sensibilizar su proyecto (por precio del producto y pago al propietario de bosque), para decidir si incorpora o no la resinación a su negocio de producción de madera.

ABSTRACT

The "Resin" simulator described in this report provides a means for evaluating the technical and economic feasibility of obtaining resin from *Pinus radiata* (1) plantations by an exudation process.

The economic visualization is attained by the simulator's outputs. A detailed analysis of labour, productivity, organization, cost and revenues can be made for the main sources of cost variation such as: the time -lap between cuts (time between one incision and another), and the forest characteristics that give different schemes of resination.

The results provided by the model allow the planner to analyze and make sensibility adjustments according to the prices and terms to the landowner, so as to decide whether or not to incorporate resination to the business of lumber production.

This work also mentions how the technical coefficients used by the simulator were obtained from a previous labour productivity study. An organization example is shown using "Resin".

(1) Desarrollado por Alarcón, C. y Bosch, A. 1986, con algunas modificaciones funcionales.

(*) Ingeniero Forestal. Gerencia Técnica. Instituto Forestal. Huérfanos 554 Piso 3, Santiago - Chile.

INTRODUCCION

La industria elaboradora de productos derivados de la resina tiene como materia prima fundamental la oleorresina, producida y contenida en algunas especies de la familia Pinaceae.

Estos productos incluyen la oleorresina bruta, la colofonia, la trementina y una amplia variedad de productos químicos derivados, especialmente monoterpenos obtenidos de esta última, los cuales son de amplio consumo en la industria de jabones, impresión y estucos para papel.

Este trabajo considera y analiza, el proceso de exudación de árboles vivos, el cual consiste en recolectar la oleorresina que fluye desde el interior del árbol a través de incisiones (cortes) practicados en el fuste ("gum naval stores"). Esta forma de resinación es una operación intensiva en mano de obra.

La unidad de intervención a nivel de árbol, mediante cortes (o incisiones) se denomina cara, de tal modo que la suma de sus anchos no sobrepase el DAP del árbol (que equivale aproximadamente a un tercio del perímetro del árbol). Esta última exigencia determina el que exista un número máximo de caras posibles de acuerdo con el rango diamétrico. Así árboles con un DAP de 24 a 35,9 cm sólo podrán tener dos caras y entre 36,0 a 47,9 cms de DAP contendrán 3 caras.

Desde el punto de vista económico, el éxito de la resinación depende en gran medida de la productividad de la mano de obra, es decir del tiempo requerido para la ejecución de las distintas actividades asociadas al proceso de resinación, como también de la organización del personal que origina el más alto porcentaje de los costos operacionales de esta faena.

La faena de resinación comprende las siguientes actividades, que se realizan en forma secuencial, tanto para rodales como para árboles: preparación del árbol, ejecución del primer corte, fijación de la primera bolsa receptora, ejecución de 5 a 7 cortes ascendentes, fijación de la segunda bolsa receptora, continuación de los cortes ascendentes y, finalmente, cosecha.

METODOLOGIA

El enfoque técnico del modelo se resuelve considerando varios algoritmos y relaciones derivadas de estudios parciales (ALARCON, C. y BOSCH, A. 1986), en lo referente a:

- 1) Productividad de la mano de obra.
- 2) Organización de las faenas de resinación.
- 3) Funciones de producción para árboles de dos y tres caras sometidos a resinación. (1)
- 4) Otras relaciones para el desarrollo lógico-secuencial.

Productividad de la Mano de Obra

Para determinar la productividad de la mano de obra se efectuaron mediciones del tiempo de trabajo durante todo el desarrollo de una faena de resinación. Se aplicó el método "mediciones de tiempos parciales" (KLAGGES, R. 1982). Consiste en medir y registrar la duración de cada tarea dentro de cada una de las actividades de trabajo.

Las actividades en estudio corresponden a cada una de las etapas principales del proceso de resinación y se asocian a tiempos directamente productivos.

- | | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| a) Preparación del árbol | d) Ejecución del corte ascendente |
| b) Ejecución del primer corte | e) Cosecha |
| c) Fijación de la bolsa receptora | |

(1) En la V Región

Los tiempos indirectamente productivos son aquellos que se emplean (o se pierden) en la ejecución de tareas que conducen a la realización de cada una de las actividades definidas.

Los coeficientes técnicos de tiempos de trabajo (1) que se muestran en la Tabla 1 se relacionan con cada unidad de producción aislada, es decir, influyen los llamados tiempos directamente productivos y algunos de los tiempos indirectamente productivos (que pueden imputarse a un árbol). Se diferencian para árboles de dos y tres caras.

- (1) Con validez estadística, muestra inicial $n_1 = 60$, con recálculo y una dispersión significativa en torno al promedio o tolerancia fijada (error 10%).

TABLA 1
COEFICIENTES TECNICOS DE TIEMPOS DE TRABAJO
DE APLICACION GENERAL

Actividad	Tareas	Coeficientes Técnicos (seg/árbol)	
		Promedio para árboles de dos caras	Promedio para árboles de tres caras
Preparación del Arbol	Desrame Desbaste y Alisado	48,70 61,62	50,42 93,65
	Traslado	$12,07 \times f_t$ $C_1 = 110,32 + 12,07 \times f_t$	$12,07 \times f_t$ $D_1 = 144,07 + 12,0 \times f_t$
Ejecución del primer corte	Corte, zona estimulante y aplicación estimulante	68,58	114,62
	Traslado	$9,48 \times f_t$ $C_2 = 68,58 + 9,48 \times f_t$	$9,48 \times f_t$ $D_2 = 114,62 + 9,48 \times f_t$
Fijación de la bolsa receptora	Fijación de la bolsa	33,12	52,03
	Traslado	$9,09 \times f_t$ $C_3 = 33,12 + 9,09 \times f_t$	$9,09 \times f_t$ $D_3 = 52,03 + 9,09 \times f_t$
Ejecución del corte ascendente	Corte y aplicación de estimulante	45,70	80,87
	Traslado	$5,82 \times f_t$ $C_4 = 45,70 + 5,82 \times f_t$	$5,82 \times f_t$ $D_4 = 80,87 + 5,82 \times f_t$
Cosecha	Recolección, transporte y envasado	113,26 $C_5 = 113,26$	169,89 $D_5 = 169,89$

- (1) f_t , se define como el espaciamiento medio de los árboles que van a ser resinados en un rodal dividido por el espaciamiento medio correspondiente a la densidad de resinación para la cual se efectuó el muestreo.

Rendimientos de la mano de obra

Los coeficientes técnicos de tiempos de trabajo así calculados, permiten determinar en términos generales, los rendimientos de la mano de obra por actividad en jornadas por hectárea, aplicando las ecuaciones que se indican en la Tabla 2.

TABLA 2
RENDIMIENTO DE LA MANO DE OBRA EN LA FAENA DE RESINACION

Actividad	Nombre	Rendimiento de la Mano de Obra (Jornada/Hectarea)
1	Preparación	$R_1 = \frac{1}{3.600H} [C_1 X_2 + D_1 X_3]$
2	Primer corte	$R_2 = \frac{1}{3.600H} [C_2 X_2 + D_2 X_3]$
3	Bolsa receptora	$R_3 = \frac{1}{3.600H} [C_3 X_2 + D_3 X_3]$
4	Corte ascendente	$R_4 = \frac{NCC}{3.600H} [C_4 X_2 + D_4 X_3]$
5	Cosecha	$R_5 = \frac{1}{3.600H} [C_5 X_2 + D_5 X_3]$

Donde:

R_i = Rendimiento de mano de obra para la actividad i (Jornada/ha)
 C_i = Coeficiente técnico de trabajo para árboles con 2 caras en la actividad i .
 D_i = Coeficiente técnico de trabajo para árboles con 3 caras en la actividad i .
 x_2 = Densidad de resinación para árboles de 2 caras (árb/ha).
 x_3 = Densidad de resinación para árboles de 3 caras (árb/ha).

Estas ecuaciones para calcular la productividad de la mano de obra se incorporaron al simulador "Resina".

El objetivo de la organización es conocer el número necesario de trabajadores permanentes y el tiempo requerido para ejecutar todas las actividades secuenciales que componen el proceso de resinación, considerando diferentes características como superficie, densidad de resinación, poda, número de caras, número de cortes ascendentes, e intervalo de tiempo entre cortes.

Organización del personal

Para los efectos de organización del personal se adoptó como criterio, mantener un número no decreciente de trabajadores durante todo el desarrollo de una faena de resinación, con el propósito de favorecer su estabilidad laboral durante este período, lo que redundará en una mayor eficiencia en el proceso.

Para asignar el trabajo al personal se toma como base la unidad llamada cara, ya que facilita el pago a trato del trabajo, que se fija de acuerdo con el número de caras trabajadas por cada operario. La forma de pago por cara trabajada es la más conveniente, ya que evita el tener que estimar el número de caras por hectárea.

La organización del personal se realiza en función de la actividad que ocupa la mayor parte del tiempo total de la mano de obra. Esta actividad corresponde a la ejecución de los cortes ascendentes, debido a que es necesario estimular constantemente nuevas zonas en cada cara para mantener un flujo de oleoresina. De esta forma, cada nuevo corte ascendente se debe realizar en un plazo máximo determinado que sea igual para cada corte ascendente. Este plazo se fijó en 14 días (de los cuales 10 ó 12 son días hábiles, si se consideran 1 ó 2 días de descanso a la semana respectivamente), que corresponde a la duración del intervalo de tiempo entre cortes usado actualmente en las faenas de resinación.

El número diario de trabajadores requeridos para la ejecución de los cortes ascendentes se calcula de la siguiente manera:

$$TCA = \frac{R_4 \cdot S}{DH}$$

TCA = Número diario de trabajadores requeridos para ejecutar la actividad de cortes ascendentes.

R₄ = Rendimiento de mano de obra (jorn/ha) en la actividad de cortes ascendentes.

S = Superficie de resinación (ha).

DH = Días hábiles del intervalo de tiempo entre cortes de 14 días. Adquiere los valores 10 y 12.

El valor obtenido de TCA se hace también extensivo a las actividades restantes de preparación del árbol, ejecución del primer corte, fijación de la bolsa receptora y cosecha. Esto se efectúa para cumplir con el objetivo de mantener un número no decreciente de trabajadores durante toda la faena. Luego se calcula el número de días requeridos para realizar cada una de estas últimas actividades, que se caracterizan por ser independientes de la duración del intervalo de tiempo entre cortes. El número de días requeridos, que puede ser mayor o menor a 14 días, se calcula de la siguiente manera:

$$DIRE_i = \frac{R_i \cdot S}{TCA}$$

Donde:

DIRE_i = Número de días requeridos para ejecutar la actividad i (donde i = 1, 2, 3 y 5).

R_i = Rendimiento de mano de obra (Jornada/ha) para la actividad i (donde i = 1, 2, 3 y 5).

S = Superficie de resinación (ha)

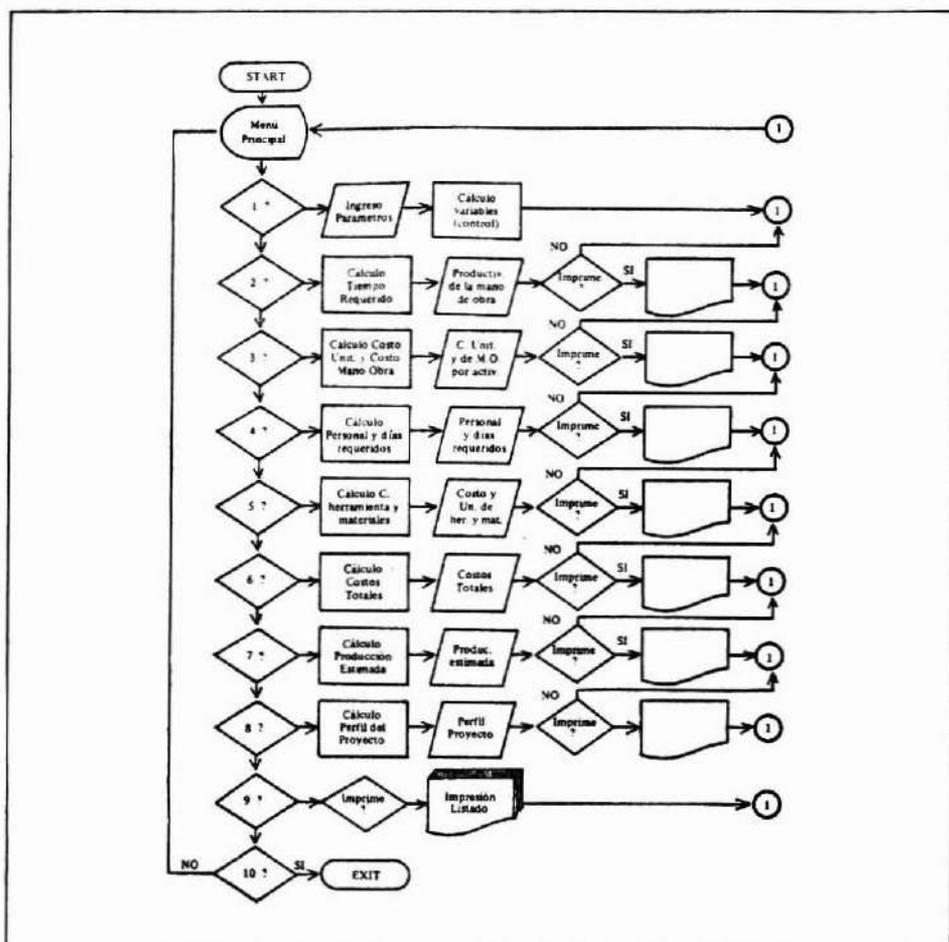
TCA = Número diario de trabajadores requeridos para ejecutar la actividad de cortes ascendentes.

Una vez que se conoce el número de trabajadores para una situación de resinación determinada, se asigna por trabajador la herramienta apropiada para cada tarea dentro de cada actividad de trabajo y la cantidad de material necesario, que es función del número de caras y del número de cortes totales que corresponda realizar en una faena.

A continuación se presenta una síntesis descriptiva del simulador "Resina" y luego se analiza un ejemplo de cálculo del número de trabajadores y el número de días requeridos, así como la asignación de las herramientas y los materiales necesarios.

SIMULADOR RESINA

El simulador dispone de varios módulos insertos en un menú principal, con una secuencia de procedimiento lógico, que permite evaluar un proyecto de resinación, como se aprecia en el siguiente diagrama:



El simulador aborda los problemas técnicos y económicos que se presentan al practicar la resinación.

Después de cada evaluación, "Resina" genera información (variables de respuesta) relativas a la productividad de la mano de obra, costos unitarios, costos de la mano de obra, personal requerido, costos y unidades requeridas de herramientas y materiales, costos totales, producción estimada y finalmente la rentabilidad del proyecto.

"Resina" fue diseñado, permitiendo al usuario efectuar dos tipos de evaluaciones económicas: a) el empresario se encuentra ejecutando parte del proyecto; b) quiere analizar la factibilidad de realizarlo. Esta flexibilidad de operación está en estrecha relación con las necesidades del usuario. En relación a esta estructura, la descripción general de "Resina" se subdivide en dos grandes etapas presentadas a continuación.

1) Los módulos 1, 2 y 3 del diagrama anterior, son los elementos que generan la información básica para la evaluación económica. El módulo 1 corresponde a la información ingresada por el usuario: tipo de cambio (\$/US\$), sabe del negocio (si, no), meses de resinación, sueldo mensual a pagar (\$), superficie (ha), tiene poda (si, no), antecedentes del rodal (tabla de rodal o estimación de densidad de resinación y el valor porcentual de participación de árboles con 2 y 3 caras).

Con estas variables de control que activan a "Resina", los módulos 2 y 3 calculan la productividad de la mano de obra y el costo unitario (\$/cara) que deberá pagar el empresario.

2) Mediante la información generada de los módulos antes presentados, "Resina" calcula el personal que se requiere en la resinación y continúa con la evaluación económica en los módulos 5 y 6 para finalmente entregar el perfil del proyecto.

Para lograr estos resultados, el simulador cuenta con una serie de relaciones funcionales, que se activan con los algoritmos y con variables de control generados por el usuario.

UNA APLICACION DE "RESINA"

Con el objeto de mostrar la organización del personal en diferentes situaciones de resinación, se consideran los siguientes datos fijos:

Superficie (ha)	:	100
Cortes ascendentes	:	11
Intervalo de tiempo entre cortes (días)	:	14

Los datos variables que caracterizan los diferentes casos de resinación son las siguientes:

TABLA 3

SITUACIONES DE RESINACION PARA ORGANIZAR EL TRABAJO

Situación	A	B	C	D	E	F	G	H
Densidad de resinación (arb/ha)	400	400	600	600	400	400	600	600
Arboles de dos caras (%)	100	100	100	100	0	0	0	0
Arboles de tres caras (%)	0	0	0	0	100	100	100	100
Existencia de poda	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI

MODELO PARA EVALUAR LA PRODUCCION DE OLEORRESINA

Con los datos fijos y variables de control: superficie (ha), densidad de resinación (arb/ha), árboles de dos caras (%) y de tres caras (%) y existencia de poda, ingresados al simulador "Resina", se obtiene la siguiente información, en orden de importancia.

- a) Número de caras totales que se asignarán a cada trabajador. Esta medida constituye la base para asignar el trabajo al personal, a fin de ejecutar en forma secuencial todas las actividades, efectuar la supervisión del trabajo y el pago a trato.
- b) Número diario de trabajadores requeridos para efectuar todas las actividades secuenciales de trabajo (TCA). Conocido este valor, se contrata el personal y se asignan las herramientas.
- c) Superficie que se asignará a cada trabajador. Conocido este valor se distribuye el personal en el bosque.
- d) Número de días requeridos para la realización de cada actividad en el tiempo total de una faena de resinación. Con esta información se confecciona un calendario de actividades para cumplir con cada una de ellas en un plazo definido y conocer el flujo de costos de toda la faena.

En la siguiente Tabla se presenta el número de trabajadores, la superficie y el número de caras totales requeridas, en las diferentes situaciones de resinación definidas anteriormente.

TABLA 4

NUMERO DE TRABAJADORES, SUPERFICIE Y CARAS REQUERIDAS EN DIFERENTES SITUACIONES DE RESINACION

Concepto	Situación							
	A	B	C	D	E	F	G	H
N° de trabajadores requeridos	9	9	14	14	16	16	23	23
Superf. asignada por trabajador (ha)	11,1	11,1	7,1	7,1	6,3	6,3	4,4	4,4
N° de caras asignadas por trabajador	8889	8889	8572	8572	7500	7500	7826	7826

En las situaciones con 100% de árboles de tres caras se requiere asignar un menor número de caras por trabajador, debido a que se obtiene un menor rendimiento por cara, como consecuencia del mayor espesor de corteza.

El número de días requerido para la realización de cada actividad, en el tiempo total de una faena de resinación en las diferentes situaciones de resinación definidas, se presenta a continuación.

TABLA 5

**NUMERO DE DIAS REQUERIDOS PARA LA REALIZACION
DE CADA ACTIVIDAD**

Actividad	Situación							
	A	B	C	D	E	F	G	H
Preparación	25,1	15,1	23,9	14,2	18,1	12,3	18,6	12,5
Primer Corte	16,1	16,1	15,1	15,1	14,4	14,4	14,8	14,8
Bolsa receptora	17,3	17,3	16,1	16,1	14,1	14,1	13,8	13,8
Corte ascendente	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0	110,0
Cosecha	46,7	46,7	67,4	67,4	39,4	39,4	61,6	61,6
Días hábiles de la faena	215,2	205,2	232,5	222,8	196,0	190,2	218,8	212,7
Meses de la faena	9,8	9,3	10,6	10,1	8,9	8,6	9,9	9,7

Al resinar un bosque que haya sido podado, el tiempo de preparación disminuye en 10 días hábiles para las situaciones con 100% de árboles de dos caras, y solamente en 6 días hábiles para las situaciones con 100% de árboles de tres caras. Esto se debe a que en este último caso, puesto que existe un mayor número de caras por árbol, cada trabajador necesita efectuar la preparación de un menor número de árboles, de modo que el ahorro de tiempo, es también proporcionalmente menor. El hecho de que el bosque haya sido podado da origen a una mayor disponibilidad de tiempo al comienzo de la actividad de preparación y produce además una disminución de los costos.

De las Tablas anteriores, se deduce que al efectuar un total de 12 cortes, una temporada de resinación puede durar como máximo 10 meses (en bosques con poda). Aproximadamente el 50% del tiempo (5 meses) corresponde al tiempo requerido para realizar los 11 cortes ascendentes. Para corresponder al período del año más adecuado, estos meses deben coincidir con aquellos en que se registre la mayor temperatura media dentro del bosque, que debe superar además los 15°C.

Este análisis, es posible mediante "Resina" el cual determina además los costos, ingresos y rentabilidad del proyecto completo, los que por su extensión no se presentan en este trabajo.

CONSIDERACIONES ACERCA DEL SIMULADOR

Algunos algoritmos que debieran emplearse para alcanzar los objetivos planteados, tienen también limitantes, tales como:

- a) Para la actividad de cosecha, la obtención de los coeficientes técnicos de tiempos, no se efectuó por un muestreo a cada una de las tareas constituyentes, dado que se registró previamente una gran variabilidad de un rodal a otro. Esto hace difícil determinar un valor promedio representativo. Estas se obtuvieron y se incorporaron a "Resina", dividiendo el número de jornadas totales de cosecha por el número de caras totales a cosechar (contabilizadas por el capataz de las faenas), de todos los rodales resinados. Se supone que el tiempo promedio de traslado en esta actividad es

directamente proporcional a la densidad de resinación. Por lo que cada coeficiente de tiempo para árboles de dos y tres caras se multiplica por un factor de conversión definido como: $jic = DNR/400$, donde DNR es la densidad de resinación.

- b) El rendimiento de oleorresina producida entre árboles es calculada mediante funciones matemáticas válidas para ciertos períodos del año, número limitado de sitios y situaciones de manejo.
- c) La base de datos con la cual se construyeron las funciones de rendimiento, es de bajo espectro, por cuanto los resultados obtenidos de ella pueden ser aplicados sólo para el universo considerado en la base.
- d) En general, los coeficientes de correlación y el error cuadrático medio de las relaciones funcionales indican una aceptable bondad de ajuste de las ecuaciones a la base de datos.

Sin embargo, considerando estas limitaciones, los resultados que entrega "**Resina**" son de gran utilidad para tomar decisiones respecto a incorporar proyectos de resinación a la actividad del sector forestal.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ALARCON, C. y BOSCH, A. 1986. Producción de Oleorresina en *Pinus radiata* (D. Don) en la V Región, Organización y Costos del Proceso. Tesis Escuela de Ingeniería Forestal, Universidad de Chile.
2. BLUHM, E. y DIAZ, F. 1964. Resinación en plantaciones de Pino insigne. En: Instituto Forestal. Actas de la reunión sobre investigaciones en productos forestales. Concepción, Chile. Informe Técnico N° 21, pp. 102-108.
3. DIAZ, F. 1963. Resinación en plantaciones de Pino Insigne. Tesis Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción. 139 p.
4. GREENHALGH, P. 1982. The production, marketing and utilization of naval stores. Report of the Tropical Products Institute. Londres. 177 pp.
5. INSTITUTO FORESTAL. 1978. Informe de avance de proyecto de extracción de oleorresina de Pino Radiata chileno. Temporada 1977-1978, Santiago, Chile. 41 p.
6. KLAGGES, R. 1982. Estudio de tiempos y rendimientos. Apuntes de la cátedra de Explotaciones Forestales. Santiago, Universidad de Chile. Fac. de Ciencias Forestales. 46 p.
7. KOSSUTH, S.V. Biomass Chemicals: Improvement in Quality and Quantity.

INCORPORACION DE ASTILLAS DE DESPUNTES EN TABLEROS DE PARTICULAS

Hernán Poblete Wilson (*)

RESUMEN

En este trabajo se analizan las características de las astillas producidas a partir de despuntes de tableros, y el efecto producido al incorporar este material en la capa media de tableros de partículas.

Para caracterizar las astillas se determinaron la densidad, capacidad de absorción, forma y tamaño, superficie específica, valor pH y capacidad tampón del nuevo material. Con el objeto de evaluar la factibilidad de incluir los despuntes en los tableros, se fabricaron paneles de 19 mm de espesor, 608 kg/m³ de densidad y con proporciones de 14% y 40% de astillas de despuntes. Como adhesivo se utilizó Ureaformaldehído, en cantidades equivalentes a 7%, 6,4% y 5,3%. A estos tableros se les determinó; densidad, flexión (Módulo de rotura), tracción, hinchamiento, y absorción de agua.

ABSTRACT

*The characteristics of particles produced with board wastes from *Pinus radiata* (D. Don) were analyzed. The effect of these particles, on physical and mechanical properties of the produced panels, was also studied.*

Specific weight, water absorption, particle geometry and specific area, ph-value, and buffer capacity of particles were determined.

Particle boards containing 14% and 40% of board waste-particles in the middle layer were manufactured. Other process parameters were density at 608 Kg/m³, board thickness of 19 mm, adhesive content of 7,0%, 6,4% and 5,3% of Ureaformaldehyde.

Internal bond, bending strength (MOR), thickness swelling and water absorption of the panels were also tested.

(*) Dr. Ingeniero Forestal. Inst. Tec. Prod. Forestales, Universidad Austral de Chile. Casilla 567, Valdivia-Chile.

INTRODUCCION

El permanente aumento de la exportación de productos forestales ha provocado un incremento en el valor de la madera. Este hecho sumado a la necesidad de disminuir los costos de producción para lograr una mayor competitividad de las industrias nacionales, hacen cada día más interesante el estudio de alternativas que aumenten el grado de aprovechamiento de las materias primas.

Este estudio tuvo por objetivo reciclar los despuntes de tableros de partículas de 19 mm de espesor, incorporándolos en la capa media de los tableros. Esto se traduce en disminuir el consumo de madera en porcentajes que variarán entre 2% y 10%.

El incluir este nuevo tipo de astillas involucra una serie de cambios, los que se analizan a continuación.

En primer término cabe mencionar que debido a que las partículas producidas a partir de despuntes de tableros, provienen de un material que ha sido encolado y prensado la densidad normal de la madera se encuentra alterada, ya que se ha impregnado con adhesivo y comprimido durante el prensado. Este cambio en la densidad afecta la razón de compresión (densidad del tablero/densidad de la madera) y por consiguiente a las propiedades del tablero (VITAL, LEHMANN y BOONE, 1974; URZUA y POBLETE, 1980).

La impregnación de las partículas y su densificación durante el prensado pueden provocar una disminución de la capacidad de absorción. Este cambio tiene un efecto negativo sobre la penetración del adhesivo en la madera, produciéndose una pérdida en la resistencia de la unión por adhesión mecánica, lo cual se traduce en una disminución de las resistencias del producto final (POBLETE, 1978).

El proceso de desintegración de los despuntes, llevado a cabo con un chipeador, da origen a partículas de forma y tamaño diferentes a las que normalmente se utilizan en la capa media de los tableros. Este cambio en la geometría de las partículas puede favorecer a algunas propiedades y empeorar otras (POST, 1958; POBLETE, 1985). Por esta razón se deberá determinar exactamente las dimensiones del nuevo material, y calcular su superficie específica, para poder corregir la dosificación de adhesivo y lograr una distribución adecuada de éste.

Aparte de los cambios físicos mencionados anteriormente, es posible que en el material de despuntes se presenten algunos cambios químicos por la presencia de Ureaformaldehído. De ellos es necesario estudiar, por su efecto sobre el proceso de fraguado del adhesivo, el valor de pH y la capacidad tampón, ya que bajo condiciones adversas pueden acelerar o detener el proceso de fraguado reduciendo las resistencias de las uniones (SANDERMANN y ROTHKAMM, 1959; ROFFAEL, RAUCK, y von BISMARCK, 1975).

MATERIAL Y METODO

Para cumplir con los objetivos planteados se seleccionó una muestra de despuntes de tableros de 19 mm de espesor y con una densidad promedio de 620 Kg/m³.

La muestra de despuntes fue procesada en un chipeador marca Klöckner provisto de una criba de selección con perforaciones de 15 mm de arista.

El material obtenido de este equipo fue posteriormente tamizado con una malla con orificios de 5 mm para separar el material más grueso y determinar el rendimiento en partículas utilizables.

Las partículas normales, testigos, y las originadas por el chipeado de los despuntes, fueron estudiados para determinar los parámetros que se describen en seguida.

Una vez caracterizado los materiales a utilizar se procedió a fabricar tableros en los cuales se incluyeron las partículas producidas de despuntes en la capa media.

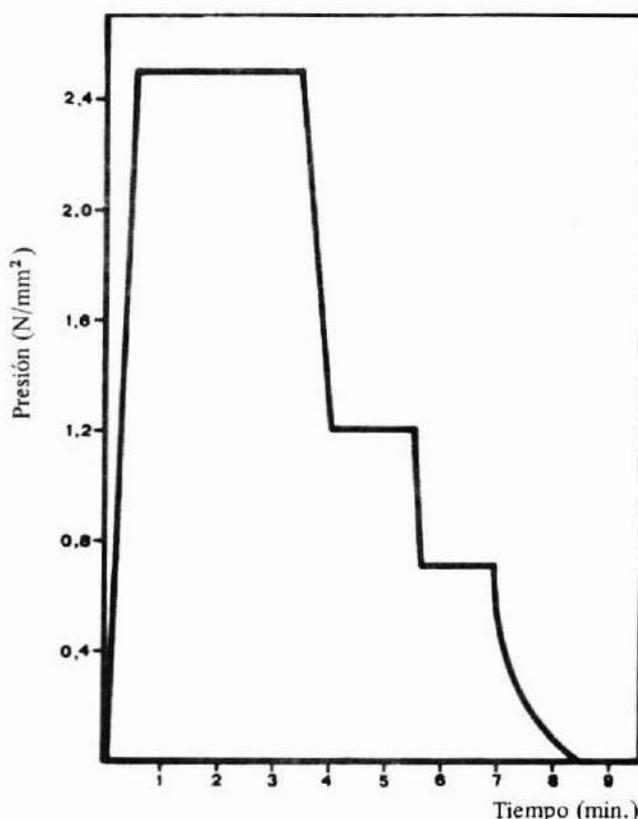
Las proporciones en que se incluyó este nuevo tipo de partículas fueron 14% y 40% calculado en base al peso de las virutas normales para capa media.

A estas variables se agregó el contenido de adhesivo el cual se cambió considerando la diferencia en superficie específica de los materiales utilizados. Teniendo en cuenta lo anterior se trabajó con cantidades de adhesivo equivalentes a las industriales, 7% resina sólida en capa media, y con un porcentaje calculado para lograr una cantidad de adhesivo disponible por superficie (g/m^2) igual a la de los tableros normales.

El ciclo de prensado utilizado para fabricar los tableros consideró tres niveles de presión (2,5; 1,2 y 0,7 N/mm^2) y un tiempo total de 8,5 minutos. La temperatura de prensado se mantuvo constante en 150°C . La forma en que varían los factores presión y temperatura se encuentra graficada en la Figura 1.

FIGURA 1

CICLO DE PRENSADO EMPLEADO PARA LA
FABRICACION DE LOS TABLEROS
(Temperatura de los platos: 150°C)



Con estas variables y los correspondientes testigos se llegó a una cantidad total de 20 tableros los que fueron ensayados de acuerdo con las normas DIN en sus propiedades Flexión, Tracción, Hinchamiento (2 y 24 horas) y Absorción de agua.

Densidad

La densidad de las partículas fue determinada a humedad de ensayo (3,72%) midiéndose el volumen en un volumenómetro y el peso en una balanza digital con una precisión de 0,001 g.

Capacidad de absorción

Para medir este parámetro se sometió una cantidad dada de partículas (en peso) a un baño de agua a 20°C. Posteriormente se centrifugaron a 4.000 rpm para finalizar con una medición del agua absorbida por diferencia de peso en estufa a 103°C.

Análisis de la composición de tamaños

La medición de la composición por tipo de tamaño, del largo, espesor y coeficiente de esbeltez, se efectuó de acuerdo con la metodología propuesta por POBLETE (1979) tomando muestras de 100 g, tamizándolas y midiendo largo y espesor de cada clase de tamaño. Con el promedio de estos valores se calculó el coeficiente de esbeltez de cada tipo de partículas y ponderando por el porcentaje de participación en la muestra, se determinaron las dimensiones promedio de las virutas.

Superficie específica

El cálculo de superficie específica se realizó utilizando la fórmula de KLAUDITZ (1956).

$$S. \text{ esp (m}^2\text{/100 g madera seca)} = \frac{0,2}{d \times e}$$

Donde:

- d = Peso específico
- e = Espesor de partículas

Valor de pH

El pH de las muestras se determinó en una solución de astillas en agua destilada en una proporción de 1:10 con un pH-metro digital Knick a una temperatura de 20°C. Las mediciones se llevaron a cabo luego de 4 horas de agitación a 200 rpm.

Capacidad tampón

Para la determinación de la capacidad tampón se procedió de acuerdo con la metodología recomendada por SANDERMANN y ROTHKAM (1959), agitando harina del material en estudio, en una solución de Hidróxido de Sodio (n/1000) en proporción 1:10 durante 2 horas a 150 rpm.

La fórmula aplicada para el cálculo fue la siguiente:

$$C.T. = \frac{(\text{mol (g/l)} \times \text{Peso atro (\%)} \times 2000)}{\text{NaOH (ml)} (1000 + \text{humedad (\%)}) \text{ ph} \times \text{Peso astillas (g)}}$$

En forma paralela a la determinación de la capacidad tampón con hidróxido de sodio, se realizó una medición de esta propiedad con ácido clorhídrico.

Para ello, se tomaron 15 g de astillas y se introdujeron en un matraz con 200 ml de agua destilada. Posteriormente se calentaron bajo unidades de refrigeración hasta su ebullición. Luego de enfriar la muestra se tomaron 100 ml del extracto, se midió el pH inicial, y se agregó ácido (0,1 N) por medio de micropipetas hasta lograr un valor de pH 3. La cantidad de ácido consumido equivale a la capacidad tampón. Este procedimiento, aparte de permitir la comparación de los métodos con NaOH y HCl, tiene la ventaja de medir pH y capacidad tampón luego de tratar las muestras a 100°C. Vale decir, mide las propiedades de las partículas en las condiciones a las que se encontrarán durante el prensado.

RESULTADOS Y DISCUSION

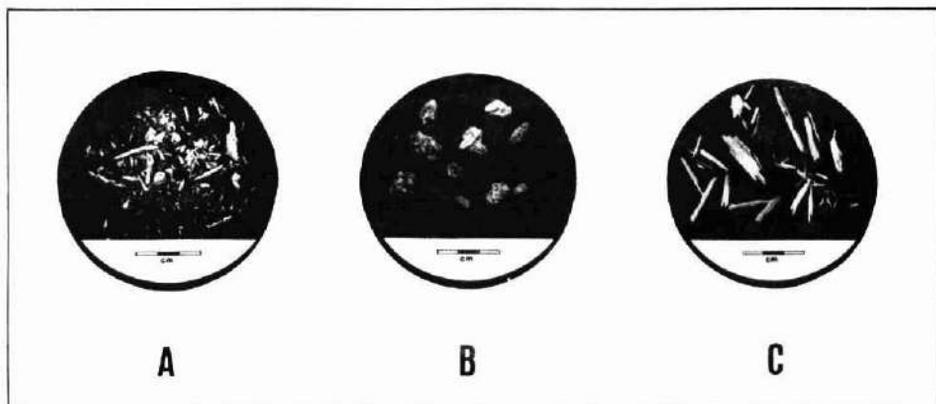
Rendimiento del despunte luego del chipeado

La primera etapa del proceso de clasificación del material obtenido del chipecado de los despuntes, consistió en un tamizado para eliminar las fracciones más gruesas, menos trituradas. De un total de 41,45 Kg tamizados se clasificaron como rechazo 13,85 Kg lo cual equivale a un 33,4% del total.

El aspecto de ambas fracciones y de las partículas normales se presenta en la Figura 2.

FIGURA 2

ASPECTOS DE LAS PARTICULAS DE DESPUNTE UTILIZADAS EN LA FABRICACION DE LOS TABLEROS (A); DEL MATERIAL RECHAZADO LUEGO DEL TAMIZADO (B) Y DE LAS VIRUTAS NORMALES (C)



Determinación de la densidad de las partículas

La medición de este parámetro se llevó a cabo tanto en las virutas normales como en las fracciones clasificadas como rechazo y utilizables de las partículas de despuntes. Los resultados del análisis de diez muestras de cada tipo, determinaron que el material de rechazo tenía una densidad de $600,4 \text{ Kg/m}^3$, mientras que en las astillas utilizables y las partículas normales se registraron densidades de $509,9 \text{ Kg/m}^3$ y 338 Kg/m^3 respectivamente.

Los resultados de densidad permiten constatar que el material de rechazo conserva una densidad similar a la de los tableros originales (620 Kg/m^3). Las partículas más desmenuzadas y clasificadas como utilizables presentan una densidad promedio más baja, producto de la descompactación de los despuntes. La densidad de las virutas normales es notablemente más baja y corresponde a los valores registrados normalmente en madera juvenil de *Pinus radiata* D. Don.

Estos valores de densidad dan razones de compresión de 1,8 con virutas normales y 1,2 con partículas de despunte al fabricar tableros con una densidad de 620 Kg/m^3 , lo cual significa que las virutas normales serán comprimidas en una proporción muy superior a las de despunte durante el prensado.

Al respecto cabe mencionar que en general al aumentar la densidad de las maderas utilizadas disminuyen las propiedades mecánicas (STEGMANN y DURST, 1964). Esto se debe a que al existir una mayor compactación del material se produce un mayor contacto entre las partículas y una mejor unión entre ellas. Dado que la razón de compresión es un parámetro que debiera registrar como mínimo un valor de 1,2 se puede aseverar que las partículas de despuntes pueden ser incluidas en combinación con virutas normales.

Pese a lo anterior, la mayor densidad que poseen las partículas de despuntes se traduce en que la cantidad de partículas por cada 100 g será menor que en el caso de las virutas normales. Esto influirá notablemente sobre valores de superficies específicas permitiendo una mayor disponibilidad de adhesivo por superficie en el caso de las partículas de despunte.

Capacidad de absorción

Las muestras para determinar la capacidad de absorción fueron tratadas con agua destilada durante tiempos que variaron entre 1 y 10 min. Luego de una centrifugación durante 30 segundos se midió la cantidad de agua retenida, sin que se observara una influencia del tiempo de permanencia en el agua.

Los resultados del ensayo dieron valores de 98,3% en el caso de las virutas normales, y 80,5% en las astillas de despuntes.

Los resultados obtenidos permiten concluir que las partículas de despunte presentan una capacidad de absorción notablemente inferior a la de las virutas normales. Esto se debe a que las células de la madera de despuntes se encuentran comprimidas por el prensado y parcialmente obstruidas por el adhesivo. Esta disminución en la absorción tiene un efecto sobre la penetración del adhesivo y la formación de los denominados dedos de cola, todo lo cual se traducirá en una reducción de la adhesión mecánica (POBLETE, 1979). Cabe agregar que la menor capacidad de absorción de las partículas de despunte permitirá que una mayor parte del adhesivo permanezca en la superficie de éstos, lo que podría afectar favorablemente a la unión entre virutas, siempre que se logre una adhesión mecánica adecuada.

Análisis de la composición de tamaños

Para realizar este análisis se tomaron varias muestras de 100 g y se tamizaron. A cada una de las clases de tamaño clasificadas se les determinó el largo, espesor y coeficiente de esbeltez promedio. Los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro 1.

CUADRO 1

PARTICIPACION DE LOS DIFERENTES TAMAÑOS DE PARTICULAS
EN LAS MUESTRAS Y DIMENSIONES PROMEDIO DE ESTAS

Tamiz		Virutas normales				Partículas de despunte			
Muehas	mm	%	L	E	CE	%	L	E	CE
5	4,0	24	25,72	0,84	30,6	7	11,10	1,99	5,6
7	3,0	12	24,95	0,72	34,7	34	11,40	1,40	8,1
9	2,0	15	19,30	0,53	36,4	0	0,00	0,00	0,0
12	1,5	15	16,00	0,49	32,7	15	7,80	0,70	11,1
16	1,0	12	15,30	0,52	29,4	14	6,30	0,54	11,7
base	0,0	22	8,95	0,23	38,9	30	5,10	0,35	14,6

Nota: L = Largo; E = Espesor; CE = Coeficiente de esbeltez.

Al comparar los dos tipos de partículas se pudo apreciar que en el caso de las virutas normales una mayor cantidad de partículas se concentró en los tamaños más grandes. Los largos de partículas normales fueron notoriamente superiores, en todos los niveles, a los de las partículas de despunte. Esta relación es inversa cuando se comparan los espesores medidos.

Con los valores de largo y espesor se calculó el coeficiente de esbeltez de cada clase de tamaño. Los resultados de esta operación demuestran que las partículas de despunte son de forma relativamente cúbica en las clases de tamaño superiores, y alargadas cuando el desmenuzamiento en el chispeador ha sido más completo. Al ponderar las dimensiones de cada clase de tamaño por su participación en las muestras, se obtuvieron los promedios ponderados que se entregan en el Cuadro 2.

CUADRO 2

DIMENSIONES PROMEDIO DE LAS PARTICULAS DE DESPUNTE
Y DE VIRUTAS NORMALES

Tipo partícula	Largo mm	Espesor mm	Coeficiente esbeltez L/E
Partículas de despunte	8,24	0,90	9,2
Virutas normales	18,27	0,55	33,2

El reemplazo de las virutas normales por partículas de despuntes, se traduce en una disminución del largo, del coeficiente de esbeltez y un aumento del espesor promedio. Este cambio en las partículas significaría, si se tratara de madera normal, que la resistencia a la flexión de los tableros disminuye y que la resistencia a la tracción aumenta. Sin embargo este efecto no es aislado ya que se encuentra ligado a otros cambios de la materia prima que se analizan en este capítulo.

Superficie específica y adhesivo disponible

Con los valores obtenidos en el análisis del tamaño de partícula y de la densidad de la madera se pudo calcular la superficie específica de las virutas normales y de las partículas de despuntes.

En el caso de las virutas normales se determinó una superficie específica de 1,079 m²/100 g mientras que las partículas de despunte, por su mayor densidad, sólo registraron 0,436 m²/100 g. Al encolar la capa media con un 7% de adhesivo se tiene que las virutas normales dispondrán de una cantidad de adhesivo de 6,49 g/m², en tanto que las partículas de despunte alcanzarán a 16,06 g/m². Esto significaría que las partículas de despuntes presentan una notable ventaja sobre las virutas normales.

Las superficies específicas medidas en cada tipo de partícula, ponderadas por el porcentaje con que participan en la mezcla a incorporar en la capa media, dan como resultado la superficie interna de la mezcla. Estos nuevos valores fueron 0,822 m²/100 g en la mezcla que contempla el reemplazo de un 40% de la viruta normal y 0,989 m²/100 g para la mezcla con el reemplazo de un 14%. De esta forma, para mantener la cantidad de adhesivo disponible en 6,49 g/m² se tiene que para el reemplazo de un 40% se debe encolar con 5,3% de adhesivo. En el caso de incluir sólo un 14%, la cantidad de adhesivo será 6,4%.

Valor del pH

El pH de la madera, o del material que se incluya en el tablero, influye sobre el fraguado del adhesivo. Este parámetro normalmente se determina midiéndolo en una solución de harina de madera en agua destilada. En este caso, y debido a que la forma de las partículas determina la capacidad de intercambio de iones durante la reacción del adhesivo, se midió el valor de pH en las partículas y virutas sin que se alterara su tamaño.

Los promedios de pH obtenidos fueron 4,62 en el caso de las partículas de despunte y 4,56 en las virutas normales.

Los valores de pH de ambos tipos de partículas pueden considerarse iguales. La diferencia existente no debiera influir en el fraguado del adhesivo. Los resultados indican que el adhesivo que se encuentra en las partículas de despunte ha fraguado completamente y luego de 4 horas de agitación en agua destilada no cambia su composición química. Pese a lo anterior existe la posibilidad que al encontrarse bajo temperatura en la prensa pudiera reaccionar, interfiriendo de alguna manera el proceso de fraguado.

Capacidad tampón

Como se menciona en el punto respectivo de MATERIAL Y METODO, la medición de la capacidad tampón se realizó de acuerdo con dos metodologías diferentes.

El primer análisis efectuado se llevó a cabo determinando el cambio del valor de pH al mezclar una solución de hidróxido de sodio (N/1000) con las partículas. Los valores obtenidos con este método fueron 0,038 para las partículas normales y 0,035 con las astillas de despunte.

Al analizar estos resultados se verifica que la capacidad tampón, a temperatura ambiente, de las virutas normales es ligeramente superior a la de las astillas de despunte.

Pese a que los valores de pH discutidos en el punto anterior revelan que no existen diferencias entre los materiales, las cifras obtenidas para capacidad tampón indican que las partículas de despunte poseen extraíbles que consumen una cantidad de base levemente superior. La diferencia existente entre ambos tipos de partículas se debe a que al introducirlos en la solución, se produce una hidrólisis básica, la cual permite que en el caso de los despuntes, parte de los constituyentes del adhesivo sean liberados.

El efecto que tiene la diferencia en capacidad de tamponaje será poco notorio mientras se mantenga el material a temperatura ambiente. En todo caso, al encolar las partículas, el adhesivo (Ureaformaldehído) encontrará condiciones más favorables para comenzar a solidificarse en las partículas de despunte.

El estudio de la capacidad tampón con ácido clorhídrico luego de una cocción de las virutas permitió determinar diferencias más notorias entre los dos tipos de partículas.

En efecto, la cantidad promedio de ácido consumido fue de 2,40 ml en el caso de las virutas normales y de 2,82 ml con las astillas de despunte.

Los valores de capacidad tampón obtenidos por este método corresponden a las condiciones que se producirán durante el prensado, al subir la temperatura en el centro del tablero a 100°C. Con esta temperatura la cantidad y tipo de extraíbles liberados por la madera son diferentes a los obtenidos por extracción en agua a 20°C. De la misma forma, el adhesivo que se encuentra en las partículas de despunte impedirá la salida de parte de estos extraíbles y liberará otros compuestos químicos ajenos a la madera.

Los tipos de partículas presentan una diferencia de 0,4 ml (HCl 0,1 N), lo que no provocará diferencias significativas en el fraguado del adhesivo. Pese a lo anterior se debe tener presente que al subir la temperatura, el adhesivo fraguará más fácilmente cuando la proporción de despuntes sea menor.

Encolado y prensado de los tableros

Las astillas de despuntes y las virutas de madera fueron encoladas de acuerdo con lo establecido en la metodología y en los resultados del análisis de adhesivo disponible por superficie específica. Con esta variación en el contenido de adhesivo y considerando la cantidad de astillas de despunte incluidas en la capa media se definieron los tipos de tableros que se presentan en el Cuadro 3.

CUADRO 3

TIPOS DE TABLEROS CONFECCIONADOS PARA LOS ENSAYOS

Tipo de tablero	Materiales en la capa media		
	Virutas normales (%)	Astillas de despunte (%)	Adhesivos (%)
T (testigos)	100	—	7
A	86	14	7
B	60	40	7
C	86	14	6,4
D	60	40	5,3

El prensado se llevó a cabo según lo establecido en Material y Método, pudiendo observarse que al prensar los tableros tipo B y D, con 40% de despuntes, el tiempo de cierre de la prensa se redujo en un 50%. Esto se debió a que las partículas de despuntes poseen una densidad mayor y forman una estera más compacta y más fácil de comprimir. El tiempo necesario para el cierre total de la prensa disminuyó aproximadamente de 1 minuto a 30 segundos.

La densidad promedio de los tableros producidos fue de 608,8 Kg/m³ con una desviación estándar de 0,043. El análisis de varianza efectuado para verificar si algún tablero era diferente al resto, con respecto a su densidad, permitió verificar que no existieron diferencias significativas entre los tableros.

Resistencia a la flexión

Las cifras obtenidas del análisis estadístico de 235 probetas se presentan en el Cuadro 4.

CUADRO 4
ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA FLEXION, MODULO DE ROTURA,
SEGUN DIN 52362

Tablero Tipo	Flexión promed. N/mm ²	Desviación estándar	Error estándar %	Máxima N/mm ²	Mínima N/mm ²
T (testigos)	27,178	1,999	1,07	31,246	23,600
A	25,756	2,327	1,32	30,465	20,276
B	25,486	2,510	1,44	34,403	20,443
C	25,219	2,876	1,66	32,575	17,152
S	26,926	1,960	1,06	31,412	22,886

Los resultados de esta propiedad mecánica superan en todos los tratamientos la exigencia de la norma DIN 68761 (16 N/mm²) para este espesor de tablero (19 mm).

Los valores de desviación estándar indican la diferencia promedio existente entre los valores reales medidos, y la flexión media calculada. En este análisis la situación más desfavorable se presenta en el tipo C con una desviación de 2,876, lo que equivale a afirmar que los valores de flexión medidos podrán variar en un 11,4%. Esta situación se comprueba al observar que los valores máximos y mínimos del tipo C abarcan un rango de resistencia más amplio que el resto de los tratamientos.

Pese a lo anterior puede aseverarse que las desviaciones estándar medidas son pequeñas, lo cual demuestra que las muestras de resistencias de cada tipo de tableros son homogéneas.

El parámetro error estándar indica la posibilidad de variación que tiene el valor promedio de cada tratamiento. Se observa en el Cuadro 4, que estas cifras no superan a un 1,66% (tipo C), lo cual significa que la media representa a la muestra con un 98,34% de seguridad.

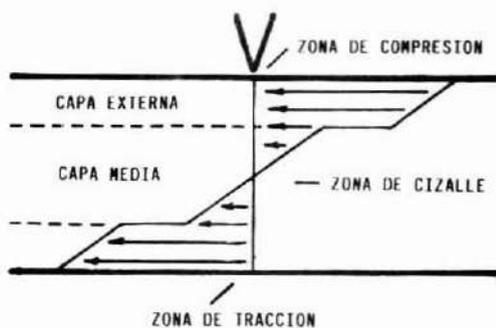
El análisis de varianza realizado para determinar si existen diferencias significativas entre los tratamientos reveló que son diferentes los tableros tipo T con respecto a los tipos B y C. Esta situación es similar al comparar los tableros C con los D.

FIGURA 3

PROBETAS DE FLEXION CON FRACTURAS DE ENSAYO ANORMALES



Probeta de flexión con fractura anormal



Esquema de distribución de las tensiones



Grupo de probetas anormales en flexión

Todo lo anterior revela que el mantener el contenido de adhesivo y agregar material de despuntes se produce una disminución de la flexión que sólo es significativa al incluir un 40% de este material en la capa media. Dado que las propiedades químicas estudiadas no presentan variaciones importantes (pH y capacidad tampón), esta leve reducción de la flexión puede atribuirse a la disminución en el coeficiente de esbeltez de las partículas. Al reducirse el contenido de adhesivo, manteniéndose la cantidad de adhesivo disponible por superficie específica, también se pudo determinar una ligera disminución en la resistencia. De acuerdo con el diseño experimental planteado y con las tendencias observadas al mantener el contenido de adhesivo en 7%, se podría haber esperado que los tableros tipo D presentaran los valores de flexión más bajos. Sin embargo al examinar los resultados expuestos en el Cuadro 4 se observa que los tableros tipo D registran una resistencia a la flexión más alta, semejante a la de los testigos. Este aumento de la flexión al incorporar 40% de despuntes con una disponibilidad de adhesivo constante ($6,49 \text{ g/m}^2$) puede atribuirse a la mayor rapidez con que se comprimieron las virutas de las capas externas durante el prensado. En el caso de la flexión, debe tenerse en cuenta que las diferencias entre los tratamientos son pequeñas, inferiores a un 10%, por lo que el aumento de la flexión en los tableros tipo D podría corresponder a variaciones normales dadas por el método de fabricación de los aglomerados.

Cabe destacar que durante el ensayo de flexión de los tableros tipo D se observó una fractura anormal en algunas probetas. Este fenómeno se observa en la Figura 3 y se produce por la presencia de una capa media débil. En efecto, al estudiar la distribución de las fuerzas durante el ensayo de flexión (Figura 3) se observa que en la capa central se provoca un cizalle al encontrarse las tensiones de compresión (cara superior de la carga) y tracción (cara inferior de la carga). Al presentarse este tipo de fractura se puede predecir que la resistencia a la tracción de estos tableros no será adecuada.

En general pudo comprobarse que los valores de flexión no presentan diferencias importantes entre sí. La incorporación de astillas de despuntes en la capa central del tablero y los cambios en el contenido de adhesivo no afectan mayormente esta propiedad. Las resistencias promedio de todos los tratamientos superan los requisitos establecidos por la norma DIN 68761.

Resistencia a la tracción perpendicular

Los resultados obtenidos de los análisis estadísticos de 313 ensayos de esta propiedad mecánica se presentan en el Cuadro 5.

CUADRO 5

**ENSAYOS DE TRACCION PERPENDICULAR AL PLANO,
REALIZADOS SEGUN DIN 52365**

Tablero Tipo	Tracción prom. N/mm ²	Desviación estándar	Error standar %	Máximo N/mm ²	Mínimo N/mm ²
T (testigos)	0,611	0,057	1,20	0,716	0,440
A	0,631	0,066	1,35	0,752	0,476
B	0,762	0,075	1,25	0,964	0,588
C	0,561	0,052	1,18	0,658	0,400
D	0,478	0,050	1,32	0,588	0,340

Los valores promedios de tracción superan en todos los tratamientos a la exigencia mínima impuesta por DIN 68761 ($0,35 \text{ N/mm}^2$) para tableros de 19 mm de espesor.

Las desviaciones estándares calculadas para cada tratamiento se encuentran dentro de los rangos normales y no superan a un 10,5%, valor alcanzado en los tableros tipo D. En este sentido la dispersión de las resistencias es menor que en el caso de flexión. Algo similar ocurre con el error estándar. Este parámetro tiene un valor máximo de 1,35% (tableros tipo A) lo cual indica que la resistencia promedio calculada representa con un alto grado de fidelidad (> 98%) a los tratamientos muestreados. Se agregan en el Cuadro 5 las resistencias máximas y mínimas medidas, con el objeto de proporcionar una idea clara respecto a los niveles en que fluctuaron las resistencias de las probetas.

Al someter los resultados a un análisis de varianza se constató que los tableros testigos y aquellos que contenían en la capa media un 14% de despuntes y 7% de adhesivo no presentan diferencias significativas. Todas las comparaciones que se efectuaron con otros tableros indicaron que los tratamientos tuvieron un efecto significativo sobre la tracción.

Los valores expuestos en el Cuadro 5 indican que al mantener constante la cantidad de adhesivo (7%) e incluir astillas de despuntes se produce un aumento gradual de la resistencia analizada. Como no existen diferencias notables en las características químicas de los materiales (pH y capacidad tampón), el aumento de la tracción se puede deber a la reducción del coeficiente de esbeltez y al mejoramiento de la razón de compresión en la zona central de los tableros. También debe tenerse en cuenta que las astillas de despunte poseen una capacidad de absorción inferior a las virutas normales, lo cual permite que una cantidad superior de adhesivo permanezca en la superficie de las partículas. Este último se traduce en la obtención de uniones más resistentes al producirse una adhesión mecánica adecuada.

Al reducir la cantidad de adhesivo, para mantener constante la disponibilidad de este reactivo por unidad de superficie ($6,49 \text{ g/m}^2$), se produjo una notable pérdida en la resistencia a la tracción. Este desmejoramiento es gradual y se ve asociado a la disminución del adhesivo junto a un aumento en el contenido de despuntes. Desde el punto de vista teórico la inclusión de partículas más cortas, de mayor densidad y de menor capacidad de absorción debiera haber producido un aumento de la tracción. Sin embargo en estos casos (tipos C y D) se introduce una reducción de la cantidad de adhesivo de 7% a 6,4 y 5,3%. Esta disminución de la cantidad de adhesivo sería la causante de la pérdida en resistencia. La explicación a este hecho podría estar asociada a los bajos contenidos de humedad que poseían las astillas al realizar el encolado (< 3,0%). El efecto podría explicarse como sigue: Las virutas y astillas secas absorben una cierta cantidad de adhesivo dejando otra fracción de Ureaformaldehído en las superficies. Esta capacidad de absorción se disminuye al incluir astillas de despunte, pero permanece a un nivel, en que al reducir la cantidad de adhesivo no permite que una proporción adecuada de éste permanezca en la superficie de las virutas.

La conclusión general respecto a esta propiedad mecánica es que es factible incluir astillas de despunte al mantener constante la proporción de encolado (7%). Al realizar este cambio en la capa media de los tableros se provoca un aumento de la resistencia a la tracción con lo que se posibilita el disminuir el contenido de adhesivo si se aumenta el contenido de humedad de las partículas.

Hinchamiento a dos y 24 horas

El ensayo de hinchamiento, realizado de acuerdo con DIN 52364, se llevó a cabo con 453 probetas. Los promedios por tipo de tablero, la desviación estándar, error estándar, hinchamiento máximo y mínimo, se presentan en los Cuadros 6 y 7.

CUADRO 6

**HINCHAMIENTO A DOS HORAS Y PARAMETROS ESTADISTICOS
DE ESTE ENSAYO**

Tablero Tipo	Hincham. prom. (%)	Desviación estándar	Error estándar (%)	Máximo (%)	Mínimo (%)
T (testigos)	12,795	1,104	1,258	15,632	10,310
A	13,287	1,792	1,988	16,818	10,197
B	10,929	0,694	0,936	12,272	9,593
C	10,958	2,026	2,696	14,894	4,692
D	11,105	1,341	1,886	13,636	7,973

La norma DIN 68761 en su parte 1 plantea los requisitos mínimos que deben cumplir los tableros de partículas para interiores, encolados con Ureaformaldehído. Entre estas exigencias se estipula valor de hinchamiento máximo de 8,0% a las dos horas de inmersión en agua. Como se aprecia en el Cuadro 6 los valores obtenidos sobrepasan los límites de la norma. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que el adhesivo no contenía ningún compuesto hidrófobo por lo que los niveles alcanzados pueden ser considerados como normales.

La desviación estándar de las muestras estudiadas es levemente superior a las determinadas por flexión y tracción, siendo más desfavorable en los tableros tipo C, con un valor de 2,026. Esto equivale a afirmar que la posibilidad de variación de la dispersión de los datos es de un 18,4%. Más importante que este parámetro es el error estándar de la media. Este valor, que indica en qué porcentaje puede variar el promedio calculado, fluctuó entre 2,696% (tipo C) y 0,936% (tipo B).

El análisis de varianza, al cual se sometieron todos los valores de hinchamiento a dos horas, demostró que los diferentes tipos de tableros se dividen en dos grupos. Los del tipo A y testigos no presentan diferencias significativas y son diferentes a los tipos B, C y D. Estos últimos son, a su vez, iguales entre sí.

Lo anterior indica que al agregar un 14% de despuntes sin cambiar el contenido de adhesivo, no se produce una alteración del hinchamiento a dos horas. Al aumentar el contenido de astillas de despunte a 40% el hinchamiento disminuye de 13% a 11%. Este efecto podría explicarse por la menor capacidad de absorción del nuevo material incluido. Sin embargo esta afirmación no coincide con los resultados obtenidos con los tableros tipo C. En este tipo se tiene una cantidad de astillas idéntica al tipo A (14%) y contiene menos adhesivo (6,4%) por lo que su hinchamiento debió ser a lo menos similar a los tableros tipo A. El hinchamiento registrado en los tableros C (10,96%) sólo puede explicarse por la menor homogeneidad de la muestra, demostrada por sus desviaciones estándar y error estándar más altos que el resto. En el caso de los tableros tipo D, se vuelve a confirmar el hecho de que el material con menor capacidad de absorción influye positivamente sobre el hinchamiento.

La determinación del hinchamiento a las 24 horas es un ensayo que normalmente no se realiza con tableros encolados con Ureaformaldehído. La norma DIN 68761 no considera un valor máximo para estas condiciones. Sin embargo, a modo de control resulta interesante conocer el comportamiento de los tableros luego de 24 horas en agua a 20°C. Estos resultados se presentan en el Cuadro 7.

CUADRO 7

HINCHAMIENTO A LAS 14 HORAS Y PARAMETROS ESTADISTICOS DE ESTE ENSAYO

Tablero Tipo	Hincham. prom. (%)	Desviación estándar	Error estándar	Máximo (%)	Mínimo (%)
T (testigos)	16,756	1,073	0,034	19,379	14,316
A	16,754	1,713	1,508	20,809	13,975
B	14,052	0,932	0,978	15,896	12,000
C	14,850	1,717	1,687	18,617	9,485
D	15,472	1,412	1,425	18,158	12,196

Los hinchamientos medidos luego de 24 horas tienen características similares a los de los medidos luego de 2 horas en agua. La inclusión de astillas de despuntes se traduce en una disminución del hinchamiento. Nuevamente los tableros del tipo C presentan un comportamiento diferente a la tendencia general. Tal como se verificara en el caso del hinchamiento a 2 horas, el tipo C presenta las desviaciones y errores estándar más altos, lo cual podría explicar los valores registrados en esta propiedad. Esta anormalidad de los tableros que contienen un 14% de despuntes y un 6,4% de adhesivo, se ve corroborada por la dispersión de las mediciones, representada por la diferencia existente entre el hinchamiento máximo y mínimo.

Absorción de agua a dos y 24 horas

Para determinar esta propiedad se utilizaron probetas acordes con DIN 52364 y se efectuó el ensayo según lo estipulado por ASTM 1037. La medición de absorción de agua se realizó en 454 probetas y sus resultados promedios, así como los diferentes parámetros estadísticos determinados, se presentan en los Cuadros 8 y 9.

CUADRO 8

ABSORCION LUEGO DE DOS HORAS EN AGUA A 20°C
(Determinada en probetas según DIN y de acuerdo con la metodología planteada por ASTM 1037)

Tablero Tipo	Absorc. prom. (%)	Desviación estándar	Error estándar (%)	Máximo (%)	Mínimo (%)
T (testigos)	77,535	6,806	1,280	93,452	64,675
A	78,782	6,168	1,154	90,630	63,273
B	76,686	7,254	1,395	105,392	63,496
C	75,799	6,328	1,218	88,286	58,646
D	73,296	5,938	1,265	88,423	61,579

CUADRO 9

ABSORCION LUEGO DE 24 HORAS EN AGUA A 20°C
 (Determinada en probetas según DIN y de acuerdo con la metodología planteada por ASTM 1037)

Tablero Tipo	Absorc. prom. (%)	Desviación estándar	Error estándar (%)	Máximo (%)	Mínimo (%)
T (testigos)	89,480	5,720	0,932	102,381	78,182
A	90,445	5,388	0,878	101,318	76,804
B	89,008	6,854	1,135	112,745	75,836
C	90,590	6,179	0,995	103,720	74,002
D	89,395	5,358	0,936	103,763	80,000

El análisis de varianza al que se sometieron los ensayos de absorción, reveló que no existen diferencias significativas entre los tratamientos. Vale decir, la incorporación de astillas de despunte y la variación del contenido de adhesivo no afectó a esta propiedad.

En ambos casos, a 2 y 24 horas, se pudo apreciar una leve disminución de la absorción de agua al aumentar el contenido de despunte de 14% a 40%. En el ensayo a dos horas se pudo verificar que la reducción del contenido de adhesivo también tuvo una leve influencia sobre esta propiedad física. Este efecto de la disminución de adhesivo no es detectable luego de 24 horas, cuando las probetas se encuentran saturadas.

Los parámetros estadísticos estudiados permanecen homogéneos y no se aprecian diferencias destacables entre los diferentes tratamientos.

CONCLUSIONES

Algunas de las conclusiones más interesantes del estudio, son:

1. Se debe estudiar la posibilidad de reastillar el material clasificado como rechazo, aumentando el rendimiento en astillas de despunte utilizables.
2. La densidad de las astillas de despunte ($509,9 \text{ Kg/m}^3$) es superior a la de la madera normal.
3. La capacidad de absorción de las astillas es inferior (80,5%) a la de las virutas normales (98,3%).
4. Las virutas normales son notablemente más delgadas y largas que las astillas de despunte. El coeficiente de esbeltez de las astillas (9,2) es 3,6 veces inferior al de las virutas normales.
5. Las características de densidad y tamaño determinan que la superficie específica de las astillas de despunte ($0,436 \text{ m}^2/100 \text{ g}$) es inferior a la de virutas normales. Esto indica que existe la posibilidad de ir reduciendo el contenido de adhesivo a medida que se aumente la participación de despunte.
6. Los dos tipos de partículas no presentan diferencias significativas en cuanto a las características químicas estudiadas (pH y capacidad tampón).
7. Al incorporar en la estera partículas de despunte se observó una reducción del tiempo de cierre de la prensa.

8. La resistencia a la flexión (módulo de rotura) no se vio significativamente afectada por la incorporación de despuntes en la capa media.
9. La resistencia a la tracción perpendicular mejora al incluir astillas más pequeñas y de mayor densidad al mantener el contenido de adhesivo de los testigos. Al reducir la cantidad de adhesivo a los niveles estudiados se provoca una pérdida significativa en esta resistencia.
10. El hinchamiento a 2 y 24 horas se reduce al incluir astillas de despunte. En esta propiedad la reducción del contenido de adhesivo también tiene un efecto el cual es menos notorio en los tableros tipo C (con 14% de despuntes y 6,4% de adhesivo).
11. La inclusión de despuntes y la reducción del contenido de adhesivo, en las cantidades estudiadas, no tienen un efecto significativo sobre la absorción de agua.

AGRADECIMIENTOS

Para la realización del estudio se contó con el patrocinio de la Industria Maderas y Sintético S.A. (MASISA). En la identificación de las variables a estudiar participó el Ing. Civil Químico Sr. Alex Ruff. En la fabricación de los tableros y en los ensayos colaboraron los Técnicos Srta. Alicia Fernández y los Sres. Luis Inzunza y Marco Torres.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. DIN. 1982. Normen für Holzfaserplatten, Spanplatten Sperrholz. Taschenbuch 60. Beuth Verlag GmbH. Berlín. 228 p.
2. KLAUDITZ, W. 1956. Zehn Jahre Tätigkeit und Fotschung. 1946-1956. Institut für Holzforschung an der Technischen Hochschule, Braunschweig.
3. POBLETE, H. 1979. Inclusión de aserrín en tableros de partículas. BOSQUE 3(1): 39-46.
4. POBLETE, H. 1978. Uniones de madera con adhesivos. Universidad Austral de Chile, Fac. Cs. Forestales. Publicación Técnica N° 1. 43 p.
5. POBLETE, H. 1985. Influencia del tamaño de partícula sobre las propiedades mecánicas Flexión y Tracción en tableros de partículas aglomerados con Ureaformaldehído. Simposio: *Pinus radiata* Investigación en Chile. U.A.CH. Fac. Cs. Forestales. pp.: 241-256.
6. POST, P. 1958. Effect of particle geometry and resin content on Bending Strength of Oak Flake Board. Forest Products Journal 8(10): 317-322.
7. ROFFAEL, E.; RAUCH, W. y von BISMARCK, C. 1975. Formaldehyd abgabe und Festigkeitsausbildung bei der Verleimung von Eichenspänen mit Harnst offormaldehydharzen. Holz als Rohund Werkstoff 33(7): 271-275.
8. SANDERMANN, W.; ROTHKAMM, M. 1959. Über die Bestimmung der pH-Werte von Handelshölzern und deren Bedeutung für die Praxis. Holz als Roh-und Werkstoff 17(11):433-440.
9. STEGMANN, G.; DURST, J. 1964. Spanplatten aus Buchenholz. Suplemento de Holz-Zentralblatt 90(153). 19 p.
10. URZUA, D.; POBLETE, H. 1980. Utilización silvoagropecuaria de los terrenos de Ñadi. Informe N° 2. Factibilidad técnica de la producción de tableros de partículas utilizando especies que crecen en los terrenos de Ñadi. Universidad Austral de Chile, Fac. Cs. Forestales. Informe de Convenio N° 29. 140 p.
11. VITAL, B.; LEHMANN, W.; BOONE, S. 1974. How Species and board Densities affect Properties of exotic Hardwood Particleboards. Forest Products Journal 24(12): 37-45.

FUNCIONES DE VOLUMEN Y FACTOR DE FORMA PARA RENOVALES DE COIGÜE.

Víctor Cubillos Díaz, Ingeniero Forestal, División Regional, Instituto Forestal. Barros Arana 121. Concepción - Chile.

INTRODUCCION

Un antecedente básico para desarrollar esquemas de tratamientos y programas de producción para los bosques naturales chilenos, es la información de rendimiento volumétrico de las especies que los componen.

En investigaciones anteriores, se obtuvieron los rendimientos volumétricos de árboles individuales provenientes de renovales mixtos de la especie *Nothofagus alpina*, (Raulí).

Continuando esta línea de investigación básica, en este estudio se determinaron funciones de volumen total por troza y se estimó la forma para árboles de renovales de la especie *Nothofagus dombeyi*, "Coigüe", en el área de Panguipulli-Neltume.

Las variables predictoras del volumen son el diámetro con corteza (DAP cc) y la altura total (H), que otorgaron buenas relaciones funcionales.

MATERIAL Y METODOLOGÍA

Material

Los datos utilizados en la construcción de las funciones de volumen para renovales de Coigüe, provienen de una muestra de 50 árboles, cosechados para efectuarles análisis de tallo (GROSSE y CUBILLOS, 1988). Específicamente la información utilizada fue el volumen total acumulado y por troza de cada árbol.

Los renovales de Coigüe muestrados, se ubican en Panguipulli-Neltume, en la cordillera de Los Andes, aproximadamente en los 39° 46' lat. Sur, provincia de Valdivia, comuna de Panguipulli, Décima Región.

El rodal donde se seleccionaron los 50 individuos de Coigüe para construir las funciones de volumen, presenta las siguientes características:

Fundo Huilo-Huilo (sector Truful)

Altitud : 615 m.s.n.m.

Exposición : Norte

Pendiente : 5%

Tipo forestal : Coigüe, Raulí, Tapa.

Las variables independientes utilizadas para predecir el volumen total y por troza fueron el DAPcc (en cm) y la altura total (en metros).

TABLA 1

**ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE LAS VARIABLES DE ESTADO
DE LOS ARBOLES-MUESTRA Y SUS COMPETIDORES PARA LA ESPECIE COIGÜE**

VARIABLES DE ESTADO	Nº OBSERV.	VALOR MEDIO	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	COEF. DE VAR. (%)
EDAD, años	50	41	35	49	8,5
DAP, cm	50	24,4	12,1	39,2	30,5
AC, m ²	50	11,2	2,0	28,7	55,5
HTOT, m	50	20,3	13,7	26,2	15,3
HINIC, m	50	11,2	5,9	17,2	22,0
VOLTOT, m ³	50	0,423	0,067	1,239	68,3
DCAM, cm	50	0,54	0,29	0,84	27,2
IDAPA, cm	50	0,46	0,10	0,88	40,6
IHA, m	50	0,48	0,13	0,69	23,0
IVOA, m ³	50	0,024	0,002	0,072	63,5
DISTME, m	50	3,0	1,2	5,5	37,7
* DAPMC, cm	50	27,4	10,4	60,7	37,6
* HTOTCO, m	50	20,5	14,8	30,8	18,6
* HINICCO, m	50	12,8	8,0	18,3	16,2
* ACCO, m	50	12,2	3,6	25,1	40,2

(*) Los competidores no son exclusivamente Coigües.

En la Tabla 1 se presenta el rango de las variables de estado de los árboles muestra utilizados para la construcción de los modelos de volumen. Además se incluye el rango de las dimensiones de los árboles que compiten con aquellos que fueron extraídos para calcular el volumen.

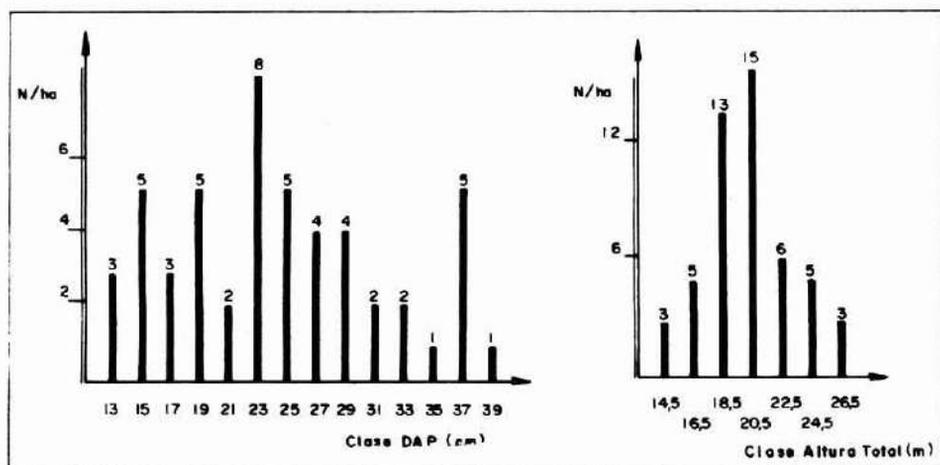
A continuación se identifica la simbología con las variables de estado que se incluyen en la Tabla 1:

- DAP : Diámetro a 1,3 m de altura del árbol con corteza, cm
 AC : Cobertura de la copa del árbol, m²
 HTOT : Altura total, m
 HINIC : Altura de inicio de la copa, m
 VOLTOT : Incremento anual medio en diámetro, m³ ssc (sólido sin corteza)
 DCAM : Incremento anual medio en diámetro, cm
 IDAPA : Incremento anual en diámetro (promedio de los últimos 5 años de crecimiento), cm.
 IHA : Incremento anual en altura (promedio de los últimos 5 años de crecimiento), m.
 IVOA : Incremento anual en volumen (producto de los últimos 5 años de crecimiento), m³ ssc
 DISTME : Distancia media a los árboles competidores, m
 DAPMC : DAP medio de los competidores, cm
 HTOTCO : Altura total media de los competidores, m
 HINICCO : Altura de inicio de la copa, media de los competidores, m
 ACCO : Cobertura de copa media de los árboles competidores, m²

En la figura 1 se muestra la distribución y el rango de las variables predictoras del volumen, DAP y altura total.

FIGURA 1

DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS POR CLASE DE DIAMETRO Y ALTURA TOTAL PARA LA MUESTRA DE COIGÜE (PANGUIPULLI-NELTUME)



METODOLOGIA

Se construyeron funciones y tablas de volumen total ($m^3 ssc$) y volumen por troza de 2 m de largo ($m^3 ssc$), para la especie *Nothofagus dombeyi*, "Coigüe".

Estimación del volumen total

Para construir las funciones y tablas de volumen total, se utilizó el análisis de regresión, entre las variables independientes DAP y altura total, y la variable dependiente, volumen total. El volumen total fue calculado a partir de la información del análisis de tallo.

Los modelos de estimación aplicados son: Modelo de variables combinadas (a) y modelo del diámetro al cuadrado (b). Estos fueron seleccionados por las buenas estimaciones y bondad de ajuste obtenidos en experiencias anteriores (CUBILLOS 1988; GROSSE y CUBILLOS 1987).

Los modelos aplicados son:

$$\text{modelo (a) : } V = a_0 + a_1 D^2 H$$

$$\text{modelo (b) : } V = a_0 + a_1 D^2$$

Donde:

V = Volumen total en $m^3 ssc$ desde una altura de 0,3 m hasta el ápice

D = DAP Con corteza en cm

H = Altura total en m

a_0, a_1 = Coeficiente de regresión

Estimación del volumen por troza

Para el cálculo del volumen por troza, se empleó la fórmula de Smalian (HUSCH, MILLER y BEERS, 1982).

$$V_i = \frac{(A_1 + A_2)}{2} \times L$$

Donde:

- V_i = Volumen de la troza "i" en m^3 ssc
- A_1 = Area del extremo inferior de la troza en m^2
- A_2 = Area del extremo superior de la troza en m^2
- L = Largo de la troza en m (en este caso es igual a 2 m)

El cálculo se realizó para trozas con un diámetro mínimo de utilización de 15 cm sin corteza.

El volumen de las trozas se ajustó con la variable DAP y altura a través de los siguientes modelos.

$$\begin{aligned} \text{modelo (a)} : V_i &= a_0 + a_1 D^2 H \\ \text{modelo (b)} : V_i &= a_0 + a_1 D \end{aligned}$$

Donde:

- V_i = Volumen de la troza "i" dos metros de largo en m^3 ssc.
- i = Número de la troza, incrementando su valor a mayor altura del árbol.
- D = DAP con corteza en cm
- H = Altura total en m
- a_0, a_1 = Coeficientes de regresión

Estimación de la forma de los árboles

La forma de los árboles fue estimada a través de los factores de forma artificial (FF1,3) y natural (FF0,1).

La fórmula general del factor de forma es:

$$FF = \frac{\text{Volumen real del árbol}}{\text{Volumen del cilindro}}$$

El volumen real del árbol se obtuvo del cálculo del volumen total con el método de análisis de tallo.

Para el cálculo del Factor de Forma artificial (FF1,3), el diámetro utilizado corresponde al DAP, medido a 1,3 m de la altura del árbol.

En el cálculo del factor de forma natural (FF0,1), el diámetro utilizado para el volumen del cilindro se considera a un décimo de la altura total del árbol (diámetro medido a 1/10 de la altura total del árbol).

El volumen real y del cilindro no incluye el espesor de corteza, y se expresa en m^3 ssc sólidos sin corteza.

RESULTADOS

Resultados de la estimación del volumen total

Se presentan los dos modelos de estimación del volumen total para la especie coigüe, con sus respectivos coeficientes de correlación y bondad de ajuste (Tabla 2).



TABLA 2
COEFICIENTES Y BONDAD DE AJUSTE PARA LOS MODELOS
DE VOLUMEN TOTAL DE COIGÜES EN FUNCION DEL DAP
Y LA ALTURA TOTAL
(Area Panguipulli)

Modelo	a ₀	a ₁	Coef. Corr. (r)	Error Cuad. Medio (ECM %)	Nº Observ. (n)
Modelo (b)	-0,05476487	0,00073611	0,98	13,89	50
Modelo (a)	0,01210478	0,000029462	0,99	6,40	40
Modelo (a) : $V = a_0 + a_1 D^2H$ Modelo (b) : $V = a_0 + a_1 D^2$					

También se presenta la tabla de volumen asociada a la función de volumen total (m³ ssc) del modelo de variables combinadas (Tabla 3).

TABLA 3
VOLUMEN CUBICO POR CLASE DE DAP Y ALTURA TOTAL PARA COIGÜE
(Area de Panguipulli)

Clase DAP (cm)	CLASE DE ALTURA (m)					30
	5	10	15	20	25	
Volumen cúbico (m ³ s. s. c.)						
6	0,0174	0,0227	0,0280			
8	0,0215	0,0310	0,0404			
10	0,0268	0,0416	0,0563			
12	0,0333	0,0545	0,0757	0,0970		
14	0,0410	0,0699	0,0987	0,1276		
16	0,0498	0,0875	0,1252	0,1630		
18	0,0598	0,1076	0,1553	0,2030		
20	0,0710	0,1300	0,1889	0,2478	0,3067	
22		0,1547	0,2260	0,2973	0,3686	
24		0,1818	0,2667	0,3515	0,4364	0,5212
26		0,2113	0,3108	0,4104	0,5100	0,6069
28		0,2431	0,3586	0,4741	0,5896	0,7051
30		0,2773	0,4098	0,5424	0,6750	0,8076
32			0,4646	0,6155	0,7663	0,9172
34			0,5230	0,6933	0,8636	1,0338
36			0,5848	0,7758	0,9667	1,1576
38				0,8630	1,0757	1,2884
40				0,9549	1,1906	1,4263

$$V = 0,01210478 + 0,000029462 D^2H$$

$$r = 0,99$$

$$ECM\% = 6,4$$

$$n = 50$$

----- = El marco de líneas discontinuas representa el limite del rango muestral.

Resultados de la estimación del volumen por troza

Se presentan los resultados en tablas que contienen los coeficientes y bondad de ajuste para los dos modelos de estimación del volumen según la troza indicada. (Tablas 4 y 5).

TABLA 4
FUNCIONES DE VOLUMEN PARA TROZOS DE COIGÜE,
 (Largo: 2 m; Diámetro mínimo: 15 cm)
 $V = a_0 + a_1 D^2 H$

Troza N°	a_0	a_1	Error Standard (%)	Coef. Correlación (r)	N° Muestras (n)
1	0,020118	0,000005	13,4	0,96	42
2	0,016934	0,000004	14,2	0,95	40
3	0,010909	0,000004	14,6	0,95	38
4	0,003874	0,000004	10,0	0,98	32
5	0,005322	0,000003	9,8	0,97	25
6	-0,001080	0,000003	11,0	0,96	18
7	-0,002130	0,000002	14,9	0,91	13

TABLA 5
FUNCIONES DE VOLUMEN PARA TROZOS DE COIGÜE
 (Largo: 2 m; Diámetro mínimo: 15 cm)
 $V = a_1 D^2$

Troza N°	a_1	Error Standard (%)	Coef. Correlación (r)	N° Muestras (n)
1	0,000151	12,5	0,96	42
2	0,000125	12,1	0,96	40
3	0,000112	16,4	0,94	38
4	0,000101	13,2	0,96	32
5	0,000086	14,7	0,93	25
6	0,000072	17,8	0,88	18

Utilizando el modelo (b) $V = a_1 D^2$ se generó una tabla de volumen a la troza indicada para la especie Coigüe (ver Tabla 6).

TABLA 6
TABLA DE VOLUMEN POR TROZA PARA COIGÜE
(Fundos: Neltume y Huilo-Huilo)

CLASE DAP (cm)	VOLUMEN POR TROZA (m ³ ssc) (Trozas de 2m de largo y diámetro menor ssc > 15 cm)						VOLUMEN ACUMULADO (m ³ ssc)
	Troza 1	Troza 2	Troza 3	Troza 4	Troza 5	Troza 6	
16	0,039						0,039
18	0,049	0,041					0,090
20	0,060	0,050	0,045				0,155
22	0,073	0,061	0,054	0,049			0,237
24	0,087	0,072	0,065	0,058	0,050		0,332
26	0,102	0,085	0,076	0,068	0,058	0,049	0,438
28	0,118	0,098	0,088	0,079	0,067	0,056	0,560
30	0,136	0,113	0,101	0,091	0,077	0,065	0,583
32	0,155	0,128	0,115	0,103	0,088	0,074	0,663
34	0,175	0,145	0,129	0,117	0,099	0,083	0,748
36	0,196	0,162	0,145	0,131	0,111	0,093	0,838
38	0,218	0,181	0,162	0,146	0,124	0,104	0,935
40	0,242	0,200	0,179	0,162	0,138	0,115	1,036

Resultados del factor de forma

Se calculó un valor medio de los factores de forma natural (FF0,1) y artificial (FF1,3), con los árboles muestra que presentaban un DAP mayor a 15 cm. Además se calculó un rango de confianza para el valor medio.

TABLA 7
RANGO DE VARIACION Y VALOR MEDIO PARA LOS FACTORES DE FORMA
NATURAL Y ARTIFICIAL DE COIGÜE
(Panquipulli - Neltume)

FACTOR DE FORMA	Valor Medio	Rango de Variación
Factor de forma natural (FF0, 1)	0.4286	0,4368 - 0,4204
Factor de forma artificial (FF1, 3)	0.4279	0,4376 - 0,4182

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- GROSSE, H. y CUBILLOS, V. (1987). Estudio de renovales Raulí. CORFO/INFOR.
- GROSSE, H., CUBILLOS, V., BOURKE, M. (1988). Investigación Manejo Silvícola de diferentes tipos de bosques nativos (Informe final). CORFO/INFOR.
- HUSCH, B., MILLER, CH. y BEERS, T. (1982). FOREST MENSURATION. John Wiley & Sans, Inc. Canadá. 401 pp.

CONTENIDO DE TANINOS EN CORTEZA DE PINO (*Pinus radiata* D. DON) SEGUN PROCEDENCIAS Y EDADES DISTINTAS. Johannes Wrann H. Ingeniero Forestal, División Silvicultura, Instituto Forestal, Huérfanos 554. Santiago - Chile. Ramón Rosende B. Ingeniero Químico, Departamento Tecnología de la Madera, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. Casilla 9206. Santiago - Chile.

INTRODUCCION

La corteza de pino (*Pinus radiata* D. DON) en edad de explotación contiene de 12 a 15% de taninos (MELO, E., et al 1974). El tanino del pino posee buenas cualidades como curtiente y existe suficiente materia prima para la fabricación industrial de extractos. Basado en los estudios de CORFO y la Universidad de Concepción (MELO, R., et al 1974) y la tecnología desarrollada y comprobada por la Corporación Industrial para el Desarrollo Regional, CIDERE Bío-Bío, comenzó a funcionar una fábrica de producción de taninos de pino. Dicha industria se instaló con una meta de producción de 700 toneladas anuales (CHILE FORESTAL, 1986).

Para mejorar el rendimiento de los taninos es necesario contar con la materia prima adecuada. La cantidad de taninos en los vegetales varía según la procedencia, edad, posición en el tronco (HOWES, F.N., 1953). En un estudio sobre evaluación de sitios para *Acacia mearnsii*, SCHONAU (1969) determinó que el contenido de taninos en la corteza dependía significativamente de las siguientes variables de sitio: distancia desde la costa, altitud, contenido de arcilla en el horizonte B₂ del suelo y latitud. Las tres primeras variables explicaron un 31,9% de la variación en contenido tanino de la especie. Para la variable contenido de arcilla la relación es negativa.

La edad del vegetal y la ubicación de la corteza en el tronco, están asociadas al contenido de taninos (HOWES, F.N., 1953).

Con el objeto de investigar la variación del contenido de taninos en la corteza de pino (*Pinus radiata* D. DON) se efectuó un muestreo atendiendo a variables de sitio (o procedencia), clases de edad (edad de raleo y corta final) y posiciones en el fuste (muestra basal y superior).

METODOLOGIA

Se consideraron áreas homogéneas en base al estudio "Unidades de Uso Agrícola de los Suelos de Chile entre la provincia de Aconcagua y Chiloé" (ODEPA, 1968). Este trabajo identifica grandes unidades edáficas, basadas en el material de origen. Además, reconoce grandes unidades de clima. Toda esta información está documentada en cartografía escala 1:250.000.

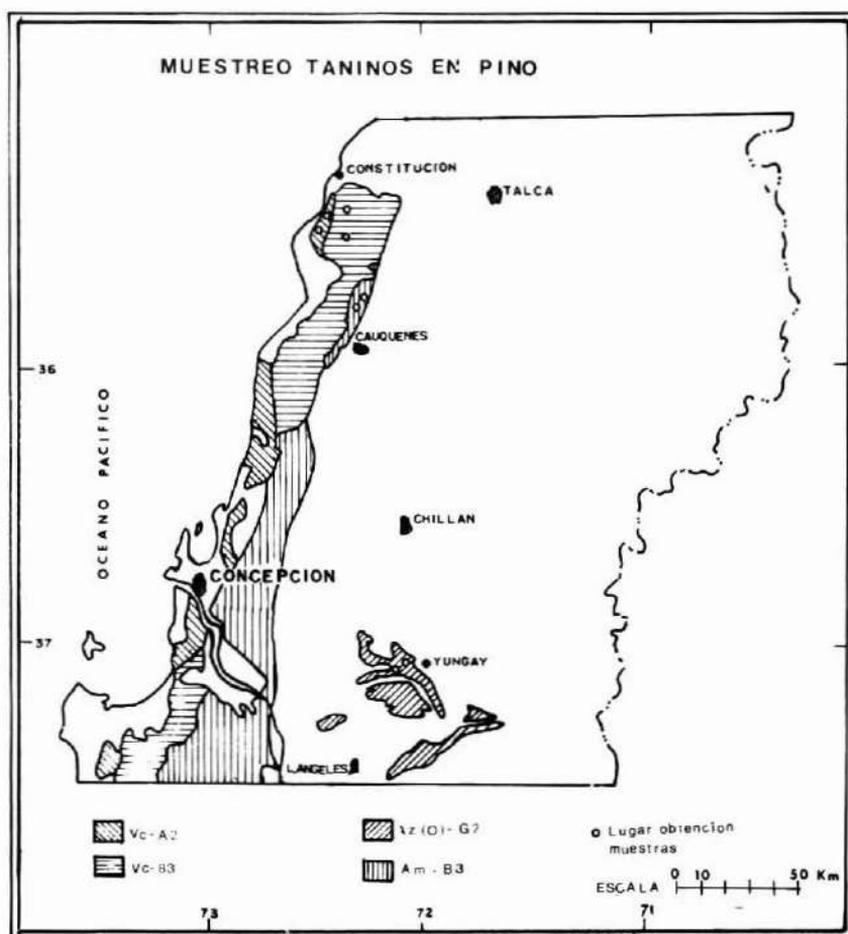
Se seleccionaron cuatro de estas zonas dentro de la principal área de crecimiento del pino radiata, la VII y VIII Región, además de la zona costera de Valparaíso, V Región.

Las áreas homogéneas, de acuerdo a la nomenclatura empleada en el estudio referido (ODEPA, 1986) se indica a continuación. El primer símbolo indica la clase del suelo (material de origen y el segundo la zona agroclimática).

Am - B₁ = Suelo granítico de lomajes y cerros. Zona de la costa con mayor humedad que se extiende desde Catapilco a Maule.

- Vc - B₃ = Suelo de rocas metamórficas. Zona de la costa con humedad más alta que se distribuye desde Constitución a Nueva Imperial.
- Am - B₃ = Suelo granítico de lomajes y cerros. Zona agroclimática igual a la anterior.
- Vc - A₂ = Suelo de rocas metamórficas. Se sitúa en la faja litoral desde el río Maule a río Toltén.
- Az(0)-G2 = Suelo aluvial de textura liviana con drenaje moderado. Se extiende en la zona del llano central desde Chillán a Los Angeles.

En el plano adjunto se indican los lugares seleccionados para el muestreo, según las áreas homogéneas suelo-clima (no incluye zona de Valparaíso).



En cada una de estas unidades edafoclimáticas o áreas homogéneas, se ubicaron bosques de dos clases de edad: 8-12 años y 19-27 años. Estas clases de edad corresponden a la edad de raleo y de corta final, respectivamente.

Para toda clase de edad se seleccionaron dos rodales en los cuales se eligieron cuatro árboles, de acuerdo a los criterios siguientes:

- a) 8-12 años: Los árboles seleccionados correspondieron a aquellos que se extraen del bosque cuando es sometido a un raleo.
 19-27 años: Los árboles seleccionados correspondieron a aquellos de la clase dominante y codominante del bosque.

Los árboles seleccionados fueron volteados y de cada uno de éstos se procedió a extraer muestras de corteza en dos alturas del fuste: Basal, a la altura del DAP (diámetro a la altura del pecho) y Superior, a la altura del extremo superior cercano a 10 cm de diámetro (con corteza). Las muestras obtenidas fueron almacenadas en bolsas plásticas negras, para protegerlas de la luz, y debidamente identificadas.

Las muestras fueron analizadas en el laboratorio del Departamento de Tecnología de la Madera, de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad de Chile, en Santiago. El método de análisis empleado fue el de Stiasny.

RESULTADOS

De acuerdo al muestreo efectuado se obtuvieron 40 resultados de contenido de taninos (base anhidra), cada muestra constituida por una mezcla de material de 4 árboles. Estas muestras se agruparon en 5 sitios o procedencias, 2 clases de edad, 2 alturas diferentes en el fuste y 2 repeticiones.

Para representar más claramente los resultados, se muestra en el Cuadro N° 1 el contenido de taninos (promedio de 2 repeticiones) según zona de suelo-clima (ODEPA, 1968) y según las variables clase de edad y altura en el fuste.

CUADRO 1

RESUMEN EN RESULTADOS DE CONTENIDO DE TANINOS EN CORTEZA DE PINO

Variables Edad y Altura en el Fuste	Contenido de Taninos (%) según Zona Suelo-Clima					
	Am - B ₁	V _c - B ₃	Am - B ₃	V _c - A ₂	A ₂ (0) - G ₂	Promedio
Edad juvenil - muestra basal	5.8	9.1	11.6	9.3	6.2	8.4
Edad juvenil - muestra superior	4.8	5.0	5.2	4.1	6.2	5.1
Edad madura - muestra basal	14.1	16.6	12.6	17.9	16.9	15.6
Edad madura - muestra superior	7.6	5.3	7.5	8.6	7.5	7.3

Estos resultados confirman la variación del contenido de taninos entre las diferentes edades y entre la muestra superior y basal en el fuste. Se observa que el mayor contenido de taninos se encuentra en la zona basal y en los árboles de mayor edad. Al aplicar un análisis de

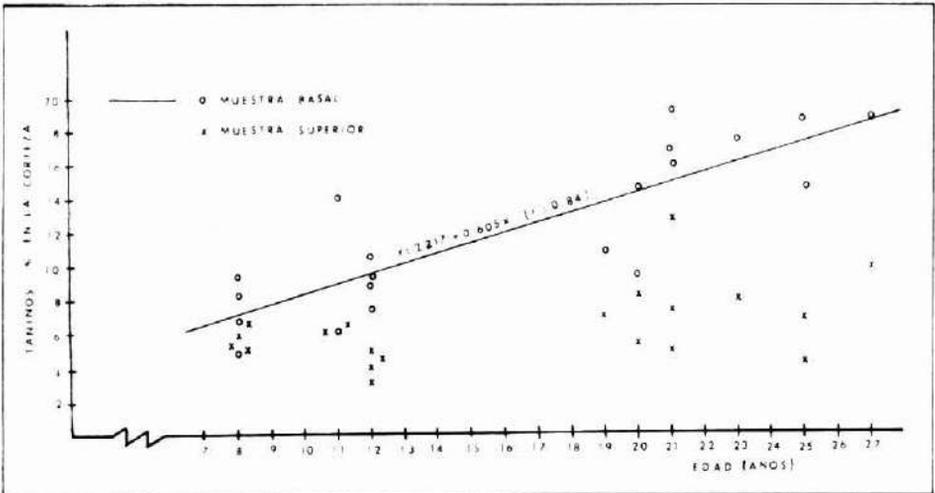
varianza se determinó que existen diferencias significativas entre clases de edad (Duncan, 95% probabilidad), independientemente de las zonas o procedencias. En la edad mayor (de corte final) el contenido de tanino es significativamente mayor en los troncos basales (99% probabilidad). Entre los contenidos de tanino de la muestra basal a edad juvenil y de la muestra superior a edad madura, no existen diferencias significativas (Duncan, 95% probabilidad). El contenido de taninos en la corteza entre las diferentes zonas consideradas, no presenta diferencias estadísticamente significativas.

La relación entre el contenido de taninos en la corteza y la edad, diferenciando muestras en el tronco basal y superior, se muestra en el gráfico siguiente. Se ajustó una regresión de contenido de tanino en función de las muestras basales según edad. Asimismo, se intentó obtener una regresión para las muestras superiores, no obteniendo una correlación confiable para cuatro modelos ensayados. De estas observaciones y de la regresión, se pueden concluir los resultados siguientes.

Independientemente de la edad considerada, todas las muestras de corteza del tronco superior (excepto una observación) presentan un contenido de taninos menor a 10% en la corteza.

La mayoría de las observaciones de la edad juvenil (8-12 años) independientemente de la ubicación de la muestra en el tronco, presenta un contenido de taninos menor al 10% en la corteza.

FIGURA 1
CONTENIDO DE TANINOS EN LA CORTEZA DE
PINUS RADIATA EN RELACION A LA EDAD



DISCUSION Y CONCLUSIONES

En la literatura se encuentran ejemplos de la dependencia del contenido de taninos de un vegetal en función de las características del sitio. En corteza de encinas europeas y piceas, se observa que en general el contenido de taninos aumenta en ejemplares crecidos en sitios más pobres (HOWES, F.N., 1953). En este trabajo no se confirma esta tendencia. Es así como los

sitios de inferior calidad, costa V Región ($A_m B_1$) y arenales ($A_z(O) - G_2$) no presentan valores significativamente mayores al resto de los sitios.

Es interesante considerar que el espesor de corteza de pino aumenta en sitios de menor calidad. Sin embargo este aumento no es significativo y solamente tiene importancia en árboles de gran diámetro (BENNEWITZ y VERGARA, 1982).

La edad y la posición en el fuste de la corteza son los factores de importancia para un mayor contenido de taninos. El mayor contenido se encuentra en el trozo basal del tronco en árboles a la edad aserrable con una tendencia de aumento sobre los 20 años de edad.

En consideración a los resultados obtenidos, se pueden anotar las siguientes conclusiones generales:

- La corteza de madera pulpable no es recomendable para la obtención de extractos tánicos, debido al bajo contenido de taninos. Tampoco es apto el material de trozos muy delgados de árboles maduros.
- Para la obtención de taninos es recomendable emplear la corteza de los trozos aserrables más gruesos, de edades sobre 20 años, con un contenido de taninos del 14% o más.
- Las procedencias no presentaron diferencias significativas en el contenido de taninos en la corteza. Las zonas consideradas son el secano costero de la V y VII Región y la Zona de Arenales, VIII Región.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a las Empresas Forestales: Forestal Ltda., Bosques de Chile, Forestal Choluán, Forestal CELCO, Agrícola y Forestal El Probeste, Forestal Crexex y propietarios, por las facilidades y ayuda en obtención de las muestras.

Este trabajo ha sido preparado con antecedentes obtenidos del Proyecto Taninos, financiado por el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID) de Canadá.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. BENNEWITZ, R. y VERGARA, N. 1982. Relación sitio espesor de corteza. En: Actas Reunión de Trabajo, Evaluación de la Productividad de Sitios Forestales. Central de Publicaciones Universidad Austral de Chile, Valdivia, 362 p.
2. CHILE FORESTAL. 1986. Comenzó producción de taninos curtientes de corteza de pino. Chile Forestal, diciembre 1986 (pág. N° 15).
3. HOWES, F.N. 1953. Vegetable Tanning materials. London, Butterworths Scientific Publications. 325 p.
4. MELO, R.; MATAMALA, L.; CHASSIN - TRUBERT, L.; HERMOSILLA, R. y LYON, E. 1974. Estudio de Extractos tánicos nacionales, CORFO. Corporación de Fomento de la Producción - Universidad de Concepción, Concepción. 200 p. y muestras de cuero.
5. ODEPA (Oficina de Planificación Agrícola). 1968. Unidades de Uso agrícola de los suelos de Chile entre las provincias de Aconcagua y Chiloé. Mapas escala 1:250.000.
6. SCHONAU, A.P.G. 1969. A site evaluation study in black wattle (*Acacia mearnsii* de Wild). Annale Universiteit Van Stellenbosch. Vol. 44, Serie A Nr. 2. 214 p.

ALTERNATIVAS DE CONTROL DE LAGOMORFOS, EN PLANTACIONES FORESTALES.

Jaime A. Rodríguez Muñoz, Ingeniero Agrónomo MSc. Profesor Ecología y Fauna Silvestre, Facultad Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. Casilla 9206. Santiago - Chile.

INTRODUCCION

En la última década el sector forestal chileno ha cobrado una considerable importancia dentro de la economía nacional, llegando a ser uno de los principales rubros de exportación.

Las plantaciones forestales, actualmente superan 1.300.000 ha con una tasa de plantación anual, que supera las 70.000 ha.

Cada año es necesario tomar medidas de control del daño causado en plantaciones forestales, por lagomorfos. Tanto conejos como liebres pueden atacar plantaciones de Atriplex, Eucalyptus, Pino Radiata e incluso, árboles frutales. Si el daño es causado por liebres puede llegar a un 30% en plantaciones de Pino Radiata, pero puede aumentar a 100%, si es causado por conejos. Ambas especies han sido consideradas plagas agrícolas y forestales (RODRIGUEZ y TREVI-ZAN, 1984).

Desde el año 1972, para controlar el daño de conejos en plantaciones de Pino Radiata, en el país se ha utilizado el Monofluoracetato de Sodio "1080", veneno agudo que posee un amplio espectro de acción y que no tiene antídoto. Este producto representa un serio peligro para la fauna doméstica y para la fauna silvestre útil, e incluso para el hombre, ya que se utiliza en cebos muy atractivos como son mermeladas y jaleas. Por esta razón en 1982, el Ministerio de Salud prohibió la importación, fabricación y uso de compuesto "1080".

Sin embargo, debido a la falta de productos sustitutos en el mercado, dicha resolución se prorrogó por un año. Esto ha sucedido cada año hasta el presente, donde ha entrado en vigencia la resolución que prohibió el uso de "1080", haciéndose necesario en la actualidad, estudiar alternativas de control del daño, que anualmente ocasionan conejos y liebres en las distintas plantaciones forestales del país.

Es posible que sólo para plantaciones de Pino Radiata se deban controlar cerca de 20.000 ha, más otras de Eucalyptus.

CARACTERISTICAS BIOECOLOGICAS DE LOS LAGOMORFOS

En Chile, el orden Lagomorfos está representado por dos especies introducidas: el conejo (*Oryctolagus cuniculus*) y la liebre (*Lepus capensis*).

Reconocimiento

A pesar de roer, la liebre y el conejo no pertenecen al Orden taxonómico Roedores, sino a los Lagomorfos, que se caracterizan por ser mamíferos terrestres, de tamaño medio, que poseen dos pares de incisivos superiores, con un par de pequeño tamaño situado atrás de las anteriores más grandes. Esto produce un típico corte en bisel.

El conejo chileno, es originario del sur oeste de Europa y norte de Africa, y fue introducido en Chile, durante el siglo pasado. El conejo tiene orejas largas y extremidades inferiores sobresalientes. Su coloración, es café-grisácea en casi todo el cuerpo, excepto en el vientre, que es

de color que varía de blanquecino a café claro. La cola es de tamaño pequeño siendo oscura por arriba y blanco por debajo.

La longitud total del cuerpo varía entre 34 y 45,5 cm. El peso de individuos adultos oscila 1,2 y 2,2 Kg.

Una forma fácil de detectar la presencia de conejos, es a través del hallazgo de fecas redondas de color oscuro, cuyo tamaño varía entre 4 y 7 mm.

Los conejos construyen madrigueras y habitualmente utilizan senderos fácilmente identificables; tienen además, defecadores donde es posible determinar su presencia a través del reconocimiento de fecas frescas.

La liebre proviene de Europa y de Oriente Medio, fue introducida en Chile alrededor del año 1928, en la provincia de Malleco, desde la República Argentina.

La liebre posee orejas de mayor tamaño que las del conejo y la punta es de color negro. Al correr destacan sus extremidades posteriores muy desarrolladas y la cola de color oscuro. A diferencia del conejo que al comer para la cola y se ve de color blanco (MILLER y ROTTMAN, 1976).

El color general de la liebre es café claro-amarillo, con una mancha café rojiza característica, en la garganta.

La longitud total del cuerpo varía entre 50 y 70 cm y su peso entre 2 y 3 Kg.

Las liebres no construyen madrigueras, ni tienen defecadores. Sus fecas son de mayor tamaño que las del conejo, son de forma ovalada y aplanada y varían entre 9 y 15 mm. Su color va desde el amarillo claro hasta el café verdoso, dependiendo de la condición del pasto consumido.

Comportamiento

Los conejos son mamíferos socialmente organizados. Poseen una vida gregaria, formada por familias que ocupan territorios definidos, que son definidos y marcados por un macho líder a través de glándulas anales, inguinales y mentonianas. Además, debido a la tendencia de cortar la vegetación nueva, causa serios problemas en las plantaciones forestales. (GAJARDO, 1985).

El centro de la vida familiar lo constituyen las madrigueras, necesarias para proteger a los gazapos que nacen ciegos y sin pelos.

Durante el período estival, en la zona Central de Chile, los machos jóvenes emigran del territorio familiar para formar nuevas colonias.

Las liebres a diferencia de los conejos, no forman familias y llevan una vida solitaria, a excepción del período reproductivo (WALKER, 1968). Se guarecen entre el pasto largo, bajo los arbustos o matorrales. Sus crías nacen con pelos, con los ojos abiertos y son capaces de eludir a sus predadores a los pocos días de edad, escondiéndose y mimetizándose con la vegetación, para lo cual su pelaje jaspeado les ayuda mucho.

Tanto el conejo como la liebre son especies de hábitos crepusculares-nocturnos y son extremadamente curiosas frente a modificaciones de su hábitat, especialmente el conejo.

Reproducción

Los lagomorfos poseen un gran potencial reproductivo, debido a lo cual pueden convertirse rápidamente en plagas si las condiciones ambientales son propicias; falta de predadores efectivos, abundancia de alimentos y de lugares de refugio.

El conejo silvestre se ha convertido en plaga agrícola y forestal donde ha encontrado condiciones apropiadas, como por ejemplo en Australia, Nueva Zelandia y Chile, especialmente en hábitat de praderas y de bosques.

En Chile, el conejo después de una gestación que dura entre 29 y 32 días, puede dar a luz entre 6 y 8 gazapos (ARENTSEN, 1982) y puede tener hasta 6 camadas al año (MILLER y. ROTTMANN, 1976).

La edad mínima a la que el conejo logra su madurez sexual en Chile, es 121 días, con un peso corporal promedio de 747,5 grs. (ZUNINO, 1983), lo que es muy precoz en relación a otros países.

En Australia y Nueva Zelandia una pareja de conejos, sin limitantes ambientales, en sólo 3 años podría llegar a 13.000.000 de ejemplares (RODRIGUEZ y TREVIZAN, 1984).

En Chile, en Tierra del Fuego, en 1936 se introdujeron solamente 4 ejemplares, llegando a 30 millones en el año 1953, con una densidad de 30 individuos/ha. (CATTAN y VALDERAS, 1987).

Lo anterior constituyó la peor plaga de la región hasta la actualidad. Después de aplicar el virus de la mixomatosis se logró disminuir drásticamente la población.

La liebre después de una gestación cercana al mes y medio (MILLER y ROTTMANN, 1976) puede tener entre 2 y 4 crías, hasta cinco veces al año.

Este lepórido tiene una prolongada estación de reproducción, pudiéndose encontrar hembras preñadas durante 10 meses del año. (LINCOLN, 1974).

La liebre presenta al fenómeno de la "superfetación", esto es que la hembra puede ser cubierta y fecundada entre uno a cinco días antes del parto, debido a que utiliza los dos cuernos del útero para camadas diferentes. (SANTINI, 1981).

Hábitat

En general el conejo prefiere habitar suelos arenosos de relieve plano y despejado, con pastos bajos, que les permitan realizar sus acciones de alimentación, reproducción, juegos y comportamientos agorísticos.

La liebre en cambio, prefiere utilizar terrenos con mayores pendientes (GAJARDO y RODRIGUEZ, 1985) y con pastos altos, que le permitan refugiarse y pasar desapercibida.

El conejo utiliza los espacios entre abiertos, para alimentarse (JAKSIC y COL, 1979), por esta razón es frecuente encontrar mayor cantidad de fecas entre arbustos y no bajo ellos.

El conejo daña los retoños de árboles y arbustos, es decir, en los espacios abiertos (FUENTES y COL, 1983). De esta manera impide la evolución natural de la sucesión secundaria en los espacios abiertos, manteniendo así, un pasto corto tipo césped (JAKSIC y FUENTES, 1980).

Esta conducta podría explicar en parte, los severos ataques a las plantaciones forestales nuevas.

El conejo, además requiere de matorrales que le brinden refugio. La "zarzamora", además de refugio le aporta alimento, constituyendo un vegetal muy apropiado para la proliferación de conejos.

DAÑO DE LAGOMORFOS EN PLANTACIONES FORESTALES

El daño que producen, tanto el conejo como la liebre, se traduce principalmente en la corta de plantas recién establecidas.

El corte característico producido por estos lepóridos puede identificarse, por ser en bisel.

El daño puede producirse de 2 maneras, una es si el corte es efectuado en la base del árbol, en este caso el tallo que queda generalmente muere. La otra manera es cuando el corte es en el ápice, entonces la planta rebrota, pero produciendo crecimientos laterales que inutilizan el árbol en términos de su aprovechamiento maderero.

Este daño, en el caso de la liebre, de menor densidad que el conejo, puede llegar hasta un 30% de plantas dañadas. El conejo, en cambio, puede llegar a dañar hasta el 100% de las plantas.

En plantaciones de Pino Radiata (*Pinus radiata* D. Don) según GAJARDO (1985), el conejo produce básicamente dos tipos de daños:

- a) Un solo corte, que compromete a más del 50% de la planta.
- b) Dos cortes que comprometen a más del 30% de la planta.

En general en ambos casos, las plantas adquieren un crecimiento "achaparrado", producto del rebrote de yemas laterales.

La liebre en plantaciones de Pino Radiata, produce un solo corte, que destruye menos del 30% de la planta. Sin embargo, en otras plantaciones, roe corteza o corta la planta a alturas superiores al daño causado por conejos.

Los daños causados por lagomorfos en plantaciones forestales pueden sintetizarse en las siguientes pérdidas económicas:

- a) Pérdida de la inversión inicial de la plantación.
- b) Costo de replante: si se considera sólo un 25% de plantas dañadas, el costo de replante en Pino Radiata, puede superar los \$ 15.000/ha. Este costo puede ser mayor para otras especies, y puede aumentar si hay reincidencia del daño durante meses sucesivos, producto de la falta de control.
- c) Pérdida de la bonificación estatal.
- d) Retraso, en un año, en la explotación final del rodal afectado.

METODOS DE CONTROL

Los métodos de control de lagomorfos pueden agruparse en 3 tipos fundamentales: control biológico, control químico y fomento de captura.

Un método de *control biológico* es la predación, que en Chile no ha sido eficaz. Otro método de control biológico es la inoculación de una epidemia específica. Dentro de esto último se destaca la utilización del virus myxoma, que es eficaz y específico para el control del conejo silvestre, pero que no es recomendable sino en superficies muy localizadas y fáciles de controlar, como son las islas. En Chile central, tendría el riesgo grave de contagiar a los conejos de criaderos.

En relación a la *predación*, se ha visto que los posibles predadores nativos prefieren presas de menor tamaño, como el roedor *Octon degus*, por lo que, si bien comen conejos, no afectan de manera significativa la población total.

El *fomento de captura* es un método de aprovechamiento del recurso cárneo y peletero muy recomendable. Sin embargo, no es utilizable en su real dimensión, entre otras causas, debido a una escasa demanda, motivada por la poca aceptación de la carne de conejo entre la población chilena. Por otro lado, la captura tendría que ser muy alta para poder controlar "realmente" los lagomorfos, de lo contrario, se convierte en una "saca" que sólo aumenta la fertilidad del resto y en definitiva agudiza el problema.

El *control químico*, es y ha sido el método más utilizado en el control de lagomorfos, en Chile y en el resto del mundo.

Dentro del control químico se destaca el uso de repelentes y cebos tóxicos. Los repelentes tienen la ventaja de ser inofensivos, por lo que no provocan daños ecológicos, sin embargo se lavan con las lluvias y tienen un bajo poder residual, siendo necesario realizar aplicaciones sucesivas, lo que disminuye la eficiencia del producto. (RODRIGUEZ y GAJARDO, 1985).

Dentro de los cebos tóxicos, ha destacado durante muchos años el uso del compuesto denominado "1080", que corresponde al Monofluoracetato de Sodio. Este veneno de altísimo poder, logra un control eficiente, pero provoca un alto costo ecológico y además es extraordinariamente peligroso para el hombre y animales domésticos, al carecer de antídoto, (HAYES, 1982; RODRIGUEZ y TREVIZAN, 1984). Otros tipos de cebos tóxicos son los anticoagulantes, de la segunda generación, que requieren de una sola ingestión para producir la muerte del animal.

Dentro de estos anticoagulantes destaca el Brodifacoum, que ha sido probado exitosamente en Nueva Zelandia (GODFREY y LYMAN, 1980; GODFREY y COL, 1981; WILLIAMS y COL, 1987), Australia (OLIVER y WHEELER, 1978) y en U.S.A. (JOHNSTON, 1978; MARSH, 1987).

Las ventajas del Brodifacoum en relación al uso del "1080" de acuerdo a WILLIAMS y COL (1987) serían las siguientes:

- a) No requiere de cebamientos previos.
- b) Es menos arriesgado para animales domésticos, ya que requiere de altas dosis de consumo y posee antídoto (vitamina K1)
- c) No es tan arriesgado para especies de fauna silvestre como el "1080".

Además, existe menor riesgo para el hombre, ya que no requiere de preparación de cebos, ya que se vende como bloques parafinados, listos para aplicar en terreno. Estos bloques son resistentes a las lluvias.

MÉTODOS DE CONTROL DE LAGOMORFOS UTILIZADOS EN CHILE

El control de lagomorfos, en plantaciones forestales en Chile, desde hace 16 años se ha efectuado a través de la utilización del Monofluoracetato de Sodio, conocido con el nombre comercial de "1080". Este veneno agudo ha causado una disminución permanente de las poblaciones de lagomorfos. Sin embargo, debido a su alta peligrosidad, tanto para animales útiles como para el hombre, su utilización ha sido estrictamente prohibida a partir del presente año, 1988 (SAG, 1988, comunicación personal).

Entre las alternativas de control del daño de conejos y de liebres, ha sido exitoso el uso de repelentes, sólo en zonas áridas, debido al lavado que en ellos produce el agua de lluvia (GAJARDO, 1985; RODRIGUEZ y GAJARDO, 1986).

En Juan Fernández se utilizaron "Huachis" o lazos para capturar conejos, sin obtener el control deseado sobre las poblaciones (SAIZ, 1986).

Una forma de control con resultados promisorios y de gran interés, es el uso de anticoagulantes de segunda generación.

Entre estos anticoagulantes el Brodifacoum ha dado los mejores resultados. Este ingrediente activo, en Chile ha sido formulado como pellets y como bloques parafinados y el nombre comercial de Klerat.

En Chile se han realizado diversos ensayos de palatabilidad con los anticoagulantes "Klerat" y "Bromadiolane" (ANON, 1983; RODRIGUEZ y URZUA, 1984; URZUA, 1984; VILLA, 1985; ESPINOZA, 1985).

En general se ha obtenido entre un 50% y un 75% de consumo, incluso se llegó a un 100% después de 15 días en el consumo de bloques parafinados de Klerat (ANON, op. cit.).

En el Cuadro 1, se presenta el consumo de bloques tanto de Brodifacoum como de Bromadiolane.

CUADRO 1

CONSUMO DE BLOQUES PARAFINADOS DE BRODIFACOUM Y BROMADIOLONE POR CONEJOS EN CHILE

Rodenticida	Cebo	N° de bloques consumidos Puntuación según % de consumo				Total N° de Cebos	Consumo Puntuación y % Medio
		1 25%	2 25-50%	3 50-75%	4 100%		
Brodifacoum (KLERAT)	Bloques paraf.	175	33	22	262	492	2,75 (50-75%)
Bromadiolone	Bloques paraf.	62	32	20	59	173	2,4 (50-75%)

Nota: Cebo aplicado en mayo, antes de la plantación, 2-4 kg/ha.

Fuente: ICI, 1985.

CUADRO 2

COSUMO DE BLOQUES PARAFINADOS DE BRODIFACOUM
(Fundo Piragua Sur, VII Región)

Dosis	Parcela	Consumo (N° de bloques) % de consumo				N° de bloques consumidos en algún grado	N° real de bloques consumidos (ponderado)	Consumo real ponderado (Kg)
		25	50	75	100			
2Kg/ha	1	33	4	0	34	71	44,25	0,9
	2	31	6	4	50	91	63,75	1,3
	3	21	1	0	43	65	48,75	1,0
Promedio						75,6	52,25	1,06
4 Kg/ha	1	22	8	8	50	88	65,5	1,33
	2	14	2	6	88	110	97,0	1,98
	3	54	12	4	42	112	64,5	1,32
Promedio						103,3	75,6	1,54

Fuente: URZUA, 1984.

Se puede observar que hubo una tendencia a un mayor consumo de bloques de Brodifocoum, lo que se debió a que los bloques de Bromadiolone fueron dañados por el agua de lluvias, que en parte los desintegró. Sin embargo, las diferencias no fueron significativas. De acuerdo a ESPINOZA (1985) los bloques de Brodifocoum pueden permanecer en el campo más de 15 días, guardando su atractivo.

En la VII Región, URZUA (1984) determinó tanto el número de bloques consumidos en algún grado, el grado de consumo, así como el número real de bloques consumidos (Cuadro 2).

Es interesante destacar el alto número de cebos afectados en algún grado, (sobre 75, cuando se aplicaron en dosis de 2 Kg/ha y sobre 103, cuando la dosis se elevó a 4 Kg/ha), ya que los conejos requieren ingerir sólo 4 gr de cebo para morir.

Debido a que los bloques pesan 20 gr basta que un conejo ingiera el 20% de un bloque para que adquiera una dosis letal.

Los anticoagulantes de segunda generación, no requieren de dosis sucesivas, bastan cantidades pequeñas para que el animal muera.

Lo anterior ocurre especialmente con roedores, para cuyo control fueron fabricados. Sin embargo, los resultados preliminares demuestran que los anticoagulantes de la segunda generación también pueden ser una alternativa interesante para el control de conejos.

CUADRO 3

NUMERO Y PORCENTAJE DE PLANTAS DAÑADAS POR CONEJOS CON UNA APLICACION DE KLERART. SN. CLEMENTE, VII REGION 1985 - 86

Promedio		Fecha de evaluación							
		Agosto/85		Nov./85		Enero/85		Marzo/86	
		N° Planta %		N° Planta %		N° Planta %		N° Planta %	
Parcela N° 44 (35 Ha)	Plantas cortadas vivas	79	6,3	164	13	227	18,2	230	18,5
	Plant. cortad. muertas	0	0	7	1	8	1	9	0,7
	Total	79	6,3	171	14	235	19,2	239	18,5
Parcela N° 45 (37,5 ha)	Plantas cortadas vivas	39	4	115	11	147	12	151	14,5
	Plantas cortadas muertas	1	0	4	0,4	4	0,4	6	0,6
	Total	40	4	119	11,4	151	12,4	157	15,1
% Promedio Total (72,5 ha)		5,6		12,7		15,8		17,1	

Los resultados de alta palatabilidad de "Klerat", encontrados en Chile, concuerdan con lo obtenido por BELL y COL. (1983) en Nueva Zelandia, donde se determinó que el 75% de los cebos de Brodifacoum, fueron consumidos en sólo 3 noches.

En relación al control con Brodifacoum, CONAF realizó en 1985, una aplicación de "Klerat" como bloques parafinados, en dos predios colindantes, ubicados en la VII Región.

Efectuada la primera evaluación a más de un mes de la aplicación, y ya establecida la plantación se detectó un porcentaje de plantas dañadas, que llegó a un 50% en promedio. (GAJARDO y RAMIREZ, 1986).

En el Cuadro 3, se pueden apreciar los resultados obtenidos en los predios parcela 44 Bramadero y 45 Bramadero, de la Comuna de San Clemente, VII Región.

La evaluación del daño de conejos, considerando las plantas cortadas, pero que quedan vivas, más las cortadas muertas, determinó un control bastante eficaz, durante un largo período, ya que después de 8 meses de aplicación se llegó a menos de un 18% en promedio de plantas afectadas. Cabe destacar que como era de esperar, el porcentaje de plantas dañadas aumenta con el tiempo, debido a la llegada de nuevos conejos al lugar, por natalidad o por inmigración, ya que se realizó una sola aplicación del anticoagulante.

Los resultados obtenidos en los dos predios estudiados, permiten concluir según GAJARDO y RAMIREZ (1986) que el Klerat afectó a la densidad de la población cunícula, lo que contribuyó a obtener un bajo daño de lagomorfos.

Debido a que los conejos tienen un gran incremento poblacional en primavera (ZUNINO y VIVAR, 1983) para mantener niveles de daño inferiores al 10%, sería recomendable realizar al menos otra aplicación de anticoagulante durante esta época. Sin embargo, con niveles de daños inferiores al 20%, aún es posible obtener la bonificación del Estado, dejando un 5% para daño por otras causas.

En el Cuadro 4, se entregan los resultados más relevantes obtenidos por ESPINOZA (1985), al comparar el control del "1080" con Brodifacoum.

CUADRO 4

INCIDENCIA DE LOS DAÑOS CAUSADOS POR CONEJOS A UNA PLANTACION
RECIENTE DE *Pinus Radiata*. EN PARCELAS TRATADAS CON
2 Kg/ha DE BLOQUES PARAFINADOS DE BRODIFACOUM O CON CEBO 1080
Predio "El Llano" VII Región, 1984

	Bloques parafinados de BRODIFACOUM	Cebo de 1080
Nº de Plantas examinadas	524	852
Nº (%) dañadas a los:		
55 días	9 (1,7%)	—
78 días	13 (2,5%)	57 (6,7%)
115 días	15 (2,9%)	73 (8,6%)

Fuente: ESPINOZA, 1985.

Lamentablemente la primera evaluación, realizada a los 55 días, sólo se efectuó en el sector donde se aplicaron bloques de Brodifacoum, que correspondieron a 5,3 ha, no pudiéndose realizar análisis de varianza para comparar los resultados. No obstante se puede apreciar un mejor control con bloques parafinados que con "1080", incluso casi a los 3 meses después de la aplicación.

La aplicación se realizó en Mayo de 1984, antes de efectuar la plantación.

Las parcelas fueron de distinto tamaño, sin embargo, dado su gran extensión (que llegó a 45,2 ha donde se aplicó "1080") los resultados preliminarmente obtenidos, señalan que los bloques de Bromadiolone pueden ser una gran alternativa al "1080", en el control del daño causado por conejos.

En un ensayo de control de lagomorfos realizado en la VII Región (URZUA, 1984), se probaron anticoagulante Bromadiolone y Brodifacoum, este último en dosis. Se tuvo 4 tratamientos con 3 repeticiones.

Cada parcela fue de 2,25 ha y la superficie de evaluación de daño fue de 0,5 ha. El número promedio de plantas evaluadas en cada una de las doce parcelas estudiadas fue de 615 plantas.

En el Cuadro 5, se presentan los resultados de la primera evaluación del control del daño, mediante la aplicación de anticoagulantes de la segunda generación.

CUADRO 5

PRIMERA EVALUACION DEL DAÑO DE LAGOMORFOS EN PLANTAS DE PINO RADIATA EN PARCELAS TRATADAS Y NO TRATADAS CON ANTICOAGULANTES
Predio Piragua Sur VII Región, 1984

N° Parcela	% de Daño		
	por Lagomorfos	Total Daño	
Testigo	1	25,4	33,1
Testigo	2	0,32	4,4
Klerat 2 Kg/ha	3	0,13	0,7
Klerat 4 Kg/ha	4	2,28	5,9
Klerat 2 Kg/ha	5	1,25	4,77
Bromadiolone	6	0,0	2,0
Klerat 2 Kg/ha	7	0,74	2,2
Klerat 4 Kg/ha	8	0,16	0,92
Bromadiolone	9	0,0	0,82
Testigo	10	0,0	1,1
Bromadiolone	11	0,0	1,5
Klerat 4 Kg/ha	12	0,47	1,4

Fuente: URZUA, 1984.

En ninguna de las parcelas tratadas el daño causado por lagomorfos superó el 2,5%. Sin embargo, en la parcela N° 1, donde no se aplicó control, el daño causado por lagomorfos superó el 25%, llegando a 33,1%, al sumar el daño producido por otras causas.

El no haber encontrado daño de lagomorfos en las parcelas N° 2 y N° 10, que fueron testigo, es indicativo que no siempre habrá daño de conejos, aun cuando se hayan encontrado fecas recientes. En la parcela Testigo N° 1, inicialmente se contabilizó un promedio de 358 fecas/ha/día, antes de la plantación. A los 62 días, se realizó la segunda evaluación y se determinó un promedio de 174 fecas/ha/día. Esta disminución seguramente se debió a las labores de plantación. Posteriormente, en la tercera evaluación efectuada a los 33 días, el promedio de fecas aumentó a 276 fecas/ha/día y el daño aumentó de 25,4% a 29,9% de plantas afectadas.

En la cuarta evaluación, efectuada a los 57 días (30/XI/84), la abundancia de conejos aumentó poco, llegando a 282 fecas/ha/día, pero el daño se incrementó considerablemente, alcanzando a 43,4% de plantas dañadas por lagomorfos.

Este incremento en el daño, coincide con la presencia mayoritaria de individuos sub-adultos y es la época en la cual los conejos delimitan sus territorios (GAJARDO, 1985). Por esta razón, habría un incremento del daño. Lo mismo puede esperarse que ocurra, posteriormente en el mes de Marzo.

En la parcela testigo N° 2, se determinó un promedio de 5.014 fecas/ha/día, antes de la plantación, que disminuyó a 1.020 fecas/ha/día en la segunda evaluación. En la tercera evaluación bajó a 187 fecas/ha/día y en la cuarta evaluación fue de 114 fecas/ha/día. El porcentaje de daño se mantuvo en 0,32% desde la primera hasta la tercera evaluación, después de efectuada la plantación.

Lo anterior indica que es difícil predecir el comportamiento del conejo y que probablemente es necesario aumentar el tamaño de las parcelas, con objeto de estudiar además variables ambientales, que pueden ser determinantes en la presencia de conejos.

Del Cuadro 5 se puede concluir que de las 9 parcelas tratadas con anticoagulantes de la segunda generación, ninguna presentó un daño importante (menor a 2,5%), causado por lagomorfos. En dos de las tres parcelas no tratadas, sólo una presentó un daño que superó el 25%.

Queda aún la incógnita si la ausencia de daños se debió a una disminución de conejos, producto de las aplicaciones de anticoagulantes, o bien a emigraciones de éstos, después de efectuadas las plantaciones. Sin embargo, el hecho de no haber encontrado daños importantes, en las nueve parcelas tratadas, puede indicar la efectividad de los productos anticoagulantes contra la acción de lagomorfos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los diversos ensayos de control de lagomorfos en plantaciones forestales, con anticoagulantes, han entregado muy buenos resultados, siendo incluso mejores que los obtenidos con el monofluoracetato de sodio, conocido como "1080".

De acuerdo con los resultados obtenidos, tanto en el país como en el extranjero, es posible recomendar el uso dirigido de bloques parafinados de Brodifacoum. Este producto tiene buena aceptación por parte de los leporidos, ejerce un eficaz control sobre el daño y disminuye los riesgos tanto para el hombre como para los animales benéficos, ya que posee antídoto y su dosis letal (LD_{50}) es elevada, para los animales benéficos.

La dosis apropiada varía entre 2-3 Kg/cebo/ha. De acuerdo a VILLA (1985) los bloques parafinados de Brodifacoum, deberá ser en definitiva el producto que se utilice en el futuro, para controlar el daño causado por lagomorfo a las plantaciones forestales.

El Brodifacoum conocido con el nombre comercial en Chile de "Klerat", como todo producto tóxico, de acuerdo al Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), debe ser aplicado por personal técnico capacitado, debidamente autorizado.

Con objeto de aclarar algunas incógnitas que aún existen, tales como, correlación entre abundancia de lagomorfos y daño efectivo a las plantaciones, variación del daño a través del año, excipientes más apropiados, costos, etc., es necesario realizar una investigación rigurosa que considere tanto el daño, como las especies dañinas y su hábitat.

El éxito de las futuras plantaciones forestales, especialmente las que se realicen en hábitat apropiado para lagomorfos, dependerá del control efectivo del daño que tanto conejos como liebres pueden ocasionar.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. ANON. 1983. Interim report on rabbit control trials in Piragua sur and María José conducted from December 1983. I.C.I.
2. ARENTSEN, P. 1982. Control biológico del conejo. Informe inédito. SAG XII Región. 313 p.
3. BELL, J. et al. 1983. Brodifacoum in rabbit control. Informe inédito MAF, PO Box 31-011, Christchurch, Nueva Zelandia.
4. CATTAN, P. y VALDERAS, J. 1987. El conejo silvestre: ¿Plaga en Chile? Monografías Med. Vet. 9 (1) 19-25.
5. ESPINOZA, O. 1985. Informe control de conejos, con cebo tóxico anticoagulante. Inédito. CONAF Depto. Control Plagas y Enf. Forestales. 18 p.
6. FUENTES, E.R.; JAKSIC, F.M. and SIMONETTI, J.A. 1983. European rabbit versus native rodent in Central Chile: effects on shrub seedlings. *Oecologia* 58: 411-414.
7. GAJARDO, J.F. 1985. Uso de repelentes en plantaciones de *Pinus radiata* D. Don; contra la acción de lagomorfos, en la V Región. Tesis Escuela Cs. Forestales, Univ. de Chile. 230 p.
8. GAJARDO, J.F. y RAMÍREZ, O. 1986. Productos sustitutos del Monofluoroacetato de Sodio (1080), para el control del año que ocasionan los lagomorfos en plantaciones forestales. Informe Final. Inédito. CONAF. 17 p.
9. GODFREY, M.E.R. and LIMANN, C.P. 1980. Preliminary dosing trials of a new anticoagulant brodifacoum, as a toxicant for the rabbit, *Oryctolagus cuniculus* (L). N° 7 Journal of Experimental Agriculture 8: 1-5.
10. GODFREY, M.E.R.; REID, T.C. and McALLUM, H.J.F. 1981. The oral toxicity of the anticoagulant brodifacoum to rabbit. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture* 9: 23-25.
11. HAYES, J. 1982. Pesticides studied in man. Williams and Wilkins Editorial. Baltimore London.
12. IMPERIAL CHEMICAL INDUSTRIES (ICI). 1985. Ensayos para el control de conejos en Chile. Informe de Plant Protection Division. 8 p.
13. JAKSIC, F.M.; FUENTES, E.R. and YANEZ, J.L. 1979. Two types of adaptation of vertebrate predator to their prey. *Arch. Biol. Med. Exp.* 12: 143-152.
14. JAKSIC, F.M. and FUENTES, E.R. 1980. Why are native herbs in the chilean matorral more abundant beneath bushes: microclimate or grazing? *J. Ecol.* 68: 665-669.
15. JOHNSTON, J.C. 1978. Anticoagulant baiting for Jack Rabbit control Proceeding VIII Vertebrate Pest Control Conference. p. 152-153.
16. LINCOLN, G. 1974. Reproduction and March madness, in the Brown hare (*Lepus europaeus*). I. *Zool. Lond.* 174 pp. 1-14.
17. MARSH, R.E. 1987. Ground squirrel control strategies in California agriculture. In control of mammal pests. Ed. Taylor & Francis. London, 406 p. 261-276.
18. MILLER, S. y ROTTMANN, J. 1976. Guía para el reconocimiento de mamíferos chilenos. Stgo. Ed. Gab. Mistral. 200 p.
19. OLIVER, A.J.J. and WHEELER, S.H. 1978. The toxicity of the anticoagulant Pindone to the European rabbit *Oryctolagus cuniculus* and the sheep, *Ovis aries*. *Australian Wildlife Research* 5: 135-142.
20. RODRIGUEZ, J. y GAJARDO, J. 1986. Lagomorfos como plagas forestales: Caracterización del daño y su control. Acta de Resúmenes X Congreso Latinoamericano de Zoología. 540 p. 445-446.

20. RODRIGUEZ, J. y TREVIZAN, J. 1984. El conejo silvestre (*Oryctolagus cuniculus*) como vertebrado plaga. Informe Inédito. Fac. Cs. Agrarias y Forestales, Univ. de Chile. 32 p.
21. RODRIGUEZ, J. y URZUA, C. 1984. Ensayos de palatabilidad de cebos tóxicos para conejos (*Oryctolagus cuniculus*) en predios de la VIII Región. Informe Inédito. ANILQUIMICA. 19 p.
22. SAIZ, F. 1986. *Oryctolagus cuniculus* L. en J. Fernández problema y control. Actas y Resúmenes X Congreso Latinoamericano de Zoología. 540 p. p. 286.
23. SANTINI, L. 1981. Los animales. Gran enciclopedia ilustrada. Barcelona. Ed. Delta. 201 p.
24. URZUA, C. 1984. Descripción del hábitat y alternativas de control del daño ocasionado por lagomorfos, en plantaciones de pino insigne, en la VII Región. Informe de Avance. Tesis Fac. de Cs. Agrarias y Forestales, Univ. de Chile. 24 p.
25. VILLA, A. 1984. Informe preliminar sobre palatabilidad de Klerat bloques de cera y pellets, en conejos. Informe Inédito. CONAF, 3 p.
26. WALKER, E. 1968. *Mammals of the world* Tomo 2. Baltimore. Johns. Hopkins pp. 647-1.500.
27. WILLIAMS, J.M. et al. 1987. Rabbit control in New Zealand: the use of acute poison and the development of anticoagulant control strategies. pp. 217-235. In: Control of Mammal pests. Ed. Taylor & Francis. London. 406 p.
28. ZUNINO, S. 1983. Le cycle reproducteur du lapin *Oryctolagus cuniculus* L. 1758. au Chili. Ecole. Pratique Hautes Etudes. Université Montpellier. Tesis. Doctoral. Laboratoire de Biogeographie et Ecologie des Vertebres. 29 p.
29. ZUNINO, S. y VIVAR, C. 1983. *Oryctolagus cuniculus*, uso y control del recurso. Informe Final. CONAF. Inédito, 55 p.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Valor del Ejemplar: \$ 2.500

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

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

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

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

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

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

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

Valor del Ejemplar: \$ 2.000

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

Esta publicación responde a la necesidad de efectuar anualmente un análisis de la Industria de la Madera Aserrada, con el objeto de evaluar la producción, la evolución tecnológica, la ocupación de mano de obra y la inversión realizada por los productores.

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

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

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

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

Valor del Ejemplar: \$ 1.800

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

La dinámica y el interés que en círculos

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

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

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

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

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

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

Valor del Ejemplar: \$ 3.200

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

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

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

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

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

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

Valor del Ejemplar: \$ 2.500

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

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

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

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

condiciones de mercado del momento. Asimismo, dicha información resulta fundamental para las autoridades responsables de diseñar y poner en marcha las políticas más adecuadas para impulsar el desarrollo de los diversos sectores productivos del país.

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

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

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

Valor Suscripción Anual: \$ 60.000

REGLAMENTO DE PUBLICACION

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

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

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

“La publicación consta de 3 secciones:

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

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

ESTRUCTURA Y PRESENTACION DE LAS COLABORACIONES

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

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

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

En la Introducción se incluirá la revisión bibliográfica efectuada, orientada a definir el estado actual del conocimiento sobre el tema, la importancia que implica su divulgación y la

compatibilización de los principales resultados con su objetivo. Aquí no podrá incluirse cuadros ni figuras.

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

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

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

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

- primero, descripción breve del método, fenómeno, avance o hecho que da cuenta, dando a conocer todos los elementos ambientales, circunstanciales o técnicos, en el que se presente.
- luego, comentario sobre la trascendencia que representa para la actividad forestal chilena y para el desarrollo de la Ciencia Forestal.
- finalmente, análisis u opiniones respecto de su evolución o desarrollo futuro, así como también, el desafío que representa para los profesionales vinculados a la ciencia forestal y maderera.

El título no podrá exceder de siete palabras, deberá ser representativo de lo que se informa. Se aceptará redacción personal. El nombre del autor, así como su título o grado profesional e institución o empresa que trabaje, se incluirá luego del título del trabajo.

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

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

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

PRESENTACION DEL ESCRITO

Para el caso exclusivo de ARTICULOS, todo el trabajo deberá escribirse en papel tamaño carta con 20 líneas por página, presentando en la primera página el título del trabajo, el nombre

completo del autor, su título profesional, grado académico, el nombre y dirección de la institución o empresa a la que pertenece, y fecha de remisión del mismo.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

RECEPCION DE COLABORACION

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

