ISSN 0716 - 5994

VOLUMEN 4 Nº 1

CIENCIA E INVESTIGACION FORESTAL

JUNIO 1990

INFOR

INSTITUTO FORESTAL - CHILE

FILIAL CORFO

BIBLIOTECA
INSTITUTO FORESTAL

(Aporte Por F Ravenna) 14/10/94

VOLUMEN 4 Nº 1

CIENCIA E INVESTIGACION FORESTAL

JUNIO 1990

BIBLIOTECA
INSTITUTO FORESTAL

INSTITUTO FORESTAL - CHILE
FILIAL CORFO

INFOR

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

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

Dirección Postal : Huérfanos 554. Casilla 3085. Santiago Chile
Fonos 397911 - 391363.

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

INFOR

CONTENIDO

Artículos **Pág.**

Efecto del tratamiento de los residuos de explotación en el suelo y en el crecimiento inicial de *Pinus Radiata* ..... *S. Franke C.* 1

Efecto del manejo de los residuos de explotación de *Pinus Radiata* en los procesos de erosión ..... *C. Alarcón A. y J.A. Prado D.* 35

Anatomía y desarrollo de flores, frutos y semillas de Boldo (*Peumus Boldus* Mol.) ..... *C. Botti G. y A. Cabello L.* 49

Propagación vegetativa de tepa (*Laurelia philippiana*) a partir de estacas ..... *R. Santelices M.* 61

Efecto de diferentes métodos de plantación en el desarrollo inicial de *Eucalyptus camaldulensis, E. cladocalyx y E. sideroxylon* en la zona árida de Chile ..... *J. Wrann H.* 69

La precisión de corte en el aserradero y su necesidad de control ..... *R. W. Wotherspoon S.* 89

Apuntes

Propagación de plantas de Algarrobilla (*Balsamocarpon brevifolium*) contrarrestando daño del hongo *Fusarium oxysporum* ..... *G. Montenegro y P. Arce* 107

Resultados preliminares de un ensayo de raleo en plantaciones de *Eucalyptus globulus.* ..... *H. Grosse W.* 114

Silvicultura clonal de Eucalyptus. ..... *P. Rojas V.* 120

Apuntes sobre *Sequoia sempervirens.*
1. Descripción de la especie ..... *U. Kannegiesser S.* 124

Efecto de la corteza en la emanación de formaldehido en tableros de partículas ..... *J. P. Sánchez y H. Poblete W.* 133

Notas Bibliográficas

Análisis y Diagnóstico de Procesos Industriales de Transformación Mecánica de la Madera 139
Uniones en la Madera Estructural. Clavos y Tirafondos 139
Estudio del Mercado de Juguetes de Madera en los Estados Unidos 140
Principios de Organización y Operación del Aserradero 140
Exportaciones Forestales Chilenas 141

INFOR

FE DE ERRATAS
CIENCIA E INVESTIGACION FORESTAL

Se ruega modificar la numeración anterior según la pauta siguiente:

N° 1 (Vol. 1 N° 1) Junio 1987	debe decir	Vol. 1 N° 1
N° 2 (Vol. 1 N° 2) Diciembre 1987	debe decir	Vol. 1 N° 2
N° 3 (Vol. 2 N° 3) Abril 1988	debe decir	Vol. 2 N° 1
N° 4 (Vol. 2 N° 4) Agosto 1988	debe decir	Vol. 2 N° 2
N° 5 (Vol. 2 N° 5) Diciembre 1988	debe decir	Vol. 2 N° 3
N° 6 (Vol. 3 N° 6) Junio 1989	debe decir	Vol. 3 N° 1
N° 7 (Vol. 2 N° 7) Diciembre 1989	debe decir	Vol. 3 N° 2

INFOR

EFECTO DEL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE EXPLOTACION EN EL SUELO Y EN EL CRECIMIENTO INICIAL DE *PINUS RADIATA* (*)

Samuel Francke Campaña(**)

RESUMEN

En este estudio se evalúan los efectos de diferentes tratamientos de manejo y utilización de residuos de explotación en función de determinadas propiedades químicas del suelo, estado nutricional y crecimiento de plantaciones de ***Pinus radiata,*** en segunda rotación, durante el primer año de aplicación.

Los lugares de ensayo se ubican en la VIII Región del país (37° 30' Lat. Sur) en la zona de secano interior de Arenales, en suelos de topografía plana con texturas arenosas (Ensayo "Maquehua") y en la zona costera de Arauco, en suelos de topografía ondulada de texturas arcillosas. (Ensayo "La Colcha").

Los resultados de las variables analíticas edáficas, nutricionales y de crecimiento obtenidas, indican lo inadecuado de efectuar quemas controladas especialmente en suelos de texturas arenosas y su empleo como práctica definitiva en suelos de texturas arcillosas. En base a lo anterior, se recomienda el perfeccionamiento de la alternativa técnica de mantención de los residuos in situ (sin extracción de residuos y sin aplicación de quemas).

ABSTRACT

*The study evaluates the effects during the first year of application of different residues disposal and utilization treatkments in relation to soil chemical properties, nutritional state and growth of second rotation Monterey Pine (**Pinus radiata** D. Don) plantations.*

The experimental plots are located in the VIII Región (37° 30' S. Lat.) at the Central Valley (Maquehua site) and Arauco coastal plain (La Colcha site). Maquehua has flat topography and sandy soils; La Colcha is rolling and predominantly clay.

The results of the analysis of edaphic, nutritional and growth variables suggest that controlled burning is wholly inadequate on sandy soils; on clay soils the practice seems inadequate but could continue until better alternatives of in situ residue treatments are developed.

(*) Corresponde a la 2da. Parte del Proyecto "Efectos de los diferentes métodos de utilización y manejo de residuos de explotación en los rendimientos de la segunda rotación de Plantaciones de *Pinus radiata*" que desarrolla el Instituto Forestal, INFOR.

(**) Dr. Ingeniero Forestal - CONAF - Santiago - Chile.

INFOR

INTRODUCCION

El empleo del fuego en nuestro país como herramienta para habilitar terrenos de forestación y reforestación, constituye una práctica habitual de ejecución. Anualmente se habilitan por este método alrededor de 71.500 ha.

La aplicación del fuego en forma de "quema prescrita" conlleva un riesgo en relación a la pérdida de productividad del sitio, no obstante se reducen riesgos de incendios forestales. Desde el punto de vista de los efectos en el suelo, la quema de residuos de explotación (hojarasca, ramas, cortezas, trozas, tocones, etc.) conduce en las superficies taladas a pérdidas por volatilización del carbono orgánico, nitrógeno y azufre. Por el contrario, elementos como fósforo, potasio, calcio y magnesio, permanecen sobre la superficie del suelo, aumentado su disponibilidad inicial, siendo susceptibles a procesos de lixiviación y escurrimiento superficial (Burschel P. y Huss J., 1987; Fassbender H., 1978 y Rehfuess K.E., 1981). Adicionalmente a esta forma de quemas se han desarrollado modalidades de "utilización intensiva" (extracción de troncos y ramas) en base al aprovechamiento de determinados diámetros económicos de utilización (> a 3 cm), los cuales son extraídos del sitio y se fraccionan posteriormente usándose como material combustible. En esta modalidad se acentúa la extracción de materia orgánica y elementos nutritivos.

En que medida y cuando ocurrirán deficiencias nutricionales con las modalidades enunciadas anteriormente u otras como "cosecha total", dependerá de las reservas disponibles y suministrables de los nutrientes en el suelo. En suelos francos ricos en bases, silicatos y materia orgánica, con un suministro permanente de nutrientes (potasio, calcio, magnesio y fósforo) proveniente de la mineralización y de formas orgánicas, potenciales pérdidas podrán ser atenuadas sin que la fertilidad del suelo sea afectada. En cambio, en suelos arenosos, pedregosos, pobres en bases, silicatos y materia orgánica, podría ocurrir una considerable disminución de las reservas nutritivas suministrables y disponibles, de tal modo que fertilizaciones de equilibrio u otra forma de corrección tenga que aplicarse regularmente. La tendencia actual de dejar en la superficie talada del bosque los residuos de explotación ("alternativa conservadora") tiene un efecto de cubierta tipo Mulch que minimiza procesos erosivos, influye en el microclima en la cercanía del suelo, favoreciendo el régimen térmico e hídrico de éste y elevando las reservas húmicas, con el consiguiente beneficio para los árboles que conforman la reforestación.

A través del presente estudio se pretende evaluar los efectos ocasionados en el suelo por la aplicación de diferentes métodos de utilización y manejo de residuos de explotación forestal. Se considera además la evaluación de los efectos de los diferentes tratamientos aplicados en el estado nutricional y crecimiento de las plantaciones. Se evaluan los cambios transcurridos durante el primer año de su aplicación, en dos lugares de ensayo de la VIII Región del país, que corresponden a sitios forestales de crecimiento y suelos extremos para la especie ***Pinus radiata,*** como los que presentan la zona de Arenales y la zona de Arauco.

INFOR

MATERIAL Y METODO

Material

En la realización del presente estudio se seleccionaron 2 lugares pertenecientes a las empresas Forestal Mininco S.A. (Ensayo "Maquehua") y Empresa Forestal Arauco Ltda. (Ensayo "La Colcha"). Para la selección de lugares de ensayo se consideraron suelos representativos del crecimiento de la especie utilizando como criterios predominantes la clase textural del suelo y material de origen. Los antecedentes generales y edafoclimáticos principales de los lugares de ensayo se consignan en cuadro Nº 1.

CUADRO 1

ANTECEDENTES GENERALES Y EDAFOCLIMATICOS - LUGARES DE ENSAYO

Nombre predio ensayo	Región	Provincia	Comuna	Nombre Serie de Suelos	Material de Origen	Clase Textural Sup/Sub-superf.	Clase Prof.	Topografía	Antecedentes ppt. mm	Tº Med. °C
Maquehua	VIII	Bío-Bío	Los Angeles	Coreo	Arenas Andesíticas Basálticas.	A/A	Profundos (1.5m).	Plana	1285	13,8
La Colcha	VIII	Arauco	Curanilahue	Colico	Sedimentos Marinos Metamorficos.	a/a	Profundos (2 m).	Ondulada.	1493	12,6

A: Arenosas a: Arcillosas.

METODO

Diseño Experimental - Tratamientos

En los predios seleccionados como lugares de ensayo, se contemplaron diversos métodos de utilización de residuos de explotación forestal, considerándose los tratamientos indicados en Cuadro Nº 2.

CUADRO 2

TRATAMIENTOS APLICADOS - AREAS DE ENSAYO

Nº Tratamiento.	Tipo de Explotación	Tipo de Quema	Técnica Encendido	Ordenamiento Desechos	Superficie Parcelas (n = 3) Ha.
T - 1	Tradicional	Controlada	Fuego de retroceso.	Arrumados	0,09
T - 2	Tradicional	Controlada	Fuego de retroceso.	Dispersos	0,09
T - 3	Tradicional	Controlada	Fuego frontal	Dispersos	0,09
T - 4	Tradicional	Controlada	Fuego flancos	Dispersos	0,09
T - 5	Conservadora	Sin Quemas		Dispersos	0,09
T - 6	*Intensiva	Sin Quemas		Dispersos	0,09

(*) Extracción de residuos de explotación con diámetros superiores a 3 cm.

Muestreo y Análisis en Laboratorio

- Muestreo de suelos y variables analizadas

La prospección edáfica se efectuó en los lugares de ensayo (2) y tratamientos (6) y número de parcelas por tratamiento (3) en base a la obtención de 3 muestras compuestas por parcela y según profundidades de muestreo y secuencia temporal de muestreo que se resumen en Cuadro 3.

INFOR

CUADRO 3

SECUENCIA TEMPORAL DE MUESTREO Y VARIABLES ANALITICAS DE SUELOS CONTEMPLADAS EN EL ESTUDIO

Nº de Muestreo	Etapa de Muestreo	Profundidad del Muestreo	Variables Edáficas Analíticas
Primero	Pre-tratamiento (15 días antes)	0 - 5 cm. 5 - 10 cm. 10 - 20 cm.	Mat. orgánica, pH, NPK, disponible. Ca y Mg Intercambiable Densidad aparente método cilindro.
Segundo	Post-tratamiento (15 días después)	0 - 5 cm.	Mat. orgánica, pH, NPK, disponible, Ca y Mg intercambiable.
Tercero	Post-tratamiento (90 días después)	0 - 5 cm.	Mat. orgánica, pH, NPK Ca y Mg intercambiable.
Cuarto	Post-tratamiento (180 días después)	0 - 5 cm. 5 - 10 cm. 10 - 20 cm.	Mat. orgánica, pH, NPK Ca y Mg intercambiable
Quinto	Post-tratamiento (360 días después)	Orgánico 0 - 5 cm. 5 - 10 cm. 10 - 20 cm	Mat. orgánica, pH, NPK Ca y Mg intercambiable

- Muestreo de plantas y variables analizadas.

Al cabo de un año de aplicación de los tratamientos se efectuó el primer control del estado nutricional y primer control dasométrico de variables de estado de rodal. Estos controles se efectuaron paralelamente al quinto muestreo de suelos.

El control del estado nutricional se efectuó a través del muestreo foliar de 10 árboles bien desarrollados de cada parcela de 30 x 30 m., en el tercio superior de la copa y en acículas de crecimiento del año, habiéndose obtenido, en cada repetición del tratamiento, 3 muestras compuestas que se analizaron en el laboratorio separadamente para los macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg) y micronutrientes (Mn, Fe, Zn, Cu y B).

El control dasométrico se efectuó en cada predio y tratamiento en parcelas de 30 x 30 m, con tres repeticiones por tratamiento, habiéndose realizado la medición de 64 árboles para las siguientes variables: altura total, diámetro altura del cuello y porcentaje de prendimiento o sobrevivencia por parcela.

En el Laboratorio de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica y Laboratorio Agro-Lab fueron realizadas las determinaciones analíticas de suelos y foliar en base a métodos analíticos de rutina.

Análisis de los resultados

Se comparan las variaciones que experimentan los contenidos de las variables adáficas consideradas en el estudio, en cada uno de los tratamientos, desde antes de su aplicación y en el transcurso de 4 mediciones posteriores a las quemas y se evalúan los efectos que estas variaciones tienen en los niveles nutricionales de las plantas de ***Pinus radiata***, al analizar los valores obtenidos del análisis foliar.

Además, se evalúa el efecto de los distintos tratamientos aplicados en el desarrollo de la plantación.

RESULTADOS

Efecto Sobre el Suelo

Reacción del suelo (pH)

En el ensayo "Maquehua" (Fig. 1a) se registran durante los primeros seis meses desde la aplicación de los tratamientos, incrementos de 0,6 unidades de pH, variando los rangos en la estrata superficial del suelo de moderadamente a débilmente ácidos (5,6 - 6,3); luego decrecen levemente al término del primer año de evaluación. Aún cuando en el ensayo "La Colcha" (Fig. 1b) ocurren incrementos de 0,5 unidades de pH hasta el primer trimestre, ellos fluctúan en ese período en un rango de pH moderadamente ácido (5,1 - 5,6). Posteriormente, los tratamientos sometidos a quema, presentan las mayores reducciones, con valores de pH similares e inferiores a los registrados inicialmente. El mayor grado de acidificación de suelo, exhibido especialmente en las variantes con quema del ensayo "La Colcha", podría estar asociado a las mayores precipitaciones del área de Arauco (1500 mm) que en condiciones de mayor inclinación del terreno (15%) posibilitaría una mayor pérdida de nutrientes por escurrimiento superficial, en comparación con el área de arenales, con precipitaciones medias anuales del orden de 1200 mm, en suelos de topografía plana. También influye la falta de una cubierta húmica estable, que impide en gran medida, procesos de lavado del suelo.

INFOR

FIGURA 1a

GRADIENTE VERTICAL Y VARIACION TEMPORAL DE LOS VALORES DE pH DE LOS TRATAMIENTOS APLICADOS ENSAYO MAQUEHUA

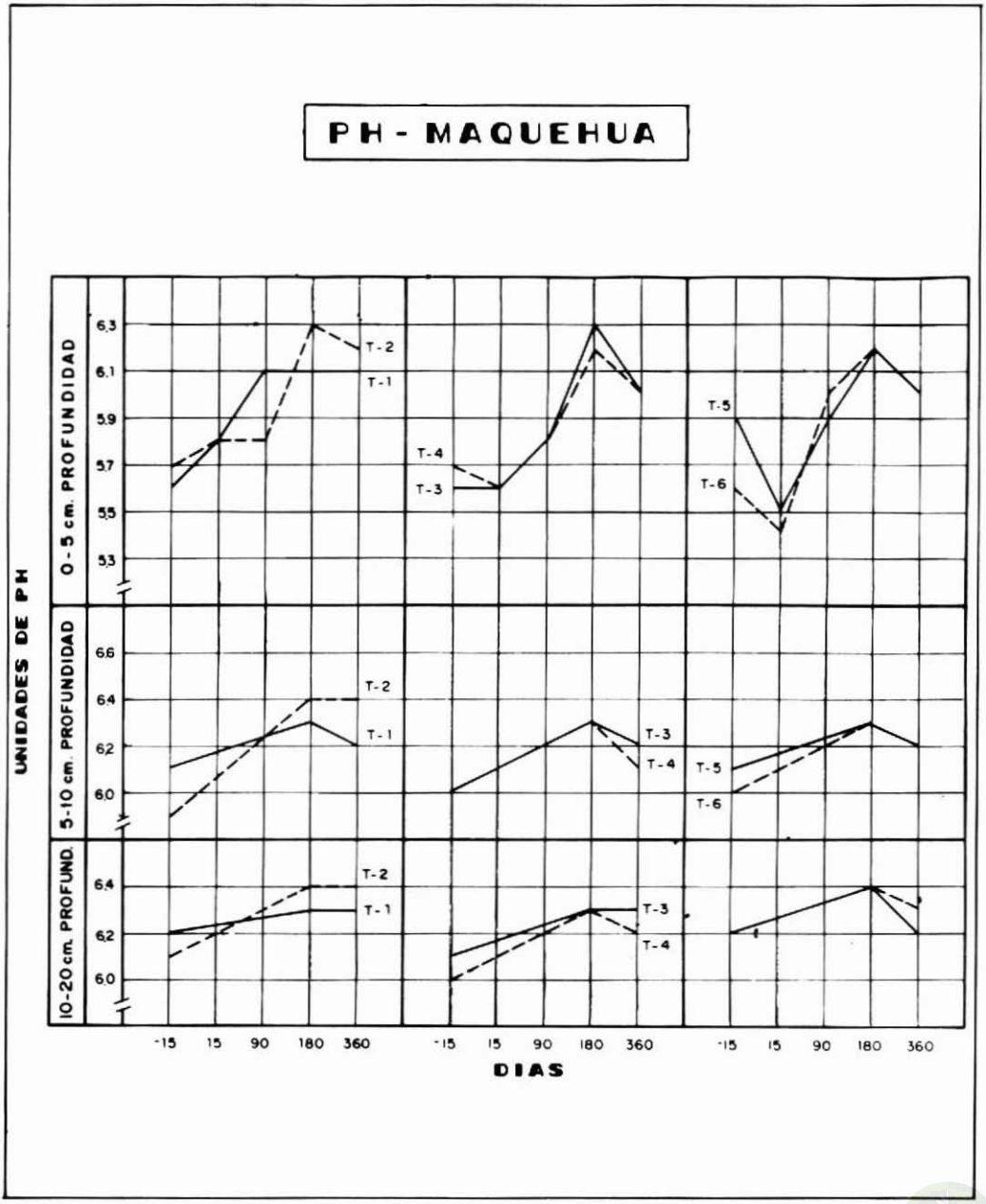
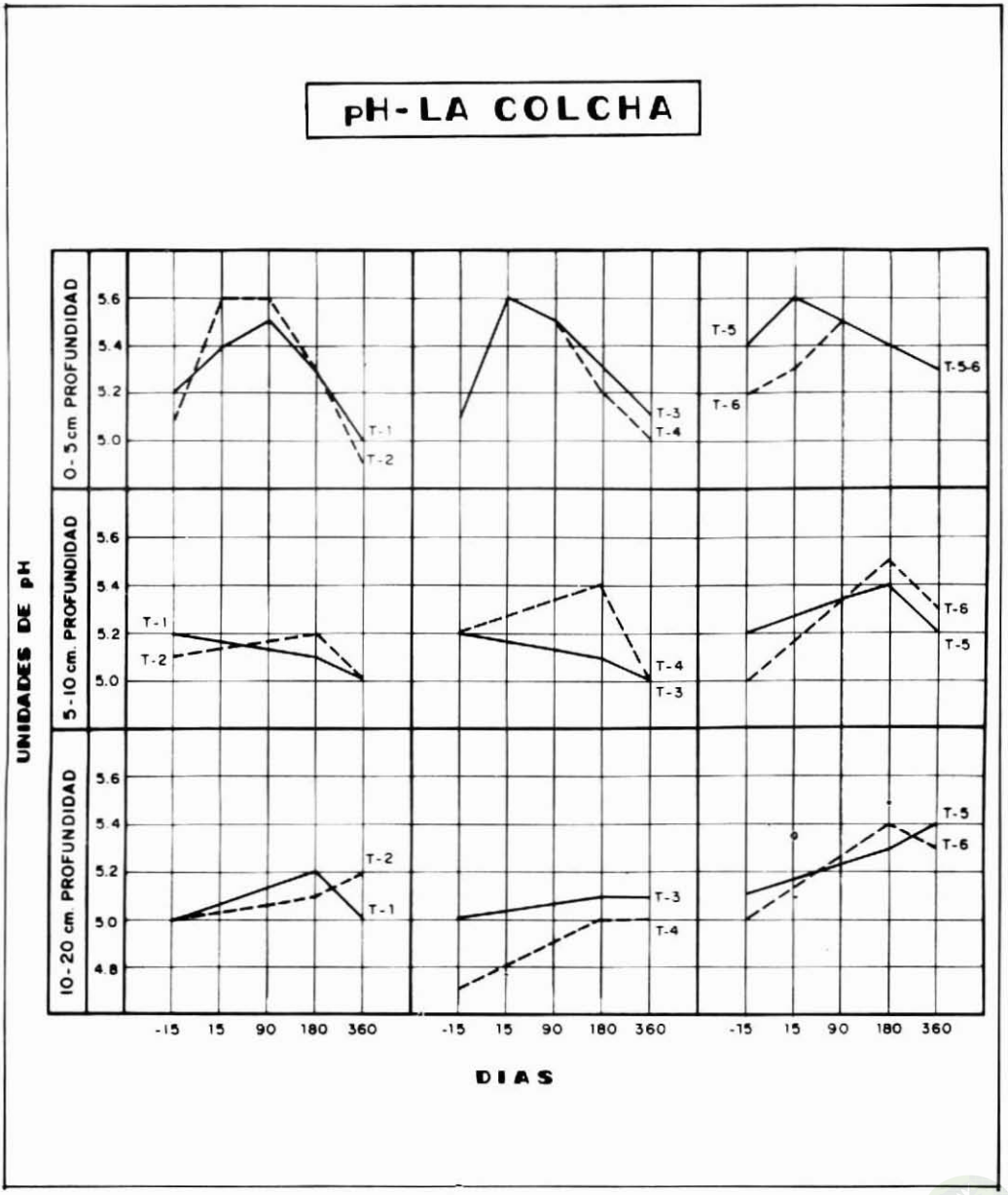


FIGURA 1b

GRADIENTE VERTICAL Y VARIACION TEMPORAL DE LOS VALORES DE pH DE LOS TRATAMIENTOS APLICADOS ENSAYO LA COLCHA



Contenidos (%) y Cantidades de Materia Orgánica (ton/ha)

En "Maquehua" (Fig. 2a) al comparar los contenidos de materia orgánica de los tratamientos que incluyen variantes de quema (T-1a T-4) con los de aquellos que no las incluyen (T-5 y T-6), se obtiene en éstos últimos después de su aplicación inmediata y hasta el término del primer año de observación, contenidos de materia orgánica superiores, lo que indicaría a priori la conveniencia de no quemar en suelos de texturas arenosas sometidos a mayores procesos de lixiviación, considerando además los tenores iniciales bajos (1-3%) de materia orgánica.

En el ensayo "La Colcha" (Fig. 2b) con tenores moderadamente altos de materia orgánica (mayor a 5%), se registran en los tratamientos T-1, T-2, T-4 incrementos considerables (2,5 a 7%) respecto de los contenidos iniciales (30 días después de ejecución de las variantes indicadas), para luego disminuir en la etapa intermedia y aumentar hacia la etapa final de este estudio. En cambio, el T-3 y aquellos tratamientos que no contemplan quemas (T-5 y T-6, exhiben una tendencia gradual ascendente, lo que evidenciaría que al no quemar residuos de explotación es posible alcanzar una tasa de descomposición gradual de la materia orgánica de contenidos similares a los registrados con variantes de quemas (excepción T-2).

Al efectuar un análisis de las cantidades de materia acumulada en el suelo mineral (0-20 cm) del ensayo "Maquehua" (Fig. 3a) se observan severas disminuciones en las variantes de quemas controladas (T-2, T-3 y T-4) y variantes de extracción de residuos (T-6). Se evidencian de esta forma los efectos negativos del fuego y la extracción manual de residuos. Una menor disminución registran las cantidades de materia orgánica del Tratamiento T-1 (residuos apilados con fuego de retroceso) en donde aparentemente la acción del fuego tendría una menor incidencia. En el tratamiento T-5 (sin quema) se producen variaciones debido a tasas graduales de descomposición de los residuos de explotación acumulados in situ (sin astillar).

La respuesta que se obtiene en el Ensayo "La Colcha" (Fig. 3b) contrasta a lo observado en suelos arenosos del Ensayo "Maquehua". En el ensayo "La Colcha", de texturas superficiales finas (arcillosas), se produce un aumento progresivo al comparar los valores analíticos iniciales con los registrados en las etapas intermedias y finales. Las cantidades de materia orgánica acumuladas durante la primera rotación son descompuestas aceleradamente por la acción del fuego (T-1 a T-4) y gradualmente en los tratamiento sin quema (T-5 y T-6) ocurriendo un mayor grado de acumulación de materia orgánica bajo condiciones texturales superficiales finas (Ensayo La Colcha) en comparación con texturas superficiales gruesas (Ensayo Maquehua), predominando en ellas procesos de lixiviación en relación a procesos de escurrimiento superficial.

Los procesos de mineralización acelerados de la materia orgánica inducidos por las variantes de quemas (T-1 a T-4) no permiten contar inicialmente con una cubierta húmica estable que, por su efecto tipo mulch, minimiza procesos erosivos y aumenta la retención de la humedad del suelo superficial.

Contenidos (%) y Cantidades (kg/ha) de nitrógeno disponible

Las curvas de nitrógeno disponible (forma nítrica), tienen un comportamiento similar

FIGURA 2a

GRADIENTE VERTICAL Y VARIACION TEMPORAL DE LOS CONTENIDOS DE MATERIA ORGANICA (%) DE LOS TRATAMIENTOS APLICADOS ENSAYO MAQUEHUA

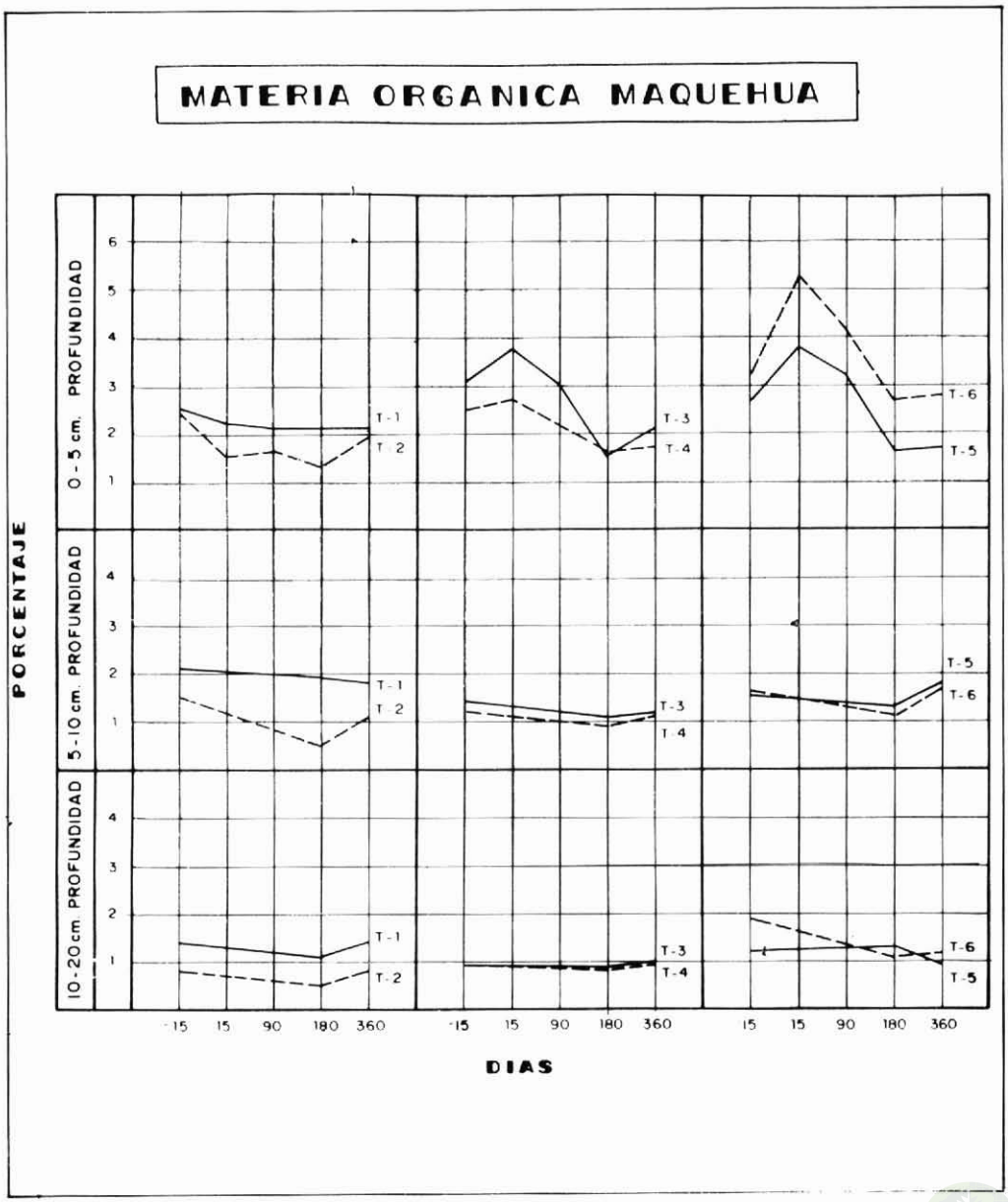


FIGURA 2b

GRADIENTE VERTICAL Y VARIACION TEMPORAL DE LOS CONTENIDOS DE MATERIA ORGANICA (%) DE LOS TRATAMIENTOS APLICADOS ENSAYO LA COLCHA

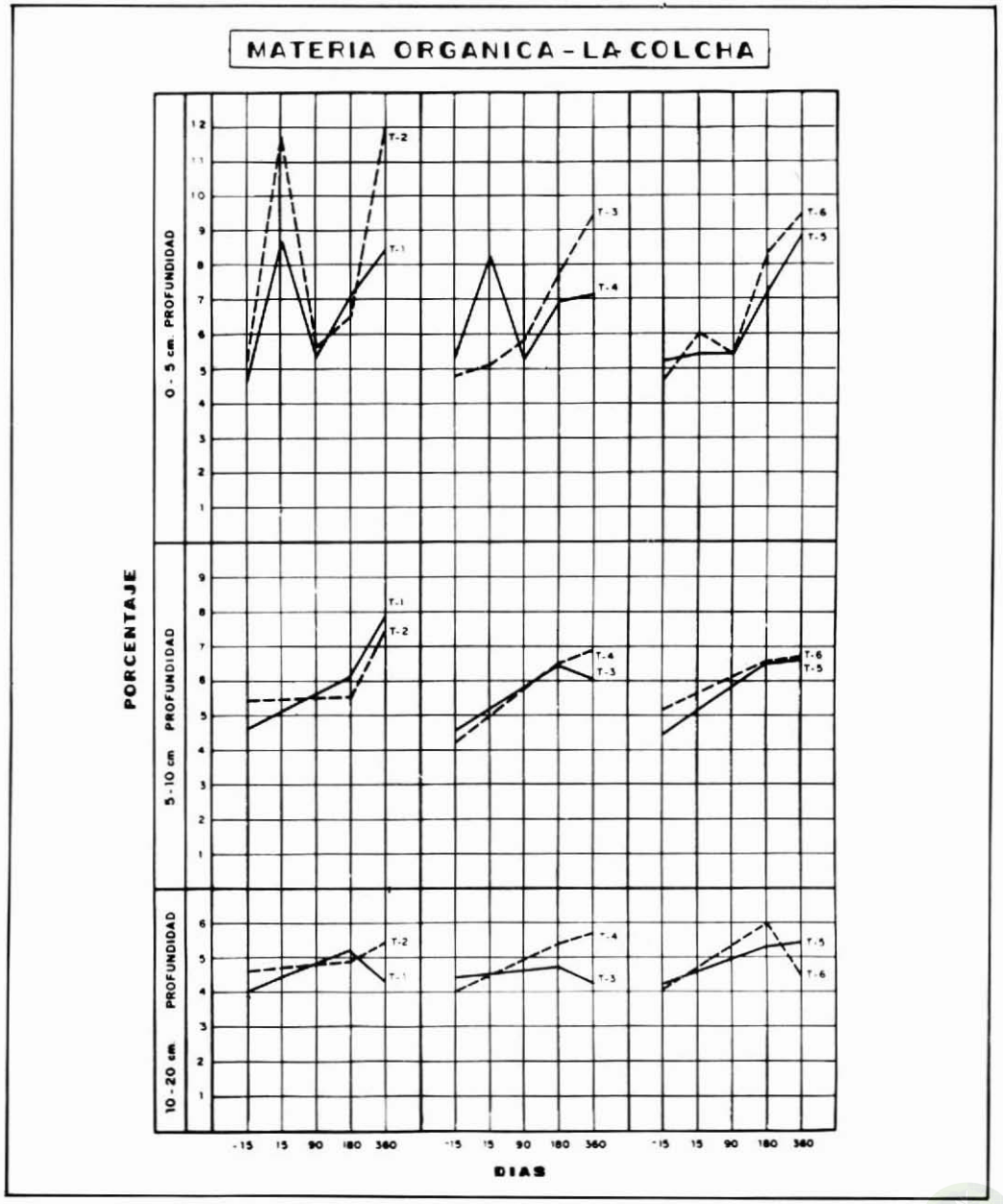


FIGURA 3a

ESTIMACION DE LA CANTIDAD DE MATERIA ORGANICA (Ton/Ha) ACUMULADA EN EL SUELO MINERAL (0-20 cm) SEGUN EPOCA DE MUESTREO DE LOS TRATAMIENTOS APLICADOS ENSAYO MAQUEHUA

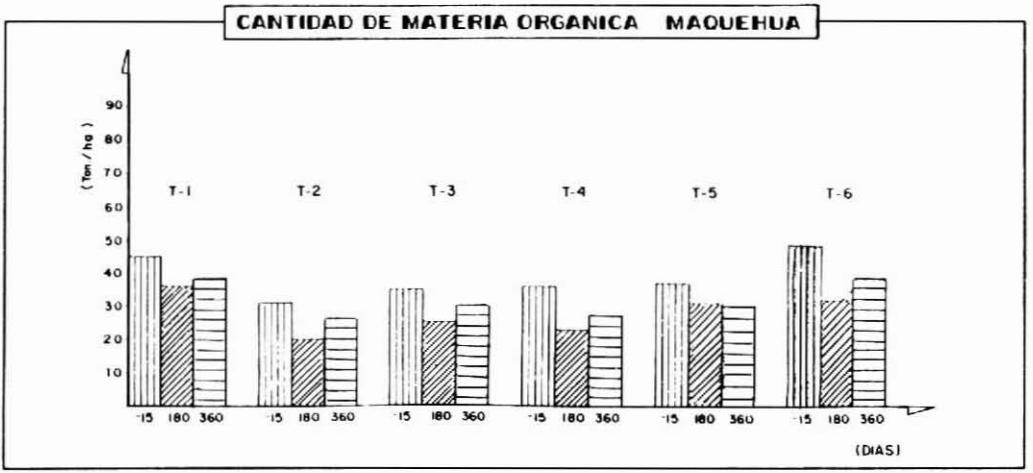
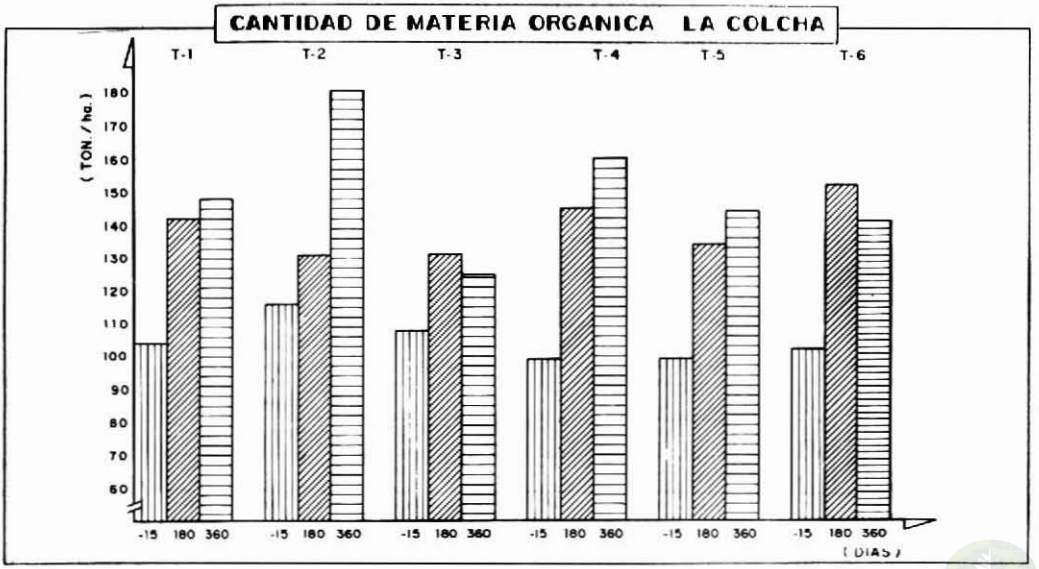


FIGURA 3b

ESTIMACION DE LA CANTIDAD DE MATERIA ORGANICA (Ton/Ha) ACUMULADA EN EL SUELO MINERAL (0-20 cm.) DE LOS TRATAMIENTOS APLICADOS SEGUN EPOCA DE MUESTREO ENSAYO LA COLCHA



en relación a su variación estacional en los Ensayos "Maquehua" (Fig. 4a) y "La Colcha" (Fig. 4b).

En su etapa inicial todos los tratamientos aplicados experimentan un considerable aumento en sus contenidos de N, los que decrecen hacia la etapa intermedia a valores inferiores a los registrados inicialmente. Hacia la evaluación final se registran incrementos en todas las variantes de estudio, lo que podría estar en directa relación con los incrementos de materia orgánica registrados en el período de muestreo Otoño-Invierno.

Las cantidades de nitrógeno del ensayo "Maquehua" (Fig. 5a) exhiben, entre la etapa inicial e intermedia, una reducción en todos los tratamientos afectos a quemas (T-1 a T-4), debido en parte a pérdidas por volatilización del elemento. Sin embargo, las mayores pérdidas por mineralización aceleradas corresponden al tratamiento que contempla extracción de residuos (T-6), y se observan los menores decensos en aquel tratamiento donde no se aplican quemas (T-5). En general estas variaciones podrían corresponder a una mayor demanda del elemento en la época de Primavera-Verano y/o lixiviación en profundidad durante las lluvias invernales, al no estar la nueva plantación, especialmente en los sectores quemados, en condiciones de absorver el excedente nutricional ofrecido. Hacia la etapa final se observan los mayores incrementos porcentuales en el T-5 (sin quema), registrándose en los otros tratamientos variaciones porcentuales menores. En términos absolutos se acumulan en esta etapa las mayores cantidades de N disponible/ha. en los tratamientos T-1 y T-5.

Las cantidades de nitrógeno del Ensayo "La Colcha" (Fig. 5b) presentan también reducciones hacia la etapa intermedia. Estas ocurren en forma mínima en los tratamientos T-1 y T-2, y se acentúan en los tratamientos afectados por el fuego (T-3 y T-4) y en los tratamientos T-5 y T-6 (sin quema) debido al menor grado de mineralización del nitrógeno de su forma total disponible en función de la descomposición de la materia orgánica. Hacia la etapa final aumentan las cantidades de nitrógeno en este ensayo a niveles considerablemente superiores a los que se alcanzan en Maquehua. La alta capacidad de respuesta del sitio de Arauco en relación al sitio de arenales para este elemento estaría dada probablemente por menores grados de lixiviación en profundidad, menores grados de volatilización y mayor potencial de suministro de nitrógeno del sitio.

Contenidos (ppm) y cantidades (kg/ha) de fósforo disponible

Los suelos de texturas arenosas del Ensayo "Maquehua" registran contenidos muy elevados de fósforo disponible, lo que se fundamenta en su formación a partir de un material de origen de cenizas andesítico basálticas. La aplicación de diversas modalidades de quemas (Fig. 6a), produce un fuerte aumento debido a la descomposición acelerada de la materia orgánica inducida por el fuego, liberando diversos compuestos fosfatados. Hacia la etapa intermedia y final presentan estos tratamientos tendencias diversas, registrándose contenidos superiores a los correspondientes al inicio del ensayo. En cambio, los contenidos de fósforo disponible en los tratamientos sin quemas (T-5 y T-6) se elevarían en forma moderada con una tasa de mineralización gradual más lenta respecto al nitrógeno, lo que asociado a un menor grado de movilidad favorece una mayor acumulación en superficie. Al comparar los valores analíticos del Ensayo "La Colcha" de la etapa inicial respecto de la etapa final considerada para este estudio, se observan ligeros incrementos en las modalidades que incluyen quemas. En aquellas variantes sin aplicación de quemas (T-5 y T-6), los incrementos son considerablemente mayores al término del primer año de aplicación, lo que evidenciaría que con tasas graduales de mineralización del fósforo se disminuyen pérdidas por sublimación gaseosa, minimizándose además procesos de lixiviación y escurrimiento.

INFOR

FIGURA 4a

GRADIENTE VERTICAL Y VARIACION TEMPORAL DE LOS CONTENIDOS DE NITROGENO DISPONIBLE (ppm) DE LOS TRATAMIENTOS APLICADOS. ENSAYO MAQUEHUA

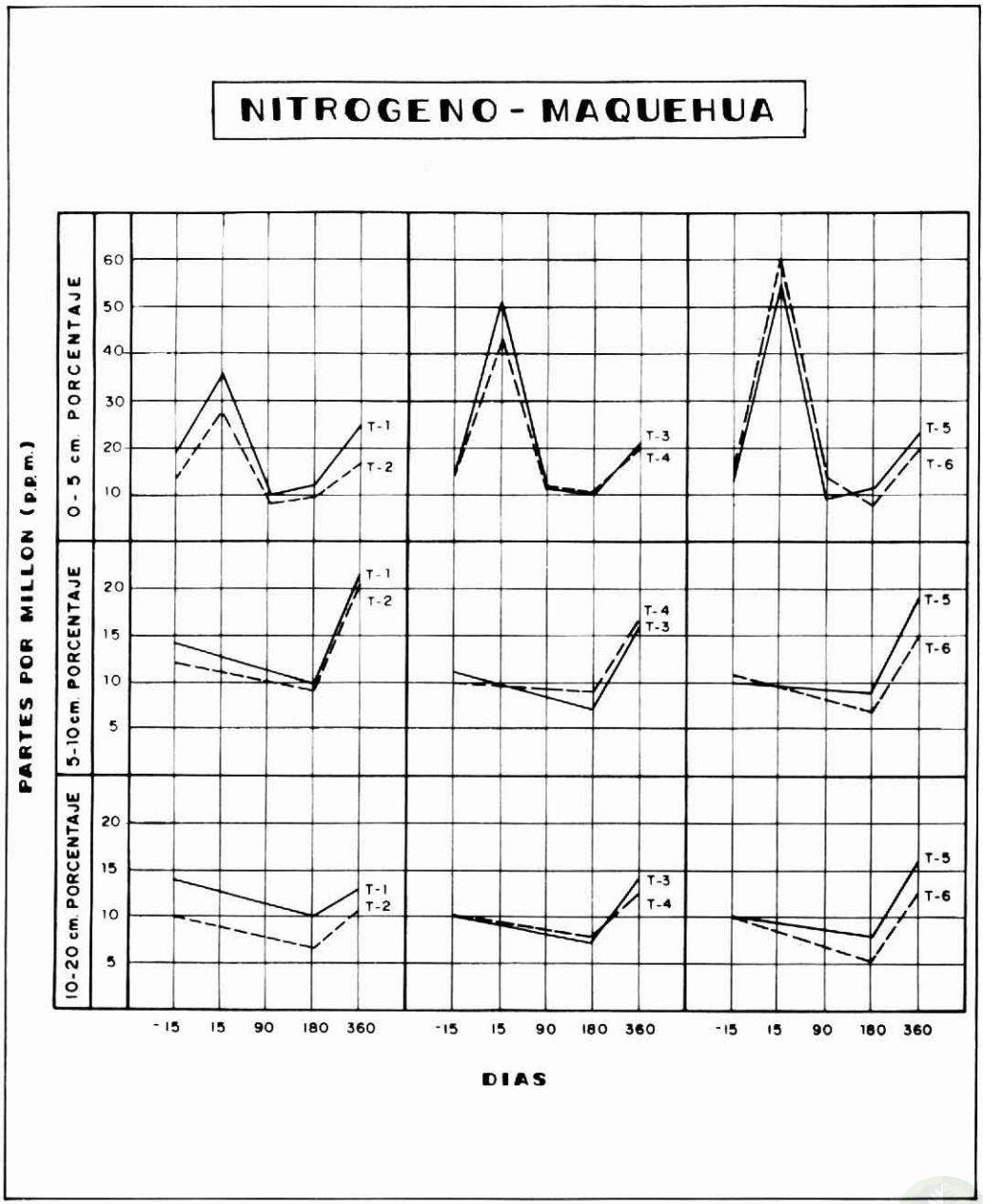


FIGURA 4b
GRADIENTE VERTICAL Y VARIACION TEMPORAL DE LOS CONTENIDOS DE NITROGENO DISPONIBLE (ppm) DE LOS TRATAMIENTOS APLICADOS. ENSAYO LA COLCHA

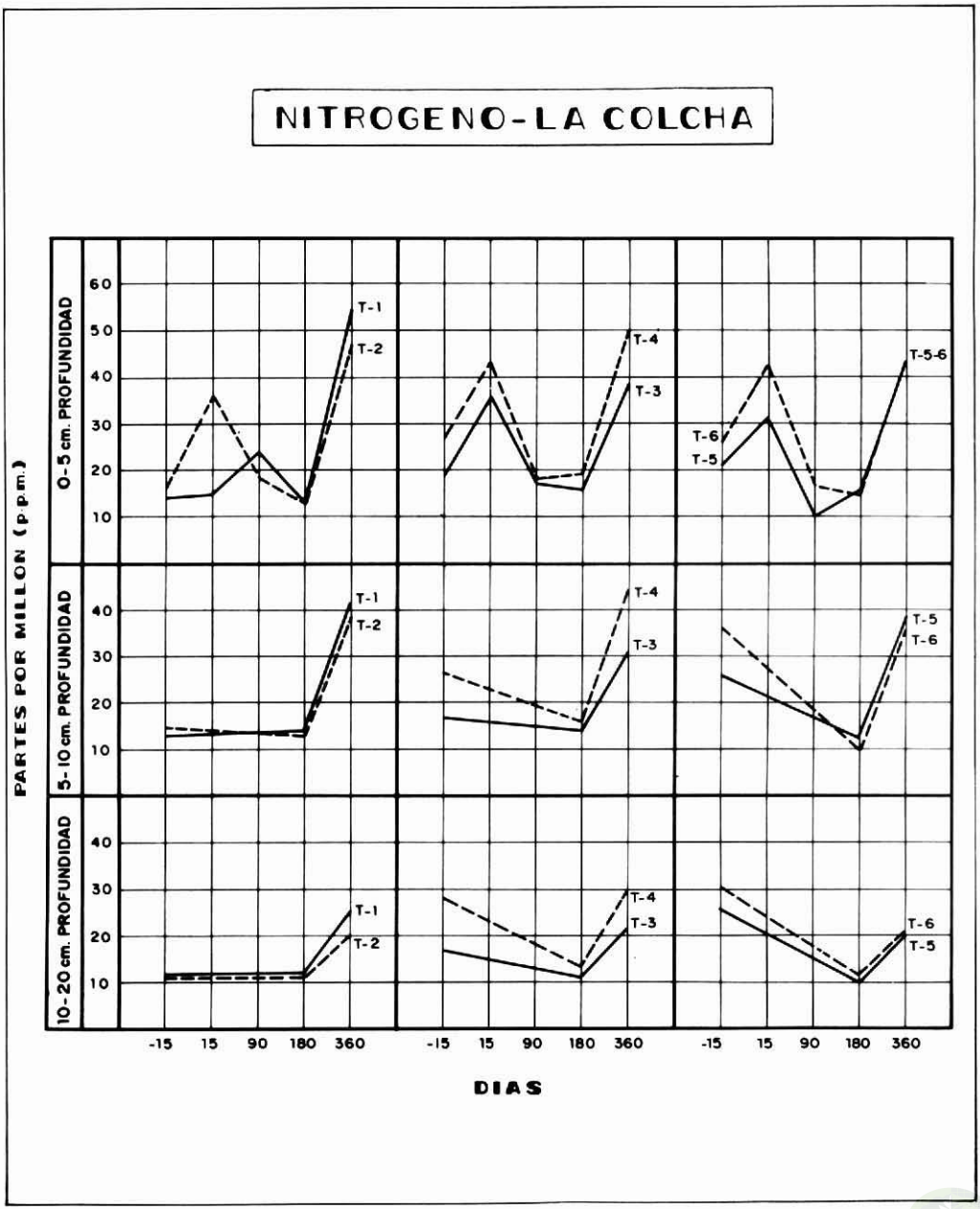


FIGURA 5a

ESTIMACION DE LA CANTIDAD DE NITROGENO (Kg/ha) ACUMULADO EN EL SUELO MINERAL (0-20 cm) DE LOS TRATAMIENTOS APLICADOS SEGUN EPOCA DE MUESTREO ENSAYO MAQUEHUA

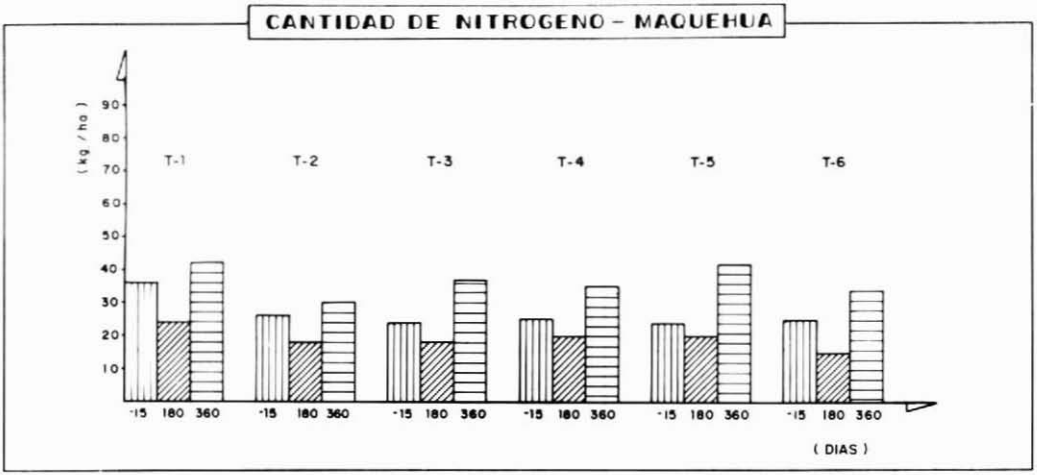


FIGURA 5b

ESTIMACION DE LA CANTIDAD DE NITROGENO (Kg/ha) ACUMULADO EN EL SUELO MINERAL (0-20 cm) DE LOS TRATAMIENTOS APLICADOS SEGUN EPOCA DE MUESTREO ENSAYO LA COLCHA

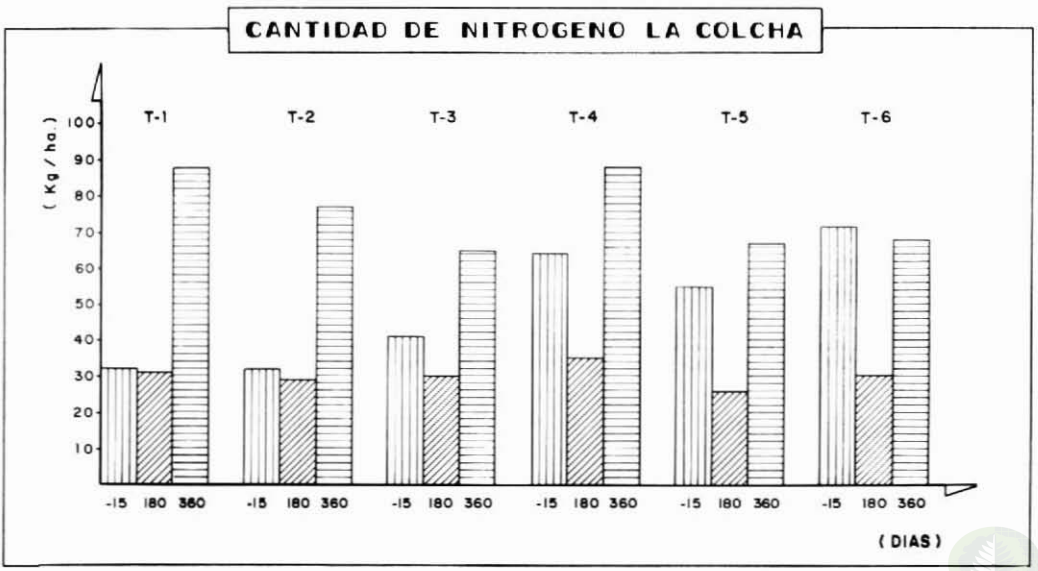


FIGURA 6a

GRADIENTE VERTICAL Y VARIACION TEMPORAL DE LOS CONTENIDOS DE FOSFORO DISPONIBLE (ppm) DE LOS TRATAMIENTOS APLICADOS. ENSAYO MAQUEHUA

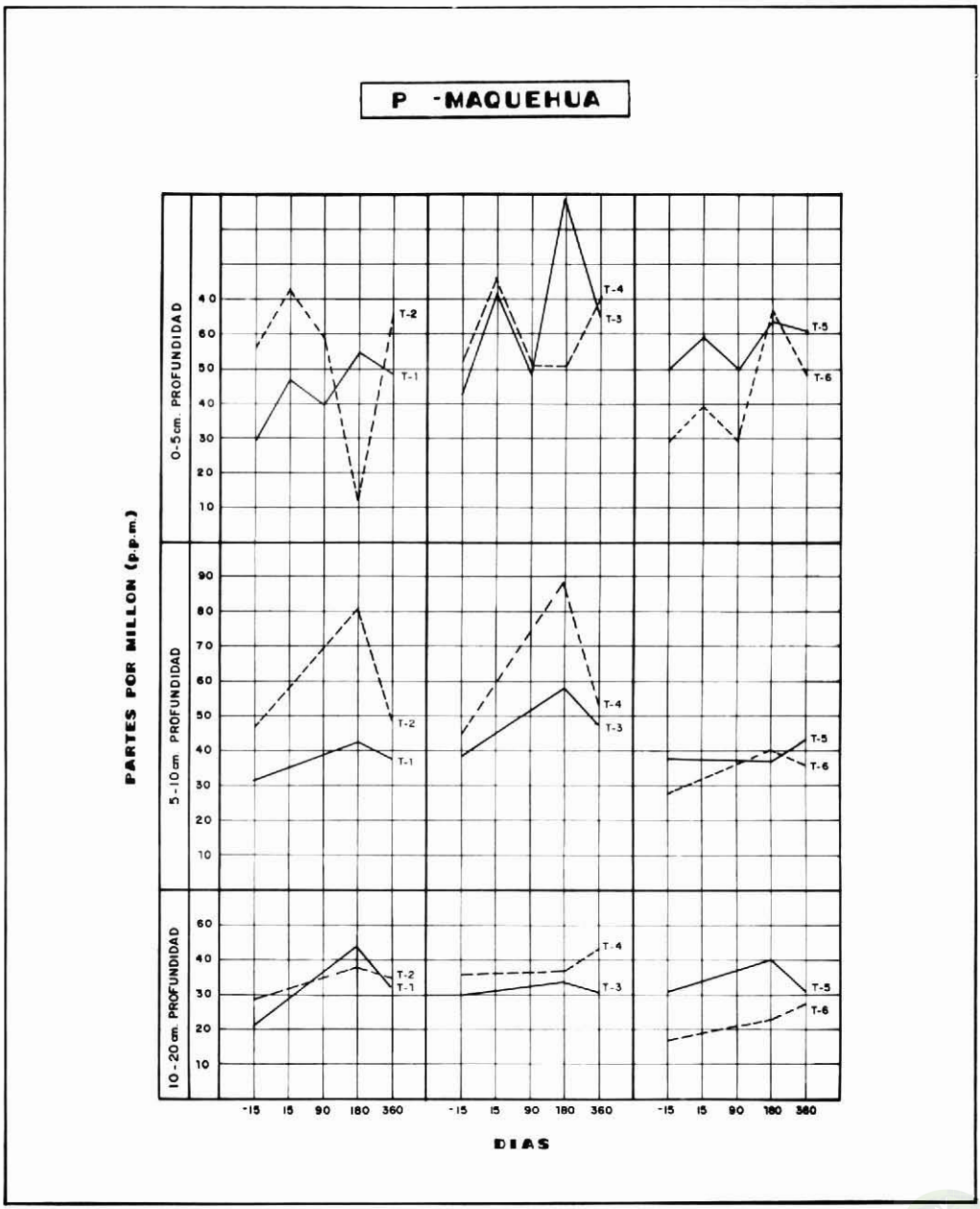


FIGURA 6b

GRADIENTE VERTICAL Y VARIACION TEMPORAL DE LOS CONTENIDOS DE FOSFORO DISPONIBLE (ppm) DE LOS TRATAMIENTOS APLICADOS. ENSAYO LA COLCHA

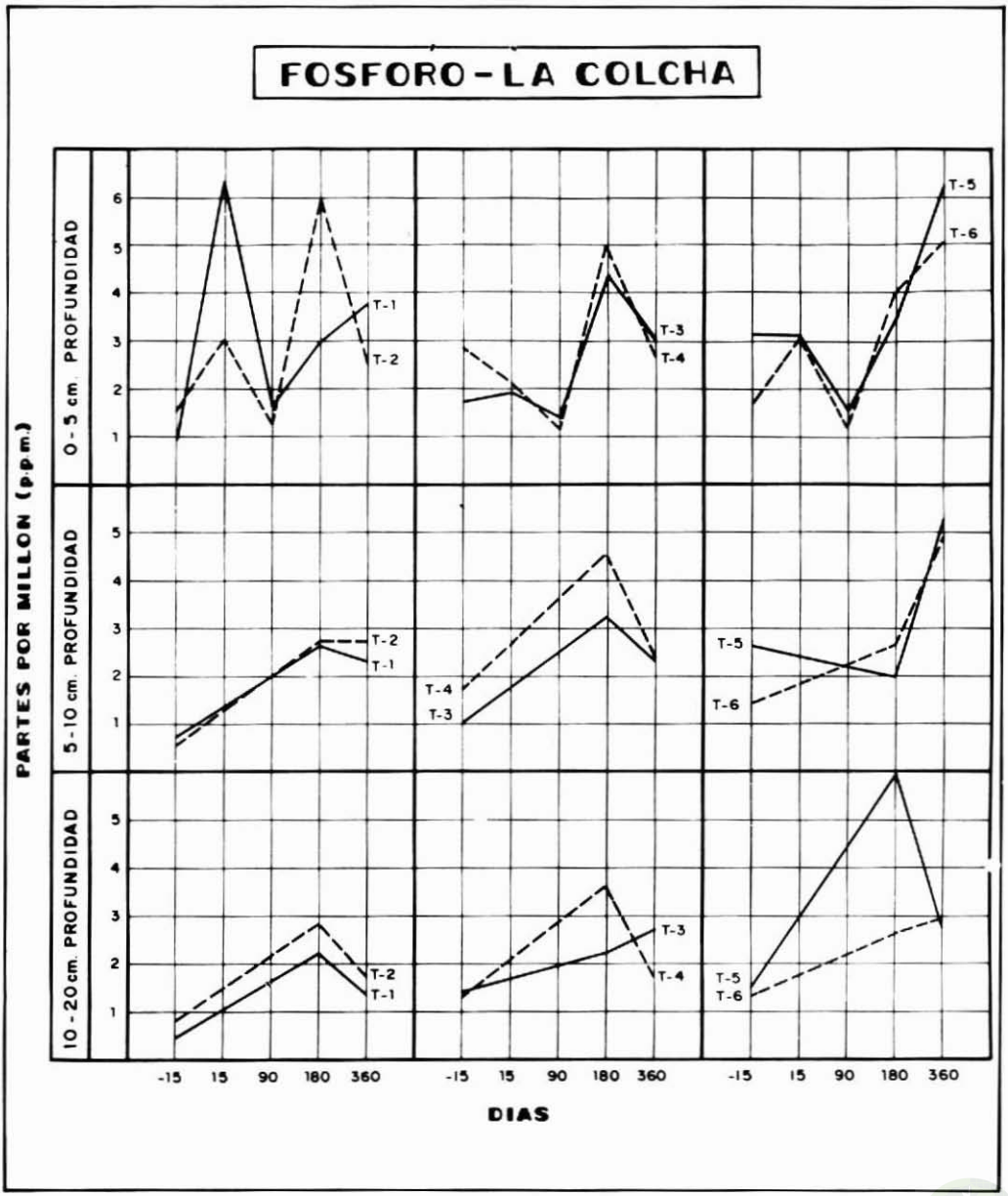


FIGURA 7a

ESTIMACION DE LA CANTIDAD DE FOSFORO (Kg/Ha) ACUMULADO EN EL SUELO MINERAL (0-20 cm) DE LOS TRATAMIENTOS APLICADOS SEGUN EPOCA DE MUESTREO. ENSAYO MAQUEHUA

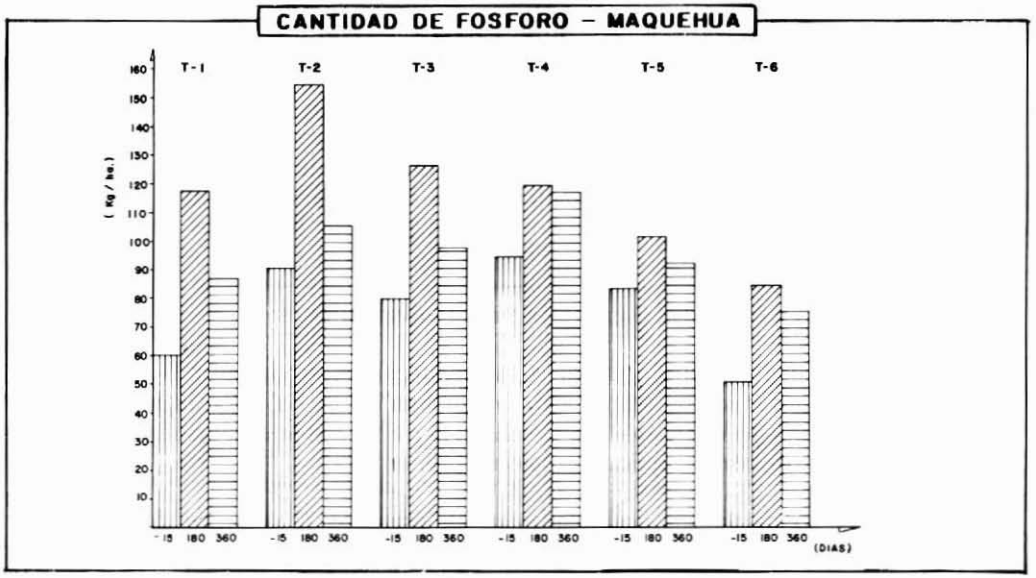
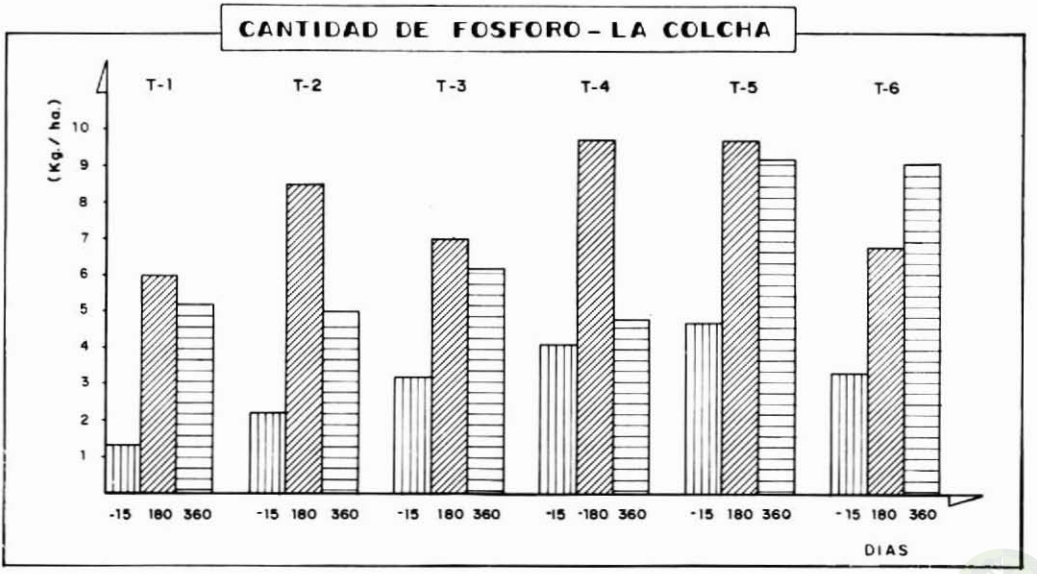


FIGURA 7b

ESTIMACION DE LA CANTIDAD DE FOSFORO (Kg/Ha) ACUMULADO EN EL SUELO MINERAL (0-20 cm) DE LOS TRATAMIENTOS APLICADOS SEGUN EPOCA DE MUESTREO. ENSAYO LA COLCHA



En los ensayos "Maquehua" (fig. 7a) y "La Colcha" (Fig. 7b) las cantidades iniciales de fósforo registran aumentos significativos en las modalidades con quema (T-1 a T-4) y tienden a decrecer considerablemente respecto de la fase intermedia, en la etapa final. En el ensayo "Maquehua" presentan esas variantes las mayores reducciones, lo que podría indicar la ocurrencia de pérdidas de la fracción disponible del fósforo bajo texturas arenosas en ausencia de cubiertas húmicas estables.

También se ven negativamente afectados los tratamientos que incluyen quemas controladas en el ensayo "La Colcha", más aún si se consideran los bajos niveles iniciales. En cambio, los tratamientos no afectos a quemas, en ambos ensayos, especialmente el tratamiento T-5 (sin quemas y sin extracción de residuos), experimentan aumentos progresivos en función del grado de mineralización gradual de los compuestos fosfatados a partir de la transformación de la materia orgànica, entre otros procesos biológicos que transcurren paralelamente.

Contenidos (ppm) y cantidades (kg/ha) de potasio disponible

La disponibilidad de potasio presenta una reducción marcada entre la etapa inicial y final en todos los tratamientos del ensayo "Maquehua" (Fig. 8a) y en la mayoría de los tratamientos aplicados en el ensayo "La Colcha" (Fig. 8b), con la excepción de los tratamientos T-1 y T-2 en su fase de aplicación inicial (primer mes).

Las cantidades de potasio acumuladas en los primeros 20 cms., tienden a reducirse severamente en el ensayo "Maquehua" (Fig. 9a) entre la dotación nutricional inicial y final en todos los tratamientos que incluyen variantes de quema (T-1 a T-4), con leves incrementos en la evaluación final de los tratamientos que no contemplan quemas (T-5 y T-6).

Las cantidades de potasio en el ensayo "La Colcha" (Fig. 9b) se reducen gradualmente entre la etapa inicial y final en los tratamientos T-2 a T-5, registrándose un progresivo aumento en el tratamiento T-6.

Considerando que este elemento no experimenta pérdidas por volatilización, es altamente probable que por su alta movilidad sea lixiviado en profundidad, siendo este proceso favorecido en las texturas arenosas del ensayo "Maquehua". En el ensayo "La Colcha", de texturas finas (arcillosas), es probable que las pérdidas se deban, en parte, a escurrimiento superficial de las cenizas del suelo y procesos de lixiviación.

Contenidos de Calcio y Magnesio intercambiable

Los valores analíticos de calcio intercambiable experimentan una tendencia generalizada a la reducción durante el primer año de aplicación de los tratamientos del ensayo "Maquehua" (Fig. 10a), sin que existan diferencias importantes entre los tratamientos.

Las curvas de respuesta del ensayo "La Colcha" (Fig. 10.b), muestran claramente el efecto inicial de la aplicación de quemas controladas, experimentando los contenidos una reducción hacia las etapas intermedias y finales, debido probablemente a fluctuaciones estacionales del catión Calcio. En cambio, los niveles de calcio intercambiable de ensayo "Maquehua" exhiben una disminución general debido probablemente a procesos de lixiviación.

INFOR

FIGURA 8a

GRADIENTE VERTICAL Y VARIACION TEMPORAL DE LOS CONTENIDOS DE POTASIO DISPONIBLE (ppm) DE LOS TRATAMIENTOS APLICADOS. ENSAYO MAQUEHUA

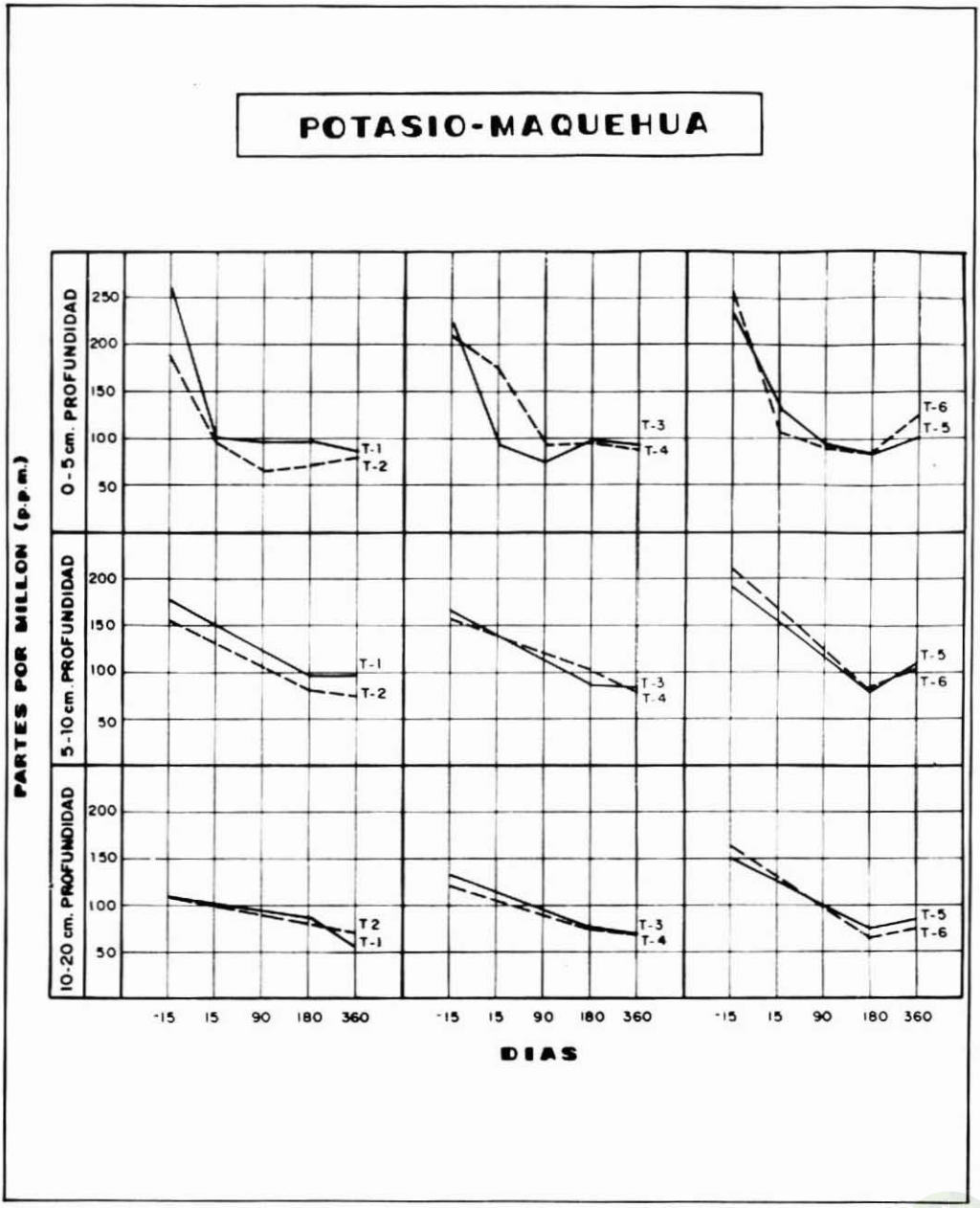
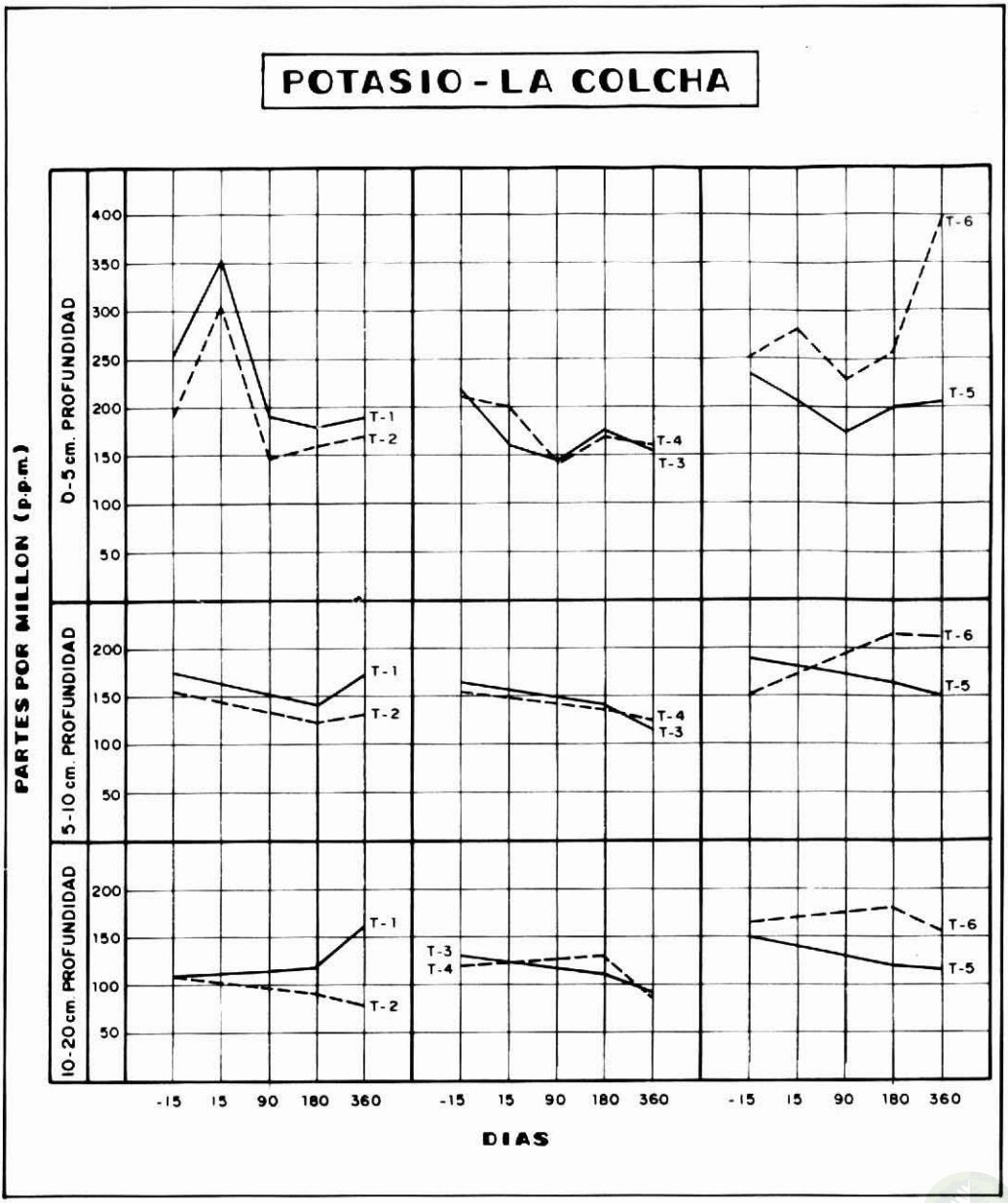


FIGURA 8b

GRADIENTE VERTICAL Y VARIACION TEMPORAL DE LOS CONTENIDOS DE POTASIO DISPONIBLE (ppm) DE LOS TRATAMIENTOS APLICADOS. ENSAYO LA COLCHA



BIBLIOTECA
INSTITUTO FORESTAL

FIGURA 9a

ESTIMACION DE LA CANTIDAD DE POTASIO (Kg/Ha) ACUMULADO EN EL SUELO MINERAL (0-20 cm) DE LOS TRATAMIENTOS APLICADOS SEGUN EPOCA DE MUESTREO. ENSAYO MAQUEHUA

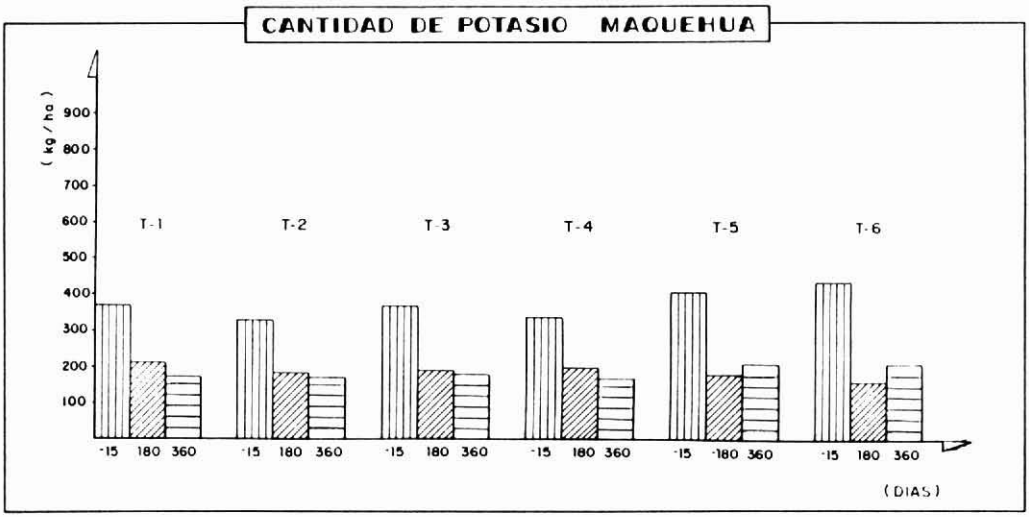


FIGURA 9b

ESTIMACION DE LA CANTIDAD DE POTASIO (Kg/Ha) ACUMULADO EN EL SUELO MINERAL (0-20 cm) DE LOS TRATAMIENTOS APLICADOS SEGUN EPOCA DE MUESTREO. ENSAYO LA COLCHA

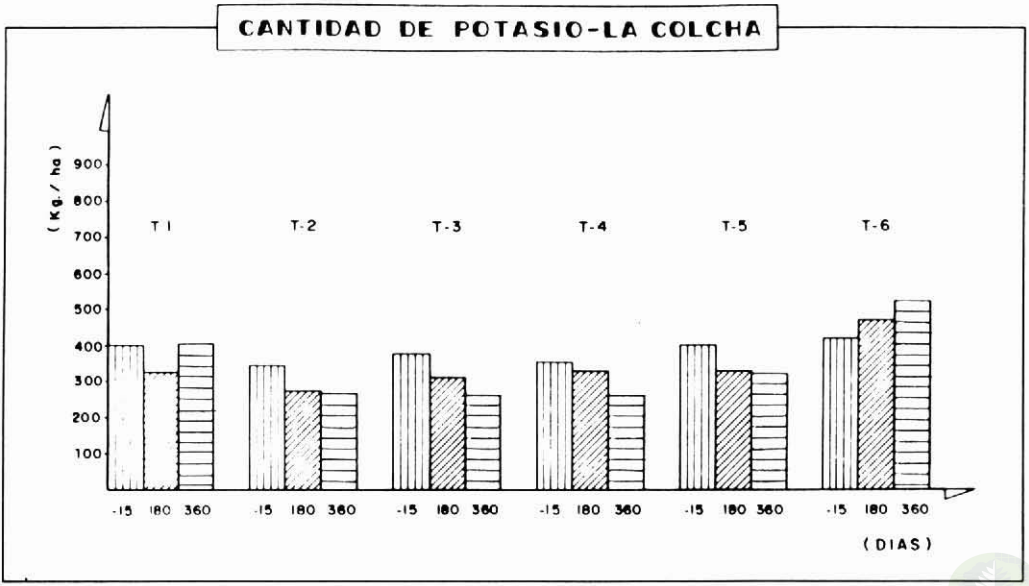


FIGURA 10a

GRADIENTE VERTICAL Y VARIACION TEMPORAL DE LOS CONTENIDOS DE CALCIO Y MAGNESIO INTERCAMBIABLE (m.eq./100g) DE LOS TRATAMIENTOS APLICADOS ENSAYO MAQUEHUA

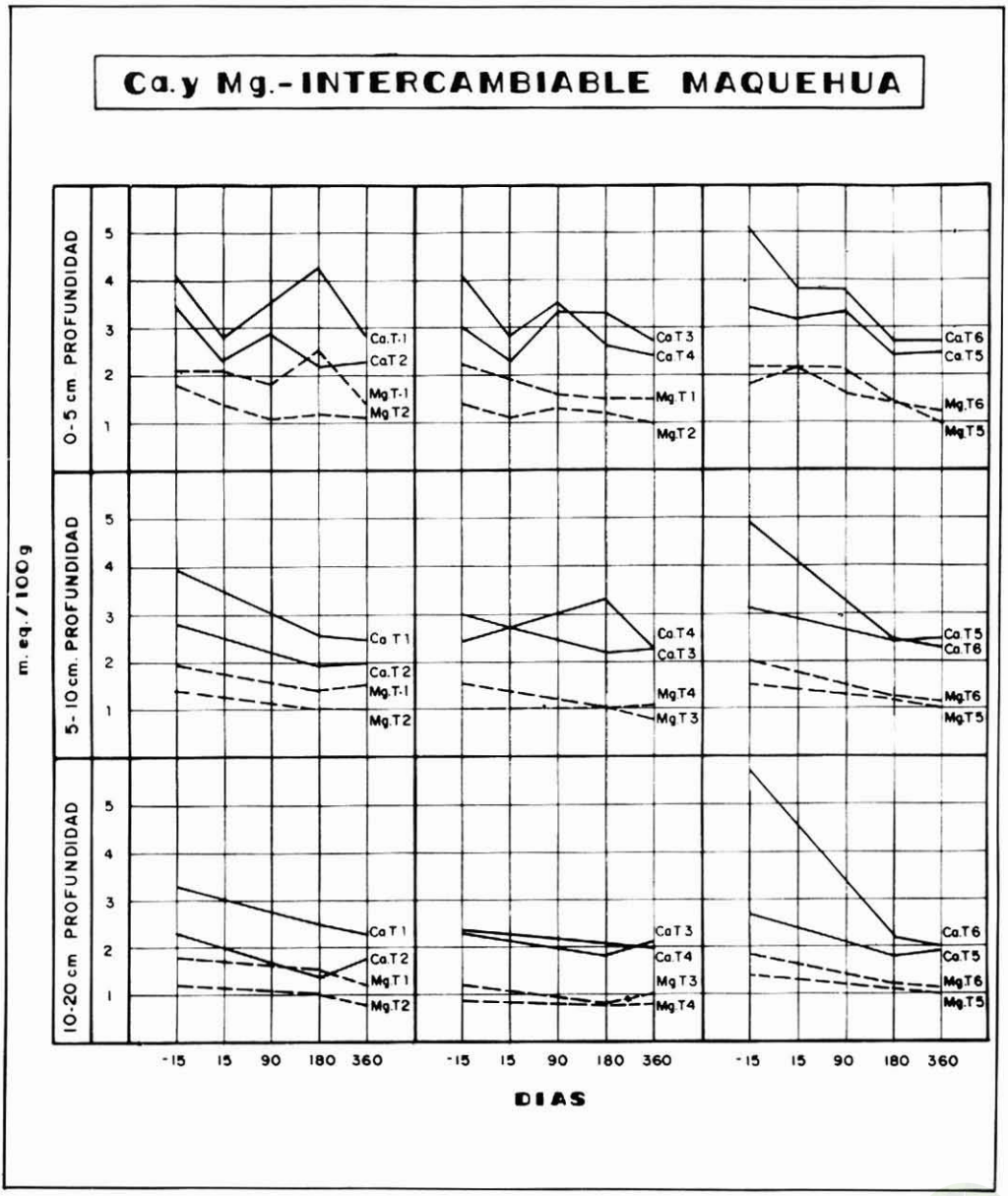
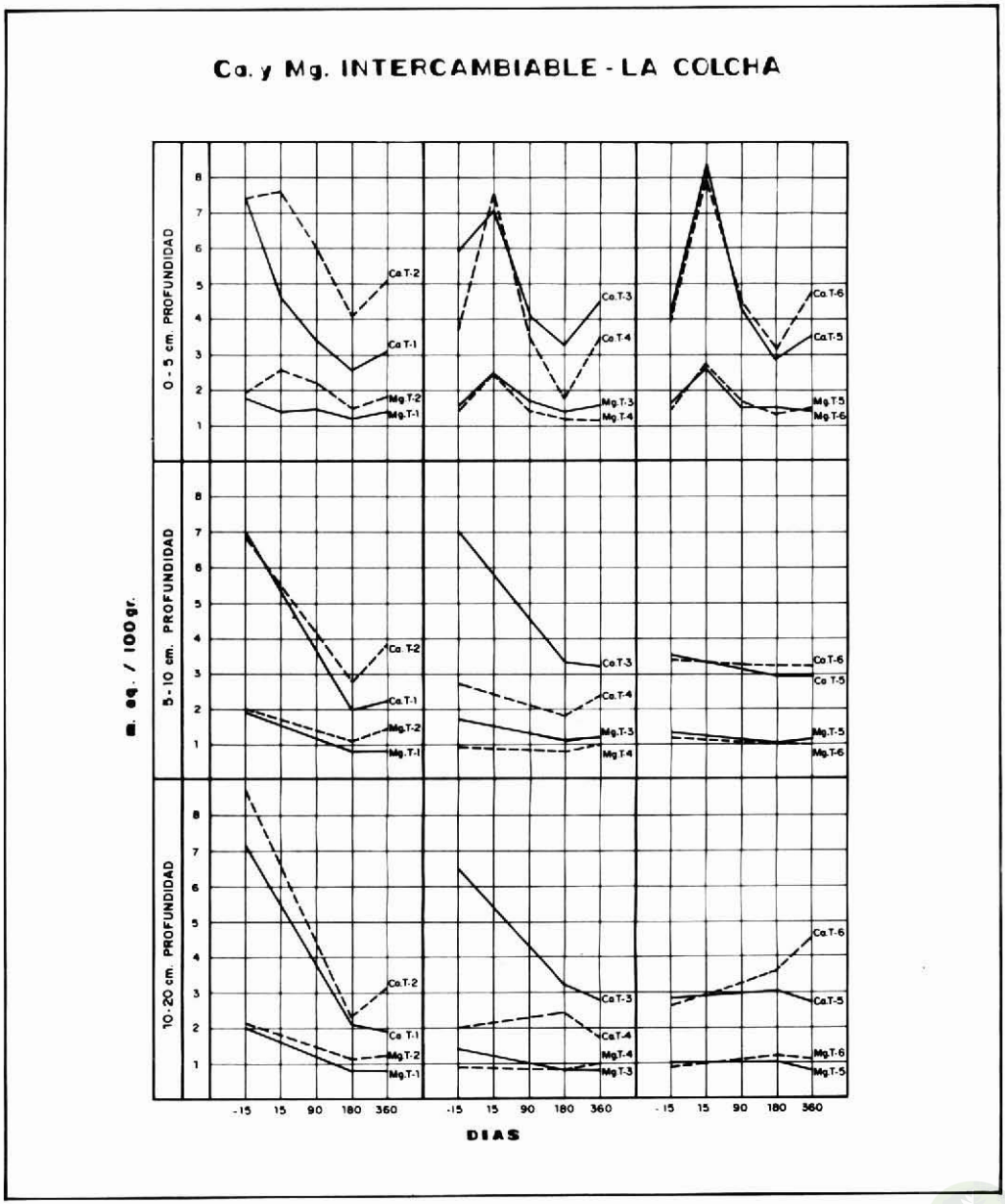


FIGURA 10b

GRADIENTE VERTICAL Y VARIACION TEMPORAL DE LOS CONTENIDOS DE CALCIO Y MAGNESIO INTERCAMBIABLE (m.eq./100g) DE LOS TRATAMIENTOS APLICADOS ENSAYO LA COLCHA



Los contenidos de magnesio intercambiable del ensayo "Maquehua" (Fig. 10a), registran una disminución gradual generalizada durante el período de estudio considerado. Las curvas de respuesta de los contenidos de magnesio intercambiable del ensayo "La Colcha" (Fig. 10b), registran, en cambio, moderados aumentos iniciales en las diversas variantes de análisis, para luego decrecer gradualmente hacia la etapa final observada. En general la tendencia a la disminución exhibida por estos cationes (Ca++ y Mg++) está en directa relación con la textura del suelo de los ensayos.

EFECTO SOBRE LAS PLANTAS

Estado nutricional

La evaluación de posibles efectos de los tratamientos en los niveles nutricionales al término del primer año de aplicación en base a la comparación respecto de valores críticos de análisis foliar ***Pinus radiata,*** recomendados y recopilados por ADAMS (1974) y WILL (1983) para Nueva Zelandia, con los resultados analíticos obtenidos en los ensayos "Maquehua" y "La Colcha", se presentan separadamente para macro -y micro- nutrientes en las tablas 1a, 1b y 2a, 2b, respectivamente.

TABLA 1a

VALORES ANALITICOS FOLIARES MEDIOS DEL ESTADO NUTRICIONAL DE MACROELEMENTOS DE N, P, K, Ca Y Mg. ENSAYO MAQUEHUA. (PRIMER CONTROL FOLIAR)

Tratamiento	Macroelemento (%)				
	N	P	K	Ca	Mg
T-1	2.34	0.19	0.56	0.34	0.21
T-2	2.52	0.19	0.54	0.40	0.20
T-3	2.26	0.21	0.57	0.38	0.19
T-4	2.37	0.19	0.53	0.42	0.20
T-5	2.41	0.21	0.58	0.33	0.19
T-6	2.11	0.19	0.54	0.40	0.19

INFOR

TABLA 1b

VALORES ANALITICOS FOLIARES MEDIOS DEL ESTADO NUTRICIONAL DE MACROELEMENTOS DE N, P, K, Ca Y Mg. ENSAYO LA COLCHA. (PRIMER CONTROL FOLIAR)

Tratamiento	Macroelemento (%)				
	N	P	K	Ca	Mg
T-1	2.37	0.16	0.78	O.29	0.10
T-2	2.21	0.16	0.86	0.24	0.09
T-3	2.44	0.16	0.75	0.23	0.09
T-4	2.23	0.15	0.83	0.24	0.09
T-5	2.35	0.17	0.80	0.26	0.10
T-6	2.51	0.17	0.70	0.27	0.10

TABLA 2a

VALORES ANALITICOS FOLIARES MEDIOS DEL ESTADO NUTRICIONAL DE MICROELEMENTOS DE Zn, Mn, Fe, Cu, B ENSAYO MAQUEHUA. (PRIMER CONTROL FOLIAR)

Tratamiento	Microelementos (ppm)				
	Zn	Mn	Fe	Cu	B
T-1	36	142	102	5	13
T-2	32	145	106	6	9
T-3	37	137	86	5	8
T-4	35	183	98	5	9
T-5	36	176	64	5	12
T-6	39	177	75	6	11

TABLA 2b

VALORES ANALITICOS FOLIARES MEDIOS DEL ESTADO NUTRICIONAL DE MICROELEMENTOS DE Zn, Mn, Fe, Cu, B ENSAYO LA COLCHA. (PRIMER CONTROL FOLIAR)

Tratamiento	Microelementos (ppm)				
	Zn	Mn	Fe	Cu	B
T-1	19	301	110	8	15
T-2	22	301	122	8	16
T-3	19	296	162	8	16
T-4	27	266	141	8	15
T-5	21	317	95	8	14
T-6	21	329	110	7	14

En general puede señalarse que hasta el primer año de aplicación de los tratamientos las plantas establecidas y evaluadas a través de análisis foliar presentan un nivel nutricional adecuado en los macronutrientes N, P, K, Ca y Mg en ambos ensayos (ver tablas 1a y 1b), presentándose variaciones mínimas entre tratamientos. Excepcionalmente se presentan en el ensayo "La Colcha" niveles de magnesio intermedios y/o deficitarios (menor a 0,10%), especialmente en los tratamientos afectos a quemas (T-2, T-3 y T-4).

Los valores analíticos medios de los micronutrientes Zn, Mn, Fe, Cu y B, presentan, en ambos ensayos, (ver tabla 2a y 2b) niveles nutricionales adecuados, con leves variaciones entre tratamientos al comparar los niveles foliares de los respectivos elementos indicados. En el ensayo "Maquehua" (tabla 2b) se registran niveles foliares de Boro marginales a deficientes (8-12 ppm) en los tratamientos afectos a quema T-2, T-3 y T-4, ubicándose en cambio los tratamientos sin aplicación de quemas (T-5 y T-6) y quemas en retroceso (T-1) en rangos nutricionales adecuados.

Es probable que las diferentes modalidades de quema (T1 a T-4) hayan provocado una sobre oferta de algunos nutrientes, pero también indujeron a otros, por arrastre de cenizas y lixiviación, a rangos foliares intermedios o deficitarios.

El estado nutricional actual obtenido en ambos ensayos hace necesario continuar con prospecciones foliares, con una periodicidad a lo menos semestral, con el objeto de visualizar los efectos de la aplicación de los tratamientos en el mediano y largo plazo.

INFOR

TABLA 3a

VARIABLES DE ESTADO DE LA PLANTACION. ENSAYO MAQUEHUA (PRIMER CONTROL DASOMETRICO)

Variable	TRATAMIENTO						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	X
Altura (m)							
Promedio	0.38	0.49	0.49	0.44	0.72	0.74	0.54
Varianza	0.0007	0.0006	0.0003	0.0008	0.042	0.0065	0.0264
Diam. cuello (cm)							
Promedio	0.79	1.01	0.98	0.93	0.85	0.75	0.88
Varianza	0.0025	0.0057	0.0010	0.0028	0.127	0.0065	0.0134
Sobrevivencia (Nº/plan/par)							
Promedio	93.3	98.7	100.0	98.7	98.0	94.7	97.7

TABLA 3b

VARIABLES DE ESTADO DE RODAL. ENSAYO LA COLCHA (PRIMER CONTROL DASOMETRICO)

Variable	TRATAMIENTO						
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	X
Altura (m)							
Promedio	0.75	0.91	0.77	0.76	0.69	0.74	0.77
Varianza	0.0025	0.0127	0.002	0.0057	0.013	0.017	0.078
Diam. cuello (cm)							
Promedio	1.78	2.07	1.92	1.90	1.53	1.76	1.82
Varianza	0.30	0.130	0.002	0.043	0.026	0.012	0.058
Sobrevivencia (Nº/plan/par)							
Promedio	97.7	100.0	95.3	98.3	81.7	90.7	93.9

Crecimiento

Los resultados correspondientes al primer control dasométrico anual para las variables de estado de rodal (altura total y diámetro de cuello) y porcentaje de sobrevivencia media, se presentan en las tablas 3a y 3b. Este control se efectuó junto con el control foliar anual y la quinta evaluación de suelos.

- Altura (m)

En el ensayo "Maquehua", los tratamientos que contemplan diversas variantes de quemas controladas (T-1 a T-4), presentan valores inferiores de altura media respecto de aquellas que no incluyen ningún tipo de quemas, con diferencias de altura aproximadamente de 0,3 m. Probablemente esta disminución del crecimiento en áreas quemadas de la zona de arenales esté relacionado con intensivos procesos de lixiviación de algunos nutrientes considerando la falta de una cubierta húmica estable y con deficiencias nutricionales de Boro, especialmente en los tratamientos T-2, T-3 y T-4.

En cambio, la curva de respuesta de crecimiento en altura del ensayo "La Colcha" presenta valores similares entre tratamientos, con excepción del tratamiento T-2, que registra los mayores valores de altura obtenidos.

Al comparar las alturas medias de los tratamientos con aplicaciones de quema (T-1 a T-4), del sitio de calidad superior de la zona de Arauco, con las de Arenales, se observan diferencias que corresponden al doble del crecimiento. Si se comparan los valores "testigos" (T-5), se observan variaciones mínimas entre las alturas medias de ambas localidades, lo cual es particularmente relevante para la mantención de la productividad del sitio en la zona de arenales.

- Diámetro de cuello (cm)

En el ensayo "Maquehua" los tratamientos sometidos a quemas (T-2 a T-4) registran los mayores crecimientos en diámetro. El tratamiento (T-5) alcanza valores aproximados al promedio general de los tratamientos aplicados. Las variaciones entre tratamientos para esta variable son mínimas (25 cm).

En el ensayo "La Colcha" los valores de crecimiento en diámetro de cuello también experimentan incrementos en los tratamientos que contemplan quemas (T-2 a T-4) y en menor grado los tratamientos T-1 y T-6, respecto del tratamiento sin quema (T-5). Las diferencias máximas en crecimiento entre tratamientos son del orden de 0,5 cm.

- Porcentaje de sobrevivencia o prendimiento (%)

La sobrevivencia registrada refleja el buen prendimiento alcanzado en todos los tratamientos aplicados de ambos ensayos, con porcentajes que superan el 95%. Excepcionalmente el tratamiento T-5 (sin quema y con residuos de explotación acumulados en bruto), del ensayo "La Colcha" registra una disminución del procedimiento cercana al 20%, lo que podría indicar que la acumulación de residuos en bruto (sin astillar y esparcir y/o incorporar homogéneamente en el suelo) estarían incidiendo en el establecimiento de la plantación en suelos de textura superficial arcillosa, lo que se refleja además en bajos crecimientos en diámetro y altura.

INFOR

En el ensayo "Maquehua" los residuos de explotación depositados en bruto (T-5) influyen, en cambio, en forma mínima en los porcentajes de sobrevivencia, considerando los crecimientos alcanzados por las variables altura y diámetro.

Se deberá continuar anualmente con mediciones de crecimiento de estas variables para evaluar su comportamiento futuro.

CONCLUSIONES (PRIMER AÑO DE APLICACION)

Efectos Sobre el Suelo

- pH (reacción del suelo)

Los tratamientos de quema en suelos de texturas arenosas, disminuyen la acidez de suelo desde 5,6 hasta 6,3 pH (0 - 5 cm), observándose ligeros aumentos de los valores de pH hasta los 20 cm de profundidad. En cambio, en suelos de textura arcillosa los efectos de las quemas prescritas producen una variación transitoria en el pH, de 5,1 a 5,6, para luego aumentar la acidez del suelo a niveles de pH similares o inferiores a los iniciales.

- Materia orgánica

A través de la aplicación de las modalidades de quema ocurre una rápida transformación u oxidación de nutrientes contenidos en la materia orgánica. En suelos arcillosos ocurren aumentos de la materia orgánica en los horizontes minerales analizados, debido probablemente a la compensación de pérdidas de horizonte orgánico ("Mantillo"), por movimientos de los coloides quemados hacia el suelo subsuperficial. En cambio, en suelos arenosos se producen severas disminuciones al comparar los resultados de las evaluaciones iniciales y finales de este estudio.

- Nutrientes disponibles e intercambiables

La aplicación de quemas prescritas induce en suelos arenosos y arcillosos a procesos de mineralización acelerada en la materia orgánica, lo que se traduce en incrementos inmediatos de las disponibilidades de los elementos de fósforo y nitrógeno. Este último presenta reducciones hacia la etapa intermedia del estudio.

En cambio, la aplicación de quemas provoca una disminución de la disponibilidad de potasio, especialmente en suelos arenosos, supuestamente a causa de su rápida lixiviación.

En suelos de texturas arcillosas los contenidos de calcio y magnesio intercambiable muestran incrementos después de la aplicación de quemas, pero posteriormente se reducen sus contenidos. En cambio, en suelos arenosos ocurre una disminución generalizada.

Efecto Sobre el Estado Nutricional

Aún cuando los niveles foliares de macro y micronutrientes en general son satisfactorios, los resultados preliminares indican que las quemas podrían afectar los niveles de Boro (suelos arenosos) y Magnesio (Arauco).

Efecto Sobre el Crecimiento

En suelos arcillosos la aplicación de quemas prescritas influyen favorablemente en las variables de crecimiento de altura y diámetro. En cambio, en suelos arenosos los crecimientos en altura fueron afectados negativamente.

Recomendaciones Silviculturales

La aplicación de quemas controladas no es recomendable en suelos de texturas arenosas considerando aspectos de conservación de nutrientes del suelo, crecimiento y estado nutricional. En tanto que la aplicación de quemas controladas en suelos de textura arcillosa, mejoran algunas propiedades químicas del suelo, aún cuando deterioran otras. Su aplicación se concibe como una práctica a ejecutar transitoriamente mientras se prueban otras modalidades de utilización de residuos de explotación, tendientes tanto a mantener la fertilidad del suelo como la productividad del sitio forestal en su conjunto, considerando que representan un capital nutricional que debe permanecer en el sistema.

NUEVOS ESTUDIOS

Considerando la diversidad de resultados obtenidos según las localidades de ensayo y que la extrapolación de resultados es sólo posible de realizar en condiciones edafo-climáticas y topográficas similares, se hace altamente recomendable al continuar con estudios de algunas variantes de quemas controladas y otras modalidades de tratamientos de residuos de explotación en suelos de otras clases texturales, material generador y bajo condiciones preestablecidas de inclinación del terreno.

AGRADECIMIENTOS

La realización de la presente publicación se encuentra enmarcada en el proyecto de mantención de la productividad del sitio. En este proyecto han participado los Ingenieros Forestales del INFOR, en especial los señores José Antonio Prado, Sergio Aguirre, e Ingenieros Forestales de la Universidad de Chile, Sres. Jorge Toro y Guillermo Julio.

Este proyecto cuenta con el co-financiamiento y aportes de las siguientes empresas forestales: Bosques de Chile, Forestal Arauco Ltda., Forestal Río Vergara S.A., Forestal Mininco S.A., Forestal Cholguán y Forestal Tornagaleones.

INFOR

BIBLIOGRAFIA

1. BURSCHEL, P. HUSS, J. 1987. Grundriss des Waldbaus. Pareys Studientexte Nr. 49, Hamburg Berlin, W. Germany. 352 p.
2. FASSBENDER, H. 1978. Química de Suelos. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. San José, Costa Rica, 398 p.
3. ICONA. 1989. Técnicas para defenderse contra incendios forestales. Monografía 24. Icona. Madrid.
4. JULIO, G. 1988. Análisis de Técnicas de quemas en la eliminación de desechos de explotaciones de Pino radiata, Revista INFOR ciencias e Investigaciones Forestal Vol. 2, Nº 3. 27 - 44.
5. KUNZ, M., AGUIRRE, S., PETERS, R. PRADO, J.A. 1985. Efectos de la utilización de las plantaciones de Pino insigne en la mantención de la productividad del sitio. Simp. Pinus radiata - Investigación en Chile, Fac. Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile, Valdivia. Tomo I: 177 - 197.
6. MOBLEY, H. JACKSON, R., BALMER W., RUZISLA, E., HOUGH, W. 1973. Guide for Prescribed Fire in Southern Forest. USDA, for. Serv. Atlanta, Georgia 40 p.
7. TORO, J., ALVAREZ S. 1985. Aspectos nutricionales del Pino radiata en relación al uso del sitio. Actas Simposio Pinus radiata - Investigación en Chile. Fac. de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile, Valdivia Tomo I: 152 - 162.
8. WELLS, C.G., CAMPBELL, R.E., DEBANO, L.F. 1979. Effects of Fire on Soil. USDA Forest Service, Gen. Techn. Rep. WO-7 Washington.

EFECTO DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS DE EXPLOTACION DE *PINUS RADIATA* EN LOS PROCESOS DE EROSION

Cesar Alarcón A.
José Antonio Prado[1]

RESUMEN

En este estudio se evalúa el efecto de distintas modalidades de manejo de los residuos de explotación de un bosque de ***Pinus radiata*** en los procesos erosivos que se inician con la explotación. Estas modalidades incluyen la quema empleando distintos sistemas de encendido; la cosecha intensiva de la biomasa y la permanencia del desecho sin mayor alteración

El método empleado solo permite una estimación de la erosión producida, la que de acuerdo a los resultados, podría llegar hasta los 160 m^3 de suelo por ha.

Desde el punto de vista nutricional, las pérdidas no son alarmantes, pero tampoco despreciables.

ABSTRACT

This study evaluates the effect of different alternatives of ***Pinus radiata*** *logging slash disposal on the erosion processes produced after the harvest.*

These alternatives include slashburning under different conditions; intensive harvest; and undisturbed logging slash.

The methods used to evaluate erosion just allowan estimate of the process, which in this case would be removing as much as 160 m^3/ha of soil, in the most affected area.

From the nutritional point of view, the losses are not alarming, but considerable.

(1) Ing. Forestales, Instituto Forestal - Huérfanos 554, Santiago - Chile

INFOR

INTRODUCCION

El tratamiento de los desechos de explotación es un tema que preocupa a forestadores e investigadores, ya que tiene una importante incidencia en los costos de reforestación y en la productividad del sitio, especialmente en el largo plazo.

La extracción total de la biomasa puede incrementar notablemente el monto de materia prima y combustible producidos por el bosque, pero al mismo tiempo produce un considerable aumento en la exportación de nutrientes desde el sitio, lo cual, tarde o temprano, dependiendo de la calidad de éste, afectará su productividad.

La extracción total no es una práctica común en Chile; todavía se deja una cantidad considerable de biomasa como desecho de la explotación. Este material, en la mayoría de los casos, es apilado y quemado, con lo cual se facilitan las faena de replante, se disminuye el peligro de incendios y se produce una considerable liberación de nutrientes, que quedan a disposición de las plantas recién establecidas, provocando un desarrollo inicial vigoroso.

Estas ventajas tienen su costo. El fuego consume gran cantidad de materia orgánica, lo cual se traduce en una importante pérdida de nutrientes por volatilización y por el posterior arrastre de las cenizas por la acción del viento y principalmente del agua, que los puede llevar hacia los caudales o hacia horizontes profundos en el suelo, en donde no son alcanzados por los árboles. El fuego también puede tener un efecto negativo en las propiedades físicas del suelo. Este al quedar descubierto, puede verse afectado por procesos erosivos que arrastran, junto a sus partículas una considerable cantidad de nutrientes. Este efecto negativo es variable y dependerá de las condiciones del suelo y del tratamiento que se de a los desechos.

La erosión en los ecosistemas comienza cuando la acción antropógena altera el equilibrio natural del suelo, sin pensar en sus limitaciones, quedando expuesto a la acción directa de la lluvia y el arrastre posterior por las aguas de escurrimiento superficial en la pendiente. Esta acción genera una perdida a veces imperceptible y permanente de las capas más finas y superficiales del suelo, como coloides orgánicos y minerales, materia orgánica (humus) y arcilla, todos elementos bases del intercambio de nutrientes entre el suelo y las plantas.

La susceptibilidad a la erosión de un suelo es función de un número de factores: la intensidad de la lluvia, su capacidad de infiltración, la pendiente, las propiedades químicas y físicas propias que controlan la desintegración de las partículas y determinan la cohesión del suelo, y la vegetación existente. Estos últimos factores son los que determinan la estabilidad y la capacidad de infiltración.

Una de las causas más importantes en la pérdida de nutrientes es la erosión provocada por la remoción de los árboles en la explotación. El madereo, la construcción de caminos, la utilización de maquinaria pesada, el tratamiento de los residuos mediante quemas controladas, pueden generar de escasos a fuertes procesos erosivos y obviamente, la pérdida de los nutrientes contenidos en el suelo. Este fenómeno afecta considerablemente la productividad del sitio (Mac Coll and Grigal, 1979, Patric, 1978; Stone, 1973).

El Instituto Forestal, en cooperación con las mayores empresas del sector, ha instalado cuatro ensayos que tienen como objetivo el determinar el efecto del tratamiento de los

INFOR

desechos en la productividad de la segunda rotación de ***Pinus radiata***. En este caso analizan los efectos de la presencia de los desechos y de su eliminación mediante una cosecha intensiva o el uso del fuego, en los procesos erosivos.

MATERIAL Y METODO

Tratamientos

Con el fin de establecer el efecto de distintos métodos de tratamiento de los desechos de explotación en la productividad del sitio se han establecido cuatro ensayos, que consideran los siguientes tratamientos.

T1: Explotación tradicional con apilado del desecho y quema controlada. Técnica de encendido: fuego en retroceso.

T2: Explotación tradicional, desecho sin apilar y quema controlada. Técnicas de encendido: fuego en retroceso.

T3: Explotación tradicional, desecho sin apilar, quema controladas. Técnica de encendido: fuego frontal.

T4: Explotación tradicional, desecho sin apilar, quema controlada. Técnica de encendido: optativa (fuego circular, por focos, por flancos o por fajas), de acuerdo a las condiciones de cada lugar.

T5: Explotación tradicional, sin apilado y sin quema de residuos.

T6: Explotación intensiva, sin quema de residuos y retiro de todo material de diámetro superior a 3 cm.

En la explotación tradicional, se efectuó el madereo con tractor articulado y se aprovechó el fuste hasta un diámetro aproximado a 5 cm. En la explotación intensiva, también se realiza el madereo con tractor articulado, pero se retiró todo el material de fuste y ramas, hasta un diámetro de 3 cm. El resto del material queda esparcido, sin quemar.

La superficie total que abarcó cada tratamiento, fue de 5 a 19 hectáreas de extensión para los tratamientos 2 al 6 y de 900 m^2 para el tratamiento 1.

Lugares de Ensayo

Para realizar esta investigación se eligieron cuatro lugares, representativos de los suelos en que se encuentra la mayoría de las plantaciones de ***Pinus radiata***.

La ubicación y algunos antecedentes básicos de cada lugar se entregan en el Cuadro 1.

CUADRO 1

UBICACION Y ANTECEDENTES BASICOS DE SUELO Y CLIMA DE LOS LUGARES DE ENSAYO

Predio	Región	Suelo			Clima		Topografía
		Mat. Origen	Serie	Profundidad	PPT (mm)	T° Media	
San Pedro	VII	Metamórfico	Constitución	Profundo (1.5 m)	> 1.000	13.9	Ondulada
Maquehua	VIII	Arenas Volcánicas	Coreo	Profundo (2.0 m)	> 1.200	13.8	Plana
Meñir	VIII	Granítico	Cauquenes	Profundo (1.2 m)	> 1.200	13.6	Ondulada
La Colcha	VIII	Metamórfico	Colico	Profundo (1.0 m)	> 1.600	13.3	Ondulada

Sistema de Medición

Las mediciones exactas de pérdida de suelo por erosión hídrica, se pueden obtener para un área determinada, mediante la colección de sedimentos de una parcela aislada, en receptáculos o colectores; midiéndose los kilos de suelo que se pierden en un terreno con pendiente y cobertura vegetal determinada. Su uso es costoso y requiere varios años de medición para cuantificar el fenómeno erosivo.

En este caso se ha empleado un método alternativo, sin captura de sedimento, propuesto por Dunne (1977).

El método consiste en la instalación de parcelas de 25 m^2, sobre las cuales se realiza un reticulado y se instala un clavo por cada m^2.

Se emplean clavos de 5", que junto a una golilla delgada de 1" de diámetro, se entierran hasta el nivel del suelo. Posteriormente se mide el descenso de la golilla y nuevamente se entierra el clavo hasta el nivel del suelo. Esto último tiene por objeto minimizar el mayor problema que ha encontrado el empleo de este sistema, que es el hurto de los clavos; al enterrarlos nuevamente, quedan menos visibles y hay más posibilidades de que permanezcan en su sitio.

En cada uno de los cuatro predios se instalaron 24 parcelas, 4 por cada uno de los tratamientos generales, lo que da un total de 96 parcelas de medición.

Hasta la fecha se han realizado dos mediciones, las que debido al problema señalado con anterioridad, se encuentran incompletas. El mayor problema se presentó en la primera medición, ya que en algunos predios sólo se encontró un escaso porcentaje de los clavos,lo que obligó a reinstalar los ensayos, y a eliminar de este análisis el predio Meñir. Los datos de la Colcha, están basados en parcelas incompletas.

Variables de Análisis

Con el empleo del sistema de medición se registran dos tipos de movimientos de suelo

INFOR

BIBLIOTE
INSTITUTO FO

dentro de cada parcela: un movimiento de arrastre, que deja el clavo descubierto y un movimiento de agregación, por la erosión que se produce más arriba en la pendiente. Ambos movimientos se registran con signos negativo y positivo, respectivamente.

La pérdida efectiva de suelo (PE) será la diferencia entre arrastre y agregación. La otra variable que se emplea es el movimiento total de arrastre (MTA). En la realidad, debido al sistema de parcelas abiertas, esta variable está subestimada, ya que el total de las mediciones negativas representa solo parte del volumen total de suelo en movimiento.

Análisis de Suelo

Como parte de la investigación, se tomaron muestras de suelo a distinta profundidad. El contenido de nutrientes y la densidad aparente en la muestra superficial se emplea para estimar la pérdida de nutrientes producidos por la erosión.

Diseño y análisis estadístico

El diseño empleado es el de parcelas al azar, con 4 repeticiones.

La comparación de los tratamientos se realiza mediante análisis de varianza y el test de comparaciones múltiples de Tukey.

RESULTADOS

En el Cuadro 2 se entregan los resultados, expresados en m^3/ha, de los dos tipos de movimiento de suelo que se han considerado como variables para este análisis.

Para cada uno de los controles y para cada predio se entrega la pérdida efectiva (PE) y el movimiento total de arrastre (MTA).

Después del primer año, al analizar las variables PE y MTA se visualiza una tendencia al aumento desde el tratamiento 1 hacia el tratamiento 6, con un máximo en el tratamiento 5, en dos de los lugares de ensayo (Maquehua y La Colcha). Este hecho resulta sorprendente ya que se supone que este tratamiento, en el cual no se quemaron ni retiraron los desechos, debería presentar la menor tasa de erosión.

El tratamiento 6, también en contra de lo esperado, ocupa el segundo lugar en cuanto a pérdida de suelo en Maquehua y La Colcha, y es el que presenta la mayor tasa de erosión en San Pedro. En este caso en particular, la cosecha fue realmente intensiva, ya que se sacó prácticamente toda la biomasa (no se dejó el material con diámetros menores a 3 cm) dejando el suelo completamente expuesto. A esto se suma el hecho de que estas parcelas tienen una mayor pendiente.

La mayor erosión detectada en los tratamientos 5 y 6 tendría su explicación en el movimiento superficial de la capa de acículas en distintos grados de descomposición, la cual, en los otros casos desapareció con la quema. Aparentemente, cualquiera sea el tratamiento, se produce una importante pérdida de materia orgánica en descomposición.

CUADRO 2

PERDIDA EFECTIVA Y MOVIMIENTO TOTAL DE SUELO SEGUN LUGAR DE ENSAYO
(metros cúbicos por hectáreas)

Predio	Trat.	CONTROL 1		CONTROL 2		CONTROL 1 + 2	
		Pérd. Efec.	Mov. Tot.	Pérd. Efect.	Mov. Tot.	Pérd. Efect.	Mov. Tot.
San Pedro	1	8,64	42,19	30,16	56,28	38,80	98,47
	2	6,82	52,27	58,37	76,40	65,19	128,68
	3	25,56	76,65	31,18	58,24	56,74	134,88
	4	31,89	104,43	45,04	83,55	76,93	187,98
	5	37,94	84,73	31,20	80,52	69,14	165,25
	6	58,41	111,44	39,56	70,88	97,97	182,32
Maquehua	1	2,00	47,96	11,73	59,31	13,73	107,27
	2	23,29	65,16	14,72	53,58	38,01	118,74
	3	14,89	49,87	27,78	84,12	42,67	133,99
	4	9,61	37,48	23,38	63,25	32,99	100,73
	5	98,00	157,24	62,48	97,99	160,48	255,22
	6	46,69	104,04	37,66	85,15	84,35	189,19
La Colcha	1	0,59	43,37	14,11	52,01	14,70	95,38
	2	16,93	59,65	30,07	65,31	47,00	124,95
	3	34,95	73,00	2,29	37,78	37,24	110,78
	4	3,92	73,82	25,53	61,65	29,45	135,47
	5	21,91	100,26	81,01	93,90	102,92	194,16
	6	28,47	76,68	58,09	74,34	86,56	151,02

Después del primer año, el tratamiento 1, que es la explotación tradicional con apilado del desecho, sería el más consistente en cuanto a una menor tasa de erosión, con valores entre 42 y 48 m^3/ha, para la variable "movimiento total de arrastre" (MTA). Este tratamiento también presenta los menores valores de pérdida efectiva (PE), por lo que en todos los lugares casi se compensó la extracción con el movimiento de aporte.

Durante el segundo año se aprecia una disminución en el movimiento total de arrastre. En San Pedro esta alcanza a un 9,7% para el promedio de todos los tratamientos, en tanto que en Maquehua y La Colcha las reducciones son de 4% y 9,8% respectivamente. La pérdida efectiva, en cambio, experimenta aumentos de 39.1% en San Pedro, y de un 97.7% en La Colcha cuando se analizan todos los tratamientos en conjunto. En Maquehua se produce una ligera disminución.

Los tratamientos 1 y 3 presentan, en este caso, la tendencia a una menor tasa de erosión.

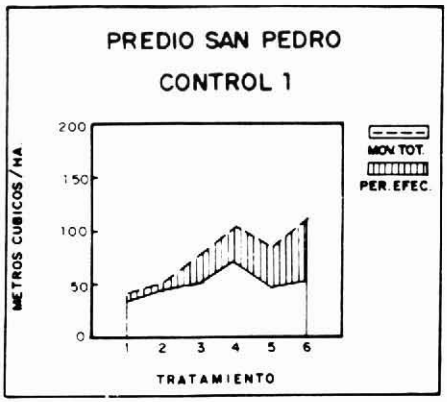
El aumento en la pérdida efectiva puede ser un hecho fortuito, al producirse menos

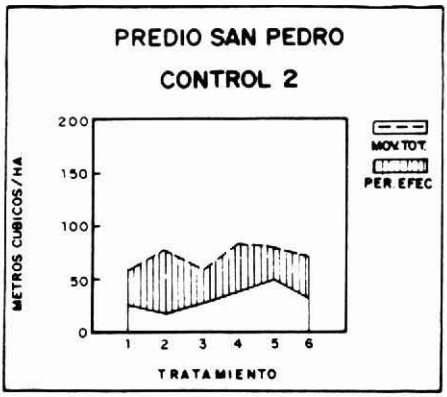
INFOR

GRAFICO 1

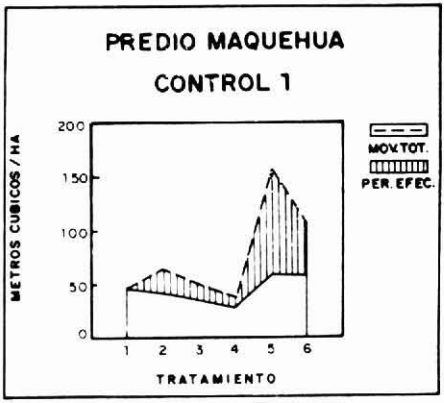
MOVIMIENTO TOTAL Y PERDIDA EFECTIVA DE SUELO EN PREDIOS DE ENSAYOS

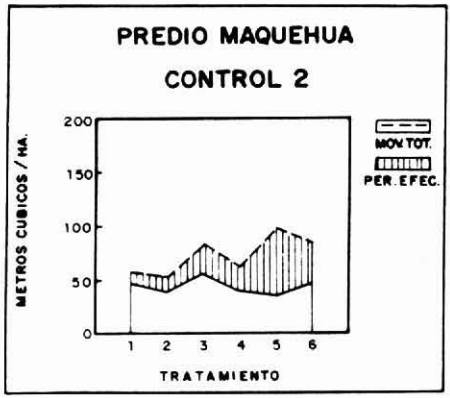
A



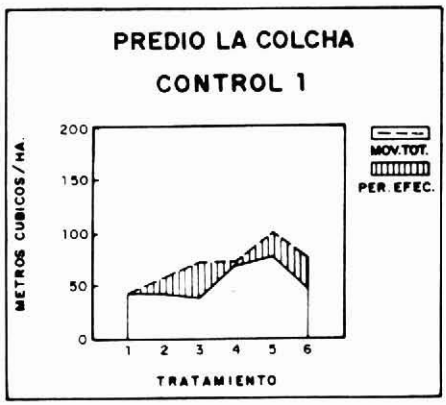


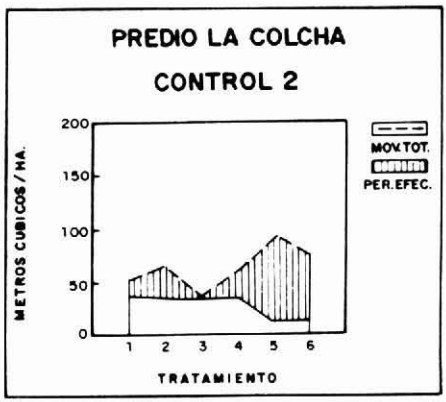
B





C





depósito en las parcelas de medición que en el año anterior, generándose una mayor diferencia, aún cuando el movimiento total de arrastre fuese inferior.

La disminución en el movimiento total durante el segundo año puede estar relacionada a una mayor estabilidad en el suelo o al hecho de que 1988 fue considerablemente menos lluvioso que el año anterior. En San Pedro, sólo en Julio de 1987 cayeron 806 mm.

Las pérdidas acumuladas durante los dos años (Gráficos 2a a 2c) son considerables en todos los lugares de ensayo. Llama la atención el nivel de pérdida de suelo al que se llega en Maquehua, a pesar de la escasa pendiente del área del ensayo.

Al analizar estadísticamente los resultados encontramos que solo en La Colcha existen diferencias significativas a un 95% de confianza cuando se compara la pérdida efectiva en el segundo control. (Cuadro 3).

CUADRO 3

RESULTADO DEL ANALISIS DE VARIANZA PARA CADA PREDIO

Predio	CONTROL 1 (Noviembre 1987)		CONTROL 2 (Noviembre 1988)	
	Per. Efec.	Mov. Tot.	Per. Efec.	Mov. Tot.
San Pedro	NS	NS	NS	NS
Maquehua	NS	NS.	NS	NS
La Colcha	NS	NS.	*.	NS.

NS: No existen diferencias significativas entre los tratamientos.
*: Si existen diferencias significativas al nivel de $\alpha = 0.05$
.: Modelo no aditivo.

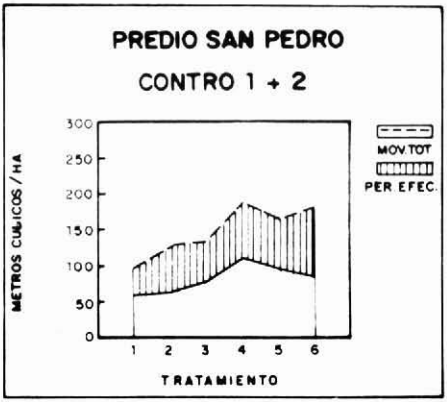
Al realizar el test de comparación múltiple de Tukey se encuentra que la diferencia estadísticamente significativa se produce al comparar los tratamientos 3 y 5 (Cuadro 4).

INFOR

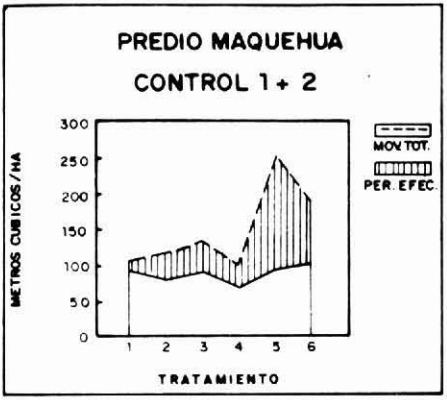
GRAFICO 2

MOVIMIENTO TOTAL Y PERDIDA EFECTIVA ACUMULADA DE LOS DOS CONTROLES EN PREDIOS DE LOS ENSAYOS

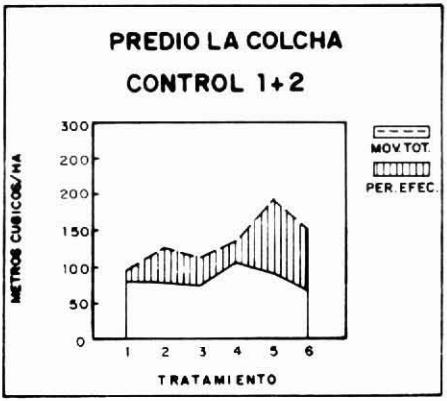
A



B



C



CUADRO 4

RESULTADO DEL TEST DE COMPARACION MULTIPLE DE LOS TRATAMIENTOS EN LA COLCHA

	TRATAMIENTOS					
	5	6	2	4	1	3
Pérdida Efectiva (m^3/ha)	81.01	58.09	30.07	25.53	14.12	2.29

Las líneas indican tratamientos sin diferencias significativas $\alpha = 0.05$.

DISCUSION

El hecho de que las parcelas no hayan sido aisladas, impide estimar el volumen efectivo de suelo que se pone en movimiento producto de la erosión. Este dato se habría logrado al aislar cada una de las parcelas, impidiendo el aporte desde el exterior.

De acuerdo a los resultados de este ensayo queda en evidencia que no todo el material que inicia su movimiento en la ladera es transportado fuera del "sistema", por lo que al establecer parcelas de medición cerradas, sin aporte, se estaría haciendo una sobreestimación del material efectivamente removido fuera del área afectada por la erosión.

El sistema empleado en este estudio puede dar, después de varios años de observación, hasta que el proceso erosivo se estabilice, una aproximación bastante cercana de la pérdida real del suelo. Sin embargo, la experiencia obtenida en este estudio indica que es necesario hacer un establecimiento más detallado del ensayo, que permita reconstituir la parcela, aún cuando se pierdan los clavos. Esto puede lograrse extendiendo una cuerda (entre dos estacas permanentes), sobre las líneas de clavos y midiendo la distancia desde esta rasante hasta la cabeza del clavo. En cada medición se extendería la cuerda entre las estacas y se mediría la distancia hasta el suelo. El clavo sólo cumpliría la función de señalar el punto donde debe realizarse la medición. Si el clavo falta es fácil de restablecer el lugar de medición, por distancia sobre la línea desde las estacas o desde algún clavo adyacente.

Otro factor importante que debe ser considerado es la pendiente de las parcelas de medición. En este caso hay bastante variabilidad.

A pesar de estas limitaciones se ha podido estimar, al cabo de 2 años, la pérdida efectiva de suelo, especialmente en los tratamientos con quema. En los tratamientos 5 y 6 es probable que la pérdida de suelo mineral este sobrestimada por una medición de las pérdidas producidas en el mantillo en descomposición. Esta sería la manera de explicar el por qué en

INFOR

estos tratamientos, en que el suelo ha quedado con cierta protección, se produce una pérdida mayor.

Hasta el segundo año después del establecimiento de los ensayos, se ha estimado que las pérdidas efectivas totales fluctúan entre los 38,8 y 98 m^3/ha en San Pedro; 13,7 y 160,5 m^3/ha en Maquehua y 14,7 y 102,9 m^3/ha en La Colcha.

Esta pérdida de suelo es irreparable, ya que la longitud de la rotación no es suficiente para permitir su recuperación. Lo que si es posible es reponer parte de los elementos que han sido arrastrados por los procesos erosivos.

Si se asume que la erosión se ha producido en los 5 primeros cm del suelo y como se determinó su contenido de nutrientes, densidad aparente, se puede estimar esta pérdida.

En el Cuadro 4 aparece la pérdida producida durante los dos primeros años, en base a los datos de pérdida efectiva producida en cada parcela.

CUADRO 4

PERDIDA DE NUTRIENTES (NPK) PRODUCIDA POR EFECTO DE LA EROSION HASTA EL SEGUNDO AÑO DESPUES DE LA EXPLOTACION

Predio	Tratamiento	Pérdida (Kg/ha)		
		N	P	K
San Pedro	T1	0,88	0,32	9,66
	T2	2,17	0,56	21,39
	T3	1,65	0,47	11,83
	T4	3,09	0,31	16,48
	T5	1,12	0,38	10,53
	T6	4,10	0,40	18,50
Maquehua	T1	0,42	0,77	1,38
	T2	1,01	3,05	3,84
	T3	1,50	3,17	4,36
	T4	0,95	2,60	4,01
	T5	7,49	10,58	21,36
	T6	3,80	3,90	10,27
La Colcha	T1	0,93	0,06	3,30
	T2	2,41	0,14	11,73
	T3	0,30	0,02	1,30
	T4	1,64	0,09	5,43
	T5	4,42	0,61	22,06
	T6	4,12	0,41	34,07

Las pérdidas efectivas producidas en los dos primeros años no son alarmantes, pero tampoco despreciables. Las mayores pérdidas se producen en los tratamientos 5 y 6, pero como ya se mencionó, puede haber cierta distorsión en cuanto a la pérdida real de **suelo mineral** en estos tratamientos, ya que es probable que se haya incluido en la medición parte del humus. Este arrastre de materia orgánica, que no ha sido registrado, implica una considerable pérdida de nutrientes.

Para mantener la productividad del sitio, será necesario reponer, tarde o temprano, dependiendo del nivel de fertilidad natural, las disponibilidades y reservas existentes en el suelo, los nutrientes perdidos por la erosión, mediante la aplicación de fertilizante.

Bengston (1981), señala que el aprovechamiento del fertilizante es, por lo general, muy poco eficiente. Por lo tanto para que el sistema alcance el mismo nivel de nutrientes que existía antes de la explotación, es necesario aplicar fertilizantes en una tasa tal que doble el monto de nutrientes extraidos. Aún cuando esta no es una regla general, ya que depende de las condiciones del suelo y otros factores relacionados al tipo de fertilizante, vegetación existente y forma de aplicación, se ha decidido emplear este criterio para destacar la importancia que eventualmente pueden tener estas pérdidas. Buscando la combinación óptima de fertilizantes, desde el punto de vista del costo, se calcularon los valores que se entregan en el Cuadro 5.

CUADRO 5

COSTO DE REPOSICION DE LAS PERDIDAS REALES Y POTENCIALES DE NUTRIENTES DEBIDO A LA EROSION

Predio	Tratamiento	P. Real	P. Potencial
		$/ha	$/ha
San Pedro	T1	3835	9929
	T2	8526	16338
	T3	4911	11662
	T4	6974	16898
	T5	4245	10305
	T6	8046	15012
Maquehua	T1	900	7358
	T2	2778	8589
	T3	3163	9973
	T4	2655	8437
	T5	13774	21936
	T6	6261	14043
La Colcha	T1	1496	12090
	T2	5001	14075
	T3	565	8648
	T4	2491	12277
	T5	9497	17357
	T6	13616	22303

INFOR

Al analizar estas cifras hay que considerar que esta es una pérdida parcial, que puede incrementarse considerablemente, ya que el volumen de suelo en movimiento ladera abajo es por lo menos igual al volumen entregado por las mediciones negativas, que se ha denominado "movimiento total". El costo de reposición de los nutrientes que eventualmente podrían salir del sistema también se entregan en el Cuadro 5.

Estas cifras en ningún caso bajan de los $ 8.000/ha (US$ 32/ha), llegando a más de $ 22.000, en La Colcha. Las pérdidas potenciales por efecto de la erosión son considerables.

Es importante recordar que la erosión es sólo uno de los factores que afecta negativamente la productividad del sitio. Kunz et al. (1985) señalan que en la explotación solo en el fuste y la corteza se extraen 140 kg/ha de N, 20,4 kg/ha de P y 183,9 kg/ha de K. Si se agregan las pérdidas producidas por la quema, estas cifras suben a 384 kg/ha de N; 34,8 kg/ha de P y 248 kg/ha de K. La "exportación de estos dos últimos elementos sube considerablemente (a 59 y 396 kg/ha respectivamente) si se realiza una explotación intensiva, en que gran parte de la biomasa es extraida (tratamiento 6).

La reposición de estos tres elementos costaría, en el caso de una explotación tradicional, con quema, $ 121.000/ha y $ 227.000 en el caso de la explotación intensiva, a lo cual habría que agregar las pérdidas producidas por la erosión que se han calculado en este trabajo.

CONCLUSIONES

Debido a la forma en que han sido establecidos los ensayos, resulta difícil obtener conclusiones claras en cuanto el efecto de los distintos tratamientos en los proceso erosivos, en lo que va transcurrido desde la instalación del ensayo. Esto se debe, principalmente, a que existe una considerable cantidad de material en movimiento, que aún no ha salido del sistema. La pérdida real debido a la erosión, sólo podrá evaluarse una vez que el proceso se haya detenido.

Los datos obtenidos hasta el momento permiten visualizar que el problema de la erosión es bastante grave, poniendo en movimiento importantes volúmenes de suelo en todos los lugares de ensayo.

De acuerdo a las estimaciones realizadas las pérdidas totales de suelo fluctúan entre los 13.7 y 160.5 m^3/ha en tanto que el material en movimiento varia entre los 95.4 y 255 m^3/ha.

Las pérdidas de nutrientes por efecto de la erosión varían de 0.4 a 7.5 kg/ha, en el caso del Nitrógeno; de 0.02 a 10.6 kg/ha de P y de 1.3 a 34.1 kg/ha de K.

Las distintas modalidades empleadas en los tratamientos con quema hasta el momento no presentan diferencias estadísticamente significativas. Al analizar la pérdida efectiva y el movimiento total acumulados durante los dos años, se ve que el tratamiento tradicional es el que registra los menores valores, en los tres lugares de ensayo, lo cual no concuerda con lo que era lógico esperar esto es, que los tratamientos sin quema, especialmente el tratamiento 5, que deja los desechos en el terreno, fuesen los menos afectados por la erosión.

Es también inconsistente el hecho de que los tratamientos 5 y 6 registren altos valores de pérdida y movimiento total, lo cual se debe a una sobreestimación, producto de la instalación de las golillas sobre acículas o al menos, sobre materia orgánica en descomposición.

INFOR

RECONOCIMIENTOS

El presente trabajo forma parte del proyecto "Efecto de los diferentes métodos de utilización y manejo de los residuos de explotación en el rendimiento de la segunda rotación de plantaciones de Pino Insigne", que realiza el Instituto Forestal por encargo de la Corporación de Fomento de la Producción, CORFO, con el apoyo técnico y financiero de las siguientes empresas: Bosques de Chile, Forestal Arauco, Forestal Cholguán, Forestal Mininco, Forestal Río Vergara y Forestal Tornagaleones.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. BENGSTON, G.W. 1981. Nutrient conservation in forestry: A perspective. Southern Journal of Applied For. Vol 5, N° 2.
2. DUNNE, T. 1977. Evaluation of erosion conditions and trends. University of Washington In: Guidelines of watershed management. FAO Conservation Guide.
3. KUNZ, M.; AGUIRRE S.; PETERS R.; PRADO J.A. 1985. Efecto de la utilización de las plantaciones de ***Pinus radiata*** D. Don en la mantención de la productividad del sitio En: Actas primer Simposio sobre Investigación del ***Pinus radiata*** en Chile. Valdivia 1985.
4. LAL, R. Ed. 1988. Soil erosión research methods. Iowa, USA Soil and Wather Conserv. Soc
5. STONE, E.L. 1973. The impact of timber harvest on soils and water. In: Report of President Advisory Panel on Timber and the Environment. pp.427-467. U.S. Gov. Print. Off Washington. D.C.

INFOR

ANATOMIA Y DESARROLLO DE FLORES, FRUTOS Y SEMILLAS DE BOLDO (*PEUMUS BOLDUS* MOL.) (*)

Claudia Botti G. (**)
Angel Cabello L. (***)

RESUMEN

Se describe la anatomía y desarrollo de flores, frutos y semillas de boldo (*Peumus boldus* Mol.) con el fin de proporcionar nuevos antecedentes que contribuyan a comprender los mecanismos de latencia que presentan las semillas de esta especie.

El material vegetal se recolectó entre fines de invierno y mediados de verano, en la Región Metropolitana. Las flores y frutos se infiltraron en JB-4 (Polyscience, Inc.) y se cortaron con ultramicrótomo (2-4 μm espesor); las semillas se incluyeron en parafina (Histosec) y se cortaron con micrótomo rotatorio (8-10 μm).

El desarrollo del saco embrionario se inició en agosto. El zigoto comenzó a dividirse a fines de septiembre, y a principios de diciembre el embrión inició la organización de los ápices de crecimiento, y desarrollo de los cotiledones. Durante el mes de febrero el embrión cesó su crecimiento y el fruto completó su maduración, presentando en su interior un embrión incompletamente desarrollado.

La semilla, al madurar el fruto, presentaba remanentes de la nucela, diferenciada en perisperma, rodeando al endosperma y embrión.

Palabras claves: ***Peumus boldus*** Mol.; anatomía; semillas.

ABSTRACT

The anatomy and development of flowers, fruits and seeds of ***Peumus boldus*** *Mol. is described to provide more background for a better understanding of the dormancy mechanisms occurring in the seeds of this species.*

The plant material was collected between late winter and mid-summer in the Metropolitan Region. Flowers and fruits were infiltrated in JB-4 (Polyscience, Inc.) and were sectioned with an ultramicrotome (2-4 μm width); the seeds were embedded in paraffin (Histosec) and were sectioned with a rotatory microtome (8-10 μm).

The development of the embryo sac started in August. The zygote started to divide in late September and, in early December, the embryo began the organization of shoot and root apices and the development of cotyledons. During February, the embryo stopped growing and the fruit completed its maduration, showing an incompletely developed embryo in its interior.

As the fruit matured, the seed showed rests of nucellus, differentiated as perisperm, surrounding the endosperm and embryo.

(*) Financiado por el Departamento de Investigación y Bibliotecas, Universidad de Chile. Proyecto A-107.8422.

(**) Ingeniero agrónomo, M. Sc., Profesora, Directora del Departamento de Producción Agrícola, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. Casilla 1004, Santiago, Chile.

(***) Ingeniero Forestal. Profesor del Departamento de Silvicultura, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile. Casilla 9206, Santiago, Chile.

INFOR

INTRODUCCION

El boldo (***Peumus boldus*** Mol.), especie endémica de Chile perteneciente a la familia Monimiaceae, crece desde la Provincia de Limarí (IV Región) hasta la Provincia de Osorno (X Región) (Rodríguez **et al.** 1983). Debido a su adaptación a condiciones de sequía, es más abundante en las provincias centrales que en las del sur (Donoso, 1974).

Es un árbol o arbusto dioico, con inflorescencias en racimos cortos. Sus flores, de 5 a 10 mm de diámetro, presentan un perigonio verdoso, cubierto de pelos estrellados y escamas petaloídeas blanco-amarillentas insertas en su garganta. Las flores masculinas, de mayor tamaño, presentan más de 40 estambres. Las femeninas poseen un gineceo súpero, con 2 a 9 ovarios libres y uniloculares, con un solo óvulo cada uno; estigma arqueado y gelatinoso. En las flores femeninas los estambres están representados por escamas nectaríferas. Sus frutos son drupas más o menos ovoides, carnosas, de 5 a 7 mm de longitud (Navas, 1976).

Su hojas se usan en infusión como digestivo; en afecciones hepáticas se le considera un excelente colagogo y colerético. En 1960, Valenzuela y Rebolledo (citados por Navas, 1976) determinaron que las hojas, además de la boldina, contenían otros tres alcaloides, un glucósido, 2% de aceites esenciales, taninos, ácido cítrico, gomas y azúcares. Según Rodríguez **et al.**, (1983) los aceites esenciales son eugenol y terpineol.

Kannegiesser (1987) demostró que la boldina se encuentra en todo el árbol, conteniendo la corteza el mayor porcentaje (3,7%) y las hojas el menor (0,03%). Además, informa que entre 1983 y 1986 se ha exportado un promedio anual de 786 ton de hojas y 6 ton de corteza, principalmente a Europa, Argentina y Brasil.

Aunque el boldo rebrota fácilmente, ha sido sometido desde hace muchos años a una fuerte explotación, sin que se repongan los ejemplares que mueren por agotamiento del tocón, o porque los árboles son destroncados o por la destrucción del ambiente apropiado para su reproducción por semillas. De hecho, en la zona central es muy raro encontrar plántulas en los lugares donde aún existen ejemplares de boldo.

Por otra parte, su propagación en vivero es difícil, ya que sus semillas sembradas en otoño o invierno, no germinan hasta el invierno del año siguiente. Generalmente el porcentaje de germinación es bajo, produciéndose una nueva germinación durante el invierno del segundo año.

Algunos investigadores han tratado de encontrar tratamientos pregerminativos, o la época de siembra apropiada, para obtener germinación en un corto período. Los resultados en algunos casos han sido nulos o no han superado al testigo (Homann, 1968; Donoso y Cabello, 1978). En otros se ha obtenido desde 0% hasta 89% de germinación, en pocos meses, mediante colecta temprana y siembra inmediata (Mancinelli **et al.**, 1982; Muñoz, 1986); sin embargo, los resultados obtenidos en años consecutivos han sido muy dispares, incluso en una misma temporada, entre cosechas y siembras separadas por una semana.

En 1986, Muñoz, demostró que el ácido giberélico promovía significativamente la germinación de semillas de boldo almacenadas por un corto período. También obtuvo germinación, aunque en bajo porcentaje, mediante remojo de las semillas en peróxido de hidrógeno. Además, mediante el cultivo de semillas y embriones "in vitro", estableció que el

INFOR

endocarpio, la testa y/o el perisperma, eran limitantes para la germinación, ya que el cultivo de embriones entregó un 100% de germinación, iniciándose el proceso luego de 10 a 15 días.

En base a los resultados obtenidos por Muñoz (1986), se decidió a estudiar la anatomía y desarrollo de la semilla del boldo y así contribuir con nuevos antecedentes al conocimiento de la especie, particularmente en lo que a reproducción sexual se refiere.

MATERIAL Y METODO

Se recolectaron yemas florales, flores y frutos de boldo con distintos grados de desarrollo, cada 15 días entre agosto y febrero. Todo el material provino del fundo "Tantehue", ubicado a 30 Km. al suroeste de Melipilla, Región Metropolitana.

El material vegetal se fijó en FAA (formalina, ácido acético glacial y etanol, 5:5:90 v/v) por un tiempo mínimo de 24 horas, y se deshidrató gradualmente en una serie de alcohol etílico (70; 80; 95 y 100%).

Las semillas fueron incluidas en parafina sólida (Histosec), previo traspaso gradual a xilol, y cortadas a 8-10 μm de espesor en un micrótomo rotatorio. Las secciones fueron teñidas con ácido tánico-cloruro de fierro (Foster, 1934) y safranina al 1% (solución alcohólica), luego con verde rápido al 0,2% (solución alcohólica) y se montaron con Bálsamo de Canadá.

Las yemas, flores y frutos inmaduros fueron infiltrados con plástico JB-4 (Polyscience Inc.) previa fijación y deshidratación. Los bloques de plástico, con el tejido incluido, se cortaron con cuchillos de vidrio a 2-4 μm de grosor en un ultramicrótomo. Los cortes se tiñeron con Reactivo de Schiff y Azul de Toluidina al 0,5% en solución acuosa y se montaron en Bálsamo de Canadá (Botti y Vasil, 1984).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los sépalos y pétalos de la flor de boldo están formados por una epidermis uniseriada, de células grandes y globosas. La epidermis abaxial (exterior en la yema) de los sépalos presenta numerosos tricomas ramificados, como menciona Navas (1976), de paredes celulares primarias gruesas. La epidermis adaxial presenta pocos tricomas. El mesófilo de ambas estructuras florales es esponjoso, con grandes espacios intercelulares, glándulas y pequeños haces vasculares en la sección ventral. El mesófilo de los sépalos es de mayor grosor (4-8 corridas de células). El de los pétalos es de sólo 3-4 corridas de células.

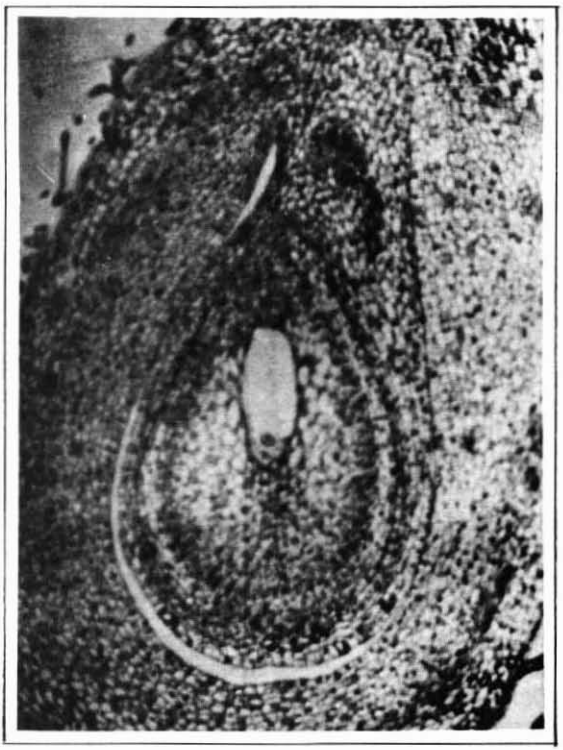
El estilo y ovario presentan una epidermis monoestratificada de células rectangulares elongadas en sentido radial, de núcleos muy prominentes, recubiertas por una cutícula muy delgada y con paredes celulares también delgadas. Numerosos tricomas tipo escamas multicelulares y colectores de pared celular sumamente gruesa, se encuentran dispersos a lo largo de toda la epidermis de los carpelos. El mesófilo del ovario está formado por varias corridas (14) de células parenquimáticas, pequeñas, de paredes delgadas y tejido vascular central que lo recorre longitudinalmente. Algunas glándulas equizógenas se encuentran distribuidas en este tejido, especialmente en la zona más externa, cercana a la epidermis. La epidermis interna del ovario es monoestratificada en algunos sectores, pero en la mayor parte se ha

dividido periclinalmente para formar hasta 3 corridas de células, que más tarde se van a seguir incrementando para formar el endocarpio duro del fruto, junto con la porción interna del mesófilo.

El óvulo es anátropo y bitégmico (Figura 1). El tegumento externo se desarrolla claramente en el lado opuesto al funículo que rodea al óvulo, y consta de 3 corridas de células con las mismas características que las de mesófilo y epidermis interna del ovario. No se observan acumulaciones de sustancias fenólicas o taninos. El funículo consta de 20-24 corridas de células en su parte superior más ancha para adelgazarse a 4-5 corridas al conectarse con el tegumento externo en su parte basal. Lo recorre un haz vascular. El tegumento interno está formado por 3-4 corridas de células en su mayor extensión, engrosándose a 7-8 corridas en la base del óvulo y a 5-7 corridas en la zona de la micropila. La nucela, de 25-30 corridas en su parte más ancha, inicia el desarrollo del saco embrionario en el mes de agosto, formando la célula huevo, dos sinérgidas, una célula central y 3 antípodas (Figura 2). Después de la fertilización el saco embrionario ha crecido y se encuentra ocupando gran parte de lo que era la nucela; sin embargo permanecen 6-8 corridas de células nucelares rodeándolo, tejido que posteriormente permanece rodeando al endosperma donde recibe el nombre de perisperma.

FIGURA 1

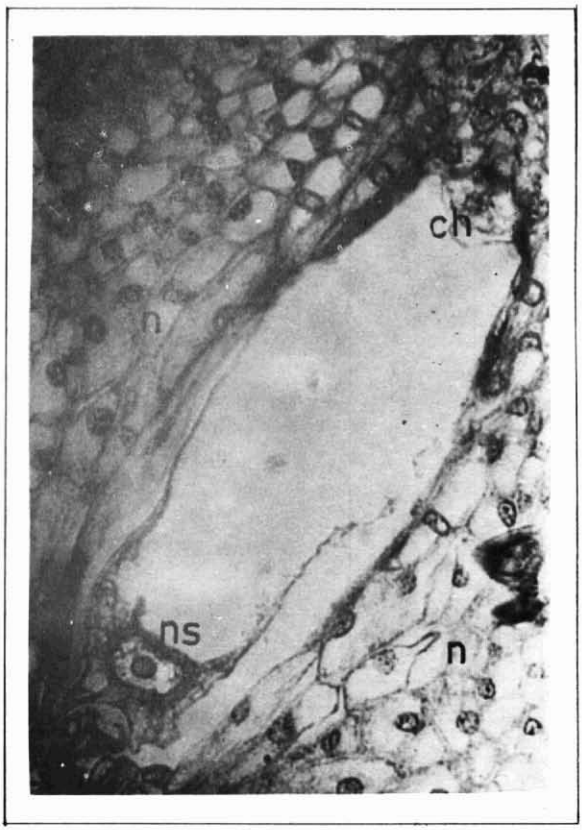
Ovario de Flor de Boldo con óvulo Anátropo y saco embrionario formado



INFOR

FIGURA 2

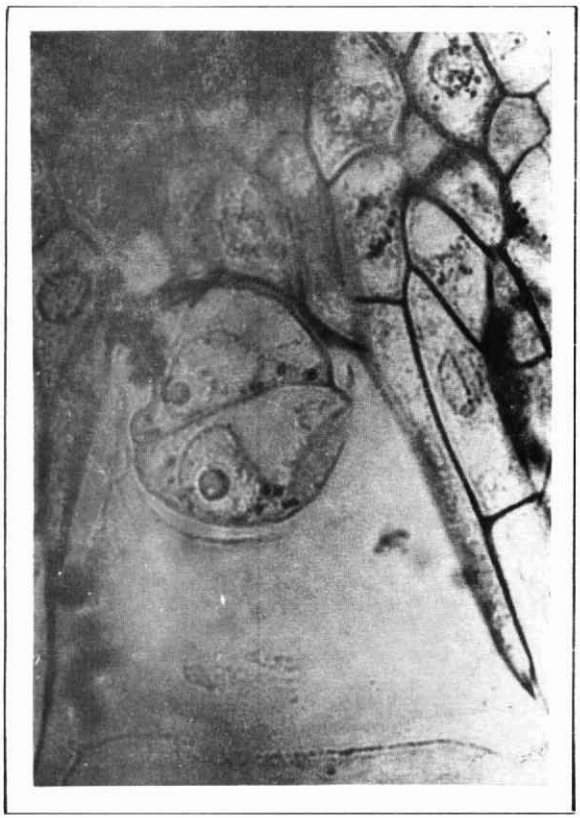
Saco embrionario, donde se observa la célula huevo (ch), el núcleo secundario (ns) y parte de las antípodas (a), rodeado por la nucela (n) (las sinérgidas no aparecen por estar en otro plano del saco embrionario)



El zigoto inicia sus divisiones un mes después de la formación del saco embrionario (fines de septiembre) (Figuras 3 y 4), cuando el endosperma aún es líquido y de núcleos libres. La porción interna del mesófilo del ovario (desde los haces vasculares hacia el interior) junto con la epidermis interna del mismo inician, en este momento, una esclerosis de las células que dará origen al endocarpio extremadamente duro del fruto del boldo (Figura 5). No se observan cambios notables en los tegumentos, salvo un aumento en el tamaño de las células, especialmente del tegumento interno. El mesófilo externo (mesocarpio) muestra un aumento notorio en el número de glándulas.

FIGURA 3

Zigoto en división (fines de septiembre)



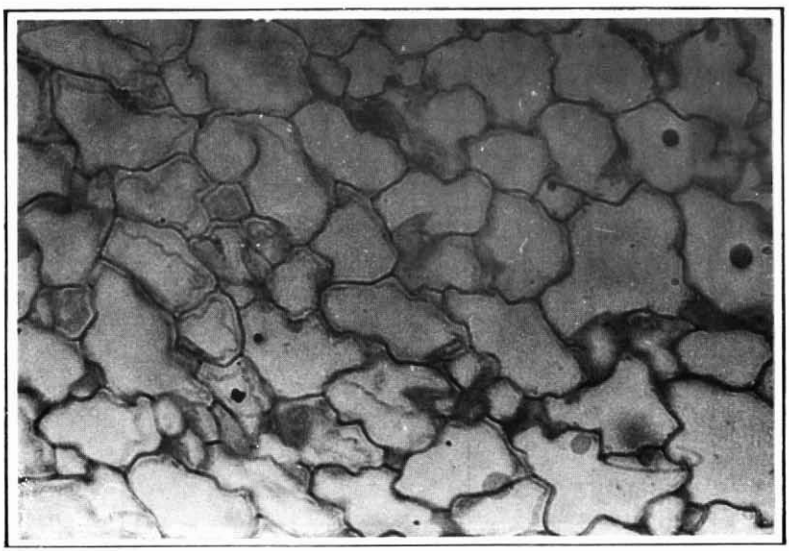
INFOR

FIGURA 4

Embrión en estado de cuadrante, con suspensor

FIGURA 5

Endocarpio iniciando Esclerosis al 30 de septiembre

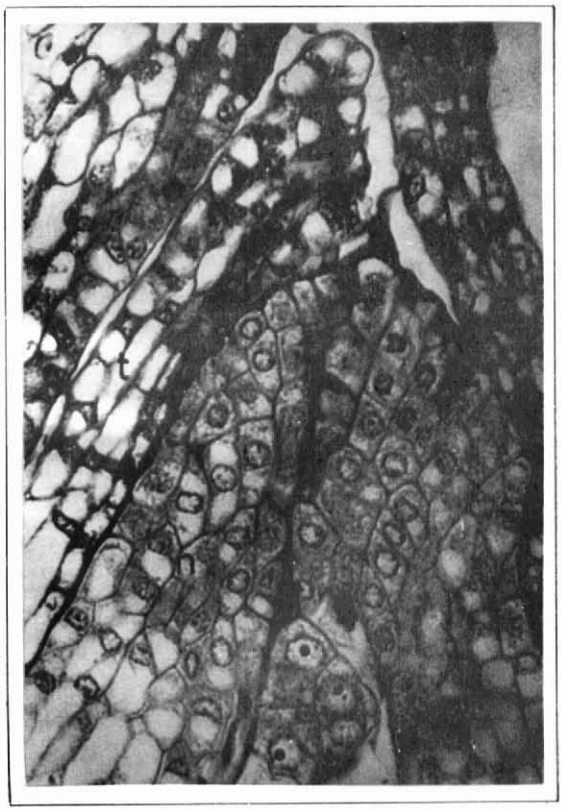


Cuando el embrión llega al estado globular, (Figura 6) el endosperma continúa líquido, de núcleos libres, pero se observan los primeros indicios de organización de pared alrededor de algunos. Las células del tegumento externo inician engrosamientos de pared de tipo reticulado, especialmente en la zona cercana al embrión en desarrollo.

Después de aproximadamente 2 meses desde la primera división del zigoto (principios de diciembre), el embrión muestra los dos cotiledones diferenciados y elongados y un inicio de organización de ápice radicular y de brote. El endosperma ya se ha hecho celular y ha comenzado a acumular sustancias de reservas. Asimismo la nucela permanece rodeando al endosperma, ahora con el nombre de perisperma y también con fuerte acumulación de sustancias ergásticas. Estas no fueron identificadas químicamente, pero se presentaban diferentes en forma, tamaño y color a las del endosperma (Figura 7). El endocarpio, formado ahora por braquiesclereidas se presenta sumamente lignificado y duro (Figura 8). Todo el proceso de maduración de las paredes del fruto y desarrollo del embrión continua hasta febrero, fecha en que el embrión ha llegado a su máximo crecimiento dentro

FIGURA 6

Embrión globular (e), rodeado por restos de nucela (n) y tegumentos (t).



INFOR

de la semilla, mostrando los dos cotiledones apoyados en un ángulo abierto sobre el endosperma con el ápice radicular hacia el exterior (Figura 9). El perisperma, que presenta aproximadamente 10 corridas de células en toda su extensión, se adelgaza y aplasta frente a la radícula. Los tegumentos también se adelgazan, especialmente el tegumento interno, permaneciendo como cubierta seminal el tegumento externo formado por 3-4 corridas de células con engrosamiento reticulado en su pared (Figura 10).

De acuerdo con los grupos definidos por Hartmann y Kester (1983), el desarrollo máximo a que llega el embrión del boldo, cuando el fruto cae del árbol, corresponde al de un embrión incompletamente desarrollado, especialmente en lo que respecta a los cotiledones que son muy pequeños. La mayor parte del volumen de la semilla está ocupado por el endosperma y perisperma. Sin embargo, esto no sería determinante en la mala germinación del boldo, ya que Muñoz (1986) logró un 100% de germinación al cultivar embriones desnudos "in vitro".

El hecho que el endocarpio esté completamente diferenciado y endurecido a mediados de noviembre, 3 meses antes de la caída de los frutos, así como la presencia del perisperma y la cubierta seminal, podrían explicar los bajos porcentajes de germinación que se han logrado (Homann, 1968; Donoso y Cabello, 1978), incluso adelantando la época de cosecha y siembra a diciembre (Mancinelli **et al.**,, 1982), ya que en la germinación de esta especie habría, de acuerdo con MUÑOZ (1986), una combinación de barreras mecánica y fisiológica que impiden o retardan este proceso.

FIGURA 7

Sustancias ergásticas en células de Perisperma (p) y Endosperma (en).

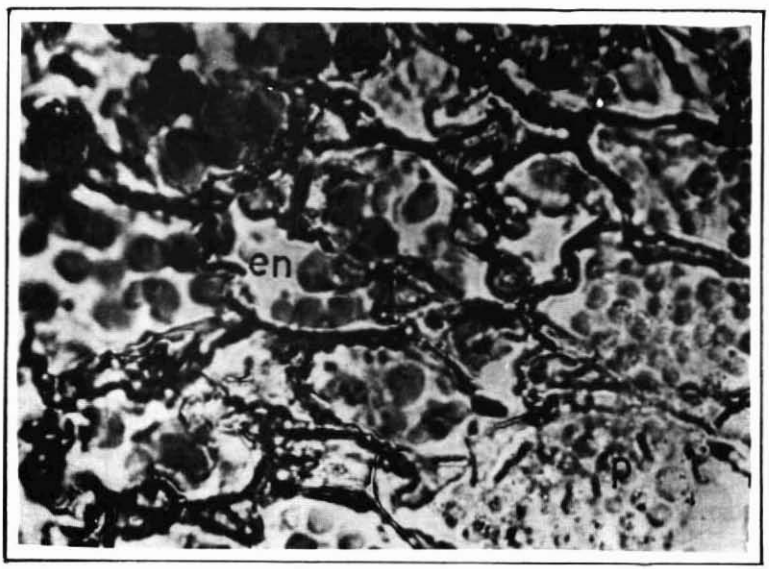


FIGURA 8

Endocarpio al 15 de noviembre

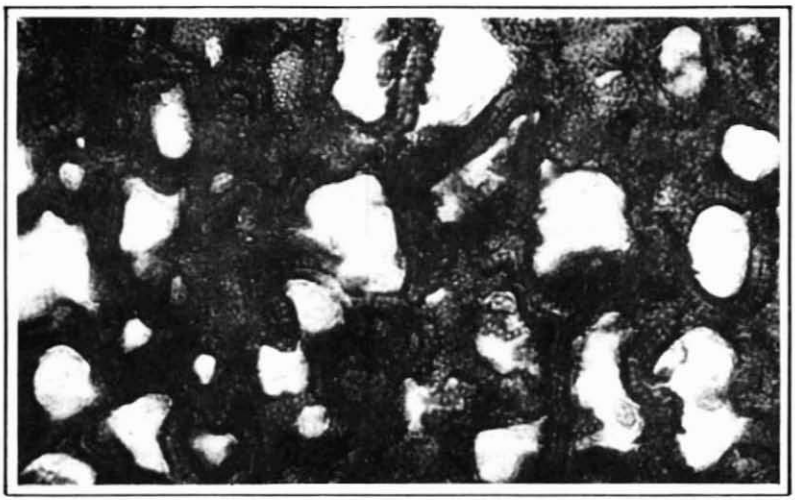
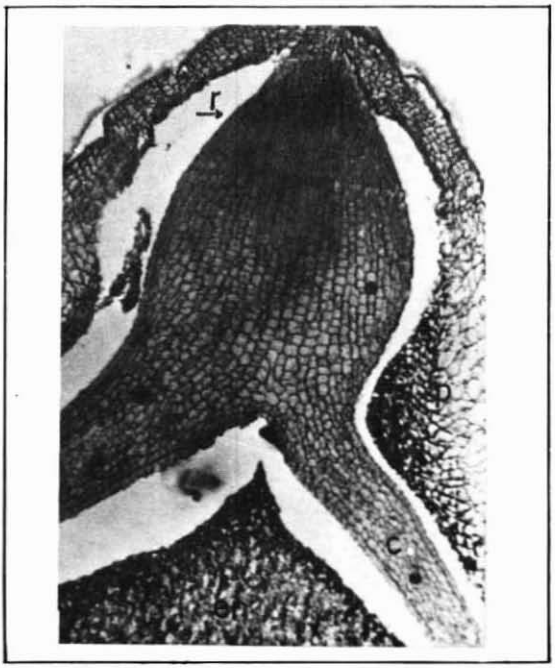


FIGURA 9

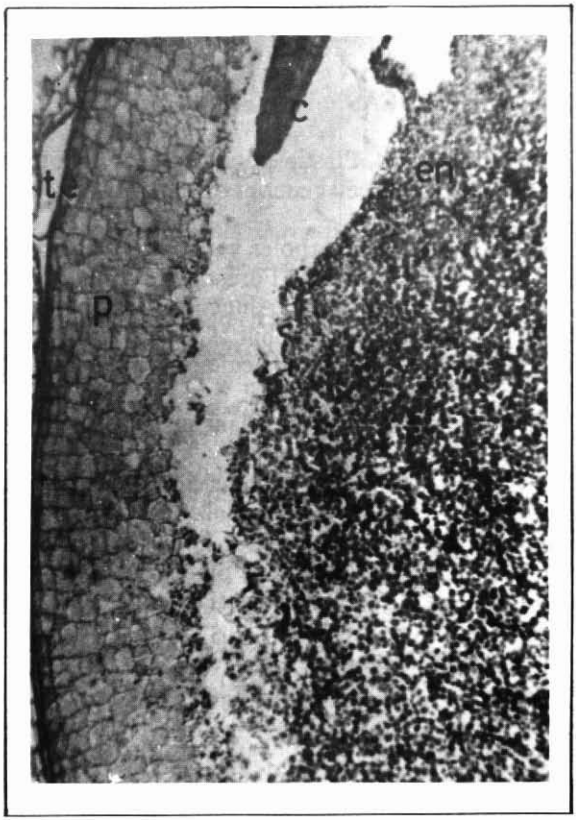
Embrión de semilla madura. Se observa la radícula (r), cotiledones (c), perisperma (p) y endosperma (en).



INFOR

FIGURA 10

Capas de la semilla madura: testa (te), perisperma (p), endosperma (en) y extremo de un cotiledón (c).



CONCLUSIONES

- El óvulo de la semilla del boldo, es anátropo y bitégmico.
- La nucela inicia el desarrollo del saco embrionario en el mes de agosto.
- El zigoto inicia sus divisiones a fines de septiembre; al mismo tiempo, las células de la porción interna del mesófilo comienzan una esclerosis lo que dará origen al endocarpio óseo.
- A comienzos de diciembre el embrión presenta dos cotiledones diferenciados y un inicio de organización en el ápice radicular y en el brote; el endosperma ha comenzado a acumular sustancias de reserva, y la nucela se ha transformado en el perisperma rodeando al embrión y al endosperma. El endocarpio, formado por braquiesclereidas, se presenta sumamente lignificado y duro.
- El proceso de maduración del fruto y la semilla continúa hasta febrero.
- La mayor parte del volumen de la semilla madura corresponde al endosperma y

perisperma, encontrándose el embrión incompletamente desarrollado, especialmente en lo que respecta a los cotiledones.

- El endocarpio constituye, probablemente, una barrera física que retrasa el proceso de germinación y el perisperma y testa podrían corresponder a barreras de tipo fisiológico en este proceso.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. BOTTI, C. y VASIL, I. K. 1984. Plastic embedding for light microscopy. En: Vasil, I. K. (ed). Cell culture and somatic cell genetics of plants. Orlando, Florida. Academic Press. v.1. pp. 684-688.
2. DONOSO, C. 1974. Dendrología. Arboles y arbustos chilenos. Santiago, Chile. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Forestales. Manual Nº 2. 142 p.
3. DONOSO, C. y CABELLO, A. 1978 Antecedentes fenológicos y de germinación de especies leñosas chilenas. Santiago, Chile. Ciencias Forestales 1 (2): 31-41.
4. FOSTER, A. S. 1934. The use of tannic acid and iron chloride for staining cell walls in meristematic tissue. Stain Tech. 9:91-92.
5. HARTMANN, H. y KESTER, D. 1983. Plant propagation, principles and practices. 4a ed. New Jersey. Prentice hall. 727 p.
6. HOMMANN, C. 1968. Estudio sobre reproducción y anatomía de hojas y frutos en boldo (*Peumus boldus* Mol.). Tesis Ing. Forestal. Santiago, Chile. Universidad de Chile, Facultad de Agronomía. 96 p.
7. KANNEGIESSER, U. 1987. Evaluación de biomasa y boldina en boldo (*Peumus boldus* Mol.), VII Región. Tesis Ing. Forestal. Santiago, Chile. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 97 p.
8. MANCINELLI, P.; ABARZUA, M. y LONGERI, L. 1982. Latencia en (*Peumus boldus* Mol.), Monimiaceae. Concepción, Chile. Boletín de la Sociedad de Biología de Concepción. 43:63-70.
9. MUÑOZ, M. 1986. Cultivo de embriones y ensayo de germinación en boldo (*Peumus boldus* Mol.). Tesis Ing. Forestal. Santiago, Chile. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 88 p.
10. NAVAS, L. 1976. Flora de la cuenca de Santiago de Chile. Santiago, Chile. Ediciones de la Universidad de Chile. v.2 559 p.
11. RODRIGUEZ, R.; MATTHEI, O. y QUEZADA, M. 1983. Flora arbórea de Chile. Concepción, Chile. Ediciones de la Universidad de Concepción. 408 p.

INFOR

PROPAGACION VEGETATIVA DE TEPA (*LAURELIA PHILIPPIANA*) A PARTIR DE ESTACAS

Rómulo Santelices M. (*)

RESUMEN

Se estudia la factibilidad de reproducir vegetativamente estacas provenientes de rebrotes de tocones de la especie tepa ***(Laurelia philippiana).***

Se prueban distintas temperaturas en la base de estacas extraídas en otoño, con aplicación de ácido indolbutírico (AIB).

Los resultados indican que la tema se puede reproducir vegetativamente a partir de estacas. Los niveles óptimos de temperatura para la producción de raíces están entre los 20°C y 25°C, por un período de 6 meses en invernadero. Posteriormente las estacas deben repicarse a vivero y permanecer allí durante 18 meses.

ABSTRACT

This paper presents the results of vegetative propagation of tepa ***(Laurelia philippiana).*** *Cuttings were collected from basal epicormic shoots in autumn. Before setting in the rooting beds, the basal ends of the cuttings were treated with indole butyric acid (IBA).*

Differents levels of basal temperature were tested. Best rooting results were obtained with temperatures between 20°C and 25°C during 6 months in the green-house. Later, cuttings must be moved to the nursery and stay there for 18 months.

(*) Ingeniero Forestal, Instituto Forestal, Barros Arana 121 - 3º Piso Concepción.

INFOR

INTRODUCCION

Una de las especies del bosque nativo de gran valor y demanda es la tepa ***(Laurelia philippiana)***. Su madera es muy empleada en la fabricación de chapas, tableros contrachapados y mueblería. Su participación en rodales de calidad actualmente es muy limitada, por lo cual se deben investigar diferentes alternativas para su reproducción.

Durante los últimos años la propagación vegetativa ha tomado importancia en Chile, especialmente para especies de los géneros Eucalyptus y Pinus.

Los antecedentes sobre este método de propagación para las especies del bosque nativo son aún muy escasos. El empobrecimiento de estos bosques respecto de sus árboles de mayor valor comercial (realidad en que se encuentra la tepa), hace necesario buscar métodos eficientes de propagación que ayuden a multiplicar el material genético de calidad que aún queda.

MATERIAL Y METODO

El diseño experimental

Se utilizó un diseño estadístico factorial (3 x 3) con 4 repeticiones y con 7 estacas por parcela.

Los factores y niveles analizados fueron los siguientes:

- Temperatura aplicada a la base de las estacas (A)

  A_1 : 15 ºC
  A_2 : 20 ºC
  A_3 : 25 ºC

- Ubicación de la estaca en el rebrote de donde se cortaron las muestras (B)

  B_1 : Estaca de parte epical del rebrote (15 cm)
  B_2 : Estaca de la parte intermedia del rebrote (entre los 15 y 30 cm desde el ápice)
  B_3 : Estaca de la parte basal del rebrote (a más de 30 cm del ápice).

Las estacas utilizadas en el ensayo

Durante el mes de marzo de 1988 se cosecharon las estacas de tepa. El ensayo se instaló en un invernadero y en el vivero del Centro Experimental Escuadrón de la empresa Forestal Mininco S.A. 18 Km al sur de la ciudad de Concepción.

El material ensayado proviene del sector "Depósito", en la ribera sur-este del lago Pirehueico, aproximadamente en los 71º 53' long. oeste y 39º 53' lat. sur (Cuadro 1).

INFOR

CUADRO 1

ORIGEN DEL MATERIAL ENSAYADO

Procedencia	Depósito
Longitud	71º 53' W
Latitud	39º 53' W
Altitud (m.s.n.m.)	630
Edad (años)	80 o más
Exposición	En el plano
Salida del rebrote (cm)	0 a 25
Tipo de rebrote	Base fustal
Edad del rebrote (meses)	3
Nº de árboles utilizados	6

Metodología seguida en la instalación del ensayo

La metodología seguida en este trabajo se basa en los antecedentes sobre la propagación de estacas con hojas recopiladas por Krüssmann (1981).

La cosecha se realizó al atardecer y las estacas se introdujeron en sacos de plástico con su base en agua. Al día siguiente fueron transportadas al invernadero, donde se colocaron bajo sombreadero y se mantuvieron húmedas. De los rebrotes se obtuvieron estacas de 15 cm de longitud.

Las estacas se seleccionaron con al menos 2 hojas y tres brotes, de los cuales uno se localizó en sus bases (Silva, 1968). Los cortes se realizaron en un ángulo de 45º, bajo agua fría, manteniendo las estacas dentro de ésta. Luego se clasificaron en tres grupos:

- De la parte epical del rebrote
- De la parte intermedia del rebrote
- De la parte basal del rebrote

Al terminar la clasificación se mantuvo la base de las estacas en agua.

Los "cuttings" se sumergieron durante 15 minutos en una solución de AIB (1.000 ppm) mezclado con alcohol etílico (CH_3CH_2OH), tomándose las precauciones necesarias para evitar la degradación del ácido por efecto de la luz (Silva, 1968).

Las estacas se insertaron en la cama caliente de arraigamiento hasta una profundidad de 7 cm, manteniéndose en completa oscuridad, durante los primeros 3 días (Chandra y Yadava, 1986).

Después de este período se mantuvieron bajo la luz de un tubo fluorescente (40 W),

por 9,5 horas cada día. La temperatura ambiental no sobrepasó los 30ºC y las hojas se mantuvieron húmedas, empleando un nebulizador.

Diariamente y a cada hora se registró la temperatura ambiental y de las camas calientes de arraigamiento.

Como medida preventiva se aplicó un fungicida sistémico y abono foliar a las hojas.

Transcurridos 6 meses se evaluó la etapa de invernadero y las estacas fueron repicadas a vivero.

En vivero las estacas permanecieron 18 meses. Para darles mayor protección, se mantuvieron cubiertas con malla plástica de 80% de cobertura durante los primeros 14 meses. Posteriormente ésta se cambió por una de 50%, por un lapso de 3 meses. Finalizado este período se procedió a retirar la malla.

Mientras las estacas estuvieron en vivero fueron sometidas a las técnicas habituales de fertilización, acondicionamiento y controles fitosanitarios.

La cama de arraigamiento

Cada nivel de temperatura fue controlado en una caja de agua. Esta se construyó con madera (2,5 cm de ancho) y como aislante se usó poliestireno. La parte interior se cubrió con polietileno. Los niveles de las temperaturas, 20º y 25ºC, se regularon con termocalentadores eléctricos para acuarios.

Los 15ºC correspondieron a la temperatura ambiente, razón por la que el estanque destinado a esa temperatura no requería calentamiento.

A 10 cm sobre el agua se instaló una red fina sobre la cual se depositó el sustrato (aserrín de ***Pinus radiata***). Así se garantizó una óptima circulación de agua y oxígeno.

El sustrato consistió en una mezcla de aserrín viejo (10 años) y nuevo (1 - 2 años). Se hirvió en agua por lo menos por media hora para eliminar toxinas y hongos.

RESULTADOS Y DISCUSION

A la vista de los resultados se decidió analizar las variables número y longitud de las raíces por planta, para poner en evidencia la reacción en el desarrollo de las estacas en invernadero. (Cuadros 2 y 3).

- La temperatura del sustrato

La temperatura del sustrato resultó ser la variable más significativa en la producción del número de raíces. Con 20ºC se obtuvo el máximo con 14,6 raíces por planta, siguiendo el número obtenido con 25ºC y 15ºC. También para el largo de raíces las dos temperaturas más altas favorecieron el crecimiento superando los 2 cm.

INFOR

- La distancia de corte de las estacas.

La ubicación de la estaca dentro del rebrote, no incidió en el número de raíces producidas. En términos de largo de raíces, los cuttings cortados a más de 15 cm del ápice de los rebrotes lograron los valores más altos.

CUADRO 2

NUMERO Y LONGITUD DE LAS RAICES EN ESTACAS DE TEPA INTERACCION ENTRE LA TEMPERATURA DEL SUSTRATO Y LA DISTANCIA DE CORTE AL APICE

Dist. corte del ápice (cm)	Nº de raíces			Longitud de las raíces (cm)		
	Temp. del sustrato (°C)			Temp. del sustrato (°C)		
	15ºC	20ºC	25ºC	15ºC	20ºC	25ºC
0 - 14,9	5,0 a	11,5 a	11,5 a	0,2 a	2,9 a	2,8 a
15 - 29,9	4,1 a	16,1 a	9,6 b	0,3 a	2,0 b	1,9 b
30 ó más	0,0 a	16,3 a	10,9 ab	0,0 a	1,7 b	2,1 b

a, b, c: Valores medios representados por letras minúsculas distintas se diferencian entre ellos a un nivel de confianza del 99%.

CUADRO 3

NUMERO Y LONGITUD DE LAS RAICES EN ESTACAS DE TEPA EN FUNCION DE LA TEMPERATURA DEL SUSTRATO Y LA DISTANCIA DE CORTE AL APICE

Factor	Nº de raíces/pl.	Longitud de las raíces (cm)
(A) tº sustrato (°C)		
15	3,1 c	0,2 b
20	14,6 a	2,2 a
25	10,7 b	2,3 a
(B) Dist. corte ápice		
0 - 14,9	9 a	1,3 b
15 - 29,9	9 a	1,4 a
30 ó más	10 a	1,9 a

a, b, c: Valores medios representados por letras minúsculas distintas se diferencian entre ellos a un nivel de confianza del 99%.

Al término del período en el cual las estacas permanecieron en vivero (1,5 anos), se analizaron los valores medios de las variables altura, diámetro a nivel del cuello y la relación altura/diámetro. Estos parámetros fueron comparados con los valores obtenidos al instalar el ensayo en invernadero (cuadro 4).

CUADRO 4

VALORES MEDIOS DE LAS VARIABLES ALTURA DIAMETRO Y LA RELACION ALTURA/DIAMETRO AL INICIO Y AL TERMINO DEL ENSAYO

Tratamiento en invernadero (Tº)	Altura (cm) Inicial	Altura (cm) Final	Diámetro (cm) Inicial	Diámetro (cm) Final	Altura (cm)/Diámetro (cm) Final
15 ºC	15 a	43,8 ac	0,50 a	0,84 ab	56,4 a
20 ºC	15 a	48,4 b	0,43 bc	0,87 b	58,3 a
25 ºC	15 a	44,7 c	0,41 c	0,80 a	53,4 a
Nivel de confianza	--	**	**	*	--

* : Nivel de confianza > 92%
** : Nivel de confianza > 94 %
a,b,c : Valores medios representados por letras minúsculas distintas se diferencian estadísticamente entre sí.

Las estacas tratadas con 20 ºC lograron un crecimiento promedio de 48,4 cm, que es significativamente mayor (α = 0,06) al de los otros tratamientos, que no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre sí.

El diámetro medio al término del ensayo fue similar para todas las estacas. Solo se encontraron diferencias significativas (α = 0,08) entre las estacas tratadas en sustratos con 25 ºC y 20 ºC. El mayor valor promedio se alcanzó con estas últimas y fue de 0,87 cm.

Los mayores incrementos en diámetro se consiguieron con las estacas tratadas con 20 ºC y 25 ºC.

No hubo diferencias significativas en la relación altura/diámetro. Los valores medios obtenidos al final del ensayo oscilan entre 53,4 y 58,3. A pesar de que el crecimiento primario fue mayor que el secundario, estos coeficientes indican que se produjeron plantas bien balanceadas en lo que respecta a estas dos variables.

Se analizó la sobrevivencia que tuvieron las estacas al término de la etapa en invernadero y al final del ensayo. Todas las estacas que sobrevivieron en el invernadero lograron producir raíces.

INFOR

BIBLIOTECA
INSTITUTO FORESTAL

CUADRO 5

SOBREVIVENCIA AL TERMINO DEL PERIODO EN INVERNADERO Y AL FINAL DEL ENSAYO

Tratamiento en invernadero (Tº)	Sobrevivencia (%) Invernadero	Final
15 ºC	94	77,2
20 ºC	98,8	90,4
25 ºC	95,7	86,6

Se obtuvo un alto porcentaje de sobrevivencia con los tres tratamientos. En invernadero ésta fluctuó entre 94% y 98,8%. A través de todo el ensayo, la menor mortalidad la tuvieron las estacas tratadas con 20ºC y 25ºC. Estos 2 tratamientos fueron los que incentivaron la mayor producción de raíces en invernadero, lo que estaría en relación directa con la mayor sobrevivencia.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Con una técnica sencilla la especie tepa se puede reproducir vegetativamente y con un alto porcentaje de arraigamiento a partir de estacas colectadas en otoño.

- Una buena planta se obtiene luego de 2 años (0,5 en invernadero y 1,5 en vivero).

- En invernadero los niveles óptimos de temperatura para la producción de raíces están entre los 20ºC y 25ºC. Con estacas extraídas a una distancia mayor a 15 cm del ápice de los retoños, se obtienen mejores enraizamientos.

- Todas las estacas repicadas a vivero, después de 1,5 años se encuentran en condiciones de ser plantadas. Sin embargo, aquellas tratadas en "camas de arraigamiento" con 20ºC tienen una mejor sobrevivencia y desarrollo en diámetro y altura.

- Es recomendable realizar establecimientos con este tipo de plantas, compararlas con otras reproducidas generativamente, e investigar las posibles diferencias entre ambas.

- Es necesario estudiar si tiene algún efecto el árbol de donde se obtiene la estaca. Si se piensa reproducir material genético de alto valor, es importante que el árbol madre tenga aptitudes para ello.

- También se debe investigar que incidencias podría tener la época de cosecha, en la producción de raíces y en el desarrollo de las plantas reproducidas vegetativamente a partir de estacas.

INFOR

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. BARRALES, H.L. y ORELLANA, B. (1986): Cultivo in vitro como alternativa para propagación de especies forestales seleccionadas en: Apuntes Seminario producción de plantas de especies nativas. Agosto 1986. CONAF VIII Región, Depto. Técnico.
2. CHANDRA, J. P. y YADAVA, M.P.S. (1986): Clonal propagation of mysore gum (Eucalyptus hybrid). The Indian Forester, 112 (9): 783 - 791.
3. KRÜSMANN J. (1981): Die Baumschule. Paul Parey - Berlin und Hamburg. 656 pp.
4. SILVA, J. (1968): Arraigamiento de estacas de raulí (***Nothofagus alpina*** (Poepp. et Endl. Oerstd). Tesis Univ. de Chile, Fac. de Agr. Esc. de Ingeniería Forestal. 23 pp.

INFOR

EFECTOS DE DIFERENTES METODOS DE PLANTACION EN EL DESARROLLO INICIAL DE *EUCALYPTUS CAMALDULENSIS, E. CLADOCALYX* Y *E. SIDEROXYLON* EN LA ZONA ARIDA DE CHILE

Johannes Wrann H.(*)

RESUMEN

En la zona árida de Chile, en la provincia de Choapa, IV Región con alrededor de 215 mm de precipitación anual, se probaron tres tratamientos de preparación de suelo, con y sin aplicación de fertilización y control de malezas, con el fin de determinar el efecto en el establecimiento de plantaciones de ***Eucalyptus camaldulensis, E. sideroxylon y E cladocalyx.*** En el momento de la evaluación las plantaciones habían cumplido la edad de 4-3 y 2 años respectivamente.

La fertilización afecta positivamente el desarrollo de las plantas, si se aplica después del control de malezas.

Los mejores resultados se obtuvieron al emplear como preparación del suelo una combinación de subsolado (en el caso de ***E. camaldulensis y E. sideroxylon)*** y surco (en el caso de ***E. cladocalyx),*** con la aplicación de fertilizante (NPK) con control de la vegetación competidora, lográndose respuestas positivas a pesar de las condiciones difíciles de la zona.

ABSTRACT

Establishment techniques combining soil preparation, weed control and fertilization in three experimental plantations were tested. The trials are located in Chile's arid region which presents a mean annual rainfall of 215mm.

The three species and their corresponding ages were: ***Eucalyptus camaldulensis*** *(4 years),* ***E. sideroxylon*** *(3 years) and* ***E. cladocalyx*** *(2 years).*

The best results were obtained by combining soil preparation, ripping (in the ***E. camaldulensis*** *and* ***E. sideroxylon*** *trial) and furrowing (in the* ***E. cladocalyx*** *trial) with NPK fertilizing and weed control Considering the harsh environmental conditions, satisfactory response to intensive planting treatments were achieved.*

(*) Ingeniero Forestal, Instituto Forestal, Santiago.

INFOR

INTRODUCCION

La zona árida representa un medio difícil para establecer plantaciones forestales, y por lo tanto se requiere de técnicas intensivas, que favorezcan el desarrollo radicular y reduzcan el efecto de la competencia. En este artículo se analizan estas técnicas comparadas con el método menos intensivo, que es la plantación en hoyo o casilla.

Basado en experiencias sobre técnicas de establecimiento realizadas en el extranjero (Backstrom, 1981; Boden D.I., 1984; Froechlich A.H.. 1984; Shönau et al 1981; Schönau 1984-a-b), y tomando en cuenta las especies forestales seleccionadas de experiencias de INFOR, (CORFO-INFOR, 1986), se instalaron 11 ensayos de métodos de plantación en el período 1984-1987 en la zona árida y semiárida del país.

En este artículo se analizan los ensayos de métodos de plantación establecidos en la zona de Illapel (IV Región) con las especies ***Eucalyptus camaldulensis, E. sideroxylon*** y ***E. cladocalyx.*** instalados los años 1985, 1986 y 1987 respectivamente. Estos métodos de plantación incluyen preparación de suelo, control de malezas y aplicación de fertilizante.

MATERIAL Y METODO

Ubicación y Descripción del lugar de Ensayo

El ensayo se ubica en la IV Región, comuna de Illapel, a aproximadamente 10 km al S.W. de la ciudad de Illapel, en el Centro Experimental "Bellavista", con acceso por el camino antiguo Illapel - Los Vilos. El ensayo está ubicado en un terreno de aptitud ganadero-forestal con una pendiente de hasta 20% y exposición predominante N.E. para el caso de la plantación de ***Eucalyptus camaldulensis.*** El resto del ensayo se ubica en suelos planos. El suelo es de origen granítico con una profundidad de 60-80 cm sobre el material generador. La textura del horizonte superior es franco arcillo arenosa o franco arenosa. El contenido de materia orgánica es muy bajo (0,6%), pero las disponibilidades de nitrógeno, fósforo, potasio y boro no restringen el crecimiento de las plantas; N-P-K-B del horizonte superior = 13-17-382-0,93 ppm respectivamente. La densidad aparente es de 1,35 - 1,40 g/cm3 y el pH de 7,2 - 7,5.

El clima corresponde al tipo de Estepa con gran sequedad atmosférica "BST" según Koeppen (Fuenzalida, H. 1967) o al tipo mediterráneo árido según Emberger (Di Castri y Hajek, 1976). Se caracteriza por una precipitación invernal que en promedio alcanza 215 mm y un largo período seco de 8 a 11 meses por año. Las precipitaciones registradas de los años 1986 y 1987 fueron favorables, pero con un fuerte déficit en 1985; 88 y 89. Al respecto, se pueden señalar las precipitaciones registradas por la estación meteorológica de INFOR, cercana al lugar de ensayo: año 1987 = 582 mm; año 1988 = 63 mm; año 1989 = 128 mm.

La vegetación natural existente en el área es una estepa de ***Acacia caven,*** de baja densidad, acompañada de un estrato arbustivo bajo, dominado por ***Gutierrezia paniculata*** (Pichanilla). También se encuentran las especies ***Flourenzia thurifera*** y ***Colletia spinosa, Schinus molle.***

INFOR

Tratamientos y Diseño Experimental

Los ensayos, según la especie de que se trate, se instalaron en los años que se indican:

Eucalyptus camaldulensis	=	1985 (Julio)
Eucalyptus sideroxylon	=	1986 (Junio)
Eucalyptus cladocalyx	=	1987 (Junio)

Las plantas fueron producidas en macetas (siembra en primavera del año anterior) en el vivero de INFOR en Santiago (280 km del lugar de ensayo), excepto en el caso de ***E. camaldulensis*** que corresponde a la producción del vivero CONAF en Melipilla.

Los tratamientos de estos ensayos son los siguientes:

a) Plantación de ***Eucalyptus camaldulensis,*** y ***E. sideroxylon.***

Los tratamientos de estos ensayos se hicieron según un diseño factorial 3 x 2 x 2, con tres repeticiones, que combinan los siguientes factores:

1. Preparación de suelo.	0 : hoyo 1 : surco 2 : subsolado
2. Fertilización	0 : testigo (sin aplic.) 1 : 170 g NPK por planta (elemento activo)
3. Control de malezas (o control de competencia).	0 : testigo (sin control) 1 : limpia manual

De la combinación de estos factores resultan los siguientes tratamientos:

T_1 = Hoyo de 30 cm x 30 cm x 30 cm, hecho con chuzo o picota y pala.

T_2 = Hoyo - fertilizante. El tratamiento anterior más la aplicación de fertilizante según se detalla más adelante.

T_3 = Hoyo - control de malezas mediante limpia manual.

T_4 = Hoyo - fertilizante - control de malezas.

T_5 = Surco hecho en la línea de plantación, efectuado con arado liviano tirado por tractor agrícola.

T_6 = Surco - fertilizante.

T_7 = Surco - control de malezas.

T_8 = Surco - fertilizante - control de malezas.

T_9 = Subsolado hasta 40 cm de profundidad en la línea de plantación, hecho con arado subsolador tirado por un tracto agrícola.

T_{10} = Subsolado - fertilizante.

T_{11} = Subsolado - control de malezas.

T_{12} = Subsolado - fertilizante - control de malezas.

Estos 12 tratamientos se distribuyeron en bloques con tres repeticiones, con una unidad muestral de 25 plantas con un distanciamiento de plantación de 3m x 3m.

La fertilización se realizó dos a cuatro semanas después de la plantación, a fines de invierno. A cada planta se aplicó 210 g de fertilizante: 50 g de superfosfato triple (20,1% P); 50 g de sulfato de potasio (50% K) y 110 g de urea (46% N). La mezcla se distribuyó en dos pequeñas zanjas hechas a ambos lados de la planta a unos 20 cm de ésta en el mismo sentido de la pendiente. Al año siguiente, en la misma época, se realizó una aplicación idéntica de fertilizante.

El control de malezas consistió en eliminar la maleza en un radio de aproximadamente 1 m alrededor de la planta. En la plantación de ***E. camaldulensis*** la limpia fue manual, mientras que en la plantación de ***E. sideroxylon*** se aplicaron 15 ml de una solución de Gramoxone (Paraquat) al 2% (taza de 1 m de diámetro) en la base de las plantas, cuidando de no mojarlas. El control de malezas se repitió en la primavera del año siguiente.

b) Plantación de ***Eucalyptus cladocalyx***.

Los tratamientos de este ensayo contemplan las variables siguientes:

- Preparación de suelo
  0 : Hoyo
  1 : Surco
  2 : Subsolado

- Niveles de mejoramiento
  0 : Testigo
  1 : Control de malezas
  2 : Control de malezas con aplicación de fertilizante.

Estas variables se asimilan a un factorial 3x3 (3 preparaciones de suelo y 3 niveles de mejoramiento).

De la combinación de estos factores resultan los 9 tratamientos siguientes, siendo cada uno de éstos iguales a los respectivos de los ensayos anteriores.

T_1 = Hoyo
T_2 = Hoyo - control de malezas

INFOR

T_3 = Hoyo - control de malezas - fertilizante
T_4 = Surco
T_5 = Surco - control de malezas
T_6 = Surco - control de malezas - fertilizante
T_7 = Subsolado
T_8 = Subsolado - control de malezas
T_9 = Subsolado - control de malezas - fertilizante

Estos 9 tratamientos se distribuyeron en bloques con tres repeticiones; la unidad muestral es una parcela de 25 plantas con un distanciamiento de 3 m x 3 m.

A diferencia de los casos anteriores, en este ensayo no se incluyen los tratamientos de aplicación de fertilizante sin control de malezas, en consideración a la experiencia obtenida anteriormente con ***E. camaldulensis*** y ***E. globulus*** (Wrann e Infante, 1988; Prado y Rojas 1987; Prado y Wrann, 1988). Dichas experiencias recomiendan el uso de fertilizantes sólo combinado con control de malezas.

La fertilización se realizó en forma idéntica a los otros ensayos.

El control de malezas se efectuó mediante aplicación de herbicida Gramoxone (Paraquat) igual como en la plantación de **E. sideroxylon**. En primavera del año siguiente se repitió el control de malezas mediante limpia manual.

Cuidados Posteriores

En la plantación de ***E. camaldulensis*** se realizaron los siguientes cuidados posteriores: diez riegos de 4 ℓ/planta excepto el primero de 2 litros y el último de 8 ℓ/planta, entre Julio 1985 y Marzo 1989. Se hicieron tres aplicaciones de repelentes contra conejos en 1986-87 (Pomarsol F, i.a. Thiuram TMTD 80%; 12,5% concentración).

En la plantación de ***E. sideroxylon*** se aplicaron diez riegos 4 ℓ/planta) entre Noviembre 1986 y Febrero de 1989.

En la plantación de ***E. cladocalyx*** se aplicaron siete riegos 4 ℓ/planta entre Enero 1988 y Marzo 1989.

En todos los casos los riegos se aplicaron preferentemente en primavera y verano.

Metodología de Análisis

En octubre de 1989 se efectuó la medición de supervivencia y desarrollo de las plantas, cuando los ensayos tenían las siguientes edades: ***Eucalyptus camaldulensis:*** 4 años; ***E. sideroxylon:*** 3 años; ***E. cladocalyx:*** 2 años.

El análisis de los resultados de adaptación para cada ensayo se realizó en base a la supervivencia, la altura promedio de las plantas, diámetro promedio en la base del tallo o del tronco, (diámetro basal) y al "Indice de Crecimiento" que se considera un mejor estimador de la biomasa total y corresponde al diámetro basal al cuadrado por la altura del árbol (D^2H). Se distingue un D^2H promedio por parcela y un D^2H total que es la suma de los D^2H por

parcela y por lo tanto lleva implícita la supervivencia.

Los valores promedios de los tratamientos para cada variable se sometieron a un análisis de varianza, con el fin de determinar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre bloques y tratamientos.

RESULTADOS

Para cada uno de los ensayos analizados se entrega el cuadro resumen de resultados (Cuadros Nº 1, 3, 5). En estos se entregan los valores medios de las variables empleadas para el análisis de cada uno de los tratamientos. Además se presentan los valores totales de los niveles de cada factor. Por ejemplo: "Total A_o" representa los promedios del tratamiento del suelo A_o (Hoyo), cualquiera sea el nivel de los factores B y C (Cuadros 1 - 3) o del factor B (cuadro 5).

La supervivencia y el desarrollo total en términos del índice de crecimiento total (D^2H) también se presentan en forma gráfica, ya que esto facilita la interpretación de los resultados (Fig. 1 a 6)

Los niveles de significancia para los distintos factores y su interacción se indican en los Cuadros 2, 4 y 6, para los respectivos ensayos.

Eucalyptus camaldulensis

Se puede observar que el factor de mayor importancia es el control de malezas, ya que afecta a todas las variables en forma positiva. La supervivencia es afectada significativamente por el control de malezas. La fertilización, en cambio puede afectarla en forma positiva o negativa. Todos los tratamientos que incluyen control de malezas presentan una supervivencia alta, siempre superior al 75%. Por el contrario, en todos aquellos casos en que solamente se fertilizó, sin incluir control de malezas, la supervivencia disminuyó en forma notable, alcanzando valores entre 8 a 28% (tratamientos 2-6-10 del cuadro 1).

El crecimiento en altura también se ve beneficiado por el control de malezas, sin embargo de acuerdo al Test de Tukey, solamente el tratamiento 2: "hoyo-fertilizante", presenta un crecimiento significativamente inferior con respecto al tratamiento "subsolado-fertilizante-control de malezas", que es el que produce los mejores resultados (Cuadros 1 y 2).

La influencia del control de malezas en el crecimiento del diámetro es análogo al caso de la altura. En este caso los tratamientos 1= hoyo y 2= hoyo-fertilizante presentan diferencias estadísticamente significativas (99% prob.) con el tratamiento "subsolado-fertilizante-control de malezas".

INFOR

CUADRO 1

PLANTACION DE *Eucalyptus camaldulensis*
RESUMEN RESULTADOS AL 4º AÑO DESPUES DE LA PLANTACION

Factor A Preparación del Suelo	Factores B y C Fertilizante-Herbicida	Tratamiento	Sobreviv. Promedio %	Altura (H) (m) (1)	Diámetro Basal (cm) (1) (D)	Indice de Crecimiento D^2H (cm^3)	
						Promedio	Total
A_o = Hoyo	B_oC_o = Testigo	1) Ho	49,3	0,82	1,5	334,18	4.058,76
	B_1C_o = Fertilizante	2) HoFe	8,0	1,07	2,3	968,49	2.053,24
	B_oC_1 = Herbicida	3) HoHe	85,3	1,40	2,8	1.464,57	33.670,37
	B_1C_1 = Fert. Herb.	4) HoFeHe	76,0	1,60	3,7	3.241,72	57.350,08
TOTAL A_o			54,6	1,22	2,6	1.502,24	24.283,11
A_1 = Surco	B_oC_o = Testigo	5) Su	38,7	1,39	2,8	1.401,27	12.655,93
	B_1C_o = Fertilizante	6) Su Fe	28,0	1,03	2,4	1.274,01	12.554,39
	B_oC_1 = Herbicida	7) Su He	85,3	1,20	2,7	1.221,56	25.991,52
	B_1C_1 = Fert-Herb.	8) Su Fe He	86,7	1,80	4,4	4.661,62	104.756.44
TOTAL A_1			59,7	1,40	3,1	2.139,61	38.989,57
A_2 = Subsolado	B_oC_o = Testigo	9) Sb	53,3	1,16	2,7	1.618,12	27.570,77
	B_1C_o = Fertilizante	10) Sb Fe	13,3	0,94	2,0	629,06	2.218,83
	B_oC_o - Herbicida	11) Sb He	93,3	1,25	2,8	1.327,18	30.814,79
	B_1C_1 = Fert-Herb.	12) Sb Fe He	81,3	1,88	4,4	5.826,27	124.175,56
TOTAL A_2			60,3	1,31	3,0	2.350,16	46.194,99
Total factores B y C (Todos los métodos de preparación de suelo)	B_oC_o = Testigo	1 - 5 - 9	47,1	1,12	2,3	1.117,86	14.761,82
	B_1C_o = Fertilizante	2 - 6 - 10	16,4	1,01	2,2	957,19	5.608,82
	B_oC_1 = Herbicida	3 - 7 - 11	88,0	1,28	2,8	1.337,78	30.158,89
	B_1C_1 = Fert.-Herb.	4 - 8 - 12	81,3	1,76	4,2	4.576,54	95.427,36

Ho = Hoyo
Su = Surco
Sb = Subsolado
Fe = Fertilizante
He = Herbicida (Control de malezas manual)
(1) = Valores promedios.

CUADRO 2

ENSAYO DE *Eucalyptus camaldulensis* NIVELES DE SIGNIFICANCIA DE LOS DISTINTOS FACTORES Y SU INTERACCION PARA LOS RESULTADOS DE LA PLANTACION

Factor	Superv.	Altura	Diám.	I. de Crecimiento Promedio	I. de Crecimiento Total
Bloques					
A= Prepar. del suelo					
B= Fertilizante	**			*	*
C= Control de Malezas	**	**	**	**	**
Interacción A.B					
A.C					
B.C		*	*	**	**
A.B.C		*	*	**	**

(*) $\alpha = 0,05$
(**) $\alpha = 0,01$

El factor control de malezas, presenta significancia estadística ($\alpha = 0,01$) en forma aislada y en interacción con la fertilización. La interacción preparación de suelo - fertilización o control de malezas, también presenta diferencias significativas ($\alpha = 0,05$ y $\alpha = 0,01$) (Cuadros 1 y 2). De acuerdo al Test de Tukey ($\alpha = 0,05$) los tratamientos 12-8-4-3-11-9-7 no presentan diferencias significativas entre sí. Se puede apreciar en la figura 2, que los tratamientos más intensivos 11 y 12: "Surco-fert.-herb" y "subsolado-fert.-herb" presentan un desarrollo muy superior.

Eucalyptus sideroxylon

Los resultados de esta especie también muestran una respuesta favorable a las técnicas más intensivas de establecimiento. El control de malezas es también aquí un factor importante pero solamente en la supervivencia. Sin embargo, dicho efecto no es estadísticamente significativo (Cuadro 4), puesto que la supervivencia para todos los tratamientos es muy alta y se mueve en un rango de 72 a 96%. Es interesante destacar que la supervivencia promedio es mayor en los tratamientos con preparación de suelo en surco (cuadro 3 y Fig. 3).

En esta especie los resultados de adaptación están dados fundamentalmente por el factor sitio (bloques) y fertilización (cuadros 3 y 4). Esto se contrapone al resultado de las otras especies que se analizan en este informe, con una respuesta de mayor importancia al control de malezas.

INFOR

FIGURA 1

SUPERVIVENCIA DE *E. camaldulensis* SEGUN DIFERENTES METODOS DE PLANTACION (EDAD : 4 AÑOS)

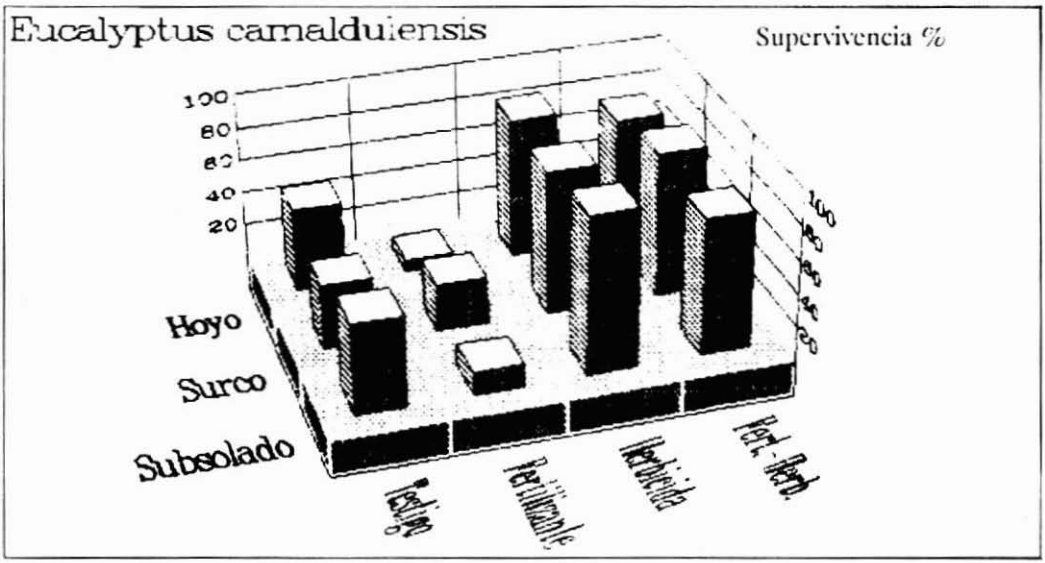
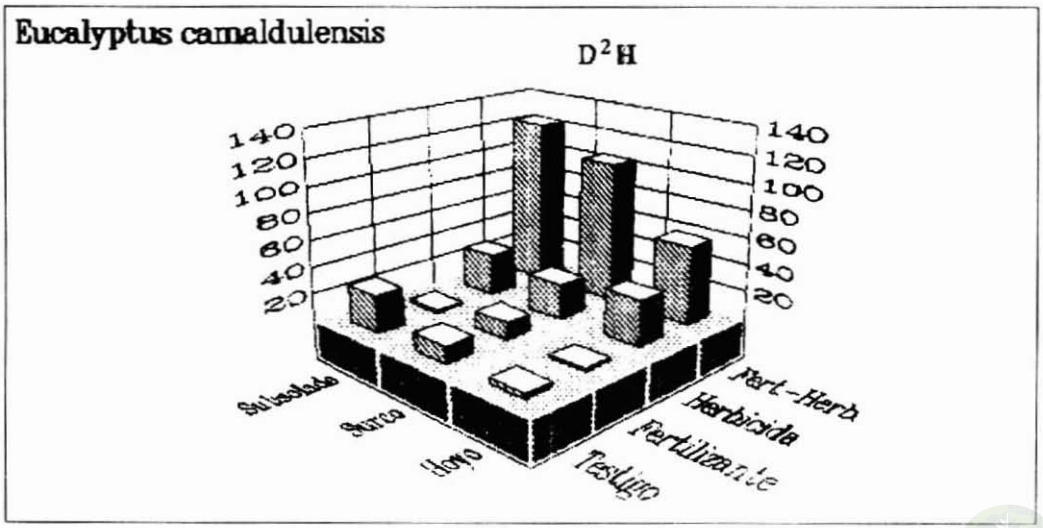


FIGURA 2

DESARROLLO DE *E. camaldulensis* EN TERMINOS DEL INDICE DE CRECIMIENTO TOTAL POR PARCELA (dm^3) SEGUN DIFERENTES METODOS DE PLANTACION (EDAD : 4 AÑOS).



CUADRO 3

METODOS DE PLANTACION DE *Eucalyptus sideroxylon* RESUMEN RESULTADOS AL 3° AÑO DESPUES DE LA PLANTACION

Factor A Preparación del Suelo	Factores B y C Fertilizante-Herbicida	Tratamiento	Sobreviv. Promedio %	Altura (H) (m) (1)	Diámetro Basal (cm) (1) (D)	Indice de Crecimiento D^2H (cm^3)	
						Promedio	Total
A_o = Hoyo	B_oC_o = Testigo	1) Ho	85	1,57	1,4	294,70	6.383,16
	B_1C_o = Fertilizante	2) HoFe	87	1,26	2,2	965,81	20.531,00
	B_oC_1 = Herbicida	3) HoHe	89	1,04	1,6	364,39	8.085,24
	B_1C_1 = Fert. Herb.	4) Ho Fe He	84	1,43	2,6	1.983,04	43.228,96
TOTAL A_o			86	1,32	1,9	901,98	19.557,09
A_1 = Surco	B_oC_o = Testigo	5) Su	96	1,06	1,6	343,55	8.175,72
	B_1C_o = Fertilizante	6) Su Fe	87	1,37	2,4	1.461,25	33.404,96
	B_oC_1 = Herbicida	7) Su He	93	1,21	2,0	734,40	17.022,36
	B_1C_1 = Fert.-Herb.	8) Su Fe He	95	1,42	2,7	1.637,55	37.848,31
TOTAL A_1			93	1,26	2,2	1.044,19	24.112,84
A_2 = Subsolado	B_oC_o = Testigo	9) Sb	72	0,94	1,3	216,93	3.815,68
	B_1C_o = Fertilizante	10) Sb Fe	73	1,39	2,6	1.491,92	27.267,17
	B_oC_1 - Herbicida	11) Sb He	89	1,16	1,8	633,09	13.345,54
	B_1C_1 = Fert-Herb.	12) Sb Fe He	80	1,34	2,4	1.835,94	44.462,14
TOTAL A_2			78	1,21	2,0	1.044,47	22.222,63
Total factores B y C (Todos los métodos de preparación de suelo)	B_oC_o = Testigo	1 - 5 - 9	84	1,19	1,4	285,06	6.124,85
	B_1C_o = Fertilizante	2 - 6 - 10	82	1,34	2,4	1.306,33	27.067,71
	B_oC_1 = Herbicida	3 - 7 - 11	90	1,14	1,8	577,29	12.817,71
	B_1C_1 = Fert.-Herb.	4 - 8 - 12	86	1,40	2,6	1.818,84	41.846,47

Ho = Hoyo
Su = Surco
Sb = Subsolado
Fe = Fertilizante
He = Herbicida

INFOR

CUADRO 4

ENSAYO DE *Eucalyptus sideroxylon* NIVELES DE SIGNIFICANCIA DE LOS DISTINTOS FACTORES Y SU INTERACCION PARA LOS RESULTADOS DE LA PLANTACION

Factor	Superv.	Altura	Diám.	I. de Crecimiento D^2H	
				Promedio	Total
Bloques	*		* *	*	*
A= Prepar. del suelo	*				
B= Fertilizante			* *	* *	* *
C= Control de Malezas					
Interacción A.B					
A.C					
B.C					
A.B.C					

(*) $\alpha = 0,05$
(**) $\alpha = 0,01$

El crecimiento en altura no presenta diferencias significativas entre los tratamientos, pero el diámetro de las plantas y la biomasa (D^2H promedio y total) se ven afectadas positivamente por la fertilización y también por las diferencias de suelo, puesto que uno de los bloques se encuentra en un suelo de menor calidad, caracterizada por una alta pedregosidad.

La baja influencia relativa del control de malezas en el desarrollo inicial de esta especie, la hacen destacarse entre todas las experiencias análogas realizadas con otras especies. Sin embargo, no debe perderse de vista la influencia altamente benéfica que significa la combinación de control de malezas con la fertilización (Cuadro 3 y Fig. 3).

FIGURA 3

SUPERVIVENCIA *E. sideroxylon* SEGUN DIFERENTES METODOS PLANTACION (EDAD : 3 AÑOS)

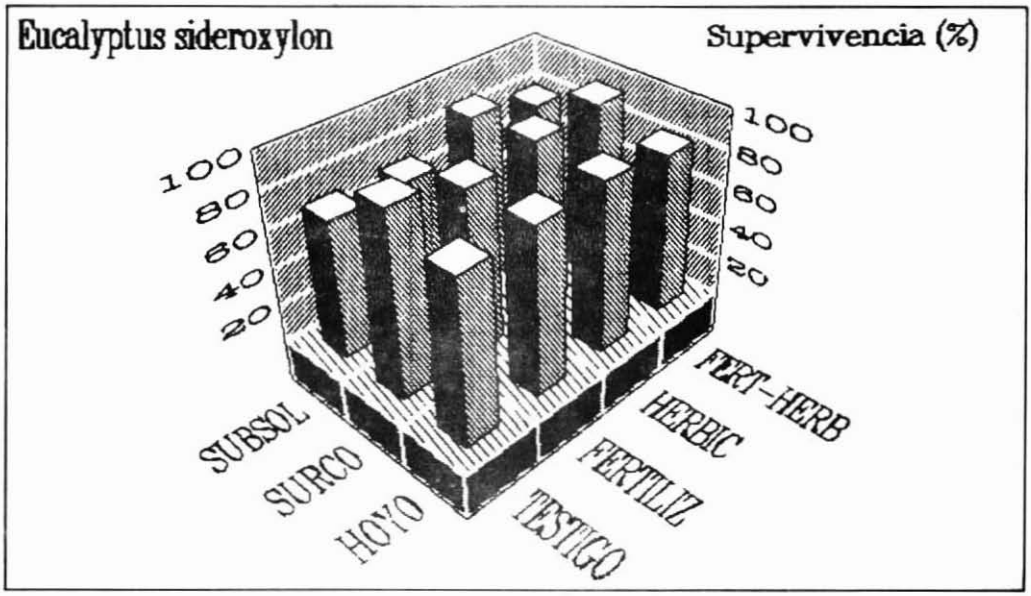
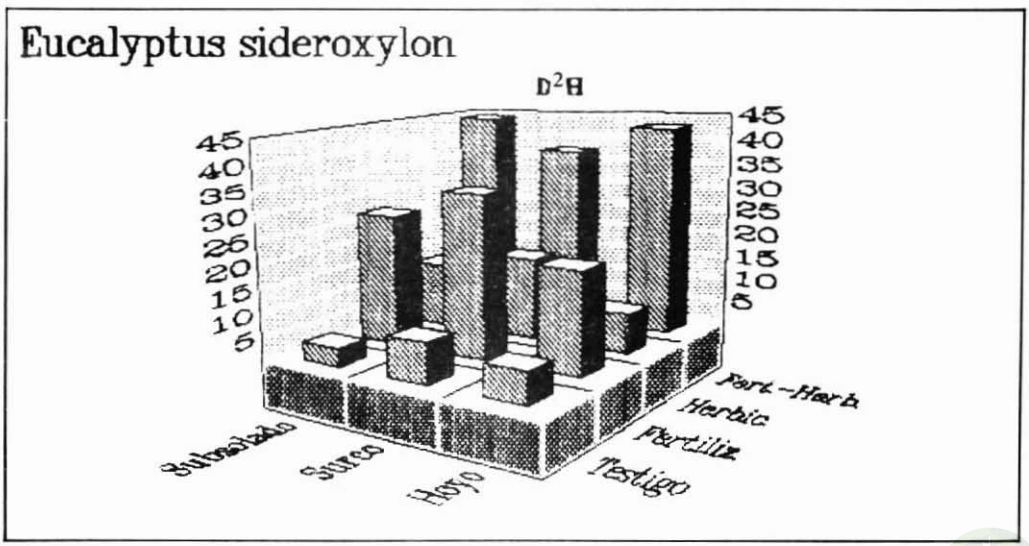


FIGURA 4

DESARROLLO DE *E. sideroxylon* EN TERMINOS DEL INDICE DE CRECIMIENTO TOTAL POR PARCELA, (dm^3), SEGUN DIFERENTES METODOS DE PLANTACION (EDAD : 3 AÑOS)



Eucalyptus cladocalyx

Esta especie presenta el mayor desarrollo relativo entre las tres analizadas. Se observa una supervivencia alta en todos los tratamientos y una respuesta favorable a la preparación de suelo y a la aplicación de herbicida y fertilizante (cuadro 5 y Fig. 1).

CUADRO 5

METODOS DE PLANTACION DE Eucalyptus cladocalyx
RESUMEN RESULTADOS AL 2° AÑO DESPUES DE LA PLANTACION

Factor A Preparación del Suelo	Factor B Fertilizante-Herbicida	Tratamiento	Sobrevivencia Promedio %	Altura (H) (m) (1)	Diámetro Basal (cm) (1) (D)	Indice de Crecimiento D^2H (cm^3)	
						Promedio	Total
A_0 = Hoyo	B_0 = Testigo B_1 = Herbicida B_2 = Fertilización (1)	1) Ho 2) HoHe 3) HoFe	88 80 85	1,02 1,09 1,24	1,8 1,9 2,1	409,78 961,02 920,28	9.170,88 17.994,78 19.543,49
TOTAL A_o			84	1,12	1,9	763,69	15.569,72
A_1 = Surco	B_0 = Testigo B_1 = Herbicida B_2 = Fertilización (1)	4) Su 5) Su He 6) Su Fe	79 88 81	1,27 1,21 1,39	2,3 2,2 2,6	1.067,44 829,01 1.599,86	20.234,32 17.269,21 32.043,18
TOTAL A_1			83	1,29	2,4	1.165.44	23.182,24
A_2 = Subsolado	B_0 = Testigo B_1 = Herbicida B_2 = Fertilización (1)	7) Sb 8) Sb He 9) Sb Fe	89 83 85	1,11 0,96 1,25	1,8 1,8 2,4	543,59 380,85 1.157,32	12.105,20 7.868,59 24.913,78
TOTAL A_2			86	1,11	2,0	693,92	14.962,52
Total factor B (Todos los métodos de preparación de suelo)	B_0 = Testigo	1 - 4 - 7	85	1,13	2,0	673,60	13.836,80
	B_1 = Herbicida	2 - 5 - 8	84	1,09	2,0	723,63	14.377,53
	B_2 = Fertilización	3 - 6 - 9	84	1,29	2,4	1.225,82	25.500,15

(1) Fertilización incluye control de malezas

CUADRO 6

ENSAYO DE *Eucalyptus cladocalyx* NIVELES DE SIGNIFICANCIA DE LOS DISTINTOS FACTORES Y SU INTERACCION PARA LOS RESULTADOS DE LA PLANTACION

Factor	Superv.	Altura	Diám. Basal	I. de Crecimiento Promedio	I. de Crecimiento Total
Bloques					
A= Prepar. del suelo			*		
B= Comb. Fert. y Herb.			*		*
Interacción A.B					

(*) $\alpha = 0{,}05$
(**) $\alpha = 0{,}01$

El análisis de varianza entrega diferencias significativas para las variables diámetro basal e índice de crecimiento total, indicando que éstas diferencias se deben principalmente al factor aplicación de herbicidas y fertilizantes. El desarrollo de las plantas en términos del índice de crecimiento total, presenta el mejor resultado para el tratamiento surco-herbicida-fertilizante.

La combinación fertilizante-herbicida, produce diferencias significativas (95% prob.) en las variables Diámetro Basal e Indice de Crecimiento Total, pero no hay interacción con la preparación de suelo. En el mismo nivel de significancia estadística se encuentran todos los tratamientos con preparación de suelo en surco, comparado con el tratamiento "subsolado-herbicida-fertilizante" (Test de Tukey 95% prob.)

DISCUSION

Los resultados de los tres ensayos confirman la importancia de aplicar técnicas intensivas de plantación para permitir el establecimiento de las especies analizadas y de cualquier especie del género Eucalyptus (Schönau et al, 1981).

Se analizan a continuación los factores y su influencia en la supervivencia y desarrollo de la plantación.

Preparación del Suelo

La preparación del suelo tuvo una importancia significativa en la sobrevivencia inicial de ***Eucalyptus camaldulensis,*** según la evaluación al 2° año después de la plantación (Wrann e Infante, 1988). Sin embargo al 4° año de edad este efecto se ha perdido (Fig. 1 tratamientos hoyo-surco-subsolado-testigo). Indudablemente que ésto se debe a la sequía de los años 1988 y 1989. La supervivencia de ***E. sideroxylon*** al 3er año, se ve significativamente afectada por la preparación del suelo con el surco, dando los mejores resultados. Este método de preparación de suelo ejerce un efectivo control de malezas al remover una faja de suelo de alrededor de 1,7 m de ancho incluyendo surco y camellón.

INFOR

FIGURA 5

SUPERVIVENCIA DE *E. cladocalyx* SEGUN DIFERENTES METODOS DE PLANTACION (EDAD : 2 AÑOS)

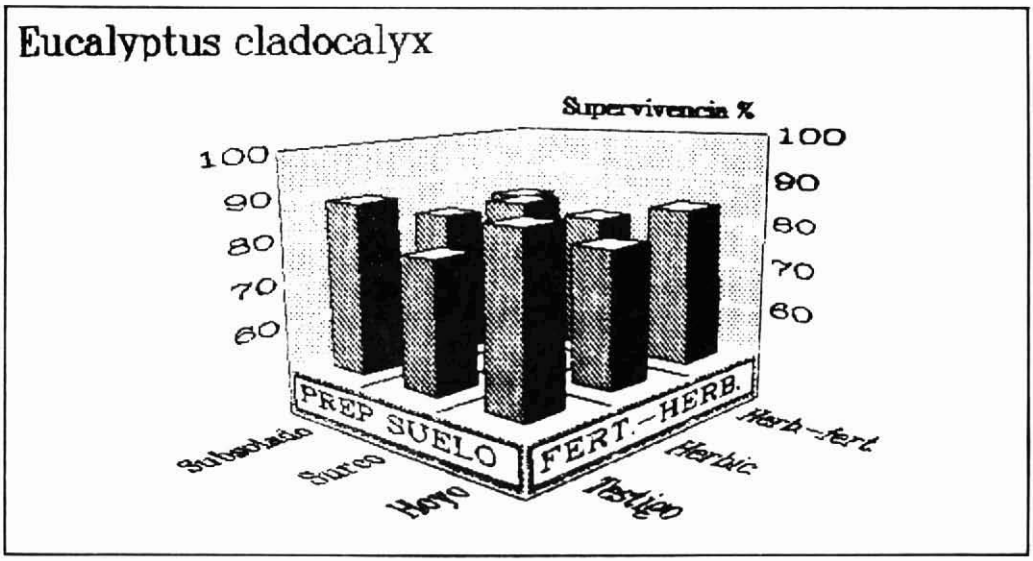
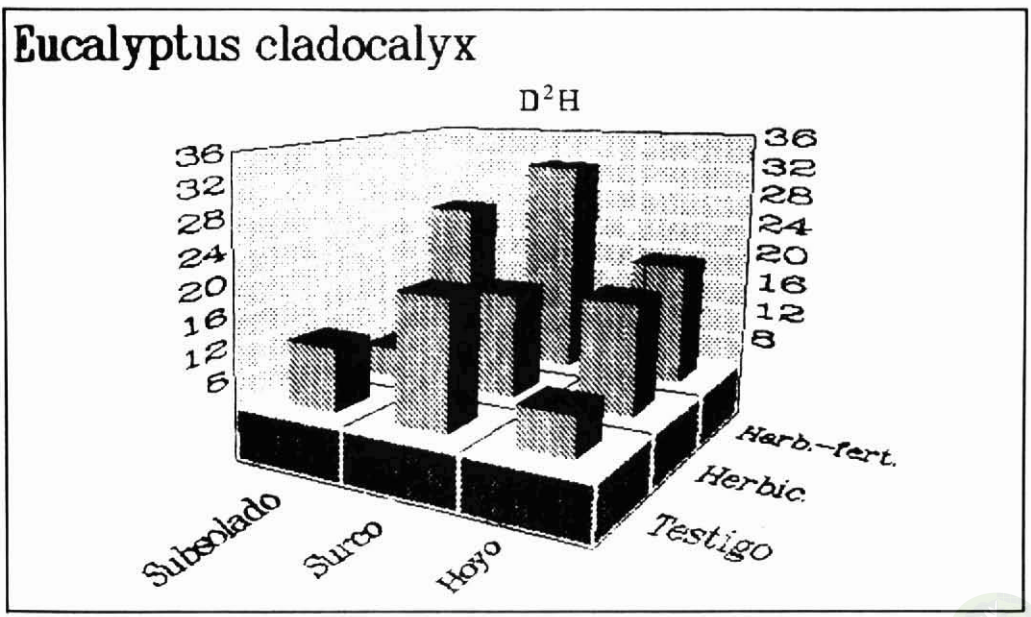


FIGURA 6

DESARROLLO DE *E. cladocalyx* EN TÉRMINOS DEL INDICE DE CRECIMIENTO TOTAL POR PARCELA (dm^3) SEGUN DIFERENTES METODOS DE PLANTACION (EDAD : 2 AÑOS).



El desarrollo inicial es afectado positivamente por una preparación de suelo más intensiva, sin embargo como factor individual es estadísticamente significativo solamente en el crecimiento diamétrico. No obstante, se encuentran diferencias considerables al comparar el desarrollo de las plantas establecidas en hoyo, con las plantadas con surco o subsolado.

De acuerdo a experiencias con especies de rápido crecimiento, una preparación intensiva del suelo representa una ganancia significativa en crecimiento y por lo tanto en ingresos (Schonau, 1984A, Boden, 1984). Cabe esperar que las diferencias en el desarrollo se incrementen con la edad. El crecimiento promedio en biomasa (D^2H promedio) de ***E. camaldulensis*** a los dos años de edad, para los diferentes tratamientos de preparación de suelo, era de: hoyo= 6,66 cm3; surco= 9,73 cm3, subsolado = 6,92 cm3 (Wrann e Infante 1988). A la edad actual de 4 años, se observa un crecimiento de 4 a 4,8 veces mayor, comparando surco y subsolado en relación al hoyo.

En el caso de ***E. sideroxylon*** el crecimiento de los tratamientos "hoyo" y "subsolado" es similar, incluso algo menor con subsolado (216 contra 295 cm3 de D^2H promedio).

En la plantación de ***E. cladocalyx*** se observa una diferencia importante del desarrollo del surco sobre el hoyo y subsolado. Entre estos dos últimos tratamientos la diferencia es muy pequeña (D^2H promedio en Cuadro Nº 6). Esta falta de respuesta del subsolado (sin otra combinación de factores) puede deberse a una profundidad insuficiente. Boden (1984) recomienda una profundidad de subsolado mínima de 40 cm para establecer plantaciones de rápido crecimiento. Otra razón puede ser que el control de malezas haya sido insuficiente, ya que el subsolado no produce una buena remoción superficial.

Mientras más intensiva es la preparación de suelo, mejor es la respuesta del crecimiento. Schönau y Boden (1982); Boden (1984) demostraron que el mejor crecimiento inicial de ***Eucalyptus grandis y Acacia meamsii*** se logra con un cultivo completo del suelo, que comprende aradura y rastraje y control de malezas. Este tratamiento ha demostrado ser más eficiente que el subsolado en líneas de plantación. Las observaciones durante los primeros años demostraron que esta diferencia de respuesta se va acrecentando. Shönau (1984-b) concluye que hay una evidencia clara que la preparación completa del sitio es más económica debido a la ganancia de crecimiento.

Las condiciones difíciles del medio ambiente de este ensayo, hacen suponer la necesidad de ocupar mejores suelos (ganaderos forestales) y usar medios más eficaces para una preparación del suelo más intensiva. Por esta razón se recomienda efectuar preparaciones de suelo con tractor oruga, para lograr un trabajo más profundo.

Fertilización

En las tres plantaciones experimentales aquí analizadas se observa que el fertilizante tiene una acción positiva cuando se combina con preparaciones de suelo intensivas y control de malezas.

El ensayo de ***E. camaldulensis*** es una buena demostración que no debe aplicarse fertilizante sin hacer control de malezas, puesto que fomenta su crecimiento bajando significativamente la sobrevivencia. Esto también se observó en un ensayo de métodos de plantación de ***Eucalyptus globulus*** ssp globulus en Mel-Mel, Casablanca V Región (Prado

INFOR

y J Wrann 1988). En ***Eucalyptus sideroxylon,*** en cambio, puede notarse un aumento significativo del crecimiento inicial de la plantación al fertilizar aún sin control de malezas. En general la acción del fertilizante es tanto más importante, en cuanto se haga una preparación del suelo más intensiva y se realice además el control de malezas. Boden (1984) demostró con ***Acacia mearnsii*** que sólo una preparación del suelo intensiva permite obtener una respuesta mejor con la fertilización. Un estudio realizado por Schonau (1982) comparando un suelo completamente arado con hoyo y subsolado, determinó que el mejor efecto del fertilizante en el crecimiento de ***Eucalyptus grandis,*** se lograba en combinación con subsolado.

En el ensayo de ***E. camaldulensis*** se pudo constatar que la respuesta del crecimiento a los tratamientos combinados se acrecentó significativamente desde la edad de 2 años (Wrann e Infante, 1988) a la actual, de 4 años.

En el ensayo de ***E. cladocalyx*** también se observa una respuesta significativa a la fertilización.

En general las especies de Eucalyptus responden favorablemente a la fertilización temprana. Así lo demuestran numerosas investigaciones realizadas sobre el tema (Schönau, 1984, a; Meskimen, 1971; Cromer y Williams, 1982).

Control de Malezas

El análisis estadístico de los resultados de la plantación de ***E. camaldulensis*** demuestra que el factor aislado de mayor importancia en la respuesta positiva de sobrevivencia y crecimiento es el control de malezas. En esta especie se observa que la sobrevivencia aumentó en forma espectacular en todas aquellas parcelas que incluyen este tratamiento. Al comparar estos resultados con los obtenidos a los 2 años de edad (Wrann e Infante, 1988), se puede observar que la importancia del control de malezas aumentó a la edad de 4 años en los tratamientos combinados con fertilización, (cuadro 2). Esto significa que el efecto positivo del último control de malezas a la edad de 1 año ha perdurado hasta la actualidad. En una experiencia análoga con ***E. globulus ssp globulus*** en Mel-Mel (Casablanca, V Región) se demostró la importancia del control de malezas aplicado al momento de plantación (Prado y Rojas, 1987), pero al 4° año su efecto era mínimo (Prado y Wrann, 1988).

En la plantación de ***E. sideroxylon*** el efecto del control de malezas es más discreto y en ***E. cladocalyx*** aún menor. Es probable que en ambos casos la aplicación de herbicidas no haya sido adecuada o que la precipitación varias veces superior a la media anual que se registró en 1987, haya provocado esta situación de anomalía en relación a los otros ensayos. El herbicida aplicado es de contacto y la primera aplicación se efectuó al momento de la plantación o inmediatamente antes, y por lo tanto pueden haber germinado pastos tardíos. Sorprende, la menor susceptibilidad a la competencia de malezas de ambas especies, comparado a ***E. camaldulensis.***

Numerosos estudios del extranjero concluyen que el factor de mayor importancia para asegurar un buen prendimiento y desarrollo inicial de las plantas, es el control de malezas (Schonau et al, 1981; Cromer, 1984; Keenan and Candy, 1983; Nambiar et al 1984). Estos últimos autores sostienen que el control de malezas durante el primer año después de la plantación es el tratamiento más simple e importante en el establecimiento de especies de rápido crecimiento.

El control de la competencia puede hacerse en forma manual y en general resulta más efectivo que la aplicación de herbicidas (INFOR, documento no publicado; Ellis et al, 1985). La selección y modo de aplicación de herbicidas es de gran importancia. La aplicación del herbicida después de la plantación puede resultar riesgosa, ya que los eucaliptos son bastante susceptibles a los herbicidas. En plantaciones de ***E. globulus,*** ssp globulus y ***E. camaldulensis*** instaladas en 1988 por INFOR, se aplicó atrazina con graminicida "Hache 1 Super" (i. a. Fluazifop-butil 35%) sin que las plantas sufrieran daños. La atrazina tiene la propiedad de mejorar la incorporación de nutrientes y así estimula el crecimiento de los árboles (Sands and Zed 1979).

Efecto factores combinados

Los mejores resultados se obtienen cuando se combinan los tratamientos: preparación intensiva de suelos (surco o subsolado) control de malezas - fertilización. Esto permite un mejor aprovechamiento del fertilizante y un desarrollo radicular inicial adecuado. De acuerdo a observaciones en ***E. camaldulensis,*** la influencia en el crecimiento logrado con este método intensivo se ve acrecentado (comparado edad 2 y 4). Este método intensivo supone un costo de establecimiento significativamente mayor y se estima en alrededor de $ 100.000/ha. En atención a la necesidad de aplicar técnicas intensivas para asegurar la sobrevivencia y desarrollo inicial de la plantación se debiera pensar en otros estándares de costos comparados con zonas de desarrollo forestal intensivo. Estos costos debieran ser absorbidos por un crecimiento mayor al término de la rotación (Schonau, 1984 a). Sin embargo, tratándose de condiciones tan extremas en la zona árida, es difícil predecir el crecimiento futuro.

Otros factores

Estos ensayos demuestran la importancia de la elección del lugar a plantar. Un bloque del ensayo de ***E. camaldulensis*** quedó expuesto al fuerte viento SW, afectando notoriamente la supervivencia y el desarrollo inicial de las plantas. Esto significó efectuar un replante al año siguiente. En el ensayo de ***E. sideroxylon,*** la pedregosidad acentuada de uno de los bloques influyó notoriamente en el desarrollo promedio de la plantación. La influencia del sitio se ha podido comprobar en muchos ensayos instalados en la zona árida y semi-árida, lo que pone de relieve la gran importancia de elegir los mejores sitios en esta zona (exposición, suelo, etc.). En la zona árida y semi-árida las plantaciones requieren atenciones especiales y no puede pensarse en forestar áreas grandes y contínuas.

CONCLUSIONES

- El control de la maleza debiera ser parte integrante de cualquier método de establecimiento, debido a su efecto en la sobrevivencia inicial.

- El desarrollo inicial de la plantación se asegura con métodos de preparación de suelo más intensivos (surco o subsolado) combinados con control de maleza y fertilización.

- La preparación de suelo debe ser lo más profunda posible, de acuerdo a las condiciones de sitio y los medios con que se cuenten.

- En esta zona debe tenerse especial cuidado en elegir los mejores sitios posibles, evitando suelos marginales y la exposición directa a los vientos dominantes.

INFOR

- Sin entrar a considerar la influencia de las procedencias de las tres especies analizadas, ***E. cladocalyx*** presenta el mejor desarrollo inicial.

RECONOCIMIENTOS

Esta experiencia forma parte del proyecto del desarrollo forestal de la zona árida y semiárida, con la ayuda financiera del CIID, Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo de Canadá y CORFO, Corporación de Fomento de la Producción, Chile.

Los ensayos forman parte de una red de experiencias instaladas en base al diseño elaborado por el Ingeniero Forestal Sr. José Antonio Prado D. Participaron en labores de terreno los Ingenieros Forestales Sres. Manuel Arriagada, Pedro Infante y Daniel Barros; y los técnicos Sres. Andrés Bello y Rogers Carrasco.

BIBLIOGRAFIA

1. BACKSTROM P-O; 1981: Site preparation and direct seeding in Swedish Forestry. In: Forest Regeneration Proc. Symposium on Engineering Systems for Forest Regeneration. American Society of Agricultural Eng., Michigan U.S.A. pp 208-216.
2. BODEN, D.I. 1984: Early response to different methods of site preparation for three commercial species. In: Proc. IUFRO Symposium on siete and Productivity of Forest Growing Plantations. Pretoria and Pietermaritzburg, South Africa, pp 556-578.
3. CAMERON D.M., RANCE, S.J. and WILLIAMS E.R. 1980. Nutrition studies with irrigated ***Eucalyptus camaldulensis*** in northern Australia. IUFRO Symp., Aguas de Sao Pedro, Brasil.
4. ÇORFO-INFOR, 1986: Especies Forestales Exóticas de Interés Económico para Chile. CORFO, Gerencia de Desarrollo A.F. 86/32, Santiago, 168 p.
5. CROMER R.N. and WILLIAMS E.R. 1982. Biomass and nutrient accumulation in a planted ***E. globulus*** (Labill) fertilizer trial. Aust. J. Bot. 30 pp. 265-278.
6. CROMER R., N., 1984: The influence of nutrition on growth and photosyntesis in Eucalyptus. In: Proc. IUFRO Symposium on Site and Productivity of Fast Growing Plantations. Pretoria and Pietermaritzburg, South Africa; pp. 669-678.
7. DI-CASTRI. F. y E.R. HAJEK, 1976: Bioclimatología de Chile. Santiago, Chile, Universidad Católica de Chile. 120 p.
8. ELLIS, R.C., D.P. WEBB, A.M. GRALY and F. ROUT, 1985. The effect of weed competition and nitrogen nutrition on the growth of seedlings of ***Eucalyptus delegatensis*** in a highland area of Tasmania. Aust. For. Res. 1985, Vol. 15, 395-408.
9. FROEHLICH A. H. 1984: Mechanical amelioration of adverse physical soil conditions in forestry. In. Proc. IUFRO Symposium on Site and Productivity of Fast Growing Plantations; Pretoria and Pietermaritzburg, South Africa. 30 Apr. -11 May 1984. Vol 1 pp 507-521.
10. FUENZALIDA, H., 1967. Climatología de Chile. En Corporación de Fomento de la Producción: Geografía Económica de Chile; pp 99-152
11. KEENAN R, J. and S. CANDY 1983: Growth of young ***Eucalyptus delegatensis*** in relation to variation in site factors. Us For. Res. 13:197-205.
12. MESKIMEN G., 1971: Fertilizer tablets stimulate Eucalyptus in Florida Trial. USDA

For. Serv. Res. Note SE-162, 8 pp.

13. NAMBIAR S. E. K., SQUIRE O.R. SANDS R., WILL G.M., 1984: Manipulation of water and nutrients in plantations of fast growing species. En Proc. IUFRO Symposium on Site and Productivity of Fast Growing Plantations, Pretoria and Pietermaritzburg, South Africa 30 Apr. -11 May, 1984 Vol 1 pp 489 - 506.
14. PRADO D..J.A. y P. ROJAS 1987: Preparación del sitio y Fertilización en el establecimiento de plantaciones de ***Eucalyptus globulus*** en la zona semiárida de Chile. Ciencia e Investigación Forestal Vol 1, N° 1: 17-27.
15. PRADO D. J. A. y J. WRANN, 1988. La importancia de la preparación del sitio y la fertilización en el establecimiento de plantaciones de Eucalyptus. En: Actas Simposio CORFO-INFOR, Manejo Silvícola del Género Eucalyptus, Junio 1988. Viña del Mar, Chile Cap. XII, 19 p.
16. SANDS, R. and ZED, P.G. 1979: Promotion of nutrient uptake and growth of radiata pine by atrazine Aust. For. Res. 9, 101-110 (cit, en Nambiar et al, 1984).
17. SCHONAU A. P. G., VERLOREN van THEMAAT, R. and BODEN, D. I. 1981: The importance of complete site preparation and fertilizing in the establischment of ***Eucalyptus grandis*** S. Afr. For. J. 116:1-10.
18. SCHONAU A.P.G. and BODEN D.I., 1982: Silvicultural techniques in the establishment of ***Eucalyptus grandis.*** In: Symposium on Establishment in Modern Silviculture 50 th. Anniversary of Forestry Education in South Africa, University of Stellenbosch, 24 September 1982. 19 p.
19. SCHONAU A.P.G., 1984. a: Silvicultural considerations for high productivity of ***Eucalyptus grandis.*** Forest Ecology and Management, 9 (1984): 295-314.
20. SCHONAU, A.P.G., 1984 b: Fertilization of fast growing broadleaved species. En IUFRO Simposium on Site and Productivity of Fast Growing Plantations, Pretoria and Pietermaritzburg, South Africa. 30 Apr. - 11 May. 1984 vol 1, pp 253-268.
21. WRANN J. Y P. INFANTE, 1988: Métodos para el establecimiento de plantaciones de ***Eucalyptus camaldulensis*** y ***Quillaja saponaria*** de la zona árida de Chile. Ciencia e Investigación Forestal, Vol. 2 Nr. 3 Santiago, pp 13-25.

INFOR

LA PRECISION DE CORTE EN EL ASERRADERO Y SU NECESIDAD DE CONTROL

Roy W. Wotherspoon S(*)

RESUMEN

Este trabajo entrega los primeros resultados de un estudio emprendido por INFOR destinado a introducir en el ambiente nacional los conceptos y procedimientos para evaluar y controlar la precisión de corte en la producción de madera aserrada.

Se entrega una definición del concepto de variabilidad de corte, con un ejemplo de sus implicancias técnicas y económicas en la gestión del aserradero.

Se analiza y discute los resultados de variabilidad de corte observada en una muestra de ocho aserraderos operando en la zona del pino radiata.

ABSTRACT

The work here presented summarizes the results of a research program started up by the Forestry Institute whose main objetive is to introduce Chilean sawmill managers and operators to the concepts associated to sawing accuracy and lumber size control.

The results of a preliminary study on lumber size variability, conducted in a sample of eight radiata pine sawmills are analyzed and discussed.

(*) Ingeniero Forestal, Ph. D. (c), especialista en tecnología e industrias de la madera. Gerencia de Desarrollo. Corporación de Fomento de la Producción (CORFO).

INFOR

INTRODUCCION

La apertura y diversificación del comercio exterior chileno ocurrida en los últimos 10 a 15 años, ha significado para la industria nacional tener que enfrentar nuevos desafíos y situaciones en lo que respecta a desarrollo e innovación tecnológica, en todos los niveles de los procesos productivos y de la gestión empresarial.

Dentro del sector de las industrias forestales, la industria del aserrío es quizás la que muestra los avances más notables en cuanto a modernización de su estructura y sistemas operacionales como resultado de la necesaria adecuación a las exigencias de los nuevos productos que demandan los mercados internacionales.

En este sentido se puede mencionar en primer lugar, la incorporación del secado de la madera, como actividad integrada y complementaria al proceso de fabricación de madera aserrada.

En segundo término, la ampliación de los objetivos de producción de los aserraderos hacia la obtención de productos elaborados de mayor valor agregado, y mayor precisión en sus atributos de calidad y terminación.

Ambas actividades, secado y elaboración, no sólo han transformado el concepto tradicional del aserradero en Chile, sino también han significado la necesaria mayor tecnificación y profesionalización de la industria del aserrío en general.

Aparte de los evidentes beneficios económicos que significan para la industria del aserrío la transformación y diversificación de su producción, los aserraderos han debido simultáneamente enfrentar una situación de costos crecientes de su materia prima madera, lo cual está motivando ajustar a niveles cada vez más estrechos los tradicionales conceptos de aprovechamiento o eficiencia en la conversión de la madera redonda en productos elaborados.

Una variable que afecta de modo importante al rendimiento de la materia prima se relaciona con la precisión de corte en el aserradero, por cuanto de esta última depende la sobredimensión que debe darse a la madera aserrada.

Cuando por razones de imprecisión de corte esta sobredimensión no es la óptima, todo exceso de la misma se traduce al final en pérdidas del proceso, bajo la forma de desechos.

En reconocimiento de lo anterior, la Corporación de Fomento e Instituto Forestal han emprendido un programa de investigación -cuyos primeros resultados aquí se informan- tendientes a:

a) llamar la atención al sector industrial sobre la importancia y significación de la precisión de corte como variable de proceso en el aserrío.

b) incentivar a este mismo sector a adoptar las técnicas y métodos de control de la variabilidad de corte que hoy se conocen, e incorporen dichas técnicas a la función normal de control de calidad en el aserradero.

INFOR

METODOLOGIA

Para mejor comprender y uniformar criterios respecto de algunos conceptos y términos empleados en este trabajo, se ha estimado procedente describir la metodología en que se enmarca este estudio a través del desarrollo y análisis del siguiente ejemplo:

En la figura 1 se representan las dimensiones y sobredimensiones que deben considerarse cuando nuestro objetivo final de producción es una tabla de madera cepillada y seca (8-10% de humedad), de dimensión F.

T representa la dimensión objetivo que se debe fijar para el producto que se obtiene directamente del aserradero, normalmente en estado verde.

Entre la dimensión final para el producto cepillado (F) y la dimensión del producto aserrado (T), existen tres factores o elementos de sobredimensión a considerar, siendo éstos:

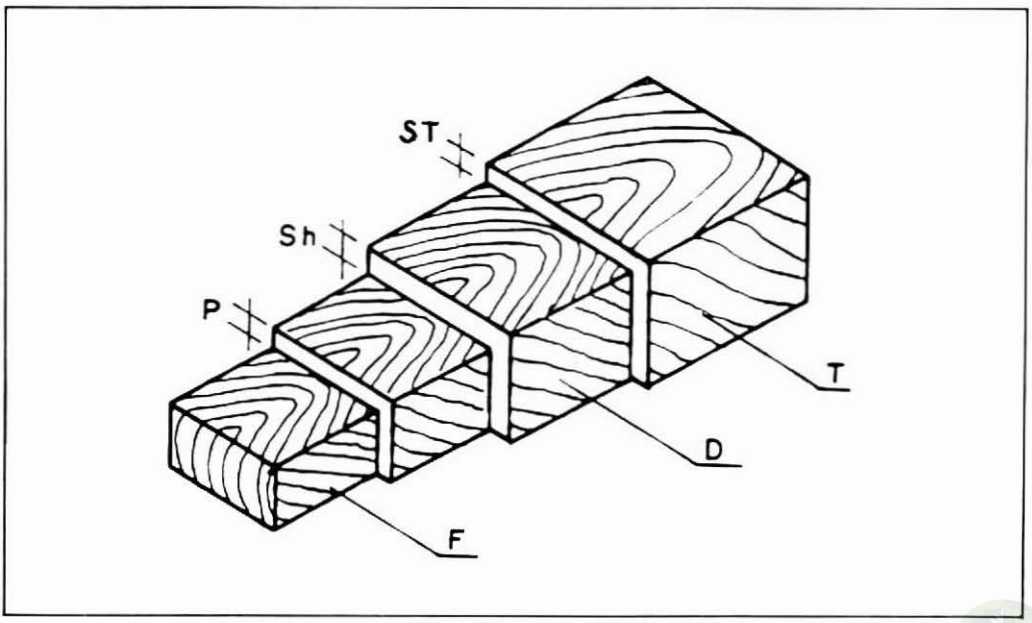
a) La necesaria sobredimensión para compensar la pérdida por cepillado.

b) La sobredimensión para compensar la disminución del espesor (o ancho) por efecto de la pérdida de humedad (secado).

c) La ineludible sobredimensión a considerar para compensar el efecto de la variabilidad de corte.

FIGURA 1

DIMENSIONES Y SOBREDIMENSIONES EN EL ASERRIO



P = Sobredimensión por cepillado
S_h = Sobredimensión por secado %
ST = Sobredimensión por variabilidad de corte
F = Dimensión final, seco - cepillado
T = Dimensión objetivo (aserrada-verde)
D = Dimensión crítica

Estos parámetros dimensionales se interrelacionan según el siguiente modelo:

$$T = \frac{F + P}{1 - \frac{S_h}{100}} + (1{,}65\ S_t)$$

Dimensión objetivo = Dimensión crítica + Variabilidad de corte

Con estos antecedentes podemos definir el concepto de la **variabilidad de corte**, y su incidencia y significación para el proceso de aserrío.

En la figura 2 se presenta una curva que representa la distribución de frecuencias de los valores medios de espesor de un determinado número de tablas. En esta figura se destaca el valor promedio de las medias de todas las tablas ($\bar{\bar{x}}$).

Seguidamente, se presentan las expresiones matemáticas para el cálculo de tres importantes variables:

a) **La variabilidad de corte en la misma tabla** (S_w):

Expresa para el total de una muestra la imprecisión de corte que se observa en cada tabla.

Esta variabilidad de corte se atribuye al comportamiento de las hojas de sierra, y tiene su origen en problemas de afilado de las hojas, tensionado, estado general de mantención de ejes motrices, etc.

b) **La variabilidad de corte entre tablas** (S_b):

Expresa para el total de una muestra, las diferencias de espesor o imprecisión de corte entre tablas.

Esta variabilidad se origina en problemas generales de mantención y operación de las máquinas, especialmente de los sistemas de alimentación y soporte de la madera durante el corte (ej.: alineamiento del carro).

INFOR

c) **La variabilidad de corte total (S_t):**

Expresa el efecto conjunto de las dos formas de imprecisión de corte definidas anteriormente.

La aplicación de conceptos y factores estadísticos nos señala que para una muestra de n tablas en que la dimensión promedio de cada tabla es $\bar{\bar{x}}$, el 95% de los valores o medidas individuales de espesor (x) tomadas en cada tabla estará por sobre el valor:

$$\bar{\bar{x}} - 1{,}65\ S_t$$

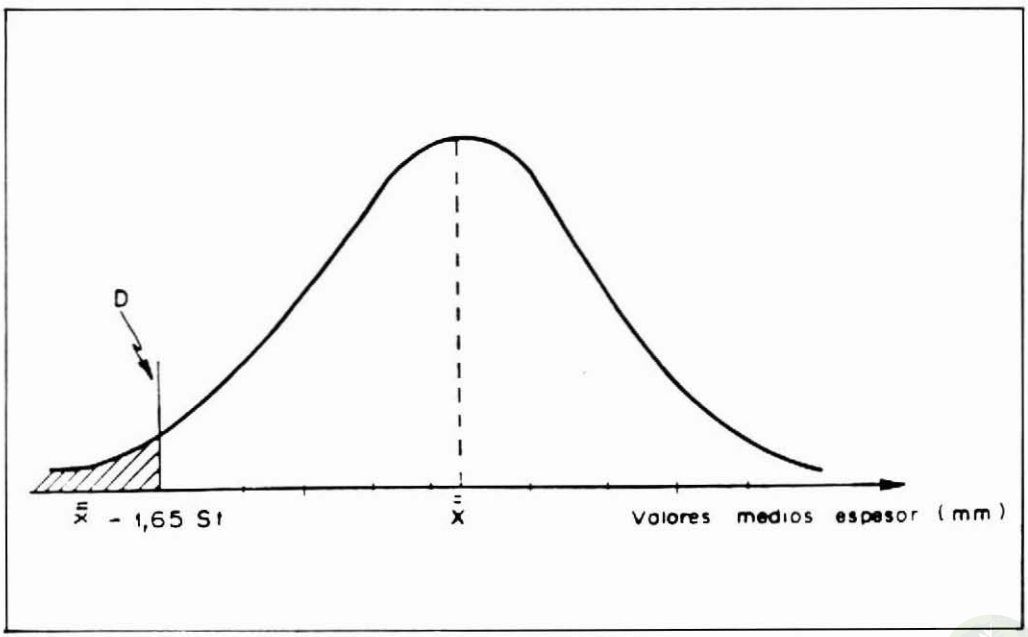
$$\text{Donde} \quad : \quad \bar{\bar{x}} = \frac{\Sigma\ \bar{x}}{n}$$

Definimos entonces más precisamente la variabilidad de corte efectiva (ST) por la expresión:

$$ST = 1{,}65\ S_t$$

FIGURA 2

VARIABILIDAD DE CORTE (S_t)



$$ST = \sqrt{Sw^2 + Sb^2}$$: Variabilidad de corte total.

donde:

$$S_w = \sqrt{\overline{S}^2}$$: Variabilidad en la misma tabla.

$$S_b = \sqrt{S_{\overline{x}}^2 - \frac{S_w^2}{n}}$$: Variabilidad entre tablas.

Siendo:

$\overline{S}^2$ = promedio de las varianzas de todas las muestras (tablas)

$S_{\overline{x}}$ = desviación estándar de la población de medias muestrales.

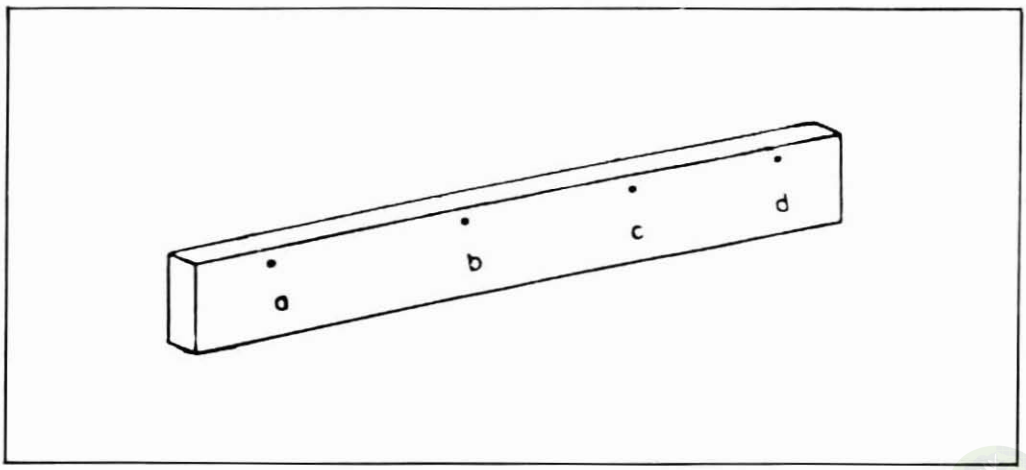
n = número de mediciones por tabla.

$\overline{\overline{x}}$ = dimensión media de los valores promedio de cada tabla.

Para mejor comprensión de lo anterior se presenta a continuación un ejemplo de cálculo en base a una muestra hipotética de 5 tablas (Cuadro 1), en las que se realizan 4 medidas de espesor en cada una, tal como se describe en la Figura 3.

FIGURA 3.

PUNTOS DE CONTROL DE LAS MEDIDAS DE ESPESOR



INFOR

BIBLIOTECA
INSTITUTO FORESTAL

CUADRO 1

MUESTRA HIPOTETICA PARA EL DESARROLLO DE UN EJEMPLO DE CALCULO

TABLA Nº	Medida espesor (mm)				$\bar{x}$	S	S^2
	a	b	c	d			
1	27,8	28,3	28,1	27,5	27,9	0,350	0,123
2	26,9	26,4	26,8	27,2	26,8	0,330	0,109
3	27,5	27,1	28,6	27,9	27,8	0,640	0,409
4	27,0	26,5	27,1	27,3	27,0	0.340	0,116
5	25,8	26,5	26,5	26,9	26,4	0,457	0,209

$$\bar{\bar{x}} = 27,2 \text{ mm}$$

$$S_{\bar{x}} = 0,650 \text{ mm}$$

$$\bar{S}^2 = 0,193 \text{ mm}$$

$$S_w = \sqrt{0,193} = 0,440 \text{ mm}$$

$$S_b = \sqrt{0,65^2 - \frac{0,44^2}{4}} = 0,612 \text{ mm}$$

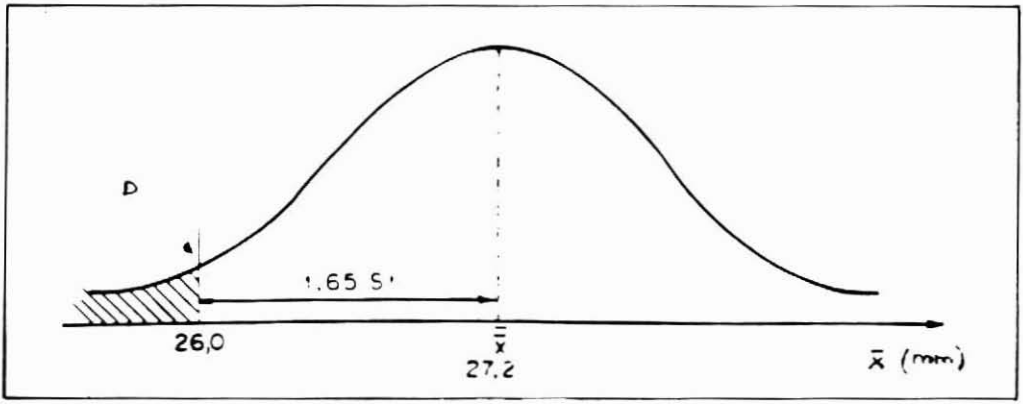
$$S_t = \sqrt{0,612^2 + 0,44^2} = 0,754 \text{ mm}$$

Para la muestra definida, se obtiene una dimensión objetivo (T) de 27,2 mm y una dimensión crítica (D) de 26,0 mm (Figura 4).

Si la muestra fuera representativa de una situación dada, podemos afirmar que el 95% de las medidas de espesor de las tablas de la "partida", superan los 26,0 mm, y que la variabilidad efectiva de corte observada (ST) es de 1,24 mm.

FIGURA 4

DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS DE ESPESOR MEDIO



ESTUDIO DE CASOS

Llevemos ahora el ejemplo anterior, a la situación real de dos aserraderos de la VIII Región, Aserradero A y Aserradero B.

En cada aserradero se midió una muestra representativa de tablas de 27 mm. nominales de espesor (tradicionalmente conocidas como de "1 pulgada").

En las tablas 1 y 2 a continuación se entregan los datos de 20 unidades de cada muestra, para cada aserradero, a partir de las cuales se calculó los correspondientes estadígrafos de variabilidad que se presentan en el Cuadro Nº 2.

CUADRO Nº 2

INDICADORES DE LA VARIABILIDAD DE CORTE (mm) EN PIEZAS DE 27 mm DE ESPESOR NOMINAL

	$\bar{\bar{X}}$	$S_{\bar{X}}$	$\bar{S}^2$	S_w	S_b	1,65 S_t
Aserradero A	27,70	1,08	0,288	0,51	1,05	1,93
Aserradero B	27,80	1,53	0,338	0,58	1,50	2,66

En este Cuadro los valores de la primera columna ($\bar{\bar{x}}$) corresponden a la Dimensión Objetivo (T) de cada aserradero, en tanto que las cifras de la última columna (**1,65 S_t**) representan la Variabilidad de Corte efectiva (ST).

INFOR

TABLA 1

ASERRADERO A: MEDIDAS DE ESPESOR DE UNA MUESTRA DE 20 PIEZAS DE 27 mm DE ESPESOR NOMINAL, SELECCIONADAS AL AZAR

TABLA Nº	MEDIDA DE ESPESOR (mm)				$\bar{x}$	S
	a	b	c	d		
1	29,5	30,6	29,2	30,5	30,0	0,70
2	26,9	27,1	27,4	27,8	27,3	0,39
3	25,9	27,0	26,9	26,7	26,6	0,50
4	28,5	28,2	28,7	28,2	28,4	0,17
5	27,4	28,2	28,0	27,7	27,8	0,35
6	27,2	28,0	28,0	27,2	27,6	0,46
7	28,0	27,9	27,4	27,6	27,7	0,36
8	28,7	28,6	27,8	28,6	28,4	0,42
9	28,9	28,3	28,3	28,4	28,5	0,29
10	27,8	27,9	27,7	28,3	27,9	0,26
11	26,9	26,2	26,2	27,3	26,7	0,55
12	28,2	27,9	27,4	29,8	28,3	1,04
13	28,1	28,8	29,7	28,6	28,8	0,67
14	27,3	26,7	27,3	26,8	27,0	0,32
15	27,1	27,5	27,6	27,5	27,4	0,22
16	31,0	30,1	29,4	29,4	30,0	0,75
17	27,1	26,6	26,7	26,7	26,8	0,22
18	26,0	25,4	25,9	26,4	25,9	0,41
19	26,7	27,2	27,2	27,9	27,3	0,49
20	26,4	26,7	25,8	27,5	26,6	0,71

$\bar{\bar{x}}$ = 27,7 mm $S_{\bar{x}}$ = 1,08 mm $\bar{S}^2$ = 0,288

TABLA 2

ASERRADERO B: MEDIDAS DE ESPESOR DE UNA MUESTRA DE 20 PIEZAS DE 27 mm DE ESPESOR NOMINAL, SELECCIONADAS AL AZAR

TABLA Nº	MEDIDA DE ESPESOR (mm)				$\bar{x}$	S
	a	b	c	d		
1	30,9	31,5	32,0	29,9	31,1	0,90
2	26,9	26,8	27,8	28,0	27,4	0,61
3	28,8	29,4	29,2	29,7	29,3	0,38
4	28,0	28,7	28,5	27,9	28,3	0,39
5	25,8	26,1	26,5	26,6	26,3	0,37
6	26,0	25,4	26,3	25,4	25,8	0,45
7	27,3	25,8	27,8	27,3	27,1	0,87
8	30,6	29,5	30,5	29,2	30,0	0,71
9	27,1	26,9	27,4	27,8	27,3	0,39
10	27,0	25,9	26,7	26,9	26,6	0,50
11	28,2	28,5	28,2	28,5	28,4	0.17
12	28,3	28,9	28,3	28,4	28,5	0,29
13	27,9	27,8	27,7	28,3	27,9	0,26
14	26,2	26,9	26,2	27,3	26,7	0,55
15	27,9	28,2	27,4	29,8	28,3	1,04
16	28,8	28,1	29,7	28,6	28,8	0,67
17	30,1	51,0	29,4	29,4	30,0	0,76
18	26,6	27,1	26,7	26,7	26,8	0,22
19	25,4	26,0	25,9	26,4	25,9	0,41
20	25,7	25,4	24,8	26,5	25,6	0,71

$\bar{x}$ = 27,8 mm $\quad S_{\bar{x}}$ = 1,53 mm $\quad S^2$ = 0,338

Enseguida desarrollamos la situación para cada aserradero, considerando que ambos tienen por objetivo final producir madera cepillada (seca) de 21,0 mm de espesor, contemplándose una sobredimensión por cepillado de 3,5 mm, y una contracción por efecto del secado de un 5% (hasta un contenido de humedad de 8%).

Se tiene entonces:

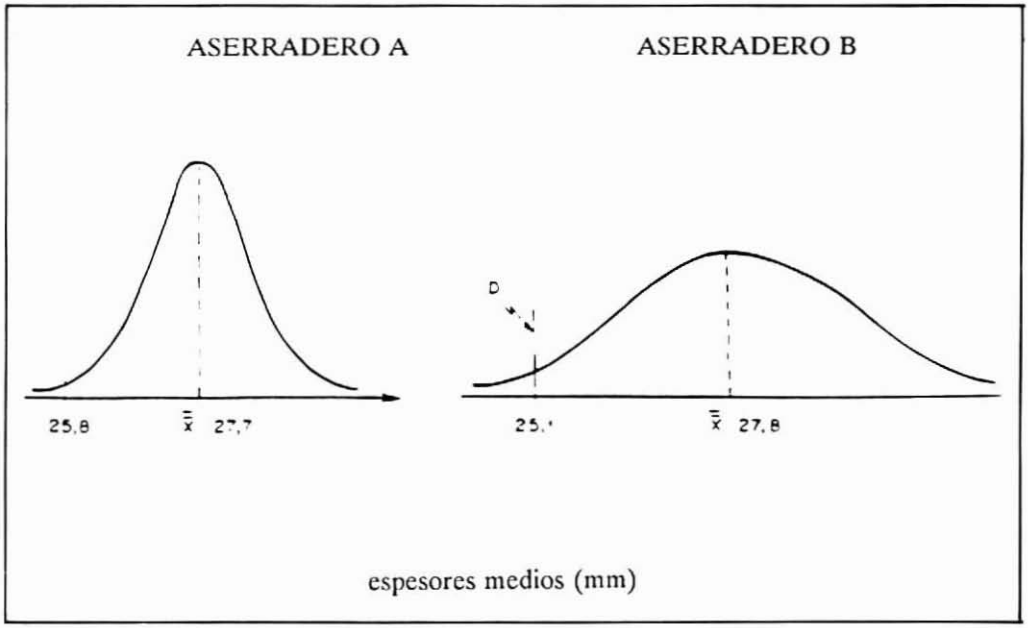
F = 21,0 mm
P = 3,5 mm
Sh = 5%

$$\text{Dimensión Crítica} = \frac{F + P}{1 - \frac{Sh}{100}} = 25{,}8 \text{ mm}$$

INFOR

FIGURA 5

DISTRIBUCION DE ESPESORES Y DIMENSION CRITICA EN 2 ASERRADEROS.



Se observa y desprende que la dimensión crítica para ambos aserraderos, en base a los datos anteriores, debe ser 25,8 mm, situación que sólo cumple el Aserradero A, producto de su menor variabilidad de corte.

El Aserradero B en cambio, con la variabilidad de corte que lo caracteriza (2,66 mm) debe aumentar su dimensión objetivo en 0,7 mm, para con ello elevar la dimensión crítica al mínimo de 25,8 mm.

El Aserradero B en consecuencia debe fijar su dimensión objetivo de aserrado en 27,8 + 0,7 = 28,5 mm esto es, 8 mm más que la dimensión objetivo del Aserradero A.

Debe entenderse también que así como en el caso de este ejemplo, la referencia son los aserraderos A y B, el origen de la variabilidad de corte normalmente se origina en el trabajo que ejecuta una máquina o sierra en particular. Tenemos entonces que las situaciones A y B aquí planteadas perfectamente podrían redefinirse como el grado de precisión de corte comparado entre dos sierras de cinta ejecutando una operación de dimensionado, en el mismo o distintos aserraderos

Ahora bien: ¿Qué significación tienen 0,8 mm de diferencia en la dimensión objetivo de aserrío?

Para responder, analicemos el caso sobre la base de un aserradero que opera según condiciones (esquema de corte) representadas en la Figura 6, y que se explican como sigue:

Volumen troza media		=	0,2476 m³
Troza media	: diámetro extremo menor	=	26,0 mm
	: diámetro extremo mayor	=	30,0 mm
Ancho de corte	: sierras lampeadoras	=	5,0 mm
	: sierras partidoras	=	3,5 mm
	: sierras canteadoras	=	4,0 mm
	: sierras despuntadoras	=	5,0 mm

De acuerdo al esquema de corte de la Figura 6 , es posible obtener 5 piezas aserradas de 175 mm de ancho y 2 piezas aserradas de 125 mm de ancho.

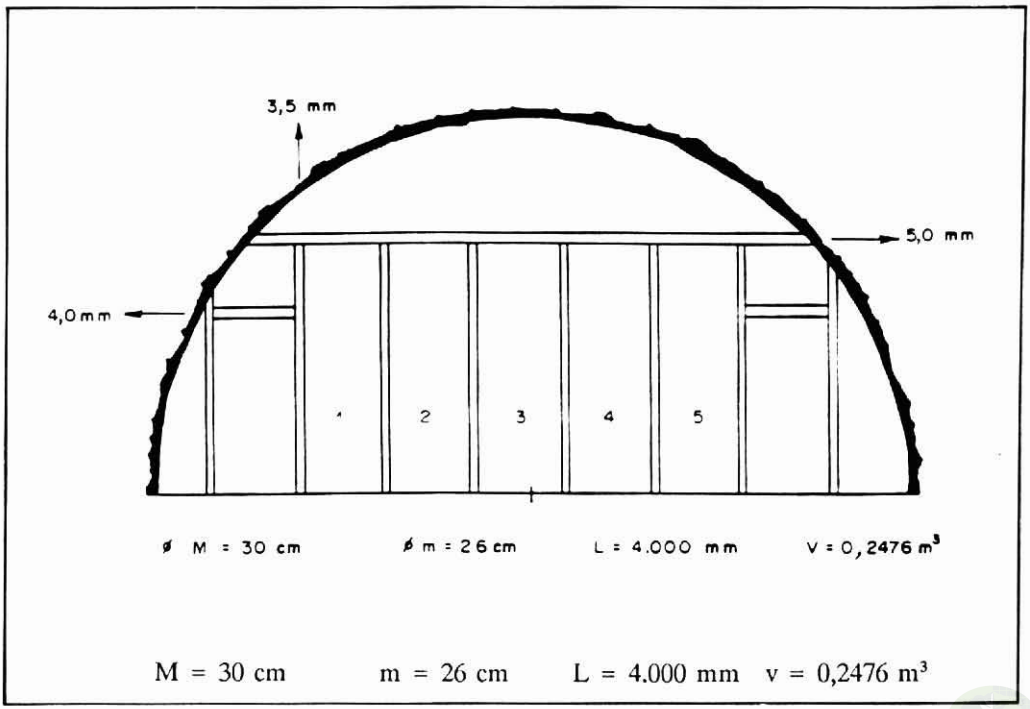
En el caso del Aserradero A, el espesor real de estas piezas es de 27,7 mm, en tanto en el Aserradero B, es de 28,5 mm (Δ = 0,8 mm).

Los índices de recuperación y aprovechamiento calculados para cada caso son los que se indican en la Tabla 3, desglosados para: madera aserrada, astillas y aserrín.

El resultado más inmediato que se desprende es que para producir las mismas 7 tablas aserradas (eventualmente secas y cepilladas a 21,0 mm de espesor), el Aserradero A requiere 0,1247 m³ de madera, en tanto el Aserradero B "consume" 0,1283 m³.

FIGURA 6

ESQUEMA DE CORTE FIGURADO PARA UNA TROZA DE 26.0 cms. DE DIAMETRO



M = 30 cm m = 26 cm L = 4.000 mm v = 0,2476 m³

TABLA 3

RECUPERACIÓN DE MADERA ASERRADA E INDICES DE APROVECHAMIENTO EN ASERRADEROS A Y B

ASERRADERO A			ASERRADERO B		
5 pzas. 27,7 x 175 x 4000	= 0,0970 m^3		5 pzas. 28,5 x 175 x 4000	= 0,0998 m^3	
2 pzas. 27,7 x 125 x 4000	= 0,0277 m^3		2 pzas. 28,5 x 125 x 4000	= 0,0285 m^3	
Recuperación	= 0,1247 m^3		Recuperación	= 0,1283 m^3	
	Aprovechamiento			Aprovechamiento	
	m^3	%		m^3	%
Madera aserrada	0,1247	50,3	Madera aserrada	0,1283	51,8
Astillas	0,0906	36,6	Astillas	0,0870	35,1
Aserrín	0,0323	13,1	Aserrín	0,0323	13,1
Troza	0,2476	100	Troza	0,2476	100

De lo anterior se desprende que el Aserradero B, para producir el mismo volumen de madera aserrada que el Aserradero A, necesita un abastecimiento de madera en trozas, 1,5% mayor que el requerido por el aserradero más eficiente (aquel con menor variabilidad de corte).

Un aserradero mediano que produce 25.000 m^3 anuales de madera aserrada, requiere para su abastecimiento de un volumen anual de madera en trozas del orden de 52.000 m^3 s.s.c.

Sobre este último volumen, un 1,5% significa 780 m^3 s.s.c. que en el caso del Aserradero B se pierden en un 100% puesto que van incorporados en el producto aserrado como sobredimensión excesiva, que no se vende ni se paga.

El Aserradero A, más eficiente, traduce estos mismos 780 m^3 s.s.c. en productos comerciales que le reportan un mayor ingreso anual por ventas, del orden de $ 7.500.000, según se explica en el Cuadro 3, ganancia directamente atribuible a la sola diferencia de 0,8 mm en la dimensión objetivo.

Esta cifra permitiría con holgura, la contratación de un especialista para poner en marcha y operar un programa de control de calidad en el aserradero, programa que en última instancia generaría beneficios muy superiores a los ilustrados en el ejemplo descrito, ya que el control de la precisión de corte representa tan solo una parte de un proceso global de racionalización y eficiencia en el aserradero.

CUADRO 3

RECUPERACION FISICA Y MONETARIA SOBRE 780 M³ S.S.C., PROCESADOS POR EL ASERRADERO A.

Aprovechamiento	Volumen (M3)	Valor Unitario	Valor Total
50,3% mad. aserrada	392	$ 15.200 /m³	$ 5.958.400
36,6% astillas	286	$ 2.000 /m³ est.	$ 1.430.000
13,1% aserrín	102	$ 400 /m³ est.	$ 102.000
Total	780		$ 7.490.400

En el ejemplo presentado, la productividad del aserradero más eficiente (A) se obtuvo considerando para este caso, una sobredimensión por cepillado (P) de 3,5 mm. y una sobredimensión por variabilidad de corte (ST) de 1,9 mm, totalizando ambos factores (P + ST) = 5,4 mm.

En los Estados Unidos, donde los programas de control de variabilidad de corte en aserraderos datan desde comienzo de los años 70, se manejan las siguientes cifras, consideradas óptimas y alcanzables a través de una operación bien controlada:

CUADRO 4

U.S.A.: DIMENSIONES OPTIMAS DE ASERRIO

Dimensión Nominal (pulgadas)		F	P	S_h	ST	T
		(Milímetros)				
Espesor	1	19	2,0	0,65	0,80	22,5
	2	38	2,0	1,20	0,80	42,0
Ancho	3	63	2,0	1,90	0,80	67,7
	4	89	2,0	2,70	0,80	94,5
	6	140	2.0	4,20	1,15	147,4
	8	184	2,0	5,50	1,40	193,0
	10	235	2,0	7,10	1,70	245,8

Se desprende de este cuadro que para un aserradero óptimamente controlado, no es una utopía el fijarse un factor (P + ST) de 2,8 mm.

Esto, comparado con el factor (P + ST) de 5,4 mm de nuestro Aserradero A, nos está indicando la posibilidad de disminuir significativamente la dimensión objetivo de A, pudiéndose llegar hasta un T = 25,1 mm, en lugar de los 27,7 mm actuales.

INFOR

En relación con nuestro ejemplo anterior, esto tendría un efecto de triplicar los beneficios calculados para el aserradero que presentaba la menor variabilidad de corte.

Sobre la base de experiencias acumuladas en U.S.A. y estudios locales realizados con anterioridad, es posible fijar criterios de eficiencia o precisión de corte para la variabilidad de corte en el proceso de aserrío, los que se anuncian en la Tabla 4 a continuación.

TABLA 4

CRITERIOS DE EFICIENCIA PARA LA VARIABILIDAD DE CORTE (ST) EN EL ASERRÍO

Muy buena	= hasta 0,65 mm
Normal buena	= 0,70 a 1,20 mm
Normal aceptable	= 1,05 a 1,60 mm
Deficiente	= sobre 1,6 mm
Muy pobre	= superior a 2,0 mm

RESULTADOS

La información requerida para los fines de este estudio se obtuvo de ocho aserraderos medianos que operan en las zonas de Concepción y Constitución.

En cada uno de estos aserraderos se midieron 100 tablas, por cada una de las dimensiones nominales de espesor y ancho que se pudo identificar en sus patios, en estado verde.

El análisis y procesamiento de esta información dio lugar a los resultados que se entregan en el cuadro 5, y que para efectos prácticos, se sintetizan en los valores promedios de variabilidad de corte para los espesores nominales de 25 mm y 50 mm.

CUADRO 5

VARIABILIDAD DE CORTE PROMEDIO OBSERVADA EN 8 ASERRADEROS DE LA 7ª Y 8ª REGION

Aserradero	Medida de Espesor	
	25 mm	50 mm
A	2,29 mm	2,89 mm
B	2,57 mm	3,19 mm
C	*	2,04 mm
D	2,68 mm	2,70 mm
E	1,93 mm	*
F	2,97 mm	2,84 mm
G	1,59 mm	2,32 mm
H	3,32 mm	*

* Sin información.

Si comparamos los valores del Cuadro 5 con los de la tabla 4 precedente se concluye que, salvo en un sólo aserradero (G - espesor 25 mm), la variabilidad de corte constatada en la totalidad de las muestras estudiadas, reflejada un nivel de precisión en el aserrío sumamente pobre.

En tono más optimista, digamos que estos resultados revelan un potencial atractivo de mejoramiento en los niveles de precisión en las dimensiones de aserrado, y con ello, una buena perspectiva para superar los actuales estándares de aprovechamiento de la materia prima.

CONCLUSIONES

La industria de aserrío en Chile se verá enfrentada en el corto a mediano plazo, a adecuarse a las tecnologías y modalidades de operación en que se desenvuelve hoy en día esta industria en los países de mayor desarrollo relativo.

Un aspecto muy importante que estará ligado al advenimiento de la computación en el proceso de aserrío, dice relación con la precisión de corte de las máquinas y hojas de sierra.

Debemos, en consecuencia, iniciar desde ya la debida capacitación en este campo, a fin de que tanto técnicos como empresarios se familiaricen con los conceptos asociados a la precisión del corte en el aserradero, y permitan con ello una mejor comprensión de la importancia que reviste para el aserradero, el implementar programas de control de calidad dimensional de la producción.

Los resultados preliminares del estudio nos permiten asegurar que nuestra industria de aserrío debe incorporar, a la brevedad, programas de control de calidad, previéndose como

INFOR

igualmente importante, que las industrias valoricen los beneficios que pueden esperar de la capacitación de su personal directamente involucrado en el proceso productivo, tales como operadores de máquinas, técnicos en mantención y preparación de herramientas de corte, supervisores de producción etc.

Los beneficios de controlar la precisión de corte no sólo se derivan de la mayor eficiencia de conversión y aprovechamiento de la materia prima que se logra, sino también a través de la reducción en los costos de secado, que se ven favorecidos por el menor volumen real de madera que ingresa al horno de secado, en relación con el volumen final que se aprovecha.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. LEWIS, DAVID W. Sawmill simulation and the Best Opening Face System: A user's guide. Gen. Tech. Rep. FPL-48. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory; 1985. 29 p.
2. LESLIE, HARRY C. Increased lumber recovery with computerized sawing. Southern Lumberman November 1975.
3. HALLOCK, HIRAM; JAEGER E. Some aspects of sawing accuracy in circular mills. FPL - 029. Madison, WI. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory; 1964. 22 p.
4. WONNACOTT T.; WONNACOTT R. Introductory Statistics, second edition. New York: John Wiley and Sons, Inc. 1972.
5. BROWN, T.D. Editor, Quality control in lumber manufacturing. San Francisco: Miller Freeman publications. 1982.
6. SULESKY, Y.C. The Sawmill improvement program-instant forestry at work. Forest Products Journal, Vol 35, Nº 1. 1985.
7. Instituto Nacional de Normalización, INN. Chile. Norma chilena NCh. 174. of 85: Maderas: unidades empleadas, dimensiones nominales, tolerancias y especificaciones. 1985.
8. VALG, L. Analysis of sawing accuracy by statistical quality control. British Columbia Lumberman, June 1965.
9. SIMPSON, W.T.; TSCHERNITZ, J.L. Does Thikness variation in sawing affect kiln-drying? Southern Lumberman. July 1978.
10. HIGGS, M. Economic advantages of saw management. Forest Industries/ World Wood. June 1989 p. 117 - 119.
11. BESSON, M. et al. La precision du sciage - Avant - propos. Courrier de l'exploitant et du Scieur Nº 19, 4/75. Centre Technique du Bois. Paris. 1975.
12. HOCQUET, A. ET MARTIN Y. Economie de matiere par reduction de la perte au trait de Scie. Courrier de l'exploitant et du scieur 3176. Centre Technique du Bois, Paris 1976.
13. HALLOCK, HIRAM. Evaluating sawmill conversion efficiency: Sawmill improvement program: guide for leaders. U.S.D.A. Forest Service, Forest Products Laboratory SIP, A-1, 5/1973.

PROPAGACION DE PLANTAS DE ALGARROBILIA (*BALSAMOCARPON BREVIFOLIUM*) CONTRARRESTANDO DAÑO DEL HONGO *FUSARIUM OXYSPORUM*. Gloria Montenegro y Patricio Arce, Laboratorio de Botánica, Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias Biológicas, P. Universidad Católica, Casilla 114-D, Santiago.

INTRODUCCION

Se ha realizado una serie de experiencias en algarrobilla tendientes a la identificación del factor determinante de la alta mortalidad en plantas juveniles obtenidas mediante semillas. Ensayos preliminares al parecer indican la presencia de un hongo responsable de la muerte de las plantas.

El propósito de tal investigación se realiza con miras al diseño de un protocolo que permita la obtención de plantas sanas, las que eventualmente se podrían utilizar en plantaciones.

Diseño Experimental

El experimento consistió en intentar la propagación de la especie por germinación y arraigamiento de estacas.

A. Propagación por semillas

1. Germinación en tierra o arena desinfectada con diferentes fungicidas (Captan, Baytan, Benlate).
2. Germinación y crecimiento en soluciones nutritivas con diferentes fungicidas.
3. Corte de raíces infectadas e inducción de nuevas en plántulas recién germinadas.

B. Evaluación de hormonas tales como ANA, AIB y un preparado comercial en la capacidad de arraigamiento de estacas de algarrobilla.

C. Detección de la presencia del hongo mediante microscopía óptica.

Material y Método

A_1 Germinación y desinfección:

Semillas de ***Balsamocarpon brevifolium*** procedentes de Freirina, Quebrada La Higuera y Quebrada Pinte fueron puestas a germinar en una mezcla estéril de tierra y arena 1:1. Esta fue desinfectada a 115°C por 30 minutos y posteriormente tratada con el fungicida. Los fungicidas utilizados fueron Captan, Baytan y Benlate en concentraciones de 0.15%, 0,2%, 0,2% respectivamente. Las semillas antes de ser puestas a germinar fueron escarificadas con H_2SO_4 Por 40 minutos. Se utilizaron 10 réplicas de 10 semillas por tratamiento y la temperatura del ensayo fue 30°C.

A_2 Germinación y crecimiento en solución nutritiva.

Semillas recién germinadas en discos de petri por el procedimiento descrito en punto A_1, fueron utilizadas para evaluar su crecimiento en solución nutritiva. La solución utilizada fue la Hoagland (1950), dejando agua potable como control.

Cuando las plántulas presentaban los cotiledones totalmente abiertos y la raíz principal

era de 1 cm se pusieron en tubos de ensayo con 15 ml de solución. Se sostuvieron las plántulas en un puente de papel parafilm en un extremo del tubo, dejando la raíz en contacto con la solución y los cotiledones en la parte aérea.

Se utilizaron 10 réplicas de 10 plántulas por tratamiento.

A_3 Corte de raíces infectadas e inducción de nueva sanas.

A plántulas de 10 días de germinadas se les cortó la raíz infectada dejando el hipocotilo de 1 cm de longitud. Posteriormente se trataron con AIB 50 mg/ℓ durante 7 minutos y se trasladaron a bandejas con papel filtro para observar su crecimiento

B. Arraigamiento de estacas con fitohormonas.

Estacas colectadas de 10 arbustos en terreno fueron utilizadas en los ensayos de arraigamiento. Se realizaron experiencias con estacas apicales y basales usando 5 estacas por tratamientos. Se evaluó el efecto del AIB, ANA, AIB + ANA, un preparado comercial y agua como control. Se pusieron 3 réplicas por tratamiento hormonal y 2 réplicas en el control. Las estacas fueron puestas a arraigar en medio líquido (agua potable) y sólido (vermiculita), luego de haber sido tratadas con la solución hormonal (líquida) o una concentración de 100 mg/ℓ durante 15 minutos o con el preparado comercial.

Las condiciones de arraigamiento fueron: temperatura 28°C, radiación 200 uEm $^{-2}s^{-1}$, fotoperíodo 12 hrs. y humedad relativa entre 50-65%.

C. Detección del hongo mediante microscopía óptica.

Se realizaron cortes histológicos de raíces de plántulas recién germinadas y de tallos de plantas de 1 año. Los cortes se tiñeron con Safranina-Fastgreen y también con Cotton blue, reactivos específicos para tejido vegetal y hongo respectivamente.

Resultado y Discusión

A. Propagación por semilla

La tabla 1 muestra el porcentaje de germinación de semillas de algarrobilla en el tiempo tratadas con diferentes fungicidas.

TABLA 1

GERMINACION SEMILLAS DE ALGARROBILLA (%)

N° de días	Captan	Baytan	Benlate	Control
2	31.4 ± 5.3^{a}	36.8 ± 6.1^{ab}	40.4 ± 6.1^{b}	43.6 ± 6.1^{b}
4	61.8 ± 6.4^{c}	68.6 ± 5.0^{d}	87.3 ± 7.1^{e}	58.2 ± 7.6^{c}
6	86.4 ± 7.2^{e}	100 ± 0.0^{f}	87.7 ± 7.2^{e}	60.4 ± 9.4^{c}

Distinta letra indica diferencia significativa según test de Tukey ($P < 0.01$).

INFOR

Se observa que el porcentaje de germinación máximo se obtiene a los 6 días en Baytan y fue de 100%. En este mismo tiempo la germinación en Captan y Benlate fue de 86 y 87% respectivamente, mientras que en el control la germinación sólo alcanzó a un 60%

Las plántulas recién germinadas que crecían en bandejas, presentaron signos de marchitez a los 10 días. Al examinar estas plántulas, se encontró que el 100% de sus raíces presentaba severos indicios de la presencia del hongo en el cuello de la raíz (***Fusarium sp.***). Esta corresponde a la zona distal próxima al ápice la que presentaba el color y aspecto típico de raíces sanas lo que es característico del hongo del cuello.

También se hicieron germinar semillas de algarrobilla en discos de petri y bandejas utilizando la emergencia de la radícula como criterio de germinación. Las plántulas así obtenidas en condiciones de asepsia se hicieron crecer en tubos de ensayo con solución Hoagland con los diferentes fungicidas. Se encontró que aunque las plántulas en los 6 primeros días crecen bien, posteriormente el 100% de ellas presentó indicios de estar infectadas por el hongo ***Fusarium.***

Por lo precoz de la infección, a pesar de trabajar en condiciones estériles (fungicidas, soluciones esterilizadas escarificación con ácido sulfúrico de semillas etc.), se sospecha que el hongo se puede encontrar en la semilla. Para abordar esta hipótesis, se tomó un grupo de 100 semillas las que se escarificaron por 1 y 2 horas en H_2SO_4 y a continuación se horadaron sus testas para permitir la entrada del fungicida dejando un grupo control. Se embebieron las semillas horadadas y sin horadar en los diferentes fungicidas y el grupo control en agua potable. Se cuantificó a los 10 días de germinadas la presencia del hongo en la radícula de las plántulas, lo que se muestra en la Tabla 2.

TABLA 2

INFECCION DE RADICULAS DE PLANTULAS DE ALGARROBILLA (%)

Tiempo de escarificación (Hrs)		Captan (0.15%)	Baytan (0.2%)	Benlate (0.2%)	Control
1	sem. horadadas	93.4 ± 6.1^{c}	43.4 ± 7.6^{b}	95.8 ± 4.3^{cd}	100 ± 0^{d}
	sem. sin horadar	100 ± 0^{d}	94.2 ± 4.5^{c}	100 ± 0^{d}	100 ± 0^{d}
2	sem. horadadas	94.8 ± 5.3^{cd}	32.8 ± 8.2^{a}	93.6 ± 6.7^{cd}	100 ± 0^{d}
	sem. sin horadar	100 ± 0^{d}	95.2 ± 4.8^{cd}	100 ± 0^{d}	100 ± 0^{d}

Distinta letra indica diferencia significativa según test de Tukey ($P < 0.01$)

Se encontró que de los tres fungicidas utilizados, solamente Baytan reduce significativamente el porcentaje de infección de raíces de plántulas de algarrobilla, cuando las semillas han sido previamente horadadas. El producto no consigue disminuir el porcentaje de infección que prácticamente es de 100%. Ensayos adicionales tendientes a dilucidar la permeabilidad de la testa, mostraron que ésta es prácticamente impermeable a los solutos, por lo que el fungicida no entra o lo hace en baja concentración, a pesar de estar escarificadas las semillas. Este hecho explica el alto porcentaje de infección de las raíces a pesar de que las semillas

se embebieron en el fungicida.

También se realizaron ensayos para obtener plantas sanas, cortando la raíz infectada e induciendo nuevas raíces. Se encontró un 48% de arraigamiento en las plántulas tratadas con AIB 50 mg/ℓ durante 7 minutos.

B. Arraigamiento de estacas de terreno.

No se consiguió arraigar las estacas de algarrobilla en ninguno de los tratamientos ni fitohormona utilizada. Las estacas tanto en medio líquido como sólido a los 9 días de tratadas se pusieron completamente negras, de aspecto semejante al que presentaban las plántulas que fueron infectadas por el hongo.

C. Detección del hongo por microscopía óptica.

Se realizaron cortes histológicos a raíces de plántulas infectadas y también de tallos de plantas enfermas.

El examen de los cortes reveló que el hongo se encuentra presente tanto en tallos como en raíces y que se trata de ***Fusarium oxysporum***. Este es la especie más patógena del género ***Fusarium*** y se caracteriza por producir necrosis del tejido cortical, graves alteraciones en los vasos conductores y finalmente podredumbre de la raíz o de la base del tallo causando la muerte de la planta.

Las tinciones de tallo con Safranina-Fastgreen se muestran en la figura 1. En las células subcorticales se advierte una estructura globular con puntuaciones intensamente coloreadas, que corresponde a un elemento fúngico. En las figuras 2 y 3 se observa que existe gran proliferación del hongo el que se encuentra repartido prácticamente por toda la raíz. Se advierte en las células epidérmicas, del cortex y de los vasos conductores. El hongo puede ser reconocido porque con esta tinción las hifas presentan una coloración rojiza. El detalle de las hifas fúngicas en las células del cortex se muestra en la figura 3.

En cortes de tallo teñido con Cotton-blue, colorante específico para hongos, se encontró que el hongo se halla presente principalmente en los elementos conductores, cambium vascular y corteza. Seguramente el daño causado en el cambium vascular, explique el menor grosor de la base del tallo en las plantas atacadas por el hongo.

CONCLUSION

Por la extensión de los tejidos atacados por el hongo detectándose en raíces, tallos e incluso semillas y, por el daño que provoca ***Fusarium oxysporum*** en la planta causando generalmente la muerte, la regeneración de la especie en condiciones naturales se ve seriamente amenazada. Por lo anterior se recomienda realizar algún tipo de control y de fumigación antifúngica, especialmente en el período de floración, tendiendo a obtener semillas sin el patógeno.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Sr. Johannes Wrann, investigador principal del proyecto "Taninos - Chile" que desarrollo el Instituto Forestal con el apoyo del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID), bajo cuyo patrocinio y sugerencia se realizó este estudio.

INFOR

FIGURA 1

Corte transversal por tallo de Algarrobilla *(Balsamocarpon brevifolium)* teñido con Safranina-Fastgreen.
A. Visión General (4.3X) B. Detalle Estructura globular en células subepidérmicas.

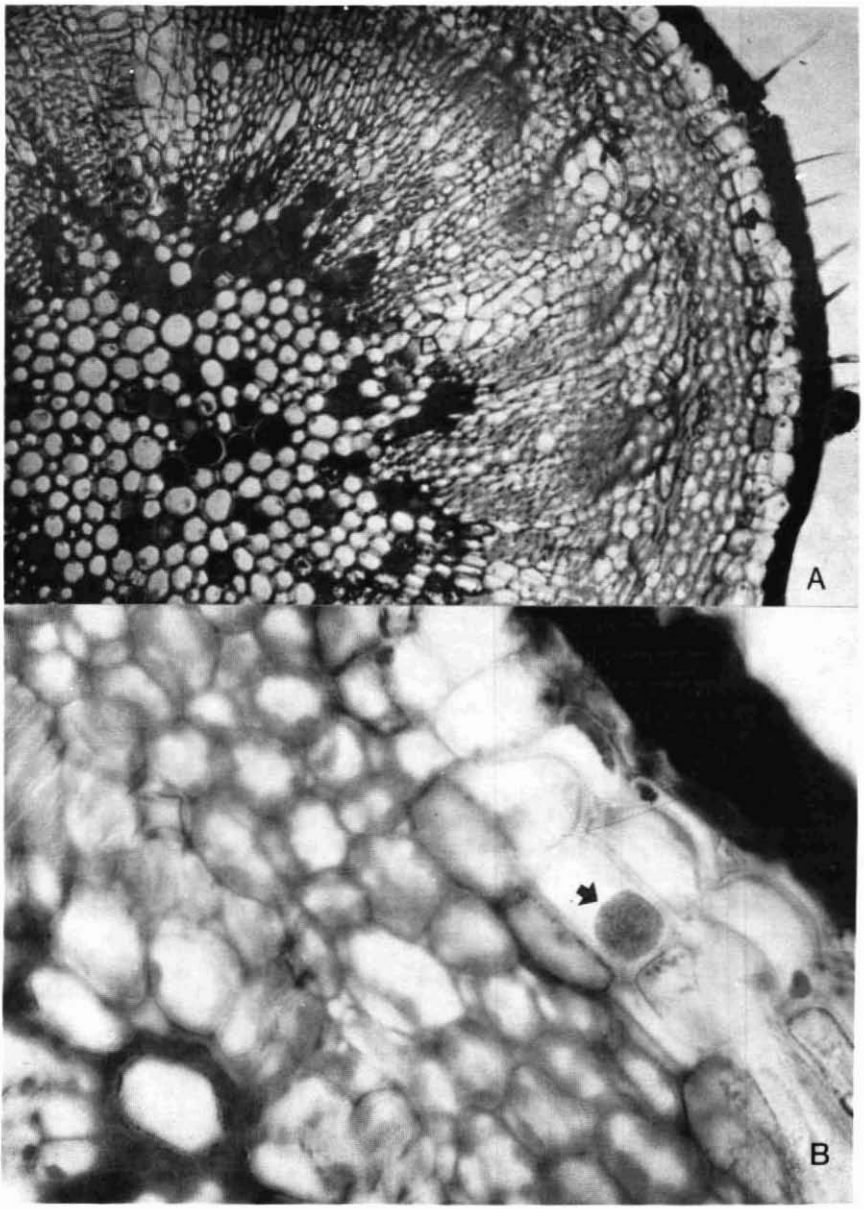


FIGURA 2

Corte transversal por raíz de Algarrobilla (*Balsamocarpon brevifolium*) teñido con Safranina-Fastgreen.
A. Visión General (10X) B. Detalle células del cortex (100X).

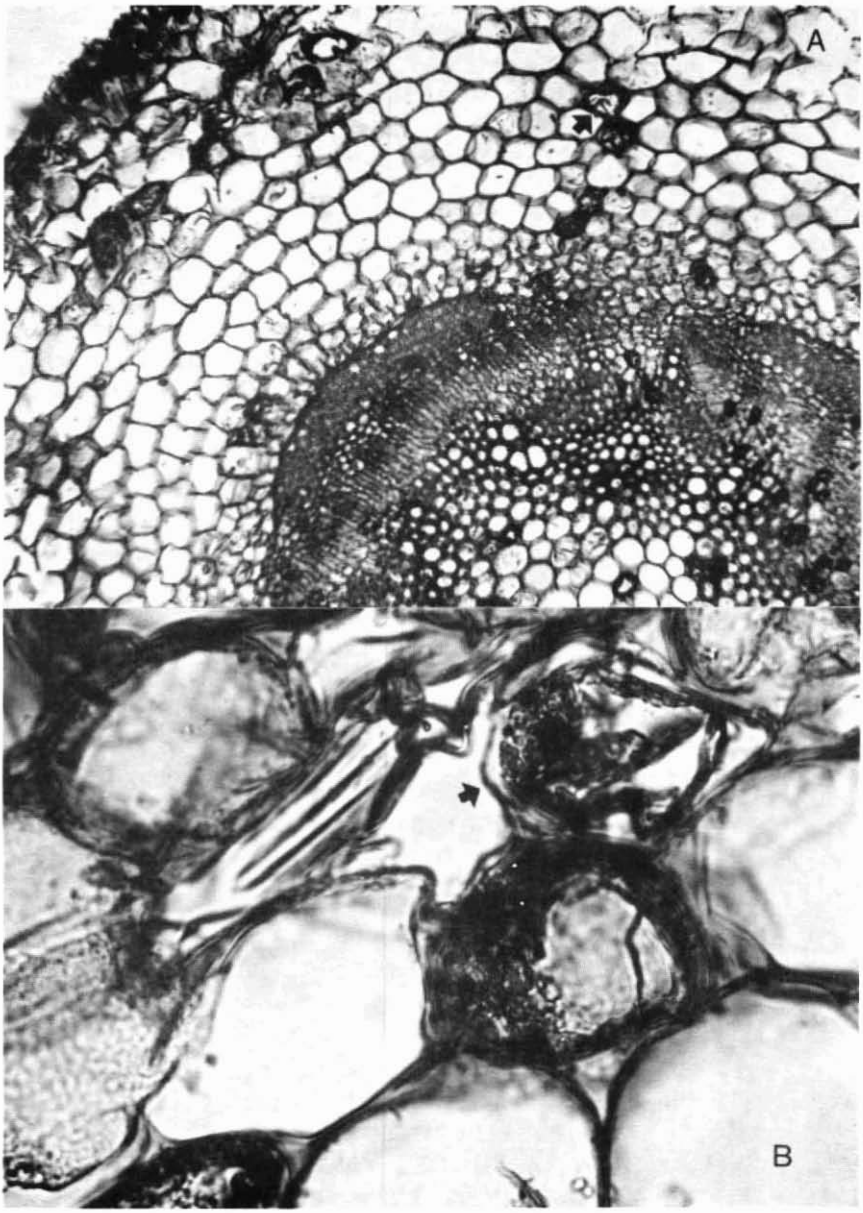
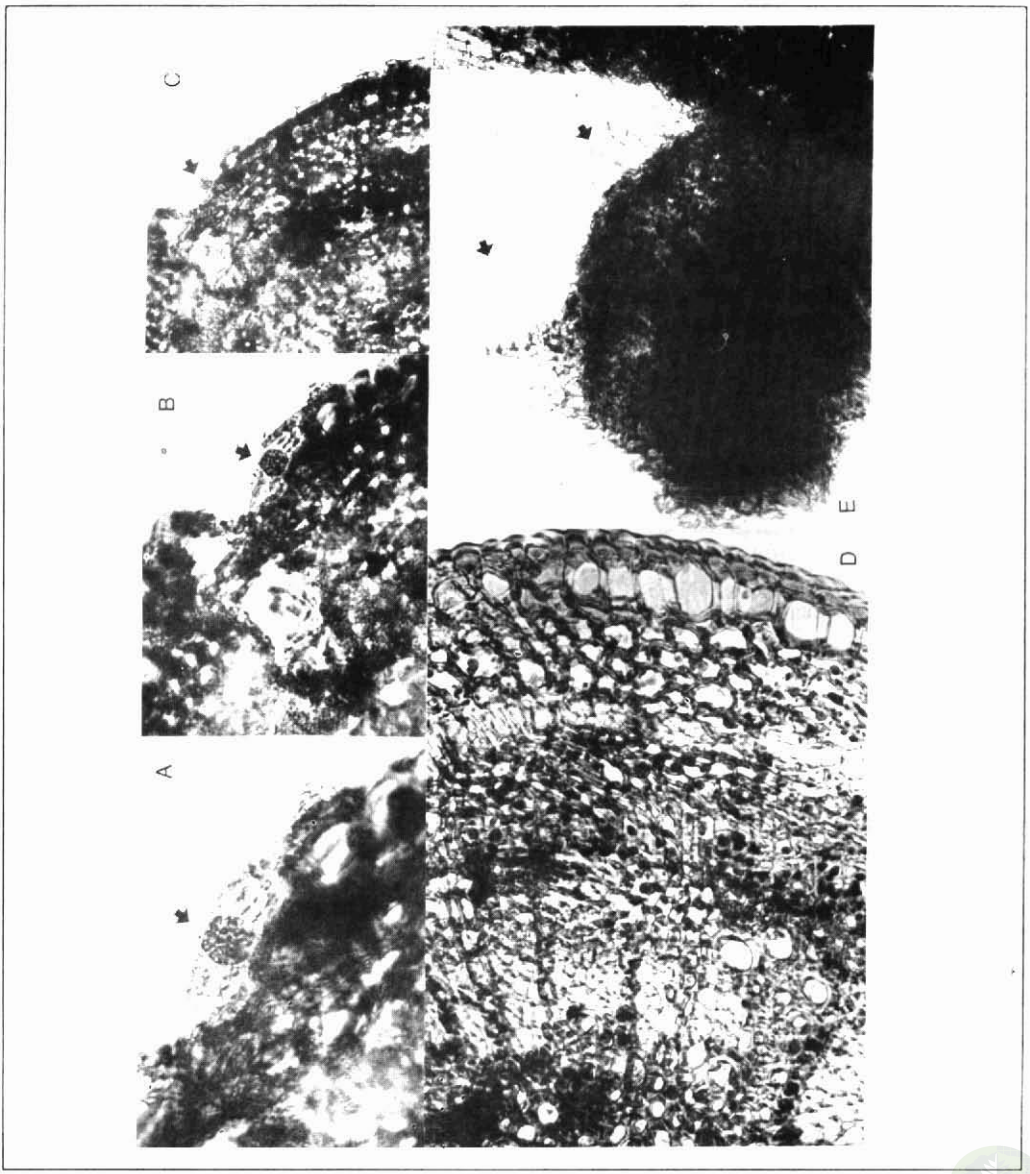


FIGURA 3

Corte transversal por tallo de Algarrobilla (*Balsamocarpon brevifolium*) teñido con Cotton Blue.
A,B,C. Detalle del hongo con aumentos de 6X, 10X y 20X respectivamente, en la corteza del tallo. D. Visión General (4.3X). E. Cuerpo del Hongo con Hifas septadas y nucleadas en macerado de tallo (40X).



RESULTADOS PRELIMINARES DE UN ENSAYO DE RALEO EN PLANTACIONES DE *EUCALYPTUS GLOBULUS*.

Hans Grosse W., Ingeniero Forestal, Dr. División Regional, Instituto Forestal, Barros Arana 121, Concepción. Chile.

INTRODUCCION

Una vez establecida la regeneración de las especies arbóreas, se debe realizar una serie de intervenciones silvícolas que se orientan según el objetivo de producción del rodal. Antecedentes en este sentido para especies del género **Eucalyptus** aún son escasos en Chile. Por este motivo, dentro del programa para el manejo de especies del género **Eucalyptus** del INFOR, se incorporó un ensayo de raleo que permita encontrar respuestas para diversas alternativas de manejo. Esto significa probar esquemas de manejo para producir, en distintas proporciones, desde madera para pulpa hasta trozas para chapa y madera aserrada, considerando un número de variantes intermedias.

METODOLOGIA

El sector elegido para el ensayo corresponde al predio 72, rodal 3 de la empresa "Forestal Colcura", localizado en un valle costero, 35 km al sur de la ciudad de Concepción.

Antes de intervenir los retoños, éstos superaban los 4.000 brotes por ha. Un gran número de éstos ya tenía más de 8 - 9 metros de altura.

En una primera etapa se realizó un clareo dejando por cada tocón el retoño de mejores condiciones. Arboles adultos de generaciones anteriores, que podrían alterar el crecimiento de los individuos jóvenes en estudio, fueron extraídos del sector del ensayo. Luego se procedió a la instalación de las parcelas y a la marcación de los individuos que debían ser raleados. La extracción de estos árboles se realizó durante la segunda mitad de agosto y septiembre de 1986. A continuación, en octubre del mismo año, denominado año 0 (cero), fueron evaluadas las parcelas.

La segunda evaluación del ensayo se realizó aproximadamente un año más tarde, durante el mes de septiembre de 1987 y la tercera, 3 años después entre noviembre y diciembre de 1989.

La metodología aplicada se inspiró en un experimento descrito por Schönau (1984) para ***Eucalyptus grandis.***

Los factores que considera el ensayo son:
A : Densidad inicial
B : Intensidad del raleo

El diseño experimental corresponde a un factorial que considera dos factores y 3 bloques aleatorios (Cuadro 1).

Los niveles a considerar dentro de cada factor son:

Para los análisis estadísticos se contó con la asesoría del Ingeniero Civil, Ph. D. en estadística Sr. Luis Cid.

El presente ensayo se realiza en Convenio con la Empresa "FORESTAL COLCURA S.A.", a la cual se agradece su colaboración en la instalación y mantención del mismo.

INFOR

- A (Densidad inicial a los 3 años de edad, al momento de plantear el ensayo durante los meses de septiembre y octubre de 1986).

A_o = 2.000 pl/ha
A_1 = 1.000 pl/ha
A_2 = 750 pl/ha
A_3 = 500 pl/ha

- B (Intensidad del raleo; porcentaje de extracción).

B_o = 0%
B_1 = 25%
B_2 = 50%

Las intervenciones proyectadas se realizarán en turnos de 5 años, a la edad de 8 y 13 años, correspondientes a los años 1991 y 1996 (Cuadro 1). Los años de la intervención son modificables de acuerdo a la evolución de los rodales.

El tamaño de cada parcela es de 1000 m². El número total de éstas es: 4 x 3 x 3 = 36

La poda realizada al inicio del ensayo eliminó ramas hasta aproximadamente el 40% de la altura total, alcanzado 3,0 - 3,5 m de altura.

El esquema de ensayo se presenta en el Cuadro 1.

CUADRO 1

CUADRO RESUMEN DE LAS INTERVENCIONES
(Predio 72, rodal 3, Empresa Forestal Colcura)

Año		1986			1991			1996		
Edad		3			8			13		
		n/ha	n/parc.	$\bar{d}$	n/ha	n/parc.	$\bar{d}$	n/ha	n/parc	$\bar{d}$
A_o	B_o	2000	200	2,24	2000	200	2,24	2000	200	2,24
	B_1	2000	200	2,24	1500	150	2,58	1125	113	2,97
	B_2	2000	200	2,24	1000	100	3,16	500	50	4,47
A_1	B_o	1000	100	3,16	1000	100	3,16	1000	100	3,16
	B_1	1000	100	3,16	750	75	3,65	563	56	4,21
	B_2	1000	100	3,16	500	50	4,47	250	25	6,32
A_2	B_o	750	75	3,65	750	75	3,65	750	75	3,65
	B_1	750	75	3,65	563	56	4,21	423	42	4,88
	B_2	750	75	3,65	375	38	5,13	187	19	7,25
A_3	B_o	500	50	4,47	500	50	4,47	500	50	4,47
	B_1	500	50	4,47	375	38	5,13	282	28	5,98
	B_2	500	50	4,47	250	25	6,32	125	13	8,77

n/ha : árboles a dejar por ha después de cada raleo
n/parc. : árboles a dejar por parcela después de cada raleo
$\bar{d}$: distanciamiento medio entre árboles

Una vez instaladas las 36 parcelas se procedió a clarear sus 4 lados en un ancho de 5 a 6 m dejando fajas con una densidad similar a la de cada parcela en particular, la que se marcó debidamente.

Las mediciones consideradas para el análisis fueron el DAP (todos los árboles de la parcela), la altura total y longitud de copa (los 10 individuos dominantes centrales en cada parcela).

Como aún no corresponde volver a intervenir el ensayo para integrar el factor "Intensidad de raleo", sólo se evalúa la incidencia de la densidad inicial (factor A) sobre el desarrollo de los árboles.

Para la comparación de los tratamientos A_0, A_1, A_2 y A_3, se aplicó un análisis de varianza para bloques incompletos, considerando que se eliminaron dos parcelas del ensayo por un incendio. La comparación de las medias se realizó mediante el test de Tukey a un nivel de confianza del 95%.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados presentados a continuación corresponden a la primera etapa del ensayo, en la cual sólo se evalúa el factor densidad inicial en sus cuatro niveles. Las variables a analizar son el DAP, la altura total, longitud de copa y el cuociente entre la altura total y el DAP (Cuadros 2 y 3).

- El desarrollo diametral

Al plantearse el ensayo, los DAP no presentaban tendencia en función de la densidad del rodal. Al segundo año se nota la tendencia a un incremento en el diámetro, a medida que los árboles disponen de mayor espacio, lo que se pudo probar estadísticamente. Durante la tercera evaluación, los 10 árboles centrales del estrato superior presentaban un DAP bastante más alto que el valor promedio para la parcela. A su vez estos individuos no presentaron diferencias en su crecimiento en función de la densidad del rodal. Esto se debe a que se trata de individuos exclusivamente del estrato dominante (Cuadro 2).

- El desarrollo de la altura total y de copa

Después del primer año, al igual que al iniciarse el ensayo, las alturas totales no se diferenciaron entre los distintos niveles de densidad. Recién al segundo año de observación se produjo un mayor incremento en altura en las parcelas más densas. Durante el primer año el incremento en altura promedio para todas las situaciones fue de 0,8 m. Durante los dos años siguientes el incremento en altura promedio fue de aproximadamente 3,7 m/año.

La longitud de copa siguió una tendencia en su desarrollo similar a la de la altura total (Cuadro 2).

INFOR

CUADRO 2

COMPARACION DE LOS TRATAMIENTOS POR AÑO DE ENSAYO

Año	Tratam.	DAP(N)	DAP (n=10)	H.TOT. (m)	H/DAP	Largo Copa (m)
O (1986)	A_o	5,5 b	5,8	9,9	1,78 a	3,2
	A_1	5,9 ab	5,9	9,4	1,65 ab	3,2
	A_2	6,2 a	6,1	9,6	1,60 b	3,2
	A_3	5,9 ab	5,9	9,5	1,64 b	3,5
BLOQ.		***	***	***		**
1 (1987)	A_o	6,7	7,1	11,0	1,64 a	5,6
	A_1	7,2	7,4	10,3	1,43 b	5,3
	A_2	7,5	7,5	10,2	1,40 b	5,2
	A_3	7,5	7,7	10,0	1,36 b	5,2
BLOQ.		***	**	***		***
3 (1986)	A_o	8,8 a	13,5	18,7 a	1,40 a	10,0 a
	A_1	9,9 ab	13,6	18,1 ab	1,34 ab	9,4 ab
	A_2	10,5 ab	13,6	18,2 ab	1,35 ab	9,2 ab
	A_3	10,8 b	12,6	16,3 b	1,32 b	8,8 b
BLOQ.		**	***	***		***

a,b : Valores medios representados por letras distintas se diferencian a un nivel de confianza $\geq$ 95%.

** : Diferencia a un nivel de confianza del 95%
*** : Diferencia a un nivel de confianza del 99%

Tratamientos: A_o : 2000 pl./ha
A_1 : 1000 pl./ha
A_2 : 750 pl./ha
A_3 : 500 pl./ha

N : número total de árboles por parcela
n = 10 : 10 árboles dominantes centrales por parcela.

- **La relación H/DAP**

En los cuatro tratamientos se comprobó una notoria disminución en la relación H/DAP a mayor edad (Cuadro 3). Esto se explica por el fuerte aumento en espacio producido por el raleo, después de que los árboles estuvieran sometidos a fuerte competencia durante los primeros 3 años de vida del rodal.

CUADRO 3

COMPARACION DE LA RELACION H/DAP EN FUNCION DEL AÑO DE OBSERVACION

Tratam.	Año	H/DAP
A_o (1000 pl./ha)	0 (1986)	1,78 a
	1 (1987)	1,64 a
	3 (1989)	1,40 b
BLOQ.		**
A_1 (1000 pl./ha)	0 (1986)	1,65 a
	1 (1987)	1,43 b
	3 (1989)	1,34 c
BLOQ.		**
A_2 (750 pl./ha)	0 (1986)	1,60 a
	1 (1987)	1,40 b
	3 (1989)	1,35 b
BLOQ.		
A_3 (500 pl./ha)	0 (1986)	1,64 a
	1 (1987)	1,36 b
	3 (1989)	1,32 b
BLOQ.		***

a,b,c : Letras distintas se diferencian a un nivel de confianza $\geq$ 95%
** : Diferencia a un nivel de confianza del 95%
*** : Diferencia a un nivel de confianza del 99%

A sólo tres años de plantearse el presente ensayo de raleo, la información que se puede extraer aún es bastante escasa. Recién al incorporar las tres intensidades de raleo (0%, 25%, 50%) sobre las cuatro densidades actuales (2.000, 1.000, 750 y 500 árb./ha) va a ser posible ampliar significativamente el espectro de la información. A pesar de ésto resulta interesante la información ya existente. De una situación sobredensa, con más de 4.000 retoños por ha, se bajó drásticamente el número de individuos, y se hizo una poda bastante alta. Esto tuvo como consecuencia un incremento en altura muy bajo al año siguiente de la intervención (aprox. 0,8 m/año) que luego llegó a 3,7 m/año durante los próximos dos años. Con esto, la proporción de copa viva aumentó fuertemente. Es de esperar, que después de tres años, con incrementos diametrales entre 1,2 - 1,6 cm/año, la mayor proporción de copa viva y la aprovechabilidad de luz por esta, debido al espacio disponible, también provoque un significativo aumento en el crecimiento diametral.

INFOR

El hecho de que incremente menos la altura en función del manejo con un espacio mayor por árbol no debe sorprender, ya que las latifoliadas generalmente reaccionan de esta manera frente a raleos (Assmann, 1961).

Los aún altos valores en la relación H/DAP llevaron al rodal a cierta situación de riesgo a quebrarse por efecto de fuertes vientos. Copas pequeñas y la flexibilidad de la madera del ***Eucalyptus globulus*** impidieron que se produjera daño físico.

Dado que no fue posible plantear el ensayo en un lugar totalmente homogéneo, se produjeron diferencias significativas entre los bloques. Para futuros ensayos de este tipo, cuya finalidad es simular distintas condiciones de manejo silvícola, sería recomendable trabajar bajo situaciones más homogéneas que las encontradas, y repetirlos en diferentes condiciones de sitio y bajo distintas condiciones iniciales.

También es recomendable instalar ensayos en plantaciones recientes. Como en el presente caso se utilizó un área varias veces explotada y rebrotada, se espera una baja en el rendimiento, mientras que una plantación reciente reflejaría con mayor certeza el verdadero potencial de crecimiento que se pueda obtener bajo distintas opciones de manejo.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las primeras conclusiones y recomendaciones que se pueden extraer del presente ensayo de raleo son:

- Esta etapa del ensayo aún es prematura para obtener una completa información acerca de las posibilidades de utilización que se puedan obtener en función de distintos esquemas de raleo.
- Durante los tres primeros años de observación los crecimientos corresponden a lo esperado, aumentando el incremento diametral con mayor espacio, mientras que en altura disminuye. La estabilidad de los rodales aumentó en consecuencia por una disminución de la relación H/DAP.
- Por el aumento en la proporción de copa viva se espera que durante los próximos años también el crecimiento diametral aumente significativamente.
- Se recomienda establecer ensayos de este tipo en sectores que presenten condiciones que sean lo más homogéneas posibles.
- Deberían instalarse nuevos ensayos con plantaciones jóvenes y no en sectores con regeneración de monte bajo, para conocer el verdadero potencial de crecimiento de la especie según los tratamientos ensayados.

BIBLIOGRAFIA

1. ASSMANN E. (1961): Waldertragskunde. BLV Verlagsgesellschaft München - Bonn- Wien. 485 pp.
2. SCHÖNAU A.P.G. (1984): A factorial thinning experiment in ***Eucalyptus grandis***. Commonw. For. Rev. 63 (4): 285-295.

SILVICULTURA CLONAL DE EUCALYPTUS, Patricio Rojas Vergara. Ingeniero Forestal. M.Sc.Investigador Div. Silvicultura. INFOR.

ANTECEDENTES

El desarrollo de estrategias de mejoramiento genético por vía asexuada en Eucalyptus (a través de técnicas de macropropagación y cultivo in vitro) ha permitido aumentar significativamente la productividad y homogeneidad de los bosques, en términos de características de crecimiento y propiedades de la madera; en relación a los programas convencionales basados en la producción de semilla mejorada de huertos semilleros.

La mayoría de estos programas está basada en la selección recurrente de los mejores genotipos, durante generaciones sucesivas y en su recombinación génica, a través de polinización controlada. El sistema fue desarrollado como un medio para incrementar la frecuencia de genes deseables dentro de la población, de tal modo de maximizar la ganancia genética en el corto plazo, manteniendo la suficiente variabilidad genética para futuras selecciones (Timmis et al, 1987).

Considerando que los eucaliptos son altamente heterocigotos, la propagación asexuada es el único método que permite la captura total e inmediata (en una sola generación) de la varianza genética. En una característica poligénica cualquiera, la varianza fenotípica puede ser descompuesta en:

$$\sigma^2 P = \sigma^2 a + \sigma^2 d + \sigma^2 i + \sigma^2 e + \sigma^2 ge$$

Donde a es la varianza genética aditiva (o efecto medio de los genes), $\sigma^2 d$ es la varianza dominante (interacción intraalélica), $\sigma^2 i$ es la varianza epistática (interacción interalélica, $\sigma^2 e$ es la varianza ambiental y $\sigma^2 ge$ la interacción genotipo x ambiente.

La importancia de capturar la varianza genética total en la reproducción asexuada radica en que la mayoría de las características fenotípicas de interés comercial como crecimiento y rendimiento en celulosa tienen una alta proporción de varianza genética no aditiva, ($\sigma^2 d + \sigma^2 i$), es decir, que no es posible traspasar a los descendientes por recombinación genética.

A pesar de que el rendimiento en celulosa depende de la densidad básica, ambas características no están correlacionadas genéticamente, de tal modo que la única posibilidad de mejorar el rendimiento en celulosa es a través de la propagación vegetativa, toda vez que las ganancias obtenidas con huertos semilleros son muy pequeñas. (Zobel et al, 1983).

Esto puede apreciarse en el Gráfico Nº 1 en el cual se visualiza el cambio en la distribución de los valores de la población, para una característica poligénica cualquiera, durante sucesivos ciclos de mejoramiento genético convencional y el efecto de la silvicultura clonal, o propagación masal de los mejores genotipos, mediante propagación vegetativa.

FERREIRA (1980) señala que la estrategia de mejoramiento genético por vía asexuada, permite la obtención de ganancias genéticas máximas en una sola generación, al explotar todos los niveles de variabilidad genética inter e intraespecíficos.

Interacción Genotipo x Ambiente

La interacción genotipo x ambiente implica una respuesta diferenciada del genotipo en diferentes sitios, pudiendo manifestarse en distintos materiales genéticos como a) especies, b) procedencias, c) progenies y d) clones (Kageyama, 1986). Los aspectos ambientales no sólo

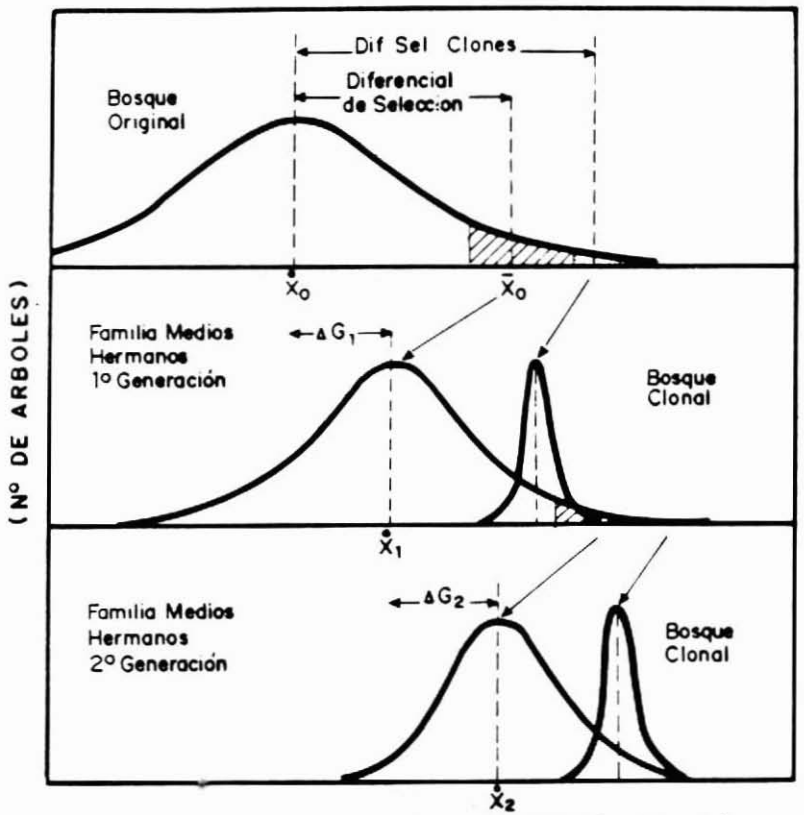
INFOR

pueden estar relacionados con características de crecimiento, sino que también con las características tecnológicas de la madera (como la densidad básica, por ejemplo).

Debido a la ausencia de segregación génica, es posible, a través de selección clonal, obtener una alta especificidad de clones para sitios específicos.

GRAFICO Nº 1

Cambios en la distribución de los valores de la población basados en estrategias de mejoramiento sexuado y asexuado. (Extraído de Timmis et al., 1987).



Potencialidad de la Silvicultura Clonal

La estrategia de mejoramiento por vía asexuada, permite obtener una ganancia genética máxima en una sola generación, a través de la propagación masal de genotipos selectos. La silvicultura clonal debe entenderse como la aplicación de técnicas horticulturales, ya cente-

narias, asociadas a la silvicultura intensiva que incluye la preparación de sitios, la fertilización, la eliminación de la competencia, el espaciamiento, etc. Los clones usados en plantaciones son escogidos entre cruzamientos de padres seleccionados por polinización controlada o de híbridos espontáneos (explotación de la heterosis o vigor híbrido).

Las ventajas de la propagación clonal fueron resumidas por Zobel (1981), Libby (1983) y Burdon (1983) e incluyen: a) una mayor ganancia genética, b) obtención más rápida de esta ganancia, c) bosques clonales homogéneos en relación a los bosques de semillas y sus implicancias en la silvicultura, explotación forestal y rendimiento industrial (madera más homogénea), d) utilización y almacenamiento de material genético de buenas características ("archivo clonal") y e) especificidad clon x sitio, debido a la ausencia de segregación genética.

Mejoramiento de las Propiedades de la Madera por Silvicultura Clonal

Entre las propiedades de la madera a mejorar, la densidad básica aparece como la más importante, debido a su relación con otras características tecnológicas (contenido de extraíbles, preparación madera juvenil-adulta, primavera-verano, etc). Además afecta sustancialmente el rendimiento volumétrico por unidad de superficie plantada y la calidad de la pulpa.

La densidad básica varía entre y dentro de especies, entre y dentro de árboles (gradiente radial médula-corteza y variación base - ápice) produciendo dificultades importantes en la manufactura de la pulpa, ya que la principal necesidad industrial es disponer de materia prima homogénea.

La forma, el crecimiento y la calidad de la madera pueden ser manipuladas a través de técnicas silviculturales (preparación de sitio, fertilización, espaciamientos, raleos) y genéticas. El mejoramiento por efecto de la silvicultura en el crecimiento y la calidad de la madera de los bosques es limitado, por lo cual es necesario seleccionar y mejorar árboles individuales y familias.

El mejoramiento por via sexuada de características deseables de la madera, como una mayor densidad básica, no produce necesariamente madera más uniforme, ya que una alta variabilidad entre individuos persiste, aunque la mayoría de los individuos se concentra en el área mejorada.

El mejoramiento de la calidad de la madera por los métodos convencionales de huertos semilleros no iguala los resultados obtenidos por la propagación vegetativa. Debido a que todos los rametos de un ortet son genéticamente idénticos y debido a la alta heredabilidad de la densidad básica, los miembros de un clon tienen madera bastante similar. La selección clonal puede reducir el gradiente radial de densidad básica (Rojas, 1989).

Limitaciones en la Ganancia Genética de los Clones

Una conocida limitación de la propagación vegetativa es la dificultad de propagar tejido adulto, lo cual puede atenuarse en los eucaliptos al rejuvenecer el material en la rebrotación.

Una segunda desventaja es la incertidumbre en el comportamiento de los rametos en el mediano o largo plazo, en relación a plantas originadas de semilla, producida por efecto de envejecimiento fisiológico y ontogenético. El efecto de envejecimiento (ciclófisis) produce una respuesta diferenciada de los rametos originando una gran variabilidad intraclonal.

Esta variación intraclonal produce dos efectos importantes 1) disminuye la homogeneidad de las plantaciones y 2) produce un sesgo en la estimación de parámetros genéticos en los ensayos clonales, sobrestimando el valor genotípico de los clones seleccionados y las

INFOR

ganancias genéticas derivadas de la silvicultura clonal (Rojas, 1989).

Para reducir el efecto del envejecimiento, es posible propagar vegetativamente un mismo clon en generaciones sucesivas, de tal modo de disminuir la variación intraclonal y aumentar la capacidad de arraigamiento de los clones.

BIBLIOGRAFIA

1. LIBBY, W. J. and RAUTER R. M. 1984. Advantages of clonal forestry. The Forestry Chronicle. 60 (1):145-149.
2. ROJAS, P. 1989. Plantios clonais e multiclonais em relação a outros materiais genéticos de E. grandis Hill ex-Maiden na Região de Lençois Paulista-SP. Tese Mestrado. ESALQ Universidade de São Paulo. (No publicado).
3. TIMMIS et al. 1987. Potential genetic gain through tissue culture. In: Cell and Tissue Culture in Forestry. Vol 1. General Principles and Biotechnology. pp. 198-215.
4. ZOBEL B. et al, 1983. Selective and breeding for desirable wood. Tappi journal. 66(1): 70-74.

APUNTES SOBRE *SEQUOIA SEMPERVIRENS*. 1. Descripción de la especie. Ute Kannegiesser S., Ing. Forestal. División Regional. Instituto Forestal. Barros Arana 121. Concepción-Chile.

INTRODUCCION

En la zona centro-sur de Chile, entre la V y la X Región, las plantaciones con especies exóticas han sobrepasado 1.500.000 ha. En los últimos años se han observado tendencias a nivel empresarial de diversificar especies como respuesta a la demanda del mercado interno y externo. Con este mismo objetivo el INSTITUTO FORESTAL está investigando otras especies de rápido crecimiento y buenas perspectivas económicas.

Una especie de interés es ***Sequoia sempervirens,*** que requiere de suelos profundos y bien drenados y ha demostrado rendimientos altos en plantaciones realizadas entre la VII y la X Región. La rotación para los sitios estudiados en Chile fluctúa entre los 30 y 40 años.

Su amplio uso como madera aserrada transformándose en muebles, vigas, puertas, ventanas, marcos y carpintería en general y como chapa y revestimientos, más un precio entre US$ 130-600/m^3 aserrado, la hacen especialmente atractiva.

En el presente documento se entrega una descripción general de la especie ***Sequoia sempervirens.***

GENERO SEQUOIA Endl.

El género ***Sequoia,*** perteneciente a la familia ***Taxodiaceae,*** es monotípico y endémico de la costa noroeste de los EE.UU. (Dallimore y Jackson, 1961; Olson y Roy, 1989 (?); Brockmann, 1979).

Actualmente el único representante es ***Sequoia sempervirens.*** Otra especie conocida como sequoia gigante (giant sequoia) se encuentra clasificada dentro del género ***Sequoiodendron.*** Ambos son árboles que se caracterizan por su longevidad, por alcanzar grandes dimensiones en altura la primera y en diámetro la segunda, y por su alta resistencia al fuego, enfermedades e insectos.

Sequoia sempervirens (D.Don) Endl.

La sequoia, también denominada redwood, californian o coastal redwood, es uno de los árboles más longevos y altos del mundo.

Inicialmente esta especie se incluyó en el género ***Taxodium,*** pero difiere de éste por sus hojas perennes, sus semillas aladas y su madera rojiza y liviana (USFPL, 1974; Brockmann, 1979; Little, 1979).

Descripción de la especie

La sequoia es un árbol forestal mundialmente conocido por las grandes dimensiones que puede alcanzar. Fritz (1967) menciona la existencia de individuos con alturas de 107 m y diámetros con corteza de 4 m. En 1956, la sequoia más alta del condado Humboldt (California) medía 112 m. de altura (Fritz, 1957). Estos árboles son escasos, pero existen. Son comunes aquellas sequoias con más de 60 m de altura y, si las condiciones de suelo son favorables, pueden sobrepasar los 90 m Los diámetros a la altura del pecho (1,30 m) fluctúan entre 1 y 4 m. pudiendo llegar a 6 m (Bailey, 1960; Dallimore y Jackson, 1961; Streets, 1962; Brockmann, 1979; Olson y Roy, 1989 (?)).

INFOR

BIBLIOTECA INSTITUTO FORESTAL

El fuste recto, levemente cónico, en individuos maduros puede estar libre de ramas entre 1/3 y la mitad de la altura total. En la base se encuentra rodeado de contrafuertes. Los árboles jóvenes presentan una copa densa, piramidal. En cambio, en los individuos maduros es pequeña y estrecha.

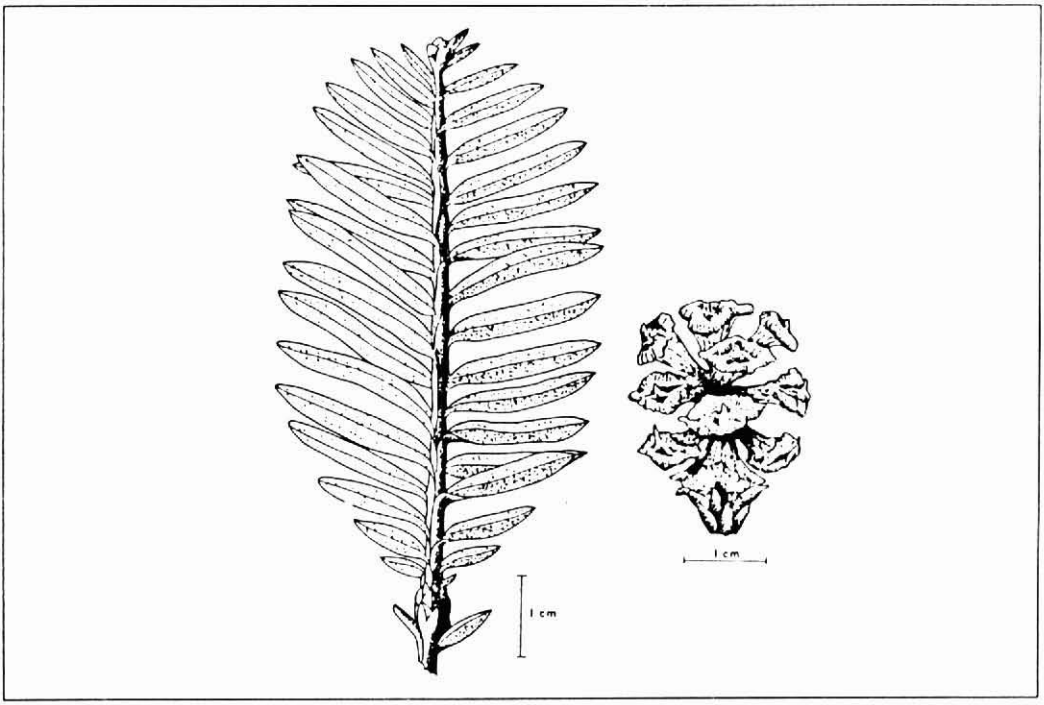
La corteza es de color café-rojiza, de textura fibrosa, esponjosa, agrietada y muy gruesa, llegando hasta 30 cm en individuos maduros. Debido a esto, las sequoias casi nunca mueren después de incendios forestales, aunque las ramas se quemen. En ese caso comienza a aparecer una gran cantidad de ramillas nuevas a largo del fuste, convirtiéndose el árbol en una columna de follaje (Dallimore y Jackson, 1961).

Las acículas perennes, lineal-lanceoladas, planas y con ápice agudo pero no punzante, se disponen en un plano en la ramilla (Figura 1). La base se angosta formando un peciolo torcido que se extiende sobre la ramilla. La cara superior es de color verde intenso y por el envés presenta dos bandas estomáticas plateadas, una a cada lado de la vena central. Las hojas de la base y del ápice de la ramilla son notoriamente más pequeñas y alesnadas que las restantes (Rodríguez y Rodríguez 1983).

Los conos de la sequoia son pequeños, leñosos y persistentes. Las escamas son rugosas, peltadas con una espina en el centro (Figura 1). Bajo cada escama se ocultan 2 a 9 semillas pequeñas, aladas, de color café brillante.

FIGURA 1

RAMILLA CON HOJAS Y CONO DE *SEQUOIA SEMPERVIRENS*



Fuente: RODRIGUEZ y RODRIGUEZ, 1983 .

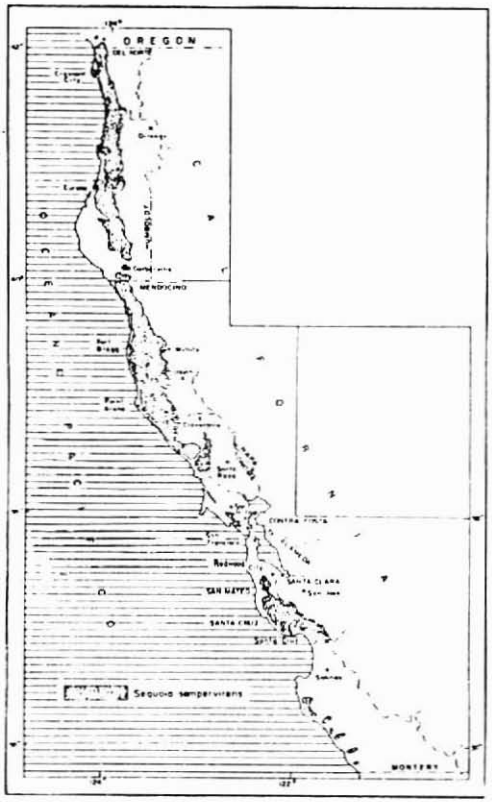
El duramen de la sequoia varía de color cereza hasta caoba oscuro, mientras que la albura es casi blanca. La madera se caracteriza por ser liviana y blanda, resistente y fácil de trabajar. Sus características de ser no resinosa e inodora la hacen muy apropiada para el uso en la fabricación de toneles, estanques, silos y acueductos. Además, el duramen es altamente resistente a la acción de agentes destructores, ya sean bióticos o abióticos. Durmientes de sequoia tienen una vida útil de 8 a 15 años sin tratamientos. Como tejas puede permanecer durante 12 a 25 años sin deteriorarse (USFPL, 1974).

Distribución natural

La especie ***Sequoia sempervirens*** está restringida a una área pequeña en la costa de California, que recibe el nombre de "Redwood region" y cubre una faja costera irregular de aproximadamente 724 km de largo y 8 a 56 km de ancho (Figura 2). Se extiende hacia el sur desde el extremo SW de Oregon (42°09'LN), hacia el sur del condado Monterrey (California, 35°41'LN) (Roy, 1966; Olson y Roy, 1989 (?)).

FIGURA 2

RANGO DE DISTRIBUCION NATURAL DE *SEQUOIA SEMPERVIRENS*



Fuente: ROY, 1966.

INFOR

En condiciones atípicas ***Sequoia sempervirens*** se asocia con ***Cupressus goveniana*** y algunos pinos como ***Pinus lambertiana, P. muricata, P. contorta*** y ***P. attenuata.***

Rendimiento e importancia económica

Los bosques de sequoia han contribuido fuertemente al desarrollo económico de los condados de la costa norte de California. Después de aproximadamente un siglo y medio de exportaciones aún son un recurso forestal importante. La producción de madera está limitada a California, pero presenta un mercado nacional ampliamente desarrollado (USFPL, 1974).

La madera de sequoia se utiliza ampliamente en la construcción, para la fabricación de muebles, puertas, marcos, persianas y revestimientos de interior. Presenta un uso menor en elementos estructurales y obras mayores de construcción. También se utiliza como materia prima para la industria de chapas, tableros, madera aserrada y elaborada, cajas y cajones, postes y pilotes.

La corteza, muchas veces con un espesor superior a los 25 cm, es fibrosa y se ha utilizado en fabricación de tableros y como aislante, combustible y abono verde.

Además esta especie ha sido plantada con fines ornamentales en muchos parques y jardines.

Dentro del área denominada "Redwood region", las sequoias ocupan una superficie estimada de 660.000 ha. De estas tierras, aproximadamente 260.000 ha conforman el tipo forestal sequoia comercial y equivalen al 0,1% de la superficie total de bosques comerciales de EE.UU. (USDA, 1982). El área restante contiene parques, otros tipos forestales que incluyen sequoia y terrenos recientemente explotados (Bolsinger, 1980). Los rodales de primer crecimiento, muchos de los cuales se encuentran en los parques estatales y nacionales, ocupan menos de 80.940 ha. Los rodales antiguos en terrenos comerciales serán explotados dentro de las siguientes décadas (Olson y Fiske, 1983). Generalmente en EE.UU. los bosques de sequoia son muy densos. Se combinan árboles de grandes dimensiones y altas densidades para producir rendimientos elevados. Una hectárea puede soportar a 2.500 árboles de 20 años, de los cuales el 50% se encuentra en el estrato dominante y codominante. En el tipo forestal comercial se estima un volumen neto y un incremento neto anual de 124 y 2,6 millones de m^3 sin corteza respectivamente. Alrededor del 78% de este volumen se encuentra en árboles con diámetros a la altura del pecho mayores de 48 cm (UN-FAO, 1985).

A los 60 años, los bosques de sequoia pueden presentar un área basal de 112 m^2/ha en los mejores sitios (Roy, 1966). Los rendimientos esperados a los 100 años fluctúan entre 784 y 4.900 m^3/ha dependiendo de la calidad del sitio. En rodales manejados, los incrementos volumétricos alcanzan los 13 m^3/ha/año (Lindquist y Palley, 1963).

La extraordinaria belleza, el color y la durabilidad de la madera, convierten esta especie en una de las maderas más valiosas para el hombre. Además es conocida como un árbol de crecimiento rápido que alcanza altos rendimientos. Esto ha sido determinante para que muchos países inicien plantaciones experimentales con ***Sequoia sempervirens.***

A mediados del siglo XIX se realizaron los primeros intentos por introducir esta especie en distintos países a nivel mundial.

En 1856 se realizó la primera plantación en Gales (Inglaterra) con material producido en macetas, traído especialmente desde Norteamérica. La madera resultante es más liviana y gruesa en textura que aquella importada desde California. La especie se adaptó bien a sitios cálidos y húmedos al sur y oeste de la Isla Británica. En estas condiciones se obtuvieron volúmenes e incrementos notorios en tiempos menores a cualquier otra conífera (Cuadro 1).

En cuanto a las altitudes, las sequoias cubren territorios desde el nivel del mar hasta los 1.000 m.s.n.m., localizándose principalmente entre los 30 y 800 m.s.n.m.

Clima

La región donde crecen las sequoias está sometida a un clima templado superhúmedo o húmedo con influencia oceánica.

La pluviosidad, principalmente de régimen invernal, fluctúa entre 635 y 3.100 mm anuales, cayendo en forma de lluvia o nieve a mayor altitud.

Los veranos son secos pero con alta frecuencia de neblinas provenientes del mar. La ocurrencia de este fenómeno es más importante para la vegetación que el monto de agua caída. Se reduce la evapotranspiración durante los meses calurosos y el agua condensada en las copas de los árboles cae al suelo, aumentando su humedad.

La temperatura media anual varía entre 10° y 16°C y la diferencia entre las mínimas y máximas medias no supera los 5,6°C en la costa y los 16,7°C en el interior. Es poco frecuente que las temperaturas bajen de -9°C o excedan los 38°C. El período libre de heladas abarca 6 y 11 meses (Roy, 1966; Olson y Fiske, 1983; Olson y Roy, 1989(?)).

A pesar de que crecen en la costa, las sequoias no toleran los vientos marinos y existe evidencia que son sensibles a las sales que acarrean las tormentas hacia el interior (Olson y Roy, 1989 (?)).

Suelos

Las sequoias alcanzan su máximo desarrollo en terrazas aluviales con suelos formados por depósitos de rocas sedimentarias. Estas situaciones se observan a lo largo de los ríos, en planos costeros húmedos, en valles que se abren hacia el mar y en pendientes moderadas hacia el poniente.

Los suelos son de color gris claro a suavemente café-rojizo o café, profundos y con una capacidad moderada a alta de retención de agua. La sequoia tolera suelos con pH entre 5,0 (levemente ácidos) y 7,5 (alcalinos), siendo óptimo 6,5.

Dentro de las texturas, prefiere suelos arcillosos, arcillo-arenosos, areno-limosos o limosos.

En cuanto a la fertilidad de los suelos, el exceso de nitrógeno en forma de nitrato, se expresa a través del colorido plateado de las acículas. En cambio, el déficit produce clorosis. La sequoia no crece bien en suelos con altas concentraciones de magnesio y sodio.

Asociaciones vegetales

Las sequoias crecen dentro de una zona de transición ecológica. En su distribución forma bosques puros sólo en los mejores sitios, generalmente en las terrazas aluviales y en pendientes suaves bajo los 305 m.s.n.m. Es un árbol dominante al mezclarse con otras coníferas y latifoliadas.

Hacia su límite este se traslapa con *Pseudotsuga menziesii* (pino oregón). Esta especie aparece como su principal asociado en todo el rango de distribución. Por la costa, la sequoia se mezcla con ***Abies grandis*** y ***Tsuga heterophylla.*** Al norte de la bahía Humboldt se asocia con *Picea sitchensis.* Las latifoliadas más comunes son ***Lithocarpus densiflorus*** y ***Arbutus menziesii.***

Otras coníferas menos comunes que se observan en el rango de distribución de la sequoia son ***Chamaecyparis lawsoniana, Taxus brevifolia, Thuja plicata*** y ***Torreya californica.***

INFOR

CUADRO 1

VARIABLES DASOMETRICAS PARA *SEQUOIA SEMPERVIRENS* DE DISTINTAS EDADES EN INGLATERRA

Localidad	Edad (años)	Altura (m)	DAP (cm)	Volumen (m^3/ha)
Leighton (Gales)	19	16.5	20.2	330
Dartrington (SW Ingl.)	20	18.3	26.7	374
Leighton (Gales)	94	33.3	106.7	2153

Fuente: STREETS, 1962.

En Nueva Zelandia también se introdujo a fines del siglo pasado. Weston (1957) estima que se han plantado alrededor de 4.500 ha, de las cuales menos del 1% tuvo éxito. Este fracaso se debió principalmente a la errada selección del sitio y al manejo inadecuado. Sin embargo, en rodales no manejados localizados en sitios con precipitaciones entre 1.200 y 1.800 mm anuales, se han obtenido rendimientos satisfactorios (Cuadro 2). En 1981 la producción de madera aserrada de sequoia llegó a 2.871 m^3 (N.Z. Forest Service, 1982). La densidad de la madera neozelandesa es baja, pero uniforme en todo el árbol. La madera de Tauranga y de Whakarewarewa presenta propiedades inferiores al material de California, especialmente en peso y densidad (Colbert y Mc Conchie, 1983).

CUADRO 2

VARIABLES DASOMETRICAS PARA *SEQUOIA SEMPERVIRENS* CRECIDA EN NUEVA ZELANDA

Localidad	Edad (años)	Altura (m)	DAP (cm)	Volumen (m^3ssc/ha)	NºARB/ha
Te Awamutu	36	29,3	52,6	1.470	790
Whakarewarewa	54	38,7	72,9	921	200

Fuente: STREETS, 1962.

En algunos sitios de Hawaii, especialmente en la isla Maui, las plantaciones de sequoia han sido exitosas. A los 35 y 45 años de edad estas plantaciones aún retienen las ramas muertas. Crecen con rapidez y desarrollan una buena forma. Los diámetros medios bordean los 63,5 cm y de los árboles se extraen cuatro trozas de 5 m de largo (Skolmen, 1974). En algunos árboles de diámetros superiores a 100 cm se han observado hongos de pudrición. Esta condición podría indicar que los rodales deben ser explotados mientras son relativamente

jóvenes. La madera producida en Hawaii es similar a la californiana, aún cuando los anillos son más anchos y presentan una mayor proporción de madera de verano.

La sequoia en Chile

En Chile, la sequoia se introdujo con fines ornamentales durante las últimas década del siglo pasado. Ya en 1952, Kozdon menciona que esta especie sería de interés para ser plantada en bosques de gran extensión, en pequeños grupos o como cortina de protección contra el viento y el fuego.

Basándose en la observación de tocones de sequoia plantada alrededor de 1900 en la VI Región, Espinosa (1967) estimó que los árboles cortados tenían diámetros superiores a los 100 cm, alcanzando incluso 150 cm en 65 años. Los árboles que permanecieron en pie medían sobre 50 m de altura. Otros especímenes plantados en los alrededores de Santiago han alcanzado diámetros promedios de 50 cm y alturas de 25 m a los 30 años de edad. El área de Santiago no puede considerarse como muy favorable para el crecimiento de esta especie (Espinosa, 1967).

En Chile, la región apropiada para esta especie se extiende desde Valparaíso por la costa, internándose al Valle Central a la altura de Linares hasta Puerto Montt. El área óptima de crecimiento coincide con la del pino radiata, estimándose que la sequoia puede alcanzar un desarrollo mayor y más rápido en suelos planos y aluviales a lo largo de los ríos. Se cree que puede ser una especie adecuada para la estabilización de dunas, procurando que los vientos marinos no lleguen directamente sobre ella.

A partir de resultados obtenidos de ensayos de plantación con material propagado vegetativamente en vivero, Gaete (1968) recomienda la forestación para la zona centro-sur. En las provincias de Malleco y Bío-Bío, donde se realizaron los ensayos, se observó una buena adaptación de la especie y un rápido crecimiento (Cuadro 3).

CUADRO 3

VARIABLES DASOMETRICAS PARA *SEQUOIA SEMPERVIRENS* CRECIDA EN LAS PROVINCIAS DE BIO-BIO Y MALLECO

Edad (años)	NºARB/ha	DAP (cm)	Altura (m)	Volumen (m^3/ha)
6	2.000	10,4	4,1	17,0
12	1.600	18,3	7,4	62,5
19*	1.200	21,6	10,7	151,0
24**	1.200	23,4	11,7	166,0

* : Suelos profundos afectos a inundación (Malleco)

** : Suelo franco arcilloso delgado (Bío-Bío).

Fuente: GAETE, 1968.

En un estudio realizado en el Fundo Voipir en Villarrica (IX Región) se analizó el crecimiento de sequoia (Grosse y Kannegiesser,, 1988). Se muestreó un rodal mixto de sequoia con ***Castanea sativa*** y otras especies (Cuadro 4).

INFOR

CUADRO 4

VARIABLES DE ESTADO DE UN RODAL MIXTO DE SEQUOIA (VILLARRICA, IX REGION)

Variables	Sequoia	Otras Especies	Total
Nº árboles/ha	870	140	1.010
DAP medio (cm)	29,0	20,2	27,8
Altura media total (m)	21,6	--	--
Area basal (m^2/ha)	63,6	4,7	68,3
Edad (años)	29	29	29

Fuente: GROSSE y KANNEGIESSER, 1988.

Al comparar estos valores con los datos presentados por Gaete (1968), se observa que los diámetros siguen una misma tendencia. En cambio los árboles de Voipir superan ampliamente en altura a los de las provincias de Malleco y Bío Bío.

Basándose en el análisis de tallo, se obtuvieron crecimientos medios anuales en DAP, altura y volumen de 0,53 cm; 0,62 m y 0,04 m^3 respectivamente. El rodal estudiado está localizado en una ladera. Sin embargo, se visitó otro rodal de sequoia plantado en la misma época al fondo de una quebrada con suelo profundo y buen drenaje, donde los individuos presentaban dimensiones extraordinarias.

Conclusiones

A nivel mundial y en Chile se observa que las plantaciones de sequoia se adaptan bien cuando se encuentran en suelos profundos, fértiles y húmedos. En esas condiciones los árboles crecen a mayores tasas que en EE.UU. La madera presenta propiedades muy similares a aquella producida en los bosques norteamericanos, siendo levemente inferior en densidad y más liviana.

BIBLIOGRAFIA

1. BAILEY, L.H. 1960. The cultivated conifers in North America, comprising the pine family and the taxods. New York, The MacMillan Co. 404 p.
2. BOLSINGER, Ch.L. 1980. California forests: trends, problems, and opportunities. USDA, For. Serv. Res. Bull. PNW-89. 138 p.
3. BROCKMANN, C.F. 1979. Trees of North America. A guide to field identification. New York, Golden Press. 280 p.
4. COLBERT, C.M. and D.L. McCONCHIE. 1983. Some physical properties of New Zealand-grown redwood. FRI Bulletin Nº 26. 11 p.
5. DALLIMORE, W. and A.B. JACKSON. 1961. A handbook of Coniferae, including Ginkgoaceae. Londres, Edward Arnold Ltd. 686 p.
6. ESPINOSA, H. 1967. Características silvícolas y forestales de la Sequoia sempervirens.

El Maderera 23:17-24.
7. FRITZ, E. 1957. The life and habits of redwood, the extraordinary. West. Conserv. J. 14(3):4-7.
....., 1967. The redwood park proposals... A forester's wiew. J. For. 65(5):312-319.
9. GAETE, R. 1968. Análisis comparativo de crecimiento de ***Sequoia sempervirens*** Endl. en las provincias de Bío-Bío y Malleco. Actas IV Jornadas Forestales, 24-26 de Octubre 1968, Valparaíso. p. 68-75.
10. GROSSE, H. y U. KANNEGIESSER. 1988. Investigación para el manejo de las plantaciones de pino oregón y ***Sequoia sempervirens***. Informe Final. CORFO-INFOR, División regional, Concepción-Chile.
11. KOZDON, P. 1952. Comportamiento de diversas especies forestales extranjeras en el sur de Chile. Chile Maderera 19:181-183.
12. LINDQUIST, J.L. and M.N. PALLEY. 1963. Empirical yield tables for young-growth redwood. Calif. Agr. Exp. Sta. Bull 796. 47 p.
13. LITTLE, E.L. Jr. 1979. Important forest trees of the United States. USDA, For. Serv., Agric. Handb. Nº 519. 70 p.
14. NEW ZEALAND FOREST SERVICE. 1982. Redwood. Timber Information Sheet. 3 p.
15. OLSON, D.F. Jr. and J.N. FISKE. 1983. Redwood. In: Silvicultural Systems for the Major Forest Types of the United States. USDA, Agric. Handb. Nº 271. Washington, D.C. pp. 37-40.
16. ---------- and D.F. ROY. 1989 (?). ***Sequoia sempervirens*** (D.Don) Endl. Redwood. In. Silvics of Forest Trees of the United States. USDA, Agric. Handb. Nº 271.(In press).
17. RODRIGUEZ, G. y R. RODRIGUEZ. 1983. Las especies de Taxodiaceae cultivadas en Chile. Bosque 5(1):35-46.
18. ROY, D.F. 1966. Silvical characteristics of redwood (***Sequoia sempervirens*** (D.Don) Endl.). US For. Serv. Res. Pap. PSW-28. 20 p.
19. SKOLMEN, R.G. 1974. Some woods of Hawaii... properties and uses of 16 commercial species. USDA, For. Serv. Res. Pap. PSW-8. 30 p.
20. STREETS, R.J. 1962. Exotic forest trees in the British Commonwealth. Oxford, Clarendon Press. 750 p.
21. U.S. FOREST PRODUCT LABORATORY. 1974. Wood Handbook: wood as an engineering material. USDA, Agric. Handb. Nº 72. 410 p.
22. USDA. FOREST SERVICE. 1982. An analysis of the timber situation in the Unites States 1952-2030. For. Resource Rep. 23. Washington D.C. 499 p.
23. WESTON, G.C. 1957. Exotic forest trees in New Zealand. Gobernment Printer, Wellington. 104 p.

INFOR

EFECTO DE LA CORTEZA EN LA EMANACION DE FORMALDEHIDO EN TABLEROS DE PARTICULAS, Juan P. Sánchez. Egresado Ing. Forestal. Hernán Poblete W. Ing. Forestal. Dr. en Cs. Forestales. U. Austral de Chile.

INTRODUCCION

El formaldehido (HCHO) es en la actualidad el aldehido de mayor importancia industrial. Se produce desde hace unos 100 años y gracias a su bajo costo y alta capacidad para combinarse es utilizado en un sinnúmero de procesos industriales.

Es un compuesto tóxico que por su olor penetrante es detectable cuando se encuentra en concentraciones de 0.15 a 0.3 mg/m^3 y provoca irritaciones cuando supera estos límites. La concentración de formaldehido por sobre 0.9 mg/m^3 se hace insoportable para los seres humanos. Cabe agregar que la ingestión de 10 a 15 ml de una solución al 35% de HCHO basta para causar la muerte a un adulto. En investigaciones con ratas se ha determinado que su inhalación permanente provoca cáncer nasal (Clary, 1980). Aún cuando no se ha probado que el formaldehido provoque cáncer en los seres humanos, se le considera una sustancia con un posible potencial cancerígeno (Roffael, 1982).

Lo anterior ha obligado a los países europeos y a los Estados Unidos a establecer las concentraciones máximas permitidas de formaldehido en lugares de trabajo (valores MAK) y los valores máximos de emisión (valores MIK).

Entre los productos más importantes que requieren de este compuesto para su fabricación, están las resinas Ureicas, Melamínicas o Fenólicas, que son utilizadas como adhesivos para la producción de tableros a base de madera (Poblete, 1978). Los tableros producidos con estos adhesivos tienen la propiedad de liberar formaldehido permanentemente.

Dada la toxicidad del HCHO se han desarrollado técnicas para cuantificar las cantidades emanadas. Los métodos más conocidos para la determinación de las emanaciones de formaldehido de los tableros de partículas son el análisis de gases de una cámara normalizada, el método Perforator y el análisis en frascos, denominado WKI (Menzel et al. 1980). De ellos el más simple es el WKI y uno de los más requeridos en los controles diarios realizados en las industrias.

Tomando en consideración los antecedentes expuestos, en Europa se han establecido normas que regulan la cantidad permisible de Formaldehido emanado por los tableros. La clasificación de estos ha quedado como se indica en el Cuadro Nº 1.

CUADRO Nº 1

CLASIFICACION DE LOS TABLEROS DE PARTICULAS SEGUN LA EMANACION DE FORMALDEHIDO (ETB, 1980)

Clase	Valor de Emisión(*) ppm HCHO	Valor Perforator (**) mg HCHO/100 g tablero
E 1	≤ 0.1	≤ 10
E 2	> 0.1 < 1.0	> 10 < 30
E 3	> 1.0 < 2.3	> 30 < 60

* Se determina en el aire de una cámara normalizada.

** Se determina por fijación de Formaldehido en Tolueno.

Los tableros pertenecientes a la clase de emisión E 1 pueden ser empleados sin recubrimientos superficiales en habitaciones o en lugares de trabajo. Aquellos clasificados como E 2 deben ser tratados en su superficie de tal forma que su emisión corresponda a un E 1. Cuando se trate de formatos pequeños también deben cubrirse los cantos. En el caso de los clasificados como E 3 se exige el recubrimiento de todas las superficies y de los cantos sin considerar el formato. Los paneles que registren emisiones superiores a 60 mg/100 g de tablero, no pueden ser comercializados.

Para disminuir las emanaciones de formaldehido se puede recurrir a varias posibilidades, entre ellas son importantes:

- El utilizar adhesivo de Ureaformaldehido con pequeñas cantidades de formaldehido.
- Utilizar adhesivos de Ureaformaldehido modificados.
- El empleo de sustancias que fijen el formaldehido.
- El tratamiento de los tableros luego del prensado.
- El empleo de adhesivos que no contengan formaldehido.

Alrededor de un 90% del material que compone un tablero de partículas es madera. Esta materia prima tiene un efecto sobre la emanación de formaldehido. En un estudio realizado por Roffael, Rauch y von Bismarck (1975), se determinó que los tableros producidos con madera de ***Quercus*** registraron emanaciones significativamente menores que en aquellos producidos con ***Pinus Silvestrys***.

También se ha comprobado que la corteza influye sobre las emanaciones. Al considerar la incorporación de corteza y su efecto sobre el formaldehido liberado, los factores más importantes son la especie (Roffael, 1976) y la cantidad de corteza incorporada al tablero. La emanación de HCHO disminuye a medida que aumenta la corteza en el tablero (Roffael, 1979). Esta reducción se debe principalmente a la capacidad que tienen los compuestos fenólicos de la corteza para combinarse con el formaldehido y fijarlo.

La importancia que tiene el controlar la liberación de este compuesto tóxico y el efecto positivo que tiene la corteza sobre su emanación, han sido el motivo por el cual se ha desarrollado el presente trabajo. El objetivo principal es determinar la magnitud del efecto que la inclusión de corteza de ***Pinus radiata*** tiene sobre la emanación de formaldehido, en tableros de partículas producidos con madera de la misma especie creciendo en Chile.

MATERIAL Y METODO

En general la metodología consistió en fabricar tableros de partículas con madera y corteza de ***Pinus radiata*** D.Don. En los distintos tableros (32) se reemplazó gradualmente madera por corteza. Las condiciones de fabricación fueron las siguientes:

Características de los tableros:

Número de capas	:	1
Espesor de tablero	:	10 mm
Densidad	:	650 kg/m^3
Contenido de corteza (%)	:	0-10-25-40-55-70-85-100

INFOR

Características del adhesivo:

Tipo	:	Ureaformaldehido
Concentración	:	50 %
Catalizador	:	NH4Cl (1.5% base resina sólida)
Formaldehido libre	:	0.713 %
Valor de pH	:	7.84

Características del prensado:

Presión máxima	:	2.5 N/mm^2
Presión media	:	1.25 N/mm^2
Tiempo de prensado	:	5.5 min.
Tiempo con presión máx.	:	2.5 min.
Temperatura	:	150 °C

Las partículas de madera (***Pinus radiata***) fueron producidas en un viruteador industrial de tambor marca Hombarck correspondiendo sus dimensiones a las utilizadas para capa media (coeficiente de esbeltez: 39.81; espesor: 0,42 mm). La corteza fue obtenida de árboles adultos (***Pinus radiata***) recién cortados y fue procesada en un molino Pallmann PZ-6 equipado con aspas, de tal forma que la geometría y forma de las partículas de corteza resultara semejante a las de madera. En este caso se determinó un coeficiente de esbeltez de 12.16 con un espesor promedio de 1.06 mm.

El método empleado para determinar la cantidad de formaldehido emanada fue el denominado WKI (Wilhelm Klauditz Institut. Fraunhofer Institut für Holzforschung). El ensayo consiste en suspender dos probetas de 2.5 cm de arista, sobre 50 ml de agua destilada en un recipiente de acero. El envase de acero, herméticamente cerrado, con las probetas y el agua, se sometió durante 48 horas a una temperatura de 40 °C. Las probetas fueron tratadas con este procedimiento luego de 21 días de climatización de los tableros. La determinación se realizó por titulación con yodo. Para cada tipo de tablero se realizaron dos determinaciones y un testigo.

Resultados y Discusión

Los resultados de las mediciones de emanación de formaldehido se presentan en el Cuadro Nº 2 identificándose el tipo de tablero con el porcentaje de corteza. Las cifras de HCHO liberado corresponden al promedio de las mediciones.

CUADRO Nº 2

EMANACION DE FORMALDEHIDO DE LOS DIFERENTES TIPOS DE TABLERO

Tipo de Tablero Corteza (%)	**Formaldehido Liberado** mg/100 g de tablero
0	91.09
10	86.53
25	71.82
40	49.85
55	32.92
70	22.36
85	12.85
100	4.00

Las cifras obtenidas permiten concluir que al aumentar el contenido de corteza, se provoca una importante disminución de la cantidad de HCHO emanado.

Los valores determinados son superiores a los exigidos por la clase E 1, salvo el tablero constituido por un 100% de corteza. A partir de un contenido de 40% y hasta un porcentaje de 55% de corteza, se logra cumplir con los requisitos de la clase E 3 (< 60 > 30 mg/100 g). Los tableros con 70% y 85% pueden ser incluidos en la clase de emanación E 2 (< 30 > 10 mg/100 g). Los tableros con menores porcentajes de corteza (0; 10 y 25%) registran cantidades de formaldehido liberado que los desclasifican para la producción.

Al someter los resultados a un análisis de regresión se obtuvo la curva que se presenta en la Figura 1 y que equivale a la siguiente ecuación:

Emanación (mg/100 mg) = 91.3513 - 0.9335 (C)
(valor WKI)

r^2 : 0.9808
r : -0.9904

Donde C = Contenido de corteza, expresado como porcentaje del peso de la madera en el tablero.

Los valores de emanación determinados en estos tableros son altos si se les compara con los requisitos presentados en el Cuadro Nº 1. Esto se debe a que el adhesivo utilizado tiene 0.713 % de formaldehido libre, lo cual equivale a una resina con una relación molar de Urea: Formaldehido que se encuentra entre 1:1.45 y 1:1.35 (Pizzi, 1983). Este tipo de resina normalmente produce estos niveles de formaldehido liberado, y no corresponde a lo que se emplea en Europa para la producción de tableros de partículas. Para solucionar en parte este problema habría que recurrir a alguna de las medidas de disminución mencionadas en la introducción.

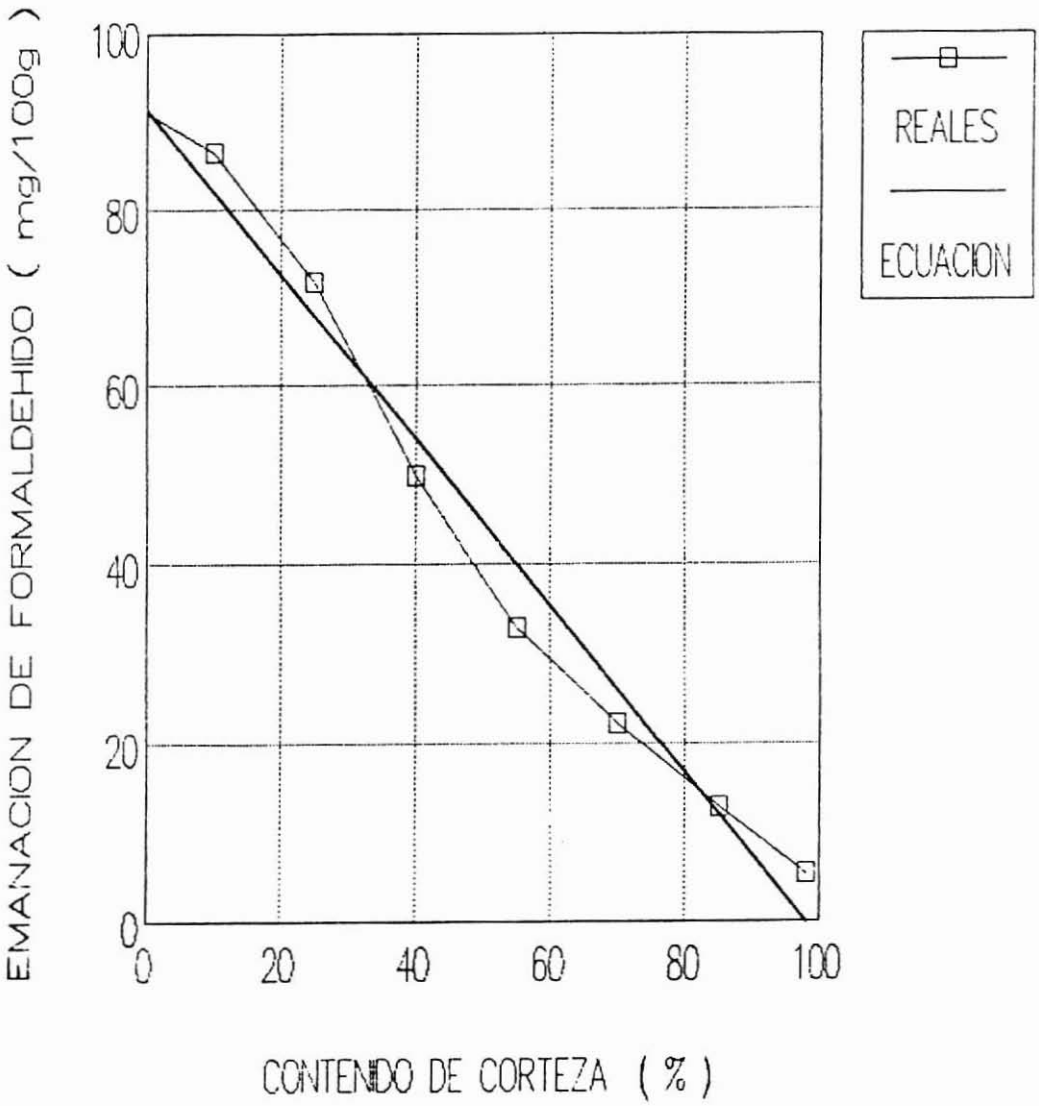
La importancia que tienen los resultados de este trabajo, se encuentra limitada por el efecto negativo que tiene la corteza sobre las propiedades mecánicas. En diferentes estudios se ha determinado que la inclusión de corteza sólo es permisible hasta un cierto nivel, el que a su vez depende de la especie, de la forma y de las dimensiones que tenga este material. Por

INFOR

lo general, se indica que las cantidades aceptables estarían entre un 10% y un 20% y que debe incluirse en la capa media del tablero.

FIGURA Nº 1

EFECTO DE LA INCLUSION DE CORTEZA SOBRE LOS VALORES DE EMISION DE FORMALDEHIDO



Por este motivo, aún cuando la tendencia encontrada recomendaría la incorporación de una mayor proporción de corteza, las propiedades mecánicas son las que finalmente determinarán el límite técnico a este material.

Sin embargo se debe tener presente que durante el prensado de los tableros se produce una liberación de formaldehido, primero en las caras del tablero, trasladándose luego hacia el centro para finalmente escapar por los cantos del panel (Poblete, 1985). Se debe tener en cuenta que el movimiento del vapor de agua es similar a el del formaldehido (Maku, Hamada, Sasaki, 1959) y que el HCHO es fácilmente captado por el agua. Por lo anterior se puede concluir que el flujo del formaldehido por el tablero, lo obliga a trasladarse a la capa media y en este sector del tablero es donde se incluye la corteza, lo que permitiría fijar parte de este compuesto.

BIBLIOGRAFIA

1. AUSSCHUSS FÜR EINHEITLICHE TECHNISCHE BAUBESTIMUNGEN (ETB). 1980. Richtlinie über die Verwendung von Spanplatten hinsichtlich der Vermeidung unzumutbarer Formaldehydkonzentrationen in der Raumluft. Beuth Verlag Gmbh. Berlín. 6 p.
2. CLARY, J.J. 1980. A Review of the Health Effects of Formaldehyde. Simposio Internacional sobre tableros de partículas 1980. Pullman, Washington, USA.
3. MAKU, T.; HAMADA, R.; SASAKI, H. 1959. Studies on Particlehoards. Part. 4: Temperature and Moisture distribution in Particleboard during hot pressing. Wood Research. Kyoto. Univ. 21: 34-50
4. MENZEL, W.; MARUTZKY, R.; MEHLHORN, L. 1981. Formaldehyd-Messmethoden. Fraunhofer Inst. für Holzforschung. WKI-Bericht Nr 13. 106 p.
5. PIZZI, A. 1983. Wood Adhesives. Chemistry and Technology. Ed. Marcel Dekker, Inc. New York. pp. 94-95.
6. POBLETE, H. 1978. Uniones de madera con adhesivos. U Austral de Chile. Fac. de Ciencias Forestales. Pub. Técnica Nº 1. 43 p.
7. POBLETE, H. 1985. Zur Wanderung des Formaldehyds während des Pressens von Holzpänen zu Spanplatten. Holzforshung 39(3): 187-188.
8. ROFFAEL, E. 1976. Über die Bedeutung von Rindeninhaltstoflen für ihre Verwertung in Spanplatten. 1 Mitt. Einfluss der Inhaltstoffe auf die Formaldehydabgabe von Rindenplatten. Holzforshung 30 (1): 9-14.
9. ....., 1979. Holz -Rinden - Mischplatten - Kiefernholzspänen Kiefernrinde - Harnstofformaldehydharz (Molverhältnis 1:1,6) Formaldehydabgabe - WKI - Methode. WKI Kurzbericht 19/79.
10. ....., 1982. Die Formaldehyd Abgabe von Spanplatten und anderen Werkstoffen. DRW-Verlag Stuttgart. 154 p.
11. ROFFAEL, E.; RAUCH, W.; VON BISMARCK, C. 1975. Formaldehydabgabe und Festifkeitsausbildung bei verleimung von Eichenholzspänen mit Harnstoff-Formaldehydharzen. Holz als Roh - und Werkstoff 33(7):271-275.

INFOR

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

1. ANALISIS Y DIAGNOSTICO DE PROCESOS INDUSTRIALES DE TRANSFORMACION MECANICA DE LA MADERA. Parte III. Estudio de la utilización del tiempo de trabajo en plantas de aserrío. Dpto. Industrias, Sub-Sede Regional de la División Industrias Forestales, Instituto Forestal. Santiago - Chile. 1989. 50 pags.

Esta publicación, que se origina en un estudio CORFO-INFOR, responde a la necesidad de mostrar el aprovechamiento del tiempo de trabajo y tiempos perdidos en la producción de la madera para una muestra de aserraderos que trabajan con Pino radiata, representativa del grado de mecanización y nivel tecnológico nacional, de tal forma de efectuar un diagnóstico de la industria de aserrío en Chile, determinando los principales problemas existentes en esta área, posibles causas y soluciones.

La metodología de trabajo utilizada, consistió en analizar 4 aserraderos y en cada uno de ellos realizar observaciones para determinar las proporciones de tiempo productivo, improductivo y sus causas, además de detectar fácilmente los puntos de posibles cuellos de botella y fallas en el flujo de producción.

En cada aserradero se realizaron 480 observaciones, cada 3 minutos, durante 4 días, aplicando el método Tasa de Demora para la evaluación de los resultados.

El porcentaje de tiempo perdido es de 27,9% en las máquinas principales estudiadas. Las causas principales son inherentes a la mantención, ajustes y reparación, en cambio las causas humanas no son significativas.

2. UNIONES EN LA MADERA ESTRUCTURAL. CLAVOS Y TIRAFONDOS. Informe Técnico Nº 120. División Industrias Forestales, Instituto Forestal. Santiago - Chile. Dic. 1989. 177. pags.

Por encargo de la Gerencia de Desarrollo de la Corporación de Fomento de la Producción - CORFO, el Instituto Forestal por intermedio de su División Industrias Forestales, ha desarrollado el estudio denominado "Uniones en la Madera Estructural. Clavos y Tirafondos".

El objetivo del presente Informe es aportar antecedentes teóricos y experimentales sobre el comportamiento de las uniones en las construcciones de madera, cuando los elementos de unión son clavos y tirafondos de fabricación nacional, con el fin de perfeccionar los métodos de diseño estructural de las construcciones en madera, para confirmar o rectificar las especificaciones que, sobre el mismo aspecto, establece la norma chilena de cálculo de construcción en madera.

Para desarrollar los distintos ensayos se tomaron como base modernas teorías establecidas en Inglaterra, Alemania, Canadá y Estados Unidos, destinados a respaldar los resultados del estudio.

La organización de este Informe se divide en 2 capítulos;

1. Uniones clavadas
2. Uniones con tirafondos

Las conclusiones del estudio confirman la simplicidad y precisión de los criterios de diseño estructural empleados en los países

desarrollados, las que después de ajustes menores, pueden ser adaptados a las maderas crecidas en Chile y a tirafondos de fabricación nacional.

Los ajustes derivados de este estudio fueron incorporados a la norma chilena de cálculo de construcción en madera (Nch 1198), constituyendo un aporte importante para la perfección del diseño de las uniones en las construcciones de madera.

3. ESTUDIO DEL MERCADO DE JUGUETES DE MADERA EN LOS ESTADOS UNIDOS. Cuaderno de Mercado Nº 9. Gerencia Técnica, Instituto Forestal. Santiago - Chile. Dic. 1989. 74 pags.

El Instituto Forestal, filial CORFO, ha publicado un nuevo Cuaderno de Mercado en su línea de investigación sobre mercados potenciales para Chile.

El presente trabajo tiene como objetivo el estudio de mercado de juguetes de madera en los EE.UU., por las posibilidades que ofrece a pequeños y medianos fabricantes y exportadores chilenos, proporcionando antecedentes que permitan juzgar cualitativamente y cuantitativamente las ventajas y desventajas que posee Chile en este mercado, dado que EE.UU. es el mayor importador de juguetes del mundo.

Se analiza también la factibilidad técnico-económica de la creación de una industria manufacturera de juguetes de madera de exportación, localizada en el Area Metropolitana, la que de acuerdo a su evaluación es bastante rentable y ofrece una atractiva opción de inversión para el pequeño y mediano empresario.

La especie Pino radiata es adecuada para la manufactura de juguetes y se adapta a los gustos del consumidor estadounidense, debiendo el exportador chileno aprovechar al máximo las ventajas comparativas que ofrece Chile como fuente de suministro de los EE.UU. de madera de probada calidad.

En general, el mercado de los EE.UU. presenta un gran potencial para los productores chilenos, no sólo en términos de volúmenes y precios, sino también en transferencias tecnológicas y experiencia en negociaciones internacionales, lo cual puede ser de gran utilidad a futuro cuando se aborden otros mercados.

4. PRINCIPIOS DE ORGANIZACION Y OPERACION DEL ASERRADERO. Manual Nº 16. División Industrias Forestales, Instituto Forestal. Santiago - Chile. 213 pags.

Esta publicación se deriva de un proyecto de estudio contratado por la Gerencia de Desarrollo de la Corporación de Fomento de la Producción - CORFO al Instituto Forestal.

El objetivo principal de este documento es colaborar al desarrollo de la industria del aserrío, con el aporte de un texto que reúne un conjunto de antecedentes básicos sobre principios, procedimientos y técnicas que regulan la organización y operación del aserradero. Dichos antecedentes se han obtenido a partir de publicaciones extranjeras y nacionales, datos prácticos de los productores y entrevistas a expertos en los diversos tópicos tratados, con el fin de aportar información que sea de una efectiva aplicabilidad a la realidad de la industria forestal en Chile.

La estructura que se le ha dado al informe corresponde a doce capítulos ordenados secuencialmente, incluyendo los siguientes aspectos.

1. Principios de organización de un aserradero
   Localización, distribución en plantas y otros.
2. Manejo de trozas
   Almacenamiento, cubicación y descortezado
3. Sistema de corte
4. Instalaciones anexas
5. Clasificación y almacenamiento de madera aserrada

INFOR

6. Cálculo técnico y económico de la producción y control de calidad.

Además se incluyen cuadros, gráficos y 73 figuras.

5. EXPORTACIONES FORESTALES CHILENAS (Enero - Diciembre 1989). Boletín Estadístico Nº 14. División Estudios Económicos, Instituto Forestal. Santiago - Chile 1990. 171 pags.

El Instituto Forestal, por encargo de la Corporación Nacional Forestal, ha venido desarrollando desde 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 es actualizada mensualmente con los últimos datos disponibles, difundidos a través de una publicación mensual que se distribuye mediante suscripción.

Esta publicación corresponde a la acumulación de cifras obtenidas de los informes mensuales de exportaciones para el período comprendido entre Enero y Diciembre de 1989, proporcionando información de todos los productos que el sector vende al exterior, analizando en forma más detallada las de mayor importancia, y su comparación con la gestión realizada en igual período del año anterior.

REGLAMENTO DE PUBLICACION

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

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

"La publicación aceptará colaboraciones sólo en español. El texto 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 conocimientos y experiencia al sector forestal en general. Los artículos o trabajos que trasgredan esta disposición serán devueltos a sus autores, para efectuar las modificaciones que solicite el Consejo Editorial de la publicación.

"La publicación consta de 3 secciones:

a) *Artículos:* trabajos que contribuyan a ampliar el conocimiento científico y/o tecnológico, como resultado de una investigación o serie de experiencias, que se hayan efectuado siguiendo el método científico.

b) *Apuntes:* Comentarios y/o análisis sobre un tema en particular que presente un enfoque metodológico novedoso, o que corresponda a un avance de investigación en ejecución o de cuenta de la realización de reuniones técnicas que permita especializar el conocimiento sobre el bosque y sus productos.

c) *Notas Bibliográficas:* Comentarios sobre el contenido de libros, documentos o artículos, chilenos o extranjeros, de cuyo conocimiento puedan derivarse avances científicos y/o tecnológicos para el país.

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

ESTRUCTURA Y PRESENTACION DE LAS COLABORACIONES

---

a) *Artículos:* Todos los trabajos presentados 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 agradecimiento, el que se incluirá antes de las Referencias Bibliográficas.

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

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

En la Introducción se incluirá la revisión bibliográfica efectuada, orientada a definir el

INFOR

BIBLIOTECA
INSTITUTO FORESTAL

estado actual del conocimiento sobre el tema, la importancia que implica su divulgación y la compatibilización de los principales resultados con su objetivo. Aquí no podrán incluirse cuadros ni figuras.

Los puntos relativos a material y método, deberán desarrollarse cuidadano 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 vernáculo de la especie. Sólo se aceptarán cuadros y figuras que no repitan informaciones y se incluirán aquellas que registren antecedentes que hayan sido suficientemente desarrollados en el texto. Las abreviaturas, magnitudes y unidades corresponderán a las aceptadas por organismos científicos, preferentemente las del Instituto Nacional de Normalización (INN). Se utilizará el sistema métrico decimal, para la expresión de unidades de medida, volumen y similares.

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

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

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

- primero, descripción breve del método, fenómeno, avance o hecho que da cuenta, dando a conocer todos los elementos ambientales, circunstanciales o técnicos, en el que se presente.
- luego, comentario sobre la trascendencia que representa para la actividad forestal chilena y para el desarrollo de la Ciencia Forestal.
- finalmente, análisis u opiniones respecto de su ovolución 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 empresas que trabaje, se incluirá luego del título del trabajo.

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

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

Al final del comentario, que será redactado en forma objetiva, se podrá incluir el nombre del autor o redactor, su especialidad y grado de 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, presentado en la primera página el título del trabajo,

INFOR

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

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

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

Los escritos correspondientes a Apuntes y Notas Bibliográfícas 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 mayores 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.

INFOR