escuadría dado. Para esto al programa se le ingresan datos tales como: diámetro de troza, largo de la troza, espesores de corte tanto para la sierra principal (sierra huincha-carro) como para la reaserradora (sierra alternativa), espesor de tablas (medida nominal en cm) y cantidad y valores de los anchos dentro del pedido (medida nominal en cm). Luego, el programa calcula y entrega para cada troza: volumen de troza J.A.S, volumen cantidad de piezas obtenidas por escuadrías, aprovechamiento volumétrico por escuadría y por total de madera aserrada y coeficientes técnicos de costo para cada escuadría.

Etapa IV

Se construyó un modelo matemático de optimización que, como se mencionó anteriormente, minimiza los costos por concepto de materia prima al producir madera aserrada. Esto se logró utilizando el método SIMPLEX para la resolución de Problemas de Programación Lineal (en el área de la Investigación de Operaciones). El resultado de esto es el planteamiento del siguiente modelo matemático de optimización.

Función Objetivo :

$$\text{MINIMIZAR } Z = \sum_{i}^{m} \sum_{j}^{n} \sum_{k}^{l} B_{ijk} \cdot X_{ijk}$$

Sujeto a las restricciones:

$$(R1) \quad \sum_{i}^{m} \sum_{j}^{n} \sum_{k}^{l} C \cdot X_{ijk} + D \cdot X_{ijk} + E \cdot X_{ijk} + F \cdot X_{ijk} <= MPTP$$

$$(R2) \quad \sum_{i}^{m} \sum_{j}^{n} \sum_{k}^{l} C \cdot X_{ijk} + D \cdot X_{ijk} + E \cdot X_{ijk} + F \cdot X_{ijk} <= PPE$$

$$(R3) \quad \sum_{i}^{m} \sum_{j}^{n} \sum_{k}^{l} C \cdot X_{ijk} >= DDC_{jk}$$

INFOR

$$(R4) \quad \sum_{i}\sum_{j}\sum_{k}^{m\,n\,l} D \cdot X_{ijk} \geq DDD_{jk}$$

$$(R5) \quad \sum_{i}\sum_{j}\sum_{k}^{m\,n\,l} E \cdot X_{ijk} \geq DDE_{jk}$$

$$(R6) \quad \sum_{i}\sum_{j}\sum_{k}^{m\,n\,l} F \cdot X_{ijk} \geq DDF_{jk}$$

$$(R7) \quad X_{ijk} \geq 0$$

Donde :

i	= 1, ...,m, siendo m =16 diámetros de troza.
j	= 1, ...,n, siendo n = 4 espesores en la escuadría.
k	= 1, ...,l, siendo l = 6 anchos de escuadría.
B_{ijk}	= Costo por concepto de materia prima para producir 1 m^3 de madera aserrada de espesor j y ancho k de un trozo de diámetro i y largo 4 m.
X_{ijk}	= Cantidad [m^3] de madera aserrada de espesor j y ancho k por trozo con diámetro k.
MPTP	= Meta de Producción en el tiempo patrón.
PPE	= Productividad promedio exigida.
C	= Parámetro de calidad I-III
D	= Parámetro de calidad IV
E	= Parámetro de calidad V
F	= Parámetro de calidad I-CORTO
DDC_{JK}	= Demanda de madera aserrada de espesor j y ancho k en calidad I-III.
DDD_{JK}	= Demanda de madera aserrada de espesor j y ancho k en calidad IV.
DDE_{JK}	= Demanda de madera aserrada de espesor j y ancho k en calidad V.
DDF_{JK}	= Demanda de madera aserrada de espesor j y ancho k en calidad I-CORTO.
(R1)	= Restricción de Producción.
(R2)	= Restricción de Productividad.
(R3) a (R6)	= Restricciones de producto a obtener.
(R7)	= Restricción de no negatividad.

INFOR

Es necesario destacar que el modelo fue diseñado sólo para trabajar con largo de troza fijo y que en este caso fue escogido un largo de 4,5 [m]. Además, este modelo toma los resultados del programa de diseño de esquemas de corte como valores de entrada. Una vez procesada la información y entregada la respuesta, ésta es procesada para obtener finalmente la cantidad de materia prima necesaria para satisfacer el pedido.

COMENTARIOS GENERALES

Con respecto a los comportamientos de la albura y el duramen presentes en las trozas de eucalipto analizadas, se desprende que, el diámetro del corazón tiene un comportamiento directamente proporcional al diámetro de la troza, es decir este fenómeno se explica en un 95% aproximadamente por el diámetro de la troza. Sin embargo, el comportamiento del espesor de albura sólo se explica en aproximadamente 67% por el mismo parámetro. Esto puede obedecer a factores extras no considerados como lo son: procedencia de los trozos (lugar geográfico), topografía del lugar de procedencia, ubicación del árbol en el bosque en pie, clima, fenómenos naturales (sequías prolongadas), etc. Todos estos factores no se pueden manejar en las canchas de acopio, lugar en que fueron estudiadas las trozas.

Una limitación del modelo propuesto es el hecho de trabajar con un solo largo de trozas, esto debido a que el modelo se torna demasiado complejo al considerar una variable más, generándose con ello una sumatoria cuádruple en la función objetivo del modelo.

El proyecto puede parecer ambicioso, sin embargo los resultados obtenidos satisfacen plenamente los objetivos planteados.

El programa computacional aquí descrito, es el resultado de una aplicación específica de técnicas, métodos científicos y tecnología a un problema particular, pero ello no implica que no pueda ampliarse para la resolución de problemas similares en esta u otras especies madereras.

REFERENCIAS

Herrera, G., 1990. Influencia de Algunas Propiedades Físico-Anatómicas, y Degradación Térmica, en la Ondulación de la Chapa Foliada de Eucalipto. Trabajo de Titulación: Ing. Civil en Industrias Forestales.

INFOR

INFOR - CORFO, 1989. Eucalyptus. Principios de Silvicultura y Manejo.

INFOR, 1993. Estadísticas Forestales. Boletín Estadístico Nº 30.

Romero, M., 1991. Determinación de Diagramas de Corte Asistido por Computador. Trabajo de titulación: Ing. Ejec. en Maderas.

Torres, W., 1993. Modelo de Apoyo a la Planificación de la Producción de una Línea de Aserrío. Trabajo de Titulación: Ing. Civil en Industrias Forestales.

VII Reunión sobre Investigación y Desarrollo de Productos Forestales. Abril, 1991. Actas. Valdivia.

INFOR

CARACTERISTICAS FISICAS, QUIMICAS Y BIOMETRICAS DE DISTINTAS ESPECIES DE EUCALYPTUS Y SU APTITUD PULPABLE

José Paz P. (*)

RESUMEN

Se estudian las características físicas y químicas y su aptitud pulpable de la madera de seis especies de eucaliptos, procedentes de cuatro sitios: Antiquina, Leonera, Escuadrón y Reserva Malleco. Los tres primeros ubicados en la VIII Región y el cuarto en la IX Región.

Estas especies fueron seleccionadas considerando su grado favorable de crecimiento comparativo, que alcanzan en las parcelas experimentales, que mantiene el Instituto Forestal, en los sitios considerados.

De cada sitio se seleccionaron 5 árboles, de diámetro medio y en cada uno de ellos se cortaron discos a siete alturas. Con estos discos se formaron las probetas para estudiar las características físicas y químicas como la aptitud pulpable de la madera de las especies seleccionadas.

(1) Ingeniero Civil Químico. Compañía Manufacturera de Papeles y Cartones S. A. Fábrica Laja. Laboratorio de Productos Forestales. Universidad de Concepción.

INFOR

INTRODUCCION

En nuestro país, la producción de celulosa y el papel, se basa casi exclusivamente en el empleo de madera de pino insigne (**Pinus radiata**) y hay consenso unánime en afirmar que es indispensable contar al más breve plazo, con un abastecimiento de pulpa de fibra corta que permita complementar las pulpas destinadas a la fabricación de determinados papeles. Simultáneamente, el uso de esta pulpas en una serie de productos de consumo interno, significaría el desplazamiento del consumo actual de fibra larga que podría ofrecerse en los mercados externos (Melo y Paz, 1979).

Por otra parte, producciones industriales de pulpas, con **Eucalyptus globulus** y trabajos realizados en cuanto a procesos de pulpaje y blanqueo, y propiedades de las pulpas, de algunas especies crecidas en Chile, muestran ventajas comparativas interesantes (Bustamante y De los Santos, 1983; Melo **et al.**, 1982; Paz **et al.**, 1977; Paz y Reitze, 1976).

La disponibilidad actual de eucaliptos, prácticamente **Eucalyptus globulus**, alcanza a 50.000 ha, de las cuales el 50% está ubicado en la VIII Región. Por otra parte, a partir de 1984 se inició una reforestación importante, llegando en 1991 a 31.000 ha/año (Reyes y Prado, 1979).

Estudios efectuados por el Instituto Forestal, han demostrado buena aclimatación, de varias especies de eucaliptos, especialmente en suelos, donde el pino insigne no crece en las mismas condiciones (Reyes y Prado, 1979).

El desarrollo de la forestación con eucaliptos proporcionaría una serie de ventajas, algunas de las cuales se pueden resumir en la forma siguiente (Melo y Paz, 1979):

- Permitiría la reforestación en terrenos externos al área pinera, recuperando rápidamente suelos clasificados como de exclusiva aptitud forestal, actualmente sin uso.

- La planificación fuera y/o dentro de la zona pinera, asegura una diversificación conveniente de la forestación cuya tendencia al monocultivo ha sido objeto de preocupación permanente.

INFOR

- Agregaría la disponibilidad de un tipo de fibra, esencialmente para la fabricación de papeles de alta calidad.

La elección de la o las especies que deberán recomendarse para programas de reforestación, en zonas específicas, necesita, tanto de los antecedentes silviculturales como las características tecnológicas de las especies.

En este trabajo se seleccionaron seis especies, que han demostrado las mejores respuestas de aclimatación.

A cada una de ellas se les determinaron las características físico-químicas y aptitud pulpable.

Este trabajo se realizó en el Laboratorio de Productos Forestales de la Universidad de Concepción, y fue solicitado y financiado por la Compañía Manufacturera de Papeles y Cartones.

ANTECEDENTES GENERALES

El género **Eucalyptus** incluye más de 600 especies y variedades reconocidas por los botánicos, entre arbustos y árboles de tamaño comercial, que crecen en un amplio margen de condiciones ambientales, desde las regiones costeras de clima suave hasta las frías zonas de la alta cordillera; desde los trópicos húmedos con inviernos temperados hasta las zonas desérticas, calurosas y secas (Millett, 1969).

En cuanto a su origen se señala el área de Australia, Nueva Guinea y Filipinas. Desde esta zona han pasado a muchos otros lugares a través de plantaciones artificiales, las que superan los cuatro millones de hectáreas, en el mundo (Hillis y Brown, 1978).

Las mayores plantaciones de eucalipto se encuentran en: Brasil, Portugal, España, Sudáfrica, Chile, Italia, Marruecos, Angola, Israel y la India. Las especies más utilizadas en las plantaciones son: **E. grandis, E. saligna, E. globulus, E. regnans, E. viminalis y E. camaldulensis** (Feffer, 1979; Molleda, y Xuclá, 1977).

Cada especie tiene sus particulares necesidades ecológicas y climáticas así como sus aplicaciones idóneas según las características de su madera. No están bien definidas las condiciones óptimas de desarrollo, tratamiento más adecuado, calidad, aplicaciones, etc.

INFOR

Desde el punto de vista físico las características más importantes son las densidad y las características biométricas de la fibra (Zobel, 1981).

Los eucaliptos cubren un amplio margen de densidad (300-1.000 kg/cm^3), aunque en plantaciones jóvenes este margen es fuertemente reducido, como consecuencia de la selección de especies. En general, las especies usadas en la fabricación de pulpa, tienen una densidad inferior a 6OO kg/m^3, aunque la unión interfibra y la suavidad superficial del papel son satisfactorias, para valores superiores (Bamber, 1985).

Las dimensiones de la fibra, son menores que las coníferas. Tienen pared más gruesa y diámetro del lumen inferior y las diferencias entre madera de primavera y verano son menos significativas.

El coarseness, definido como el peso por unidad de longitud de fibra, es una de las propiedades fundamentales de la fibra que afectan las características de la pulpa. Su valor depende del espesor de pared, diámetro de la fibra y de la densidad de la pared celular, es decir, de las propiedades químicas y morfológicas. Cuando se remueve material de la pared celular, mediante tratamiento químico, el valor de coarseness disminuye. También mediante la refinación se afecta el valor del coarseness, produciendo una disminución poco significativa (Kajaani Electronics Ltd., 1986).

El coarseness afecta las propiedades estructurales del papel (densidad, suavidad y porosidad), resistencia (longitud de ruptura y rasgado) y propiedades ópticas. Fibras rígidas con paredes gruesas, alto coarseness, forman una estructura abierta, en cambio fibras flexibles, bajo coarseness, producen un aumento significativo en el número de enlaces y por lo tanto en las propiedades de la pulpa.

La longitud de fibra y las dimensiones de la fibra (espesor y diámetro) varían entre diferentes especies, en un anillo de crecimiento, entre diferentes partes del árbol en una especie, debido a las diferentes condiciones de crecimiento (Bustamante y Serfaty, 197O).

La edad de los árboles influye en las dimensiones de la fibra, así como en la proporción de madera de verano y primavera. Al mismo tiempo, el espesor de la pared de la fibra madera de primavera y verano aumentan, a medida que se alejan de la médula. La cantidad de madera de verano disminuye con la altura del árbol. Las condiciones extremas de crecimiento disminuyen la cantidad de madera de verano (Watson y Cohen, 1969).

Desde el punto de vista químico los valores de lignina y hemicelulosa están en el orden de 19-25% y 12-22%, respectivamente (Hillis y Brown, 1978).

INFOR

La presencia de los extraíbles es un problema que se presenta, produciendo dificultades en la coloración de las pulpas, en el consumo de reactivos alcalinos, en el proceso de recuperación de reactivos y en la formación de depósitos insolubles en los circuitos (Dadswell y Stewart, 1962).

Estos extraíbles se encuentran principalmente en el duramen y están presentes en gran cantidad, en árboles de mayor edad. Entre sus componentes más importantes se mencionan ácido elágico, ácido gálico, tánicos, flavonoides y sus polímeros.

En cuanto a la producción de pulpa y su blanqueo la bibliografía indica, las grandes ventajas comparativas con otras especies, en cuanto a condiciones de operación, rendimiento y propiedades de las pulpas (Hall **et al.**, 1973.).

Estudios realizados en el Laboratorio de Productos Forestales indican rendimientos entre 49 y 54% y lignina residual, expresada como Indice Kappa, entre 13 y 18, respectivamente.

En el proceso de blanqueo se logra fácilmente blancuras de 9°GE con secuencia CEDED.

MATERIAL Y METODO

Diseño experimental

Las variables consideradas en el estudio fueron las siguientes: especie, sitio, altitud, edad y posición en el árbol (altura y diámetro).

El estudio consideró las siguientes especies de **Eucalyptus**: **E. globulus spp. globulus**, **E. nitens**, **E. fastigata**, **E. globulus spp. maidenii**, **E. regnans** y **E. delegatensis**.

Al analizar el efecto sitio se eligieron cinco especies, **E. delegatensis**, E. **nitens**, **E. globulus**, **E. regnans** y **E. fastigata**, de parcelas experimentales ubicadas en Leonera y Antiquina, Provincias de Concepción y Arauco, respectivamente.

La altitud se analizó eligiéndose dos especies, **E. nitens** y **E. fastigata**, incluyendo parcelas ubicadas en Reserva Malleco.

Para analizar el efecto edad se eligió una especie, **E. globulus**, de una plantación ubicada, en Escuadrón, de Forestal Mininco. Las edades consideradas fueron 14 y 8 años.

INFOR

La variación en altura se analiza en siete niveles (posición en el árbol), determinados como porcentaje de la altura útil (0, 20, 40, 60, 80 y 100%), más la altura pecho (1,30 m).

La variación diametral consideró los niveles mencionados, y las muestras se sacaron cada 2,5 centímetros, partiendo de la médula.

Las respuestas de mayor interés corresponde a: características físicas de la madera. características biométricas de la fibra, propiedades químicas de la madera, aptitud pulpable, y comportamiento en procesos de blanqueo.

Muestreo

Las especies muestreadas en los diferentes sitios (Figura N°1), se indican en el Cuadro Nº 1.

Cuadro Nº 1.

ESPECIES MUESTREADAS EN SITIOS SELECCIONADOS

ESPECIE	SITIOS			
	ANTIQUINA	MALLECO	LEONERA	ESCUADRON
E. delegatensis	X		X	
E. nitens	X	X	X	
E. globulus	X		X	X *
E. regnans	X		X	
E. fastigata	X	X	X	
E. maidenii	X			

* La especie E. globulus se muestreó en dos edades.

En cada sitio y para cada especie, se cortaron cinco árboles representativos, de diámetro medio del rodal.

Los árboles se voltearon, dejando un tocón promedio de 20 cm, y de cada uno se tomaron discos de 1" a siete alturas; el primero se sacó en la base de la altura útil y el último se cortó inmediatamente antes que el fuste alcanzara un diámetro de 5 cm; entre éstos y equidistantes entre sí, se tomaron cuatro discos más. Un séptimo se cortó a la altura pecho (AP), a 1,3O cm de la base del árbol.

INFOR

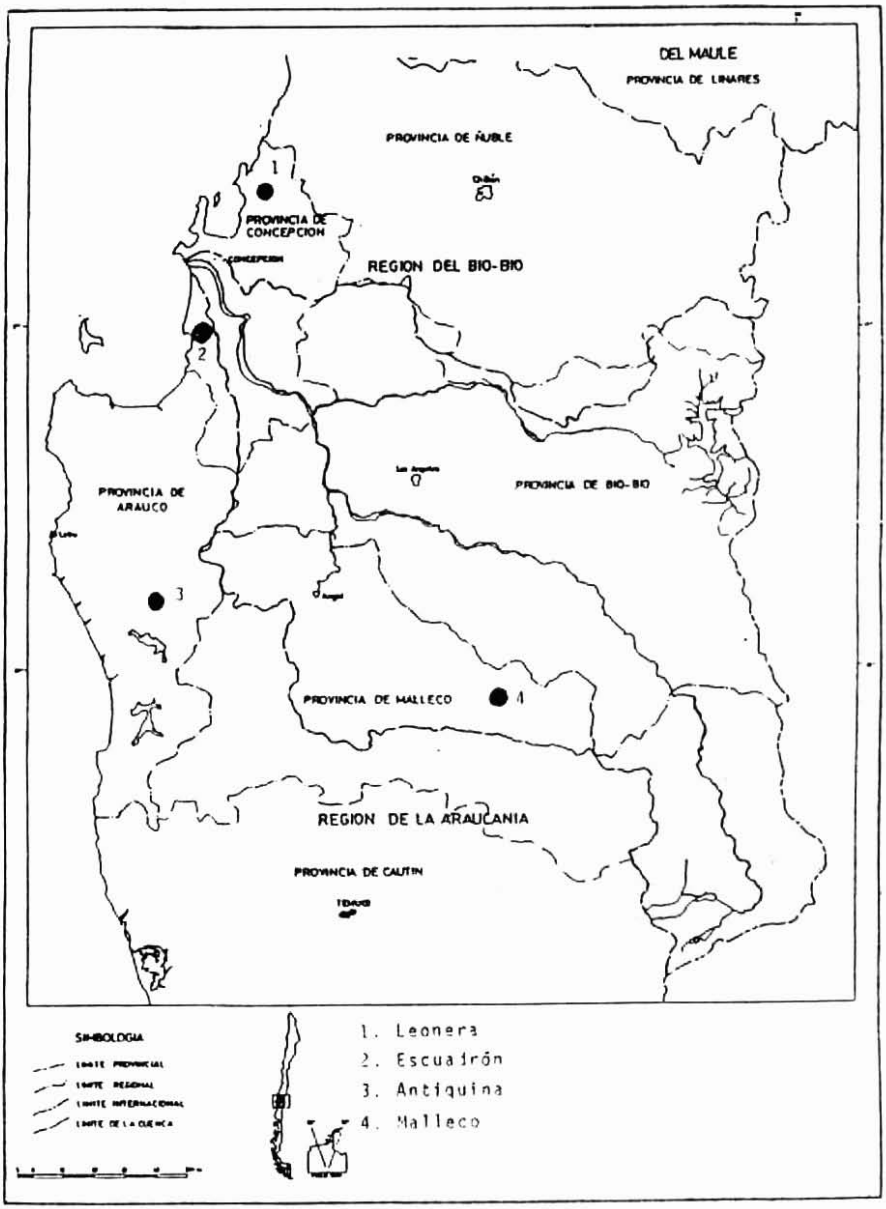


Figura Nº 1. **UBICACION LUGARES DE MUESTREO**

INFOR

Estos discos constituyeron el material básico para la caracterización de las diferentes especies y la preparación del material necesario, para los ensayos de pulpaje.

Caracterización de la Materia Prima.

Características Físicas de la Madera

- Densidad verde

Se determinó en los discos cortados a diferentes alturas del fuste, mediante método basado en el principio de Arquímedes. En base a estos valores se calculó la densidad promedio por árbol y por especie en cada sitio, ponderando cada valor individual por el trozo del fuste correspondiente.

- Contenido de Corteza

Se determinó como porcentaje en volumen y en peso en discos separados para tal efecto, a las diferentes alturas del fuste. El cálculo se hizo en forma similar al caso anterior.

- Contenido de Duramen

El porcentaje de duramen se determinó midiendo el perímetro del duramen y el disco. El cálculo se hizo en forma similar a los anteriores.

- Forma del Fuste

Con el fin de cuantificar la forma del fuste y al mismo tiempo la excentricidad de la médula, se midieron los diámetros mayor y menor, a los discos a diferentes alturas. Se tomó como punto de referencia la médula y se ubicaron en forma perpendicular dichos diámetros.

- Características Biométricas

Un disco de cada altura y de cada árbol se destinó a la caracterización biométrica de las fibras.

Con el fin de obtener muestras en sentido radial, en cada disco se cortaron cuatro sectores, partiendo desde la médula, en forma perpendicular. El radio, en cm, correspondiente al sector más pequeño, se dividió por 2,5 cm, obteniéndose el número de probetas a cortar de cada sector. La distancia radial de las probetas en

INFOR

los diferentes sectores se obtuvo dividiendo su radio por el número de probetas y midiéndolos a partir de la médula.

Las cuatro probetas, de ubicación equivalente, en cada disco se juntan. Esto se repite en los cinco árboles, en todas las alturas, para cada especie y sitio. Finalmente, se forma la muestra compuesta considerando los cinco árboles, lo que significó que cada muestra consta de veinte probetas.

Las muestras así obtenidas se redujeron de tamaño en forma manual, para luego ser sometidas a maceración, con el fin de separar las fibras para su caracterización.

Las fibras obtenidas se procesaron en el Laboratorio de Productos Forestales y se enviaron, muestras representativas y ponderadas, a la Fábrica de Celulosa Laja, para ser medidas en equipo Kayanii. De esta forma, se obtuvieron los valores de longitud de fibra y coarseness. El ancho de fibras se midió mediante proyecciones efectuadas desde un microscopio. Los valores promedios se obtuvieron de la lectura de alrededor de 7O fibras en cada caso.

Características Químicas de la Madera

En la caracterización química se consideró una muestra compuesta de los cinco árboles, para cada especie y sitio. Analizándose árbol completo, madera juvenil, madera madura y madera a diferentes alturas.

Los análisis realizados fueron los siguientes:

- Cenizas: determinada según Norma Tappi T 22 om-80 a la madera de árbol completo.

- Extraíbles en etanol-benceno: Se determinó según Norma Tappi T 240 os-76 a la madera por altura, juvenil y madura.

- Lignina: Se determinó de acuerdo a Norma Tappi T 222 om-83 a la madera por altura, juvenil y madura.

- Holocelulosa: Se determinó utilizando clorito de sodio en medio ácido, a la madera por altura, juvenil y madura.

- α-celulosa: Se determinó tratando la holocelulosa, obtenida anteriormente, con hidróxido de sodio.

INFOR

Ensayos de pulpaje

Pulpaje árbol completo

El material para ensayo de pulpaje se obtuvo incluyendo los seis discos cortados a las diferentes alturas de los 5 árboles, por especie y por sitio. El material se preparó manualmente, reduciéndolo a astillas de 3 a 5 mm de espesor.

Las astillas así preparadas, fueron secadas al aire, determinándose la humedad, para posteriormente ser almacenadas.

En los ensayos de pulpaje, se utilizó un diseño factorial 2 x 2, en que se consideraron los siguientes factores, en los márgenes de variación que se indican en Cuadro Nº 2.

Cuadro Nº 2.

FACTORES Y SUS MARGENES DE VARIACION.

Variables	Variantes	Valores asignados
Temp. máxima (°C)	2	160-170
Alcalinidad, (%bms, expresado como NaOH)	1	21
Sulfidez (%)	1	30
Tiempo hasta temp.máx. (min)	1	80
Tiempo a temp.máx. (min)	2	60-90
Relación licor/madera	1	4/1

Todos los pulpajes se realizaron en un digestor rotatorio, modelo Dr. Jayme, con 4 unidades internas de 2 litros de capacidad y con una carga de astillas húmedas equivalentes a 200 g secos de madera.

Considerando la reducida incidencia que presenta el factor sitio, se promediaron las respuestas anteriores obtenidas para cada especie a los diferentes niveles de Factor H.

Pulpaje en las condiciones para obtener Indice Kappa 14 ± 1.

Arbol completo

De acuerdo a la bibliografía y a estudios realizados en nuestro Laboratorio, se consideró que la temperatura máxima, más adecuada, para el pulpaje de madera de eucalipto, era 165°C.

Partiendo de esta premisa y basándose en las correlaciones de Indice Kappa

INFOR

y Factor H, se calcularon los tiempos a temperatura máxima, para obtener un Indice Kappa 14 ± 1, para cada una de las especies.

Las otras condiciones seleccionadas fueron: tiempo hasta temperatura máxima igual a 8O minutos, Sulfidez de 30%, Alcalinidad de 21% bms (expresada como NaOH) y una Relación licor/madera igual a 4/1.

Madera juvenil y madura

El material, para el ensayo de pulpaje, se obtuvo incluyendo los seis discos cortados, a las diferentes alturas de los cinco árboles, por especie y por sitio. Tanto la separación de madera juvenil de la madera madura, como la confección de las astillas, se efectuó manualmente. Como madera juvenil se consideró la compuesta aproximadamente por los primeros 1O anillos de crecimiento.

Los pulpajes se realizaron ajustando las condiciones de tiempo a temperatura máxima con el fin de obtener pulpas de un Indice Kappa 14 ± 1.

Pulpaje madera por alturas

El material para este ensayo se obtuvo juntando los discos de las alturas equivalentes de los 5 árboles, por especie-sitio.

Con esta madera se realizaron pulpajes, con las condiciones seleccionadas, para cada especie-sitio, a cada una de las seis alturas.

Blanqueo de las pulpas

El blanqueo pulpas árbol completo se realizo mediante la secuencia $C/_D$ EHED y $C/_D$ $E/_o$ D, en condiciones suficientes para alcanzar una blancura de 9O% y mayor de 85%, respectivamente.

El blanqueo de las pulpas madera juvenil y madera madura de los diferentes especies-sitio se efectuo mediante la secuencia $C/_D$ EHED en iguales condiciones que las pulpas de árbol completo.

Propiedades físico-mecánicas de las pulpas

La refinación de las pulpas crudas (árbol completo, por alturas, madera juvenil y madura) y blanqueadas (árbol completo, madera juvenil y madera madura) se efectuaron en molino PFI, en las siguientes condiciones: pulpa de 3O g, con una consistencia igual al 1O%, con una carga de 1,8 kg/cm y a una velocidad relativa de 6 m/seg.

INFOR

A continuación se fabricaron hojas de ensayo con las pulpas refinadas y se les midieron las siguientes propiedades físico-mecánicas: volumen específico (cm^3/g), índice de tensión (Nm/g), índice de rasgado (mNm^2/g), índice de explosión ($KPam^2/g$), porosidad (seg/100 cm^3), opacidad (% Elrepho-pulpas blancas) y con un coeficiente de dispersión (cm^2/g-pulpas blancas).

RESULTADOS

Los resultados más importantes se muestran en los Cuadros Nº 3 al 6, en los Gráficos Nº 1 al 4 y en Figura Nº 2.

Cuadro Nº 3.

CARACTERISTICAS DE LOS ARBOLES MUESTREADOS

Especie	Sitio	Edad (años)	Diámetro A.P. (cm)	Altura útil (m)	Altura total (m)	Long. fibra (mm)	Coarseness (mg/100m)	Densidad (kg/m^3)	Corteza (% b.s.)
E. maidenii	Leonera	16	16,2	18,7	23,9	1,00	10,1	631	18,5
E. globulus	Leonera	19	21,7	26,4	26,4	0,91	8,0	561	10,2
	Antiquina	18	21,1	26,9	30,9	0,87	6,5	563	9,7
	Escuadrón	14	20,5	27,0	31,0	1,00	7,6	561	11,7
	Escuadrón	8	16,3	16,5	20,8	0,83	4,1	533	13,4
E. nitens	Leonera	14	24,2	26,7	32,1	0,90	7,1	507	14,0
	Antiquina	16	23,0	21,7	25,7	0,79	6,7	493	9,8
	Malleco	15	23,1	23,4	28,2	0,88	6,0	496	9,2
E. delegatensis	Leonera	16	19,2	21,8	27,3	0,85	6,9	488	11,6
	Antiquina	16	23,5	18,7	22,2	0,79	6,4	492	9,9
E. fastigata	Leonera	16	19,1	19,5	25,0	0,73	7,1	482	14,8
	Antiquina	17	22,9	21,5	26,0	0,89	8,1	467	13,5
	Malleco	15	20,7	21,7	26,8	0,76	5,5	543	12,5
E. regnans	Leonera	16	24,1	25,8	30,8	0,99	6,5	465	9,2
	Antiquina	17	27,0	27,7	32,3	0,92	6,3	462	6,0

INFOR

Cuadro Nº 4.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LA MADERA

Especie	Sitio	Edad (años)	Holocelulosa (% bmsle)	α- celulosa (% bmsle)	Lignina (% bmsle)	Ext. Alcohol (% bms)
E. maidenii	Leonera	16	83,4	48,2	21,8	1,4
E. globulus	Leonera	19	83,7	50,0	20,4	1,3
	Antiquina	18	84,8	50,4	20,3	1,0
	Escuadrón	14	85,2	52,0	19,7	1,0
	Escuadrón	8	82,6	50,2	23,0	1,4
E. nitens	Leonera	14	82,6	46,8	21,7	1,8
	Antiquina	16	83,9	47,3	21,5	1,8
	Malleco	15	83,3	47,9	21,2	1,1
E. delegatensis	Leonera	16	84,1	51,1	19,8	1,0
	Antiquina	16	81,3	45,6	22,0	1,3
E. fastigata	Leonera	16	80,6	43,7	25,4	1,5
	Antiquina	17	80,4	47,8	25,4	1,3
	Malleco	15	81,2	46,2	24,4	1,1
E. regnans	Leonera	16	84,0	46,6	21,6	1,1
	Antiquina	17	83,2	49,9	22,4	0,7

INFOR

Cuadro Nº 5

ENSAYOS DE PULPAJE

Especie	Sitio	Edad (años)	Tiempo a Temp. máx. (min)	Indice Kappa (-)	Rendim. Total (% bms)
E. maidenii	Leonera	16	168	15,3	51,1
E. globulus	Leonera	19	56	13,8	53,6
	Antiquina	18	85	13,0	53,6
	Escuadrón	14	61	14,0	54,8
	Escuadrón	8	86	14,2	50,8
E. nitens	Leonera	14	100	13,9	52,6
	Antiquina	16	88	15,4	52,7
	Malleco	15	100	13,6	52,9
E. delegatensis	Leonera	16	70	13,2	54,1
	Antiquina	16	62	13,1	52,4
E. fastigata	Leonera	16	119	14,5	48,2
	Antiquina	17	94	15,0	50,0
	Malleco	15	90	14,3	49,0
E. regnans	Leonera	16	27	14,6	54,4
	Antiquina	17	55	14,8	55,1

INFOR

Cuadro Nº 6.

ENSAYOS DE PULPAJE

Especie	Sitio	Edad (años)	Tipo madera	Indice Kappa (-)	Rendim. Total (% bms)
E. maidenii	Leonera	16	Juvenil	15,8	48,9
			Madura	13,5	52,0
E. globulus	Leonera	19	Juvenil	15,6	51,2
			Madura	13,8	54,7
	Antiquina	18	Juvenil	14,8	51,7
			Madura	12,6	55,2
	Escuadrón	14	Juvenil	14,3	52,0
			Madura	13,4	56,0
	Escuadrón	8	Completo	14,2	50,8
E. nitens	Leonera	14	Juvenil	15,6	51,0
			Madura	14,5	54,1
	Antiquina	16	Juvenil	14,9	51,2
			Madura	14,4	54,8
	Malleco	15	Juvenil	14,8	51,4
			Madura	14,0	54,7
E. delegatensis	Leonera	16	Juvenil	14,2	51,3
			Madura	15,7	52,2
	Antiquina	16	Juvenil	13,8	51,4
			Madura	13,4	53,6
E. fastigata	Leonera	16	Juvenil	15,6	47,5
			Madura	12,7	49,0
	Antiquina	17	Juvenil	15,0	48,5
			Madura	13,9	50,4
	Malleco	15	Juvenil	14,8	48,8
			Madura	13,4	51,1
E. regnans	Leonera	16	Juvenil	15,5	53,4
			Madura	13,9	56,0
	Antiquina	17	Juvenil	15,3	53,4
			Madura	15,1	55,7

INFOR

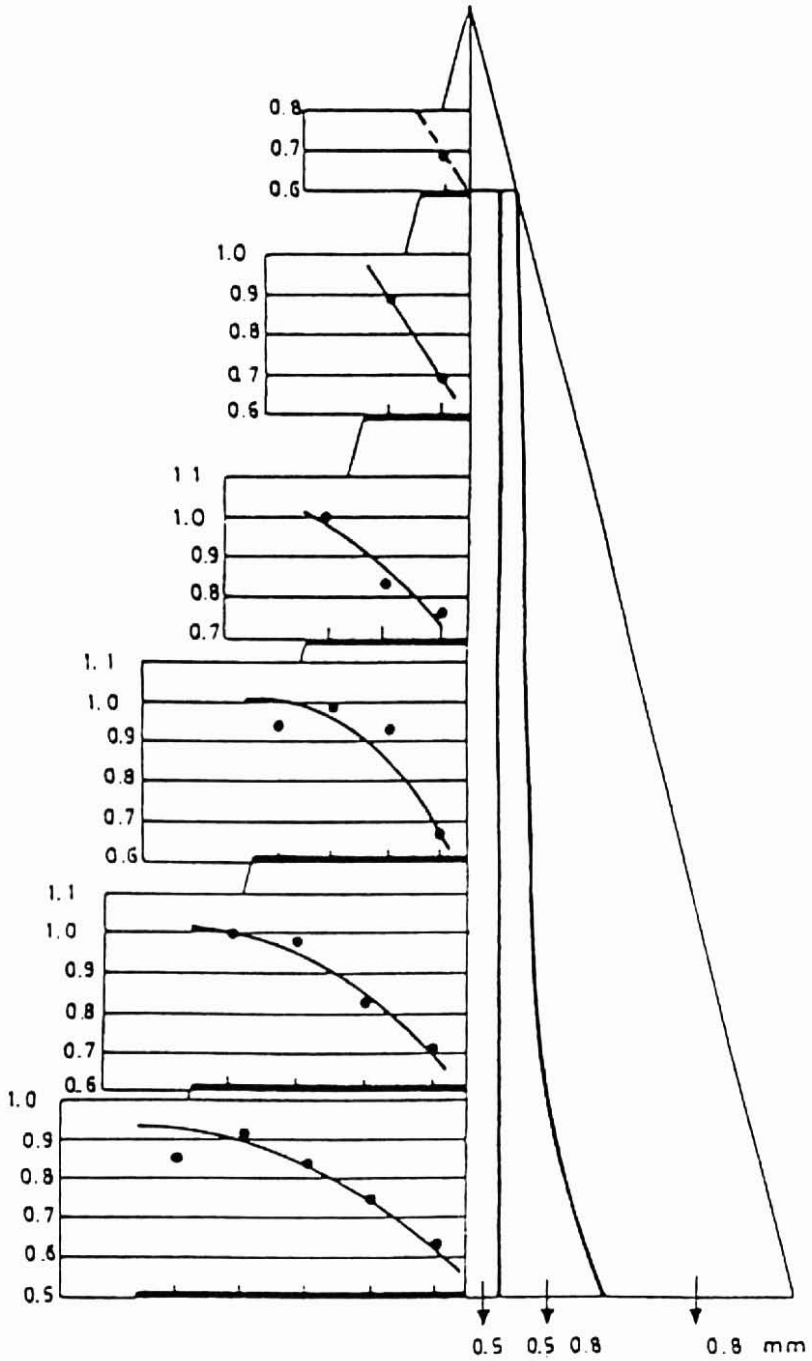


Figura Nº 2. **LONGITUD DE FIBRA Eucalyptus regnans.**

INFOR

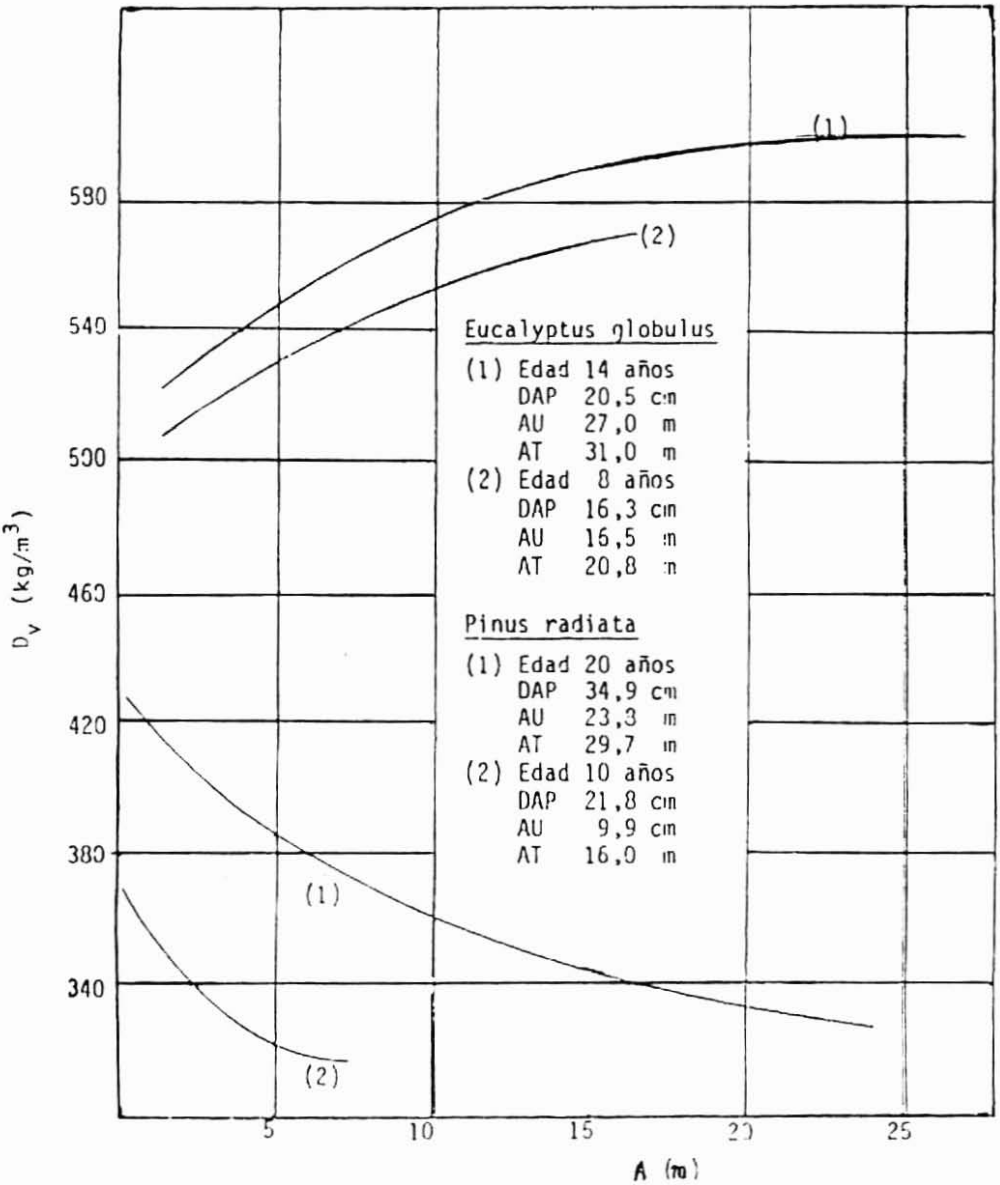


Gráfico Nº 1. **DENSIDAD VERDE (D_v) VS ALTURA FUSTE (A).**

INFOR

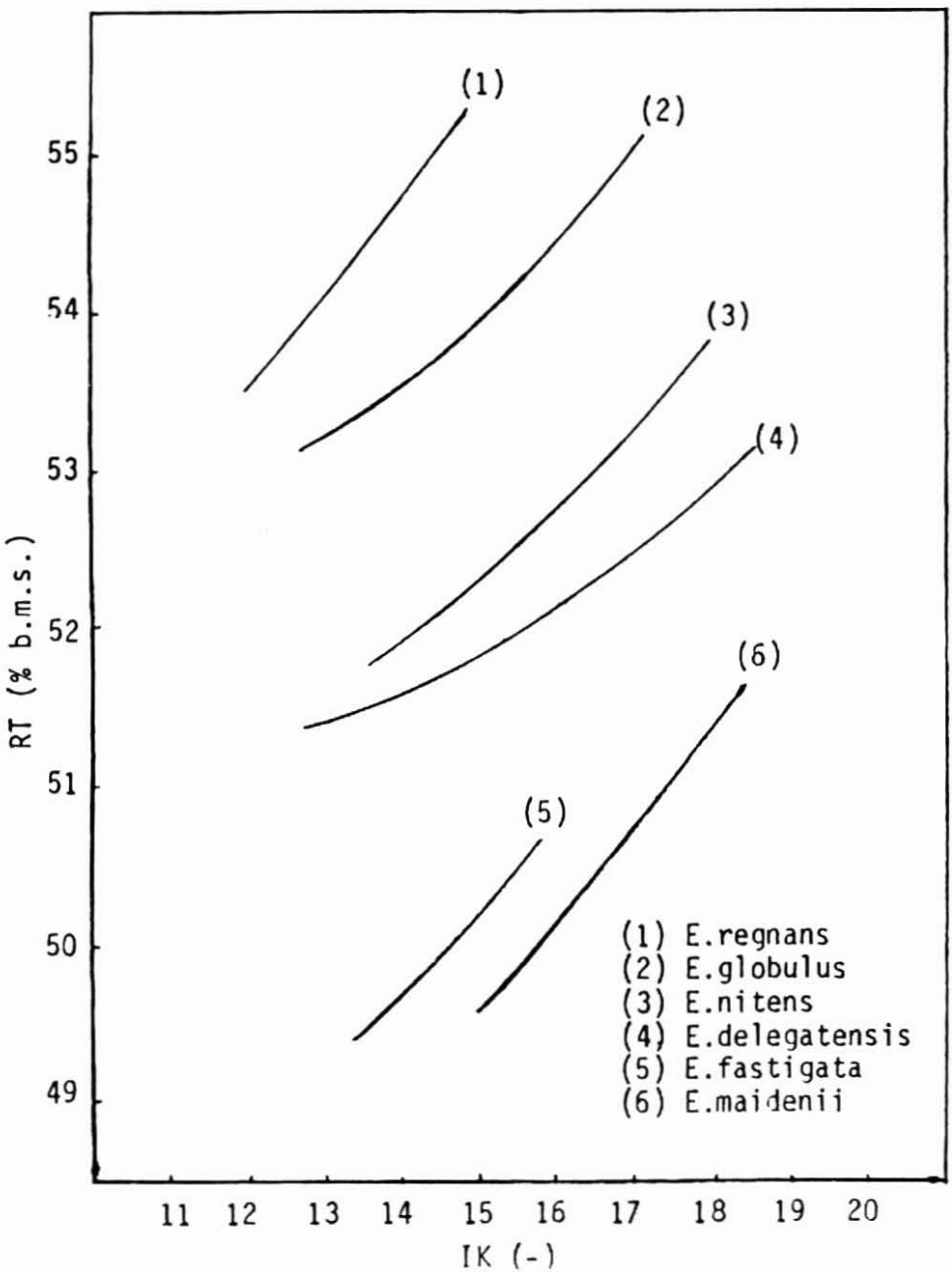


Gráfico Nº 2. **RENDIMIENTO TOTAL (RT) VS INDICE KAPPA (IK).**

INFOR

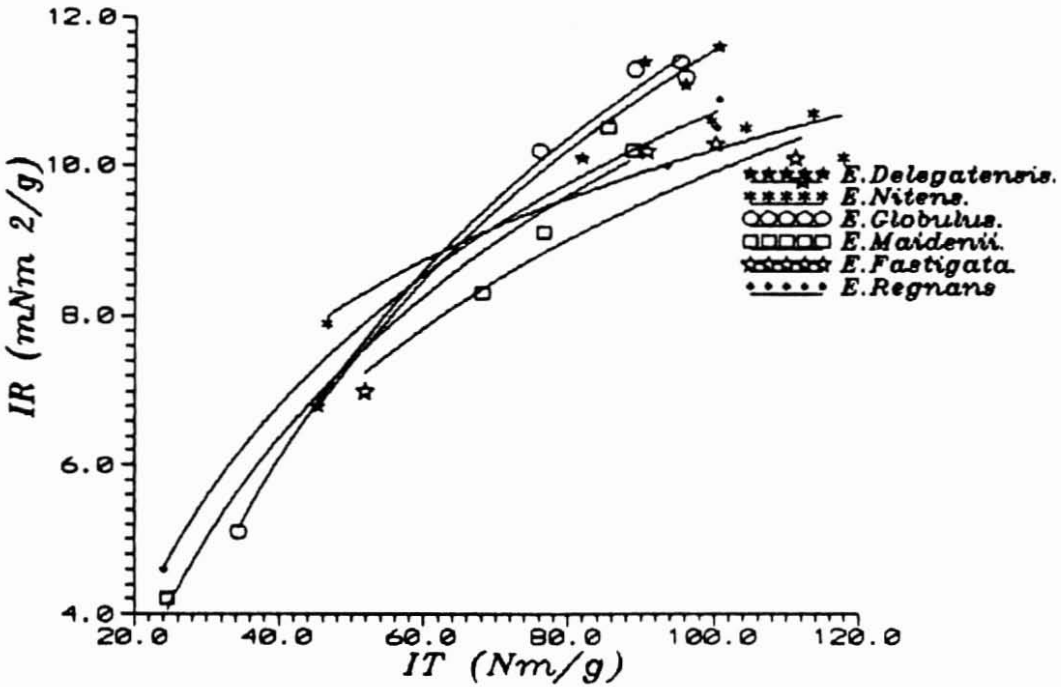


Gráfico Nº 3. **INDICE DE RASGADO (IR) VS. INDICE DE TENSION (IT) (LEONERA).**

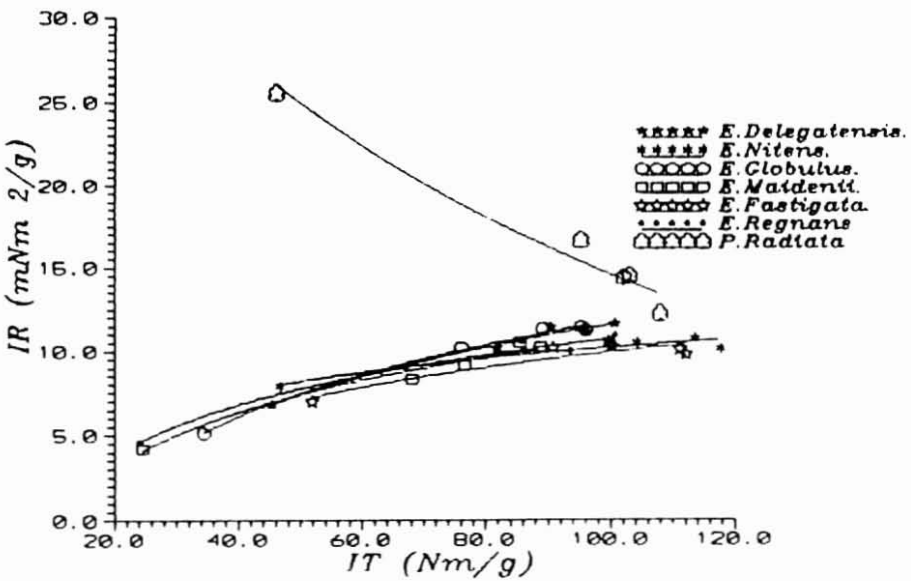


Gráfico Nº 4. **COMPARACION PROPIEDADES PULPAS DE Eucaliptos y Pinus radiata.**

INFOR

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Al estudiar las variables sitio de procedencia, se pretendía estudiar diferentes especies de **Eucalyptus**, a una misma edad, seleccionando 16 años por antecedentes de existencia, pero en terreno, se encontró limitaciones en cuanto a disponibilidad y se debió aceptar variaciones de edad entre 15 y 19 años.

Analizando el crecimiento de los árboles, destacan con mayor altura las especies **E. regnans**, **E. nitens** y **E. globulus**, siendo de menor desarrollo el **E. maidenii**.

En la misma forma, en crecimiento radial, nuevamente destacan **E. regnans** y **E. nitens**, en cambio **E. maidenii** muestra el valor más bajo. El **E. globulus** se ubica en una posición baja. No se ve una relación directa de crecimiento apical con respecto al radial.

Análisis de las variables sitio de procedencia y altitud no se observan claras tendencias.

Características Físicas de la Madera

Dentro de las características de la matería prima, una de las propiedades físicas más importantes para la caracterización de una madera, en la utilización como recurso fibroso o en su uso estructural, es la densidad. Analizando las seis especies estudiadas fue el **E. maidenii** el que alcanzó una densidad notoriamente más alta, en concordancia con su menor crecimiento (630 kg/m^3); seguido por el **E. globulus**, que aunque presenta un alto crecimiento en altura, es bajo en forma radial. Del mismo modo, la especie **E. regnans** con la densidad más baja (444 kg/cm^2), muestra un crecimiento mayor tanto en altura como en diámetro.

Las especies **E. delegatensis**, **E. nitens** y **E. fastigata** presentan valores intermedios y similares entre sí.

La variable sitio de procedencia, no muestra grandes diferencias en la especie, sin embargo, al analizar su variación con la altura se pueden apreciar algunos cambios importantes, por ejemplo:

En **E. delegatensis**, en ambos sitios, la tendencia es similar, pero hay diferencias significativas con respecto a la altura. Hasta los 18 m, el sitio Antiquina, muestra valores mayores, en el resto de la altura se invierte la situación.

En **E. nitens**, en Antiquina y Malleco, el aumento es exponencial hasta la altura útil. En Leonera, esta tendencia se manifiesta hasta los 18 m de altura y luego se produce una baja en los valores.

INFOR

En **E. globulus**, Leonera y Escuadrón se observa un aumento lineal hasta los 22 m de altura y luego el aumento decrece. En el caso de Antiquina el aumento se manifiesta hasta los 18 m y luego el último valor decrece bruscamente.

En **E. regnans** (Antiquina), el aumento es ligeramente exponencial hasta la altura útil. En cambio, en Leonera el aumento es lineal hasta los 22 m de altura y luego disminuye el incremento.

En **E. fastigata** (Antiquina), el incremento hasta los 14 años, es menos significativo y luego se produce una disminución. En Malleco, el incremento hasta los 8 m es aún inferior y luego disminuye significativamente. En Leonera, el incremento hasta los 12 m, es significativo y luego sigue la tendencia de los anteriores.

La diferencia más importante de estos tres sitios, se produce a los cuatro metros de altura: siendo esta altura en Antiquina igual a 468 kg/m^3, en Malleco de 548 kg/m^3 y en Leonera de 526 kg/m^3. En este caso, se debe considerar que Malleco corresponde al sitio con mayor altitud; y que la diferencia en parte puede atribuirse a este factor.

Con respecto al incremento volumétrico anual, existen diferencias importantes, entre sitios, especialmente para algunas especies. En todo caso, deben considerarse las limitaciones de la muestra, por extensión de plantación.

La variable edad muestra una relación directa con la densidad en el caso de **E. globulus**, del sitio Escuadrón (Gráfico Nº 1).

La correlación entre densidad y altura de fuste, en los casos en que el valor basal es mayor, se obtuvo tomando el valor de densidad a partir de la altura pecho.

Analizando el contenido de corteza destacan las especies **E. maidenii** y **E. fastigata** con los valores mayores y **E. regnans** con el menor valor (Cuadro Nº 3).

La especie **E. globulus** del sitio Escuadrón muestra mayor porcentaje de corteza en los árboles de menor edad; lo que estaría indicando que la corteza se forma en los primeros años de vida para luego crecer en menor proporción, que el leño (Cuadro Nº 3). El contenido de duramen no muestra tendencias definidas, presentando en general valores altos, sobre 40%, salvo el **E. maidenii** con valor menor, del orden del **E. globulus** de 8 años.

INFOR

Características Biométricas

En cuanto a las características biométricas, la longitud de fibra aumenta desde la médula a la periferia y desde la base a la parte superior del árbol, encontrándose los mayores valores entre el 40 y 60% de la altura útil (Figura Nº 1).

El coarseness aumenta desde la médula a la periferia en la mayoría de los casos. La variación con la altura no muestra una tendencia definida.

La correlación del coarseness con la densidad sólo es significativa en algunos casos (**E. regnans** y **E. maidenii**), esto puede explicarse, por la diferencia, en número de vasos y sus respectivos diámetros (Cuadro Nº 3).

Los anchos de fibra muestran valores muy parecidos, oscilando entre 19 y 22 µ. No existe correlación con altura ni diametralmente.

Características Químicas

El análisis químico incluye holoceluosa, α-celulosa, lignina, extraíbles en alcohol-benceno y cenizas.

Se trabajó con muestras compuestas de los cinco árboles, a seis alturas. Además se analizó madera juvenil y madera madura. Se consideró como madera juvenil hasta 10 cm, a partir de la médula.

Los valores de holocelulosa, para todos los puntos, están entre 77,6 y 85,7 %bmsle. En general, los mayores valores se encuentran entre el 40 y 60% de la altura útil. Los valores de holocelulosa muestran una relación con el contenido de lignina y de α-celulosa, en el sentido que a mayor contenido de holocelulosa corresponde un mayor contenido de α-celulosa y un menor contenido de lignina. Esta correspondencia se ve más nítida al analizar la madera juvenil y madera madura. De esto se puede deducir que existe una distribución diametral de estos tres componentes, aumento del contenido de holocelulosa y de α-celulosa de la médula hacia la periferia e inversamente para la lignina (Cuadro Nº 4).

Con respecto a los extraíbles en alcohol-benceno los valores son relativamente bajos, encontrándose sólo seis valores entre 2 y 3%, la mayoría de ellos está alrededor del 1%. No se observa una tendencia clara, en cuanto a distribución en altura y diametral. El contenido de cenizas se determinó, en árboles completos, en muestra compuesta de cinco árboles, por especie y sitio. El 60% de los valores están entre 0,2 y 0,3% y sólo el 20% está entre 0,3 y 0,5%. En general, se puede afirmar que el contenido de cenizas es bajo con otras latifoliadas.

INFOR

Pulpaje y Blanqueo

Los rendimientos totales de pulpaje son altos, entre 49,0 y 55,1%, para **E. fastigata** y **E. regnans**, en Malleco y Antiquina, respectivamente. En todos los casos no se obtuvo rechazo, esto se puede explicar por la uniformidad de las astillas, hechas a mano, y por la ausencia de nudos (Cuadro Nº 5).

El contenido de lignina residual está entre 13,1 y 15,4%, para todas las especies consideradas.

Analizando la relación rendimiento total vs Indice Kappa se pueden ordenar las especies estudiadas en orden de mayor a menor rendimiento de la siguiente forma: **E. regnans**, **E. globulus**, **E. nitens**, **E. delegatensis**, **E. fastigata** y **E. maidenii** (Gráfico Nº 2).

En cuanto a las propiedades físico-mecánicas, en lo que se refiere a índice de rasgado e índice de tensión, las mayores propiedades las muestra las especies **E. globulus**, **E. delegatensis**, **E. regnans** y **E. nitens**, y las menores **E. fastigata** y **E. maidenii** (Gráfico Nº 3).

Por lo tanto, con los antecedentes disponibles se puede afirmar que entre las especies, que muestran las mejores expectativas como recurso fibroso, serían: **E. regnans**, **E. nitens** y **E. globulus**.

En cuanto a las propiedades de las pulpas blancas, en general, se puede afirmar que no muestran diferencias significativas a las respectivas pulpas crudas ($p > 0,05$), en el índice de rasgado. Sin embargo, el índice de tensión muestra valores inferiores en las pulpas blancas y el tratamiento mecánico, para que ellas alcancen un drenaje dado, es mayor.

El comportamiento de la madera juvenil y madura, muestran diferencias significativas en cuanto a las condiciones del proceso de pulpaje y a las respuestas obtenidas ($p \leq 0,05$). Los tiempos a temperatura máxima son mayores y los rendimientos, para un Kappa dado, son menores. Este comportamiento se atribuiría a diferencias en la composición química, especialmente el contenido de lignina (Cuadro Nº 6).

Referente a las propiedades físico-mecánicas de las pulpas, la madera juvenil muestra un índice de tensión mayor e índice de rasgado inferior, lo que se puede explicar por las características biométricas de la fibra. Además, el tratamiento mecánico para lograr un drenaje dado es mayor en la madera madura. Nuevamente la explicación estaría en las características biométricas de la fibra, ya que la madera madura está formada por fibras de mayor longitud y espesor de pared. Además, podría esperarse un menor contenido de poliosas.

INFOR

Comparando las propiedades físico-mecánicas de las pulpas obtenidas del árbol completo y las respectivas a partir de madera juvenil y madura, se puede observar en general que la pulpa de madera madura muestra mayor índice de rasgado para un índice de tensión dado, que aquellas obtenidas de árbol completo y de madera juvenil. Los valores relativos dependen de la especie y sitio.

REFERENCIAS

Bamber, R.K., 1985. The Wood Anatomy of Eucalypts and Papermaking. Appita, 38 (3):210-216.

Bustamante, L. y Serfaty, J.L., 1970. Atlas de Fibras para Pasta de Celulosa. Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias. Dirección General de Montes, Caza y Pesca Fluvial. Ministerio de Agricultura, Madrid.

Bustamante, L. y De los Santos, J.A., 1983. Aptitud de diferentes especies del género **Eucalyptus** como materia prima celulósica. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.

Dadswell, H.E. and Stewart, C.M., 1962. Chemical Utilization of the **Eucalyptus**. Commnonwealth Scientific and Industrial Research Organization Melbourne. Australia.

Feffer, M., 1979. Eucalyptus in Papermaking: An Overview Proceeding of the Symposium on New Pulps for the Paper Industry, Bruselas, Bélgica.

Hall, M.J.,Hansen, N.W. and Rudra, A.B., 1973. The Effect of Species, Age, and Wood Characteristics on Eucalypt Kraft Pulp Quality. Appita, 26 (5): 348-354.

Hillis, W.E. and Brown, A.G., 1978. Eucalyptus for Wood Production. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO), Australia.

Kajaani Electronics Ltd., 1986. The significance of coarseness in Papermaking. Copyright, Finlandia, November.

Melo, R. y Paz, J., 1979. Evaluación de Recursos Fibrosos en la Subregión Andina. Laboratorio de Productos Forestales, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción.

INFOR

Melo, R., Rojas, Mintha y Fuentes, L., 1982. Obtención de Pulpas Semiquímicas de Eucalipto. Laboratorio de Productos Forestales, Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción. 52 p.

Millett, Mervyn., 1977. Australian Eucalypts. Perivinkle Books, Landowne Press, Melbourne, Australia.

Molleda, J. y Xuclá, A., 1977. El Eucalipto: Del Bosque a la Impresión. Situación Actual de la Utilización de las Pastas de Eucalipto. XVII Conferencia de EUCEPA, Viena.

Paz, J. y Reitze, E., 1976. Pulpas a partir de Madera de **Eucalyptus globulus**. Primer Congreso Técnico Latinoamericano sobre Celulosa y Papel, Tomo II, 345-353, Buenos Aires.

Paz, J. et al., 1977. Eucalyptus globulus como Recurso Fibroso en Chile. IV Congreso Ingeniería Química. Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción.

Reyes, P. y Prado, J.A., 1979. Los Eucaliptos como Alternativa para la Forestación en la VIII Región. Informe Técnico Nº 89. Instituto Forestal, Santiago.

Watson, A.J. and Cohen, W.E., 1969. Pulping of Eucalypts-an Historical Survey. Division of Forest Products. Reprint Nº 776: 19, CSIRO, Australia.

Zobel, B., 1981. Wood Quality From Fast-Grown Plantations. Tappi 64, (1): 71-74.

INFOR

REDUCCION DE LAS TENSIONES DE CRECIMIENTO EN MADERA DE Eucalyptus grandis Hill Ex Maiden: TÉCNICA DE ANILLAMIENTO Y VAPORIZACIÓN

Carlos Rozas M. (*)

RESUMEN

Para el desarrollo del presente estudio fueron utilizados 12 árboles de ***Eucalyptus grandis****, con el objetivo de poder evaluar el efecto del tratamiento combinado de anillamiento y vaporización (temperatura de 90°C), sobre la liberación de las tensiones de crecimiento. La cuantificación de las tensiones de crecimiento fue hecha a través de las rajaduras y aberturas que las tablas manifiestan durante y después del aserrado de las trozas.*

Los resultados obtenidos indican que el anillamiento con motosierra dificultó la propagación de las rajaduras en los extremos de las trozas, durante la vaporización, impidiendo que éstas se extendiesen a lo largo de la troza o más allá del anillamiento realizado. El tratamiento de vaporización liberó las tensiones de crecimiento remanentes en las trozas, en los dos tiempos de vaporización aplicados (18 y 36 horas). Se comprobó, por tanto que el tratamiento de anillamiento y vaporización es efectivo para la liberación de las tensiones de crecimiento.

(*) Ingeniero de Ejecución en Maderas. M.Sc. en Ciencias Forestales, Tecnología de la Madera.

INFOR

INTRODUCCION

Para un mayor aprovechamiento de la madera de **Eucalyptus** deben ser consideradas algunas de las características desfavorables del género, tales como contracción relativamente alta, susceptibilidad al colapso durante el secado y principalmente la presencia de las tensiones de crecimiento.

Las tensiones de crecimiento se manifiestan inmediatamente después de cortado el árbol y durante su trozado, a través de grietas o rajaduras en los extremos de las trozas y, en el aserrado de trozas y tablones, a través de alabeos y rajaduras en las tablas. La presencia de estas tensiones es uno de los principales problemas que limitan la utilización del género **Eucalyptus** como madera aserrada en gran escala, por tanto considerar las tensiones de crecimiento y su liberación permitirán un mayor aprovechamiento de la materia prima, tanto durante el aserrado como en el debobinado.

El presente trabajo se realizó considerando la actual importancia que está alcanzando el género **Eucalyptus**, tanto en Chile como en Brasil, pretendiendo su utilización masiva y cuyo objetivo es determinar el efecto del tratamiento combinado del anillamiento con motosierra (aplicado antes del volteo del árbol y durante el trozado) y posterior vaporización de las trozas, en la liberación de las tensiones de crecimiento. Siendo evaluadas estas tensiones a través de las rajaduras y alabeos de las tablas, durante y después del aserrado de las trozas.

Las tensiones de crecimiento están presentes en muchas especies forestales (Jacobs, 1965), siendo éstas intrínsecas al crecimiento de los árboles. En general, son de baja intensidad en las coníferas y de mayor intensidad en las latifoliadas, pudiendo alcanzar niveles bastante elevados, especialmente en madera de los géneros **Eucalyptus, Fagus y Populus** (Nicholson, 1973b). Estas pueden ocurrir en el sentido longitudinal, radial y tangencial (Wilkins, 1986).

Las tensiones de crecimiento presentes en el árbol, se manifiestan en la troza en el momento del volteo, o durante el aserrado. De esta forma, son diferentes de las tensiones de secado, que son causadas por la contracción de la madera, debido a gradientes de humedad generados en el proceso de secado (Dinwoodie, 1966).

INFOR

La primera tentativa de explicar el origen de las tensiones de crecimiento fue hecha por Martley en 1928 (Conradie, 1980; Chafe, 1979; Boyd, 1972; Dinwoodie, 1966), que observó que las tablas de olmo (**Ulmus sp**) se doblában después de aserradas, como resultado de tensiones causadas por el aumento de peso del árbol durante su crecimiento.

Posteriormente, Much (1938) citado por Dinwoodie (1966), sugirió que las tensiones se debían a la contracción de las paredes celulares de la madera en tracción, debido al hinchamiento de ellas en el sentido transversal, por el depósito de materiales sólidos en los espacios laterales intermicelares durante la lignificación. Con el aumento de la presión, ocurre el hinchamiento tanto de la pared como de la celula y, consecuentemente, la alteración de las microfibrillas. No obstante, esta hipótesis haya sido desarrollada para madera de tracción, ella también ha sido utilizada para explicar las tensiones de crecimiento en los troncos de árboles normales y rectos.

Jacobs (1965) y Boyd (1950a) citado por Kubler (1987), concluyeron que la lignificación de las paredes celulares es la principal causa de las tensiones de crecimiento, una vez que las fibras pueden estirarse o contraerse como resultado de la lignificación, como consecuencia del propio crecimiento del árbol, que tiende a aumentar su volumen. Posteriormente, Watanabe (1965) concordó con la hipótesis de Boyd (1950c), también aceptada por Boyd (1972), Chafe (1979) y Sales (1986) entre otros. Boyd consideró que las tensiones de crecimiento están relacionadas con la lignificación de las células, pués la lignina es depositada y polimerizada en la pared secundaria de la célula (S2), provocando un hinchamiento irreversible en esta parte de la célula, tanto en el sentido transversal como en el sentido longitudinal, haciendo que el tamaño de esta deformación dependa del ángulo microfibrilar.

Estudiando el comportamiento y distribución de las tensiones de crecimiento en los troncos de los árboles, Jacobs (1938, 1939, 1945) y Kubler (1959), citados por Aguiar (1986), observaron cambios en extensión y en la tendencia a curvarse de las muestras, cuando son retiradas de un tablón (plancha diamétrica). La plancha diamétrica corresponde a una pieza de madera retirada del centro de la troza, con un ancho igual al diámetro de la troza. De sus observaciones concluyeron que la madera próxima a la superficie del árbol estaba sometida a tracción longitudinal y en el centro, próxima a la médula estaba sometida a compresión.

De acuerdo con Wilhelmy y Kubler (1973), después del volteo y trozado del árbol, la zona próxima a la corteza tiende a contraerse longitudinalmente, en cuanto la zona central de la troza bajo compresión, tiende a expandirse. De esa forma, las caras de las extremidades de la troza toman la forma cóncava y las rajaduras se manifiestan.

INFOR

La distribución de las tensiones de crecimiento longitudinal varían de una tracción máxima en la superficie hasta un valor de cero cerca de 1/3 a 1/2 del radio, siguiendo en compresión creciente hasta la médula (Boyd, 1950a citado por Aguiar (1986); Jacobs, 1965).

A partir del momento en que los árboles son cortados, las altas tensiones de crecimiento son liberadas y pueden provocar tres principales defectos (Nicholson, 1973):

1.- Grietas o rajaduras en los extremos de las trozas, después de cortados los árboles.

2.- Alabeos y rajaduras longitudinales durante el aserrado de trozas y tablones.

3.- Duramen quebradizo, resultado de la excesiva tensión de compresión, limitando el uso de esta madera.

Entre estos defectos las rajaduras en los extremos de las trozas son las más evidentes manifestaciones de las tensiones de crecimiento. El modo más simple de evaluar el nivel general de las tensiones de crecimiento es después de cortado el árbol, donde se observa la evolución de las rajaduras en los extremos en la troza cortada transversalmente. Esta, entre tanto, es una evaluación cualitativa, no exacta que depende del propio nivel de tensión, del diámetro del árbol, de grietas centrales preexistentes y del impacto del volteo en el árbol, y también impide una repetición de la medición por ser un método destructivo.

Varias formas son utilizadas en el mundo para reducir las tensiones de crecimiento, sin embargo por una razón o por otra, ninguna de ellas es considerada enteramente satisfactoria (Chafe, 1979). Lo ideal para la neutralización de las tensiones de crecimiento sería la utilización de técnicas aplicadas en los árboles en pie, de tal forma de reducir las rajaduras que ocurren por ocasión del volteo del árbol y de su transformación en trozas.

Entre los métodos utilizados para liberar las tensiones de crecimiento están el uso de zunchos metálicos o plásticos, que son colocados alrededor del tronco del árbol, antes de su volteo (Kubler y Chen, 1975; De Villiers, 1973; Wilhelmy y Kubler, 1973). Otro método aplicado corresponde al uso de conectores metálicos antirrajaduras, tipo "gain nail" y ganchos en forma de S o C aplicados inmediatamente después de cortado el árbol (Aguiar, 1986; Tisseveraiseque, 1967; Mayer-Wegeglin, 1955, citado por Malan, 1984). Para Geraldo y Sodrè (1983) citado por Aguiar (1986), los conectores metálicos tipos "gang nail" son los que más contribuyeron para la reducción de las rajaduras en los extremos de las trozas.

INFOR

De Villiers (1973) y Nicholson (1973a) aplicaron la técnica de secado del árbol en pie, realizando un anillamiento de la albura. Este método presentó buenos resultados en la disminución de las rajaduras en los extremos de las trozas. Trabajo semejante fue desarrollado por Giordano y Curro (1972) y Giordano **et al.** (1969), que evaluaron el efecto del anillamiento de la albura en los árboles en diferentes intervalos de tiempo, siendo estos árboles cortados después de realizado el anillamiento a los 5, 8 y 17 meses.

El anillamiento con motosierra aplicado en el árbol en pie para la liberación de las tensiones de crecimiento (Figura Nº 1) consiste en efectuar un corte con motosierra alrededor del tronco antes del volteo y en el posterior trozado de los árboles. Este corte debe ser hecho arriba del corte de volteo del árbol, a una determinada profundidad (1/3 - 1/2 del radio), obteniéndose el máximo efecto del tratamiento a distancias entre 0,6-0,8 (distancia entre el extremo de la troza y el anillado) veces el diámetro del árbol (Giordano y Ghisi, 1965) citados por Kubler (1987). Este método mostró una significativa reducción en las rajaduras de los extremos de las trozas (Hillis, 1978) y ha sido estudiado por varios investigadores, tales como Barnacle y Gottstein (1968); Giordano y Curro (1972); Van Vyx (1978) citados por Malan (1984); Kubler y Chen (1975); Conradie (1980); Aguiar (1986); Rozas (1991) y Keinert Jr. **et al.** (1992).

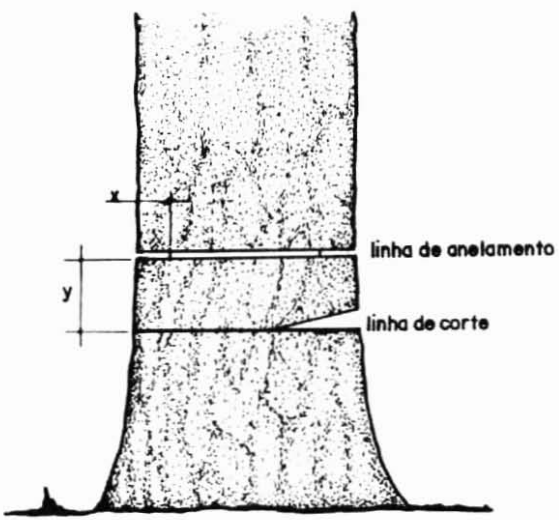


Figura Nº 1. **ANILLAMIENTO CON MOTOSIERRA DEL ARBOL EN PIE**

INFOR

Wilhelmy y Kubler (1973), analizaron el efecto del anillamiento con motosierra sobre la fuerza transversal a través del corte. De acuerdo con este estudio, la eficiencia del anillamiento con motosierra aumenta con el aumento de la profundidad de este, como esperado. La distancia entre el anillamiento y el extremo de la troza es menor cuanto más profundo sea el anillamiento. Por ejemplo, para un anillamiento con una profundidad de 1/3 del radio del árbol, la distancia más efectiva para realizar el corte de volteo, será de 1/4 del diámetro de la troza -distancia entre el corte de anillamiento y el corte de volteo- (Kubler, 1987). De forma general, la profundidad del corte varía de 1/3 a 1/2 del radio. Cada anillamiento, de cualquier modo, crea una nueva y parcial rajadura en el extremo de la troza, por esa razón es inútil hacer un anillamiento mayor a 1/3 de profundidad.

Con el propósito de liberar las tensiones de crecimiento, han sido desarrollados sistemas de corte, tales como de corte radial, corte tangencial de dos lados simétricos utilizando sierras múltiples y luego se gira la troza para el próximo corte. En 1990, Montagna **et al.**, estudiando la liberación de las tensiones de crecimiento en ***Eucalyptus punctata***, a través de cortes simétricos con una sierra de huincha doble, realizaron primero un corte a 1/3 del radio de la troza y girando la troza, repitieron la operación en el segundo corte. Concluyeron que las costaneras (bajo tracción) y el bloque central (bajo compresión) quedaron bajo el efecto de apenas una fuerza de crecimiento. De esta forma, se puede obtener tablas con índices de rajaduras menores e inclusive nulos. Esta técnica de aserrado fue también estudiada por Berengut **et al.** (1973), Berengut (1976), Freitas y Ponce, (1979) y Montagna **et al.** (1991), entre otros.

El almacenamiento bajo agua ha sido frecuentemente recomendado como un método para reducir las rajaduras en los extremos de las trozas. **Eucalyptus robusta** almacenado bajo aspersores por 3,5 meses, redujo en gran parte las rajaduras, manchas y el ataque de insectos (Skolmen, 1965 citado por Malan, 1984). También el almacenamiento de trozas de **Eucalyptus regnans** redujo las rajaduras en 20%, cuando fueron almacenadas por un periódo de 300 días bajo aspersores (Nicholson, 1973a). Trabajo semejante fue desarrollado por Aguiar (1986), en madera de **Eucalyptus grandis**, que fue mantenida por dos y doce meses, tanto bajo aspersión como bajo inmersión total. Aguias, concluyó que el tratamiento de inmersión total es más efectivo que el tratamiento de aspersión en el control de las rajaduras en los extremos de las trozas y del ataque de insectos y hongos.

Aguiar (1986), entre otros autores, manifestó la posibilidad de reducir las tensiones de crecimiento en las trozas verdes por medio de la aplicación de calor y humedad. La principal desventaja de este método, es que en ciertos casos, ayuda en el desarrollo de rajaduras en los extremos de las trozas o aumenta las existentes.

INFOR

Estudios desarrollados por Lutz y Panzer (1969) citado por Kubler (1987), indicaron que el calentamiento de las trozas en agua a 93°C por dos días, liberó completamente las tensiones de crecimiento, y a una temperatura de 65°C el tratamiento redujo 2/3 de estas tensiones. El mismo autor (Lutz, 1974), confirma este hecho, al constatar que, cuando la madera es calentada a una temperatura de 82°C, aproximadamente 90% o más de las tensiones de crecimiento son liberadas. La inmersión de las trozas verdes en agua caliente por seis semanas también tiene un efecto positivo sobre la liberación de las tensiones de crecimiento (Iman y Heikal, 1972, citados por Hillis, 1978). Un tratamiento por 24 horas en agua caliente, a una temperatura de aproximadamente 96°C, en madera de **Eucalyptus viminalis**, tiene un efecto satisfactorio en la liberación de estas tensiones (Skolmen, 1967). Considerable disminución en las tensiones de crecimiento longitudinales, fue observado en madera de **Eucalyptus camaldulensis** y **Eucalyptus viminalis**, cuando almacenadas en un ambiente rico en vapores amoniacales a 60°C, por un período de 5 a 7 meses (Giordano y Curro, 1973).

La aplicación de vapor a 110°C por más de 10 horas, reducen las tensiones de crecimiento en madera aserrada de *Yellow poplar* (Weik **et al.**, 1984). De la misma forma en 1967 Skolmen obtuvo buenos resultados con la aplicación de vapor a 96°C por 48 horas en trozas de **Eucalyptus saligna**. Okuyama **et al.** (1987), tuvieron resultados favorables en la liberación de las tensiones de crecimiento en trozas de **Zelkova serrata** Makino, cuando fueron calentadas por medio de vapores (humos) calientes a la temperatura de 150-200°C por más de 40 horas.

Otra tentativa fue sugerida por Chafe (1979), que se basaba en la utilización de un proceso de bloqueo de la lignina en el árbol, siendo que ésta es un factor que contribuye para la formación de las tensiones de crecimiento. En ciertas especies de árboles una infección viral resulta en una lignificación incompleta, lo que resulta en la deformación del tejido leñoso conocida por "madera elástica". De esa manera, el autor espera que las tensiones de crecimiento en los árboles tratados sean extremamente bajas o hasta inexistentes.

MATERIAL Y METODO

El material utilizado para este estudio proviene de plantaciones de propiedad de la CONFLORESTA, en el Municipio de Itapoá (Santa Catarina - Brasil). Los árboles fueron plantados con un espaciamiento de 2,5 x 2,5 m.

Fueron utilizados 12 árboles de **Eucalyptus grandis** (Hill Ex-Maiden) de 14 años de edad y con un diámetro (DAP) de aproximadamente 40 cm.

Para el volteo y trozado de los árboles se utilizó el método de anillamiento con motosierra, a una profundidad de 1/3 del radio del árbol, dejando una distancia de 20-

INFOR

30 cm entre el anillamiento y el corte transversal del árbol. En el trozado la profundidad del anillamiento fue la misma utilizada en el volteo de los árboles, dejando en este caso, 15-20 cm. en cada extremo de la troza.

Los 12 árboles fueron divididos en dos grupos de 6 árboles cada uno, obteniéndose de cada uno de éstos dos trozas de 3,40 m de largo (largo que incluye la distancia entre el extremo de la troza y el anillamiento), siendo una considerada como testigo y la otra para efectuar el tratamiento de vaporización, escogidas aleatoriamente. Por tanto, todas las trozas utilizadas en este estudio fueron anilladas con motosierra.

Después de cortados los árboles, éstos fueron transportados hasta la ciudad de Sao Bento do Sul, donde se realizó la vaporización de las trozas.

Preparación del Material

Para la preparación del material fueron adoptadas las sugerencias de Rozas (1991), quien realizó un estudio preliminar en madera de **Eucalyptus viminalis** para evaluar la aplicación del método combinado de anillamiento con motosierra y posterior vaporización de las trozas, para la liberación de las rajaduras provocadas durante el aserrado. Después de cortados los árboles, todos fueron debidamente identificados y evaluados visualmente los defectos provocados durante el volteo (principalmente grietas o rajaduras en los extremos de éstas), como los defectos inherentes a la propia especie.

Vaporización

Una vez que se separaron las trozas testigo de las trozas que serían vaporizadas, estas últimas fueron sometidas al tratamiento de vaporización de acuerdo a las condiciones establecidas en el Cuadro Nº 1. En cada uno de los tratamientos aplicados se controló el tiempo y la temperatura de vaporización. Concluído el tratamiento de vaporización de las trozas, fue observada la evolución de las rajaduras en sus extremos.

INFOR

Cuadro Nº 1.

TEMPERATURA Y TIEMPOS DE VAPORIZACIÓN

TEMPERATURA: 90ºC		
Tiempo	Trozas Vaporizadas	Trozas Testigo
18 hrs.	6	6
36 hrs.	6	6
Total de Trozas: 24		

Aserrado y Evaluación de las Tensiones de Crecimiento

Después de cuatro horas de haber terminado el tratamiento de vaporización, las trozas fueron aserradas mediante "cortes paralelos" como es indicado en la Figura Nº 2. Este sistema de corte fue utilizado porque, las tensiones de crecimiento se manifiestan intensamente causando el rajamiento casi completo de las tablas, principalmente de aquellas que ocupan posiciones diametrales o próximo a ella. De esta forma, las tensiones de crecimiento fueron evaluadas a través de las rajaduras de las tablas, midiéndose tanto el largo como el ancho de ésta rajadura (Figura Nº 3). Fue medido también la abertura de las tablas en relación a la troza, medida obtenida cuando la troza estaba aserrada a 3 metros de su largo).

INFOR

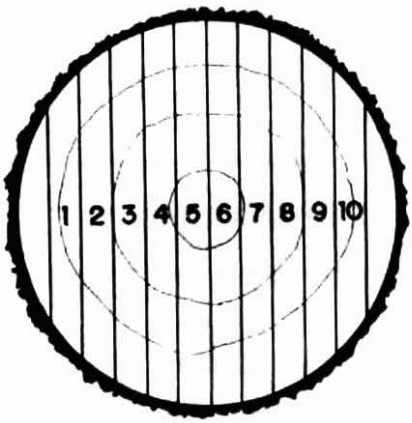


Figura Nº 2. **SISTEMA DE CORTE UTILIZADO**

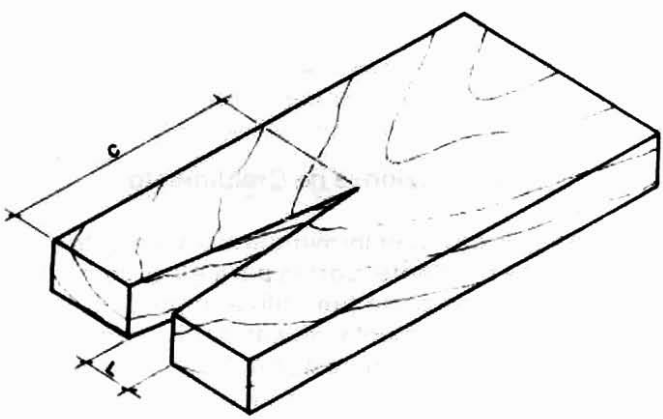


Figura Nº 3. **MEDICIÓN DE LAS RAJADURAS DESPUÉS DEL ASERRADO**

INFOR

RESULTADOS Y DISCUSION

Para la liberación de las tensiones de crecimiento se aplicaron dos tratamientos: el primero fue el anillamiento con motosierra, que tuvo como objetivo liberar parte de las tensiones de crecimiento, tanto en el árbol como en las trozas, y evitar la propagación de las rajaduras en los extremos de las trozas (provocadas por el tratamiento de vaporización). El segundo tratamiento utilizado para la liberación de las tensiones remanentes en las trozas verdes (previamente anilladas), fue a través de la aplicación de vapor a una temperatura de 90°C por 18 y 36 horas.

La evaluación visual del anillamiento indicó que inmediatamente después de cortadas, tanto los árboles como las trozas no presentaron grietas o rajaduras en los extremos (ver Figura Nº 4).



Figura Nº 4. **TROZAS DE Eucalyptus grandis INMEDIATAMENTE DESPUES DE CORTADAS.**

Como la presencia de las rajaduras es una de las formas como se manifiestan las tensiones de crecimiento, ocurriendo algunas veces inmediatamente después de cortado el árbol (Sales, 1986; Chafe, 1979; De Villiers, 1973; Edwards, 1973; Nicholson, 1973b), el tratamiento de anillamiento cumplió en parte (durante el aserrado las tablas provenientes de las trozas testigo se rajaron) el objetivo de liberar las tensiones de crecimiento posteriormente al corte de los árboles y trozado de ellos, ya que estos no presentaron rajaduras en los extremos.

INFOR

La aplicación del tratamiento de vaporización por un período de 18 o 36 horas, causó rajaduras en los extremos de las trozas (como era esperado). Hecho que también fue observado por varios investigadores, que consideran que las rajaduras en los extremos es uno de los principales problemas en la utilización de calor para la liberación de las tensiones de crecimiento, principalmente en las trozas que seran utilizadas para la obtención de chapas (Rozas, 1991; Aguiar, 1986; Lutz, 1974). No obstante, los resultados de esta investigación indicaron que el anillamiento con motosierra realizado en los extremos de las trozas dificultó que las rajaduras provocadas por el tratamiento de vaporización se extendiesen a lo largo de la troza (ver Figura Nº 5). Resultado similar fue obtenido por Kubler y Chen (1975), que probaron tres diferentes formas para prevenir la formación de las grietas en los extremos de las trozas (cintas, anillamiento con motosierra y surco hecho con motosierra en la punta de la troza). De los tres métodos aplicados el "surco" previene la formación de grietas durante el almacenamiento y durante el calentamiento de las trozas, en cuanto los otros dos tratamientos (anillamiento y cintas) dificultan la formación de las rajaduras.

Al comparar las Figura Nº 5a y b, que corresponden a los tiempos de vaporización de 18 y 36 horas respectivamente, se observa que no hay una diferencia entre las rajaduras de los extremos de las trozas, en los dos tiempos aplicados, lo que lleva a suponer que las rajaduras se forman en las primeras horas de iniciado el proceso de calentamiento de las trozas, y que cesa cuando estas llegan a un equilibrio en la troza. Se puede notar también en éstas figuras una descoloración superficial de las trozas, provocada por el tratamiento de vaporización.

La evaluación del tratamiento aplicado a las trozas (anillamiento + vaporización) como medio para liberar las tensiones de crecimiento fue hecha durante el aserrado de las trozas, sabiendo que éstas se manifiestan de forma diferente en tablas radiales y tangenciales. Las tablas tangenciales, abren en relación a la troza, y esta abertura aumenta cuando se continúa el aserrado, lo que provoca una variación dimensional en el espesor de la tabla. Para las tablas radiales (centro de la troza), se producen grietas o rajaduras en los extremos de las tablas, que continúan rajando longitudinalmente cuando continúa el aserrado. Esta rajadura en el ancho de la tabla puede llegar eventualmente a más de 10 cm, y en el largo a varios metros. Las rajaduras pueden ser tan grandes que se producen en ambos extremos de las tablas (De Villiers, 1973).

Las evaluaciones visuales realizadas durante el aserrado indicaron que las tablas obtenidas no presentaron ningún tipo de alabeos o variación dimensional, tanto las trozas testigo (anilladas), como las trozas tratadas (anillamiento + vaporización). Varios autores indican que trozas que no sufrieron algún tratamiento, para liberar las tensiones de crecimiento presentan algún tipo de defectos durante el aserrado, sean rajaduras, alabeos o variación dimensional (Sales, 1986; De Villiers, 1973; Nicholson, 1973a).

INFOR



Figura Nº 5. **RAJADURAS PROVOCADAS POR EL TRATAMIENTO DE VAPORIZACIÓN: a) 18 horas y b) 36 horas.**

INFOR

La inexistencia de defectos en las trozas (alabeos y variación dimensional), demuestra que tanto el anillamiento como la vaporización aplicados para liberar las tensiones de crecimiento tuvieron un efecto positivo. Sin embargo, durante el reaserrado de las tablas centrales, provenientes de las trozas testigo (anilladas), se observó un leve alabeo (encorvadura), defecto mencionado por Okuyama **et al.** (1987) y Nicholson (1973a) en madera sin tratamiento para liberar las tensiones de crecimiento. Las tablas provenientes de las trozas vaporizadas tanto a 18 horas como a 36 horas, no presentaron este defecto, indicando que el tratamiento de anillamiento no fue suficiente para liberar completamente las tensiones de crecimiento. Por lo tanto, el tratamiento de vaporización fue más efectivo.

En la Figura Nº 6, se representan las rajaduras promedio de las tablas provenientes de las trozas testigo-anilladas (las trozas vaporizadas no rajaron). Como puede observarse, las rajaduras de forma general, se intensifican desde la superficie al centro de la troza. Hecho que puede ser explicado por la distribución de las tensiones de crecimiento (tracción en la superficie y compresión en el centro) que actúan y que son responsables por la formación de las rajaduras. No obstante, las tensiones tranversales representen aproximadamente 1/10 de las tensiones longitudinales, éstas son capaces de provocar rajaduras en las tablas radiales, por la fragilidad que el material presenta en el sentido radial.

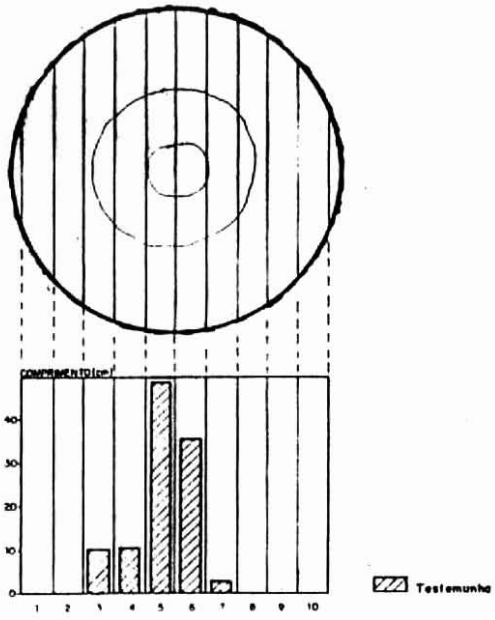


Figura Nº 6. **LARGO PROMEDIO DE RAJADURAS DURANTE EL ASERRADO DE LAS TROZAS TESTIGO DE Eucalyptus grandis.**

INFOR

Cuando se realiza un corte paralelo, como el utilizado en este trabajo, las tablas centrales de las trozas (sometidas a compresión) se parten, y la magnitud de estas rajaduras dependerá del nivel de tensión existente en la troza. Tanto Sales (1986), De Villiers (1973) y Nicholson (1973a), concuerdan que durante el proceso de aserrado, las tablas radiales presentan rajaduras en los extremos, producto de la liberación de las tensiones de crecimiento, en madera sin tratamiento.

No obstante, haya sido aplicado el método de anillamiento con motosierra en las trozas, las trozas testigo, como ya fue discutido anteriormente presentaron rajaduras, lo que lleva a concluir que este tratamiento no es suficiente para eliminar totalmente las tensiones de crecimiento, lo mismo fue también observado por otros autores (Rozas, 1991; Aguiar, 1986; Giodano y Curro, 1972; Barnacle y Gottstein, 1968).

En el Cuadro Nº 2, son presentados los resultados de la prueba de Tukey, aplicado a las aberturas promedio, y al largo y ancho de la rajadura, relacionando el factor tiempo de vaporización (18 y 36 horas). Observándose en este cuadro que no hay una diferencia estadísticamente significativa ($p > 0,05$; los valores de ANDEVA son presentados en los anexos), entre los tiempos de vaporización aplicados, tanto en la abertura de las tablas como en el ancho y largo de la rajadura. Se concluye por lo tanto, que en principio no es necesario aplicar un tiempo de vaporización superior a 18 horas para obtener un buen resultado en la liberación de las tensiones de crecimiento en las trozas, resultando en una disminución en el consumo de energía.

Cuadro Nº 2.

PRUEBA DE TUKEY PARA EL PROMEDIO DEL FACTOR TIEMPO (18 y 36 horas de vaporización).

Factor	Abertura Promedio (cm)			Rajadura promedio (cm) Largo			Ancho		
Vaporizadas	18 h	36 h		18 h	36 h		18 h	36 h	
	0,92	0,74	NS	0,00	0,00	NS	0,00	0,00	NS
Testigo	1,30	1,20		6,33	9,67		1,17	0,17	
	S	S		S	S		S	S	

NS: No significativo ($p > 0,05$).

S: Significativo ($p \leq 0,05$).

INFOR

También en el Cuadro Nº 2, se compraran los resultados entre las trozas testigo (anilladas) con las trozas vaporizadas (anillamiento + vaporización). Observándose que el tratamiento aplicado fue significativamente diferente, tanto para 18 horas como para 36 horas de vaporización ($p \leq 0,05$), considerando los diferentes parámetros controlados durante el aserrado de las trozas (abertura, largo y ancho de las rajaduras de las tablas), ya que las trozas testigo se rajaron.

El valor de abertura promedio de las tablas en relación a la troza pueden ser observados en la Figura Nº 7, tanto para trozas vaporizadas por 18 horas (Figura Nº 7a) como las trozas vaporizadas por 36 horas (Figura Nº 7b).

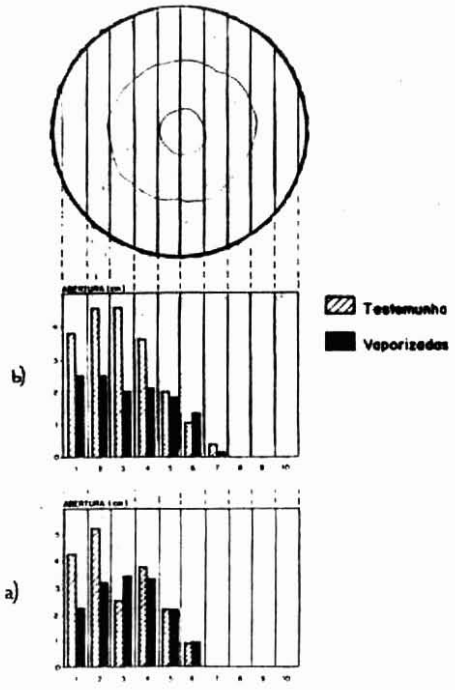


Figura Nº 7. **ABERTURA PROMEDIO DE LAS TABLAS DURANTE EL ASERRADO DE TROZAS DE Eucalyptus grandis. a) 18 horas b) 36 horas de vaporización.**

Se puede observar que, en general, las aberturas disminuyen cuanto más próximo de la médula es el corte. Este hecho puede ser explicado a través de la liberación parcial de las tensiones longitudinales, que se encuentran bajo tracción en la superficie de la troza y bajo compresión en el centro de ella, de tal forma que cuando

INFOR

es cortada la primera tabla, la tensión de tracción (que es de gran magnitud en la superficie) es liberada, provocando una contracción en la superficie de la tabla, curvándola hacia afuera. A medida en que el corte se aproxima del centro de la troza, el efecto de esta tensión es menor, y por tanto la tabla no se abrirá con la misma fuerza que la primera, actuando en este caso la fuerza de compresión.

Las rajaduras no fueron representadas por ser inexistentes en las trozas vaporizadas, para los dos tiempos de vaporización aplicados. Por lo tanto se concluye, que el tratamiento aplicado (vaporización) liberó gran parte de las tensiones de crecimiento remanentes en las trozas, confirmando de esta forma lo observado por otros autores, que utilizaron temperatura para la liberación de estas tensiones (Rozas 1991; Lutz y Panzer, 1969 citado por Kubler, 1987; Okuyama **et al.**, 1987; Weik **et al.** 1984; Lutz, 1974; Skolmen, 1967).

El efecto del tratamiento de anillamiento-vaporización aplicado para la liberación de las tensiones de crecimiento puede ser resumido en el Cuadro Nº 3.

Cuadro Nº 3.

DEFECTOS PRODUCIDOS DURANTE EL ASERRADO DE LAS TROZAS PRODUCTO DE LAS TENSIONES DE CRECIMENTO.

Defectos	Testigo (anillamiento)	Vaporizadas (anillamiento+vaporización)
Alabeo** (encorvadura)	Presente (leve)	Ausente
Rajaduras	Presente	Ausente
Abertura de las tablas en relación a la troza	Presente (mediano)	Presente-leve

** Producido durante el reaserrado de las tablas centrales.

INFOR

Posiblemente, la ausencia total de las rajaduras y de alabeos, y la disminución de la abertura de la tabla durante el aserrado de las trozas, puede deberse a dos razones: la primera de ellas es que el método de anillamiento con motosierra, liberó un cierto porcentaje de las tensiones de crecimiento en las trozas, lo que es fundamentado por Hillis (1978); Barnacle y Gottsein (1968); Conradie (1980) y Van Vyk citado por Malan (1984), que mostraron que este método presentó una significativa reducción de las tensiones de crecimiento, sin eliminarlas completamente. La segunda razón de la liberación de las tensiones se debe al tratamiento de calentamiento aplicado a las trozas, a una temperatura de vaporización de 90°C, confirmando estudios de Lutz (1974), que afirma que cuando la madera es calentada a una temperatura de 82°C, aproximadamente 90% o más de las tensiones de crecimiento son liberadas por este tratamiento. De la misma forma, Skolmen (1967) y Iman y Heikal (1972) citado por Hillis (1978) observaron que el calentamiento de las trozas a una temperatura de aproximadamente 100°C, provoca una considerable disminución de las tensiones de crecimiento.

Cabe resaltar que el material utilizado en este estudio (**Eucalyptus grandis**), presentó una gran cantidad de nudos (no superior a 2 cm de diámetro), siendo por tanto, muy importante realizar un manejo de los bosques que serán destinados para madera aserrada o para la fabricación de chapas. Así como también, deben ser desarrollados programas de mejoramiento genético, cuidando principalmente la reducción de las tensiones de crecimiento, de tal forma que permita obtener un mayor aprovechamiento de la materia prima, posibilitando su utilización en gran escala como madera aserrada, chapas, muebles, vigas laminadas, y productos de mayor valor agregado.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos en este estudio indican que:

El tratamiento de anillamiento con motosierra evitó la formación de las rajaduras en el extremo de las trozas, tanto durante el volteo del árbol como durante el corte de las trozas.

El tratamiento de anillamiento con motosierra, reduce sensiblemente la propagación de las rajaduras en los extremos de las trozas provocado por el tratamiento de vaporización, realizado a una temperatura de 90°C por 18 y 36 horas.

Recomiéndase, por tanto, realizar el tratamiento de anillamiento con motosierra, por tener un efecto positivo sobre la liberación de las tensiones de crecimiento y principalmente para dificultar la propagación de las rajaduras en los extremos de las

INFOR

trozas durante el calentamiento (si fueran calentadas). Recomiéndase también utilizar lo más larga posible, de tal forma de disminuir el volumen afectado por la presencia de las tensiones de crecimiento.

Se confirmó en este estudio que el tratamiento de calentamiento (vaporización) de las trozas previamente anilladas, fue efectivo en la liberación de las tensiones de crecimiento remanentes en las trozas, siendo confirmada esta liberación durante el aserrado de las trozas, pués las tablas no presentaron rajaduras o cualquier tipo de defectos durante el aserrado de éstas.

Por la gran importancia económica que representa la liberación de las tensiones de crecimiento, recomiéndase utilizar el tratamiento de calentamiento con el fin de mejorar la calidad de la madera aserrada, una vez que este tratamiento provoca una disminución de las rajaduras y alabeos durante el aserrado, resulta en un mayor aprovechamiento de la materia prima durante su aserrado. Para la liberación de las tensiones de crecimiento remanentes en las trozas recomiéndase, utilizar el menor tiempo de vaporización (18 horas), por representar menor tiempo de operación y un menor costo de energía y, consecuentemente disminución de los costos.

Por lo tanto, la técnica de anillamiento y vaporización utilizada en este estudio, es apropiada para obtener la liberación de las tensiones de crecimiento.

REFERENCIAS

Aguiar, O.J.R., 1986. Métodos para Controle das Rachaduras de Topo para Toras de **Eucalyptus grandis** Hill ex Maiden. Visando a produçao de lâminas para desenrrolamento. Piracicaba. Tese (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade de Sao Paulo.

Barnacle, J.E. and Gottstein, J.W., 1968. Control of End-splitting in Round Timber: A Promising New Method. Technical Notes. FP. CSIRO, 4: 8.

Berengut, G., 1976. Desdobro do Eucalipto saligna (Ensaio). Brasil Madeira, Curitiba, 2: 42-44.

Berengut, G., Ponce, R.H. y Freitas A.R., 1973. De Ensaio de Desdobro de **Eucalyptus saligna** Smith. Silvicultura, 8: 81-98.

Boyd, J.D., 1972. The Growth Stresses: 5. Evidence of an Origin in Differentiation and Lignification. Wood Sci. Technol., 6: 251-262.

INFOR

Chafe, S.C., 1979. Growth Stresses in Trees. Australian Forest Research, 9: 203-233.

Chardin, A. and Sales, C., 1983. Species Developing a High Level of Growth Stresses: A Method of Measure and its possible Use to Study the Consequence on Wood Quality. Proceedings IUFRO, Madison, Wisconsin.

Conradie, W.E., 1980. Utilization of South African Grown **E. grandis** (W.Hill ex-Maiden) as Veneer Log: Part 1.- Control of End-Splitting in Veneer Logs. Pretoria: National Timber Research Institute, 14 p.

De Villiers, A.M., 1973. Utilization Problems with Some Eucalipts in South Africa. In: IUFRO-5 meeting (1973: Cape Town, RSA). Proceedings. Republic of South Africa, 2: 238-255.

Dinwoodie, J.M., 1966 Growth Stress in Timber. Areview of Literature. Forestry J., 39 (2): 162 - 170.

Edwards, D.W., 1973. Defects in Fast-Grown Eucalypts in New South Wales, Australia. In: IUFRO-5 meeting (1973: Cope Town, RSA). Proceedings. Republic of South Africa, 2: 256-270.

Freitas, A.R. de, and Ponce, R.H., 1979. Madeira Serrada de Eucalipto. V Encontro Nacional de Reflorestadores. Gramado / Canela /RS, Jornal dos Reflorestadores, 1(2): 24-25.

Giordano, F.G. and Curro, P., 1972. Internal Stressess in Trees, Logs and Sawn Timer. Bois et Forets des Tropiques, Nogent-Sur-Marne, França, 145: 39-48.

Giordano, F.G. and Curro, P., 1973. Observations Concerning Unusual Methods for Reducing Damage from Growth Stressess in **Eucalyptus** Sawn Timber. In: IUFRO. 5º Meeting (1973 Cope Town, RSA). Proceedings. Republic of South Africa, 2: 322-325.

Giordano, F.G., Curro, P. and Ghiosi, G.R., 1969. Contribution of the Study of Internal Stresses in Wood of Eucalypts. Wood Sci. Technol., 3: 13.

Hillis, W.E., 1978. Wood Quality and Utilization. In: Hillis, W.E. and Bwows, A.G. Eucalypts for Wood Production, Adelaide, Australia Griffen: 259-289.

Jacobs, M.R., 1965. Stresses and Strains in Tree Trunks as they Growth in Length and Width. Leaflet. Forestry and Timber Bureau, Canberra Australian, 96: 115.

INFOR

Keinert Jr., S., Zagal, D.A.G. and Interamnense, M.T., 1992. Laminaçao, Produçao e Testes de Compensados a Partir de **Eucalyptus viminalis** (Labill) (nao publicado).

Kubler, H., 1987. Growth Stresses in Trees and Related Wood Properties. Forest Products Abstracts, 10(3): 61-119.

Kubler, H. and Chen, T.H., 1975. Prevention of Crosscut and Heating Checs in Log Ends. Wood Sci. Technol., 9(1): 15-24.

Lutz, J.F., 1974. Techniques for Sppeling, Slicing, and Drying Veneer. Research Paper. FPL. USDA. Forest Service, 228: 1-63.

Malan, F.S., 1984. Studies on the Phenotipic Variation in Growth Stress Intensity and its Association with Tree and Wood Properties of South Africa Grow, **Eucalyptus grandis** (Hill Ex-Maiden). Tese (Doutorado em Tecnologia da Madeira) - University of Stellenbosch.

Montagna, R.G., Assini, J.L. and Ponce, R.H., 1990. Desdobro de eucalipto visando diminuir o efeito das tensões de crescimento.In: Congresso Florestal Brasileiro (6: 1990: São Paulo). Anais. São Paulo: 712-714.

Montagna, R.G., Ponce, R.H., Fernandes, P.S. et Ribas, C., 1991. Desdobro de **Eucalyptus grandis** Hill ex Maiden visando a diminuir o efeito das tensões de crescimento. Revista Instituto Florestal, 3(2): 181-190.

Nicholson, J.E., 1973a. Effect of Storage on Growth Stress in Mountain Ash Log and Stress. Australian Forestry, 36: 114-124.

Nicholson, J.E., 1973b. Growth Stress differences in Eucalypts. Forest Science, 9(3): 169-174.

Okuyana, T., Kanagawa, Y. and Hattori, Y., 1987. Reduction of Residual Stresses in Logs by Direct Heating Method. Mokuzai Gakkaishi, Tokio, 33(11): 837-843.

Rozas, E. M., 1991. El Efecto del Anillamiento y de la Vaporización en la Reducción de las tensiones de crecimiento en madera de **Eucalyptus viminalis.** (no publicado).

Sales, C., 1986. Growth Stresses: Main Results obtained on the Study of Some Guyana Species and Consequences for Use Ends. In: IUFRO World Congress (18: 1986: Ljubljana). Proceedings. Blacksburg, VA: IUFRO, 5: 234-248.

Skolmer, R.G., 1967. Heating Logs ..... To Relieve Growth Stresses. For. Prod. J., 17(7): 41-42.

INFOR

Watanabe, H., 1965. A Study of the Origin of Longitudinal Growth Stresses in Tree Stems. In: Meeting of IUFRO Section 41, Melbourne.

Weik, B.B., Wengert, E.M., Schroeder, J. and Brisbin, R., 1984. Practical Drying Techniques for Yellow-Poplar S-D-R Fliches. For. Prod. J., 34: 39-44.

Wilhelmy, V. and Kubler, H., 1973. Stresses and Checks in Log Ends from Relieved Growth Stresses. Wood Science, 6(2): 136-142.

Wilkins, A. P., 1986. Nature and Origin of Growth Stresses in Trees. Australia Forest, 49(1): 56-62.

INFOR

HUMEDAD DE EQUILIBRIO PARA Eucalyptus globulus LABILL EN DISTINTAS ZONAS CLIMATICO-HABITACIONALES DE CHILE

Nelson Vergara R. (*)
Verónica Gonzalez B. (*)

RESUMEN

La madera en servicio expuesta a condiciones atmosféricas variables va adaptando su contenido de humedad hasta alcanzar un estado de equilibrio con el medio. En este proceso la humedad relativa del aire y la temperatura son los dos factores que afectan fundamentalmente la humedad de equilibrio de la madera.

El conocimiento del fenómeno antes indicado es especialmente importante dada la gran diversidad que presentan las variables térmicas e hídricas en Chile, con el fin de reducir los cambios dimensionales que se producen en la madera cuando se expone a un ambiente local.

En este trabajo se presentan y discuten los valores de humedad de equilibrio de la madera de ***Eucalyptus globulus*** *LABILL obtenidas en 12 estaciones experimentales ubicadas a lo largo de Chile: Iquique, Vallenar, La Serena, Los Andes, Valparaíso, Santiago, Talca, Chanco, Concepción, Temuco, Valdivia y Coyhaique. El período de observaciones comprende un total de 12 meses.*

Los resultados indican que en cada estación, la curva de humedad de equilibrio promedio presenta un comportamiento de tipo senoidal, con fluctuaciones que representan el cambio de invierno a verano y viceversa.

En la zona norte se observan valores de humedad de equilibrio promedio que fluctúan entre 5 y 8%, en la zona central entre un 10 y 15% y en la zona sur entre un 18 y 23%.

El análisis y presentación del modelo estadístico que establece la relación de HR y t° con la humedad de equilibrio de la madera, para las distintas zonas, y que permitirá la confección de mapas con las isopletas del país, se presentará en el informe final del proyecto "Análisis de la Humedad de Equilibrio de las Zonas Climático-Habitacionales de Chile" a finalizar en 1994, contratado por CORFO a INFOR y del cual este trabajo constituye un avance.

(*) Ingeniero Forestal. Instituto Forestal, Santiago, Chile.

INFOR

INTRODUCCION

El contenido de humedad de equilibrio de la madera (HEM) es una variable cuyo conocimiento constituye un antecedente tecnológico de gran importancia para numerosas aplicaciones de este material (Rosende, 1969).

La madera en servicio expuesta a condiciones atmosféricas variables va adaptando un contenido de humedad hasta alcanzar un estado de equilibrio con el medio. En este proceso la humedad relativa del aire y temperatura son los dos factores que afectan fundamentalmente la HEM.

La humedad relativa del aire es la cantidad de vapor de agua presente en cualquier tiempo, expresado en porcentaje del máximo posible para una determinada temperatura. La temperatura incide constantemente por su influencia sobre la capacidad de vapor de agua de la atmósfera, como así también por su efecto sobre la difusión de la humedad de la madera.

La variación en el contenido de humedad de la madera, produce cambios dimensionales que pueden traducirse en perjuicios muy serios, tanto para fabricantes como para consumidores de productos elaborados en madera. Entre éstos pueden señalarse: el agrietamiento y pandeo de paneles y superficies, la abertura y desprendimiento de juntas, hinchamiento de la madera en puertas y marcos de ventanas, torceduras y deformaciones en general.

Esta variación ocurre diariamente en la madera y es inevitable, excepto, mediante el control del estado del aire circundante y manteniendo condiciones atmosféricas estables.

Para reducir los cambios a un mínimo, es necesario conocer el contenido de humedad que tiene el producto al momento de su manufacturación y ajustarlo a los límites de variación para la región o ambiente local en que el producto será expuesto.

En este trabajo se presentan y discuten los valores de HEM de Eucalipto en diferentes regiones de Chile, obtenidos en forma experimental por medición en terreno. Esta investigación es parte del proyecto "Determinación Experimental de la Humedad de Equilibrio para Maderas Chilenas" que está llevando a cabo el Instituto Forestal, por encargo de la Gerencia Tecnológica de la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO).

INFOR

OBJETIVOS

Los objetivos del estudio se puden resumir en:

a) Determinar los valores de contenido de humedad de equilibrio para la madera de **Eucaliptus globulus** LABILL en diferentes localidades de Chile.

b) Establecer los límites de variación de los valores medios mensuales de humedad de equilibrio para esta especie.

ANTECEDENTES

La gran cantidad de opciones posibles para iniciar este estudio está demostrada por el gran número de trabajos publicados sobre la Humedad de Equilibrio. En efecto, al utilizar la base de datos bibliográficos de INFOR (TREECD, CAB INTERNATIONAL, 1991) que comprende más de 19.000 citas de documentos sobre investigaciones forestales y de las industrias conexas, desarrolladas en el mundo desde 1940 hasta fines de 1990, se obtuvieron 261 referencias utilizando sólo la palabra clave "Equilibrium moisture". A continuación se enumeran los temas o líneas de trabajo más recurrentes observados en el análisis de tales referencias:

-Efectos de preservantes de la madera en la humedad de equilibrio.

-Prueba de modelos matemáticos para la predicción de la humedad de equilibrio.

-Mapificación de la humedad de equilibrio.

-Efecto de la humedad de equilibrio en las propiedades de la madera.

-Determinación de la humedad de equilibrio de materiales de construcción basados en madera.

-Influencia de los extraíbles de la madera en la humedad de equilibrio.

-Métodos para la determinación de la humedad de equilibrio.

-Humedad de equilibrio de maderas modificadas (con inclusión de plásticos, resinas, etc).

-Humedad de equilibrio de semillas de árboles forestales.

-Contenido de humedad de equilibrio de la madera a temperaturas sobre 100°C.

INFOR

-Variables que afectan la humedad de equilibrio.

-Efecto de las pinturas e imprimantes en la humedad de equilibrio de la madera.

Atendiendo a la naturaleza y objetivos de este trabajo, se presentará una breve revisión del tema en relación a los trabajos efectuados en Chile relacionados con la humedad de equilibrio de la madera.

El Fenómeno de la Humedad de Equilibrio

La madera es un material higroscópico. Absorbe o entrega agua según sean las condiciones de temperatura y humedad relativa del ambiente. Esta propiedad hace que el contenido de humedad de la madera sea variable, dependiendo del ambiente en que se encuentre.

En una primera etapa la madera contiene agua (savia) en sus cavidades y paredes celulares. Al iniciarse un proceso de pérdida de humedad, la madera entrega al ambiente, el agua libre contenida en sus cavidades, hasta alcanzar un punto denominado como **"punto de saturación de la fibra"** que corresponde a un estado en el cual se ha eliminado toda el agua libre y las paredes celulares permanecen saturadas. El contenido de humedad en el punto de saturación de la fibra, depende de diversos factores y varía para las diferentes especies. Sin embargo, se acepta un 28% como promedio para la madera en general. Por debajo del punto de saturación de la fibra y al continuar el proceso de evaporación, la madera cede el agua contenida en sus paredes celulares, hasta alcanzar un punto en el cual el proceso se detiene. Este punto se conoce como **humedad de equilibrio de la madera** (HEM) y depende fundamentalmente de la especie, la temperatura y la humedad relativa del ambiente. Si las condiciones ambientales permanecieran constantes por un período suficientemente largo, el contenido de humedad de la madera alcanzaría el contenido de HEM, para tales condiciones. La pérdida de humedad por debajo de este estado de equilibrio, sólo podrá conseguirse por medio de tratamientos especiales de secado en horno o estufa (INFOR, 1991).

La importancia de conocer la humedad de equilibrio para las diferentes especies madereras comerciales, radica en que permite determinar o recomendar la humedad más apropiada a la cual se debe secar la madera para ser utilizada en cualquier lugar del país; y así evitar en pisos, muebles y otros artículos fabricados en madera que no ha sido secada lo suficiente, la separación de uniones y formación de grietas y hendiduras cuando se seque durante su uso.

Por otra parte, si la madera ha sido secada demasiado, de manera que absorbe humedad durante su uso, se producirá un hinchamiento que atascará

INFOR

puertas, ventanas y cajones, ondulará los pisos, torciéndose y deformando los muebles (Kauman, 1964).

Estudios sobre Humedad de Equilibrio realizados en Chile

Kauman (1964) preparó la metodología para determinar empíricamente la HEM en las diversas zonas climáticas de Chile y establecer un mapa del país con las isopletas correspondientes. Este mismo autor cita en su documento, que ..."en Chile hasta la fecha, el único trabajo detallado sobre la humedad de equilibrio de la madera fue un cálculo teórico realizado por la Universidad de Chile, Instituto de Investigaciones y Ensayos de Materiales (Albalá H., informe interno) y publicado en forma mimeografiada por la Corporación Chilena de la Madera CORMA en 1962"...

Bluhm **et al.** (1965), utilizando la metodología de Kauman (1964), presentaron en un Informe de Avance del proyecto "Determinación del contenido de humedad de equilibrio para madera en todas las zonas climáticas de Chile" (desarrollado por INFOR entre los años 1964-65 y parte de 1966), valores empíricos para el contenido de humedad de equilibrio de Olivillo (**Aextoxicon punctatum** R. et PAV.), Alerce (**Fitzroya cupresoides** MOL., Johnston), Coigüe (**Nothofagus dombeyi** MIRB., Oerst.) y Pino insigne (**Pinus radiata** D., DON).

El Instituto Forestal (1967), publica los resultados finales del proyecto "Determinación del contenido de humedad de equilibrio para madera en todas las zonas climáticas de Chile", el cual estuvo referido sólo a cuatro especies madereras comerciales: Olivillo, Alerce, Coigüe y Pino insigne.

Rosende (1969), presenta los valores de la HEM de 6 especies forestales chilenas de gran importancia comercial (Araucaria, Eucalipto, Raulí, Roble, Tepa y Ulmo), complementando los resultados de un extenso trabajo similar realizado entre 1964 y mediados de 1966 por el INFOR. Particularmente, respecto a Eucalipto, el autor concluye que los valores de contenido de humedad de equilibrio según estaciones son los siguientes (Cuadro Nº 1):

Cuadro Nº 1.

VALORES DE HUNEDAD RELATIVA EN EUCALIPTO (Rosende, 1969).

ESTACION	CONTENIDO DE HUMEDAD DE EQUILIBRIO (%)					
	1967		1968			
	JULIO	AGOSTO	ENERO	FEBRERO	JULIO	AGOSTO
Santiago	14.8	14.7	10.2	9.9	13.2	13.6
Valparaíso	13.4	14.1	12.7	12.3	14.6	15.3
Valdivia	21.0	20.6	14.5	15.4	20.6	20.5

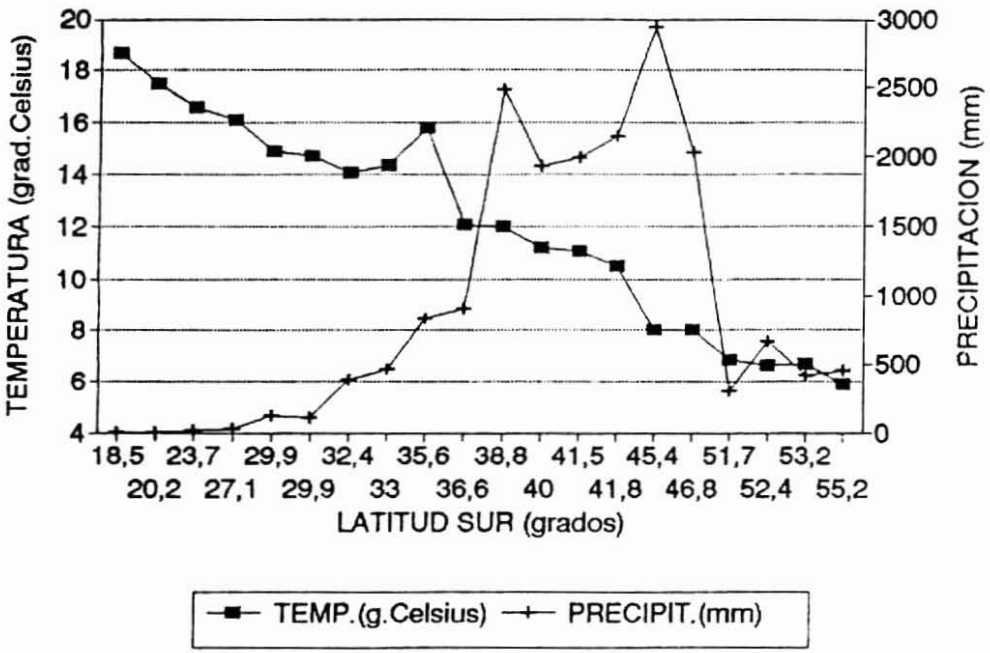
INFOR

Los antecedentes expuestos tienen el merito de ser los primeros datos que se obtuvieron en Chile para conocer la HEM de Eucalipto, pero adolecen del problema de estar afectados por la sequía que sufrió la zona central de Chile durante los años 1967 y 1968. Esta sequía afectó desde Copiapó (por el Norte) hasta la provincia de Malleco (por el Sur). Aún cuando durante 1967, hubo precipitaciones entre las regiones mencionadas, éstas fueron tan escasas que los déficit acumulados 1967-1968, señalan valores algo superiores a 50% (Rodriguez, 1975).

Características del Territorio Nacional y su relación con la Humedad de Equilibrio

El territorio de la República de Chile, presenta una gran variabilidad en cuanto a condiciones térmicas e hídricas que afectan el valor de la HEM en servicio. En efecto, tal como se aprecia en la Figura Nº 1, las temperaturas medias anuales disminuyen a medida que aumenta la latitud, en tanto que las precipitaciones aumentan, se mantienen y luego decrecen. Esta mezcla de escenarios térmicos e hídricos combinados con el efecto introducido por el relieve y la topografía local tiene un gran efecto en la humedad de equilibrio de la madera en servicio.

Figura Nº 1. **VALORES MEDIOS ANUALES DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA EN CHILE.**



INFOR

MATERIAL Y METODO

La especie que se utilizó para el desarrollo de esta investigación corresponde a **Eucalyptus globulus** LABILL de la VIII Región.

Las piezas de madera fueron donadas por la Industria COLCURA Ltda. y corresponden a 48 piezas de 1½" x 5" x 6'.

Los instrumentos que se utilizaron para este estudio fueron:

- Una balanza con una precisión de ± 0,1 g para la medición semanal del peso de la probeta.

- Un psicrómetro marca SABELLA para la medición de temperatura de bulbo húmedo y bulbo seco para obtener la humedad relativa del día.

Obtención de Muestras

De cada una de las piezas se obtuvieron muestras de 25 cm de largo y probetas de 1" x 2 cm. x 12cm. y de 2,5" x 2 cm. x 12 cm, para calcular el contenido de humedad inicial de la madera.

Las muestras obtenidas fueron pre-seleccionadas de acuerdo a no presentar ningún defecto que pudiera influenciar en el comportamiento de la madera una vez ubicada en la caseta experimental correspondiente a cada zona.

Las muestras fueron codificadas correlativamente y se seleccionaron 8 para cada estación experimental, quedando un grupo remanente como respaldo para suplir algún inconveniente que pudiera ocurrir durante el desarrollo de la investigación.

INFOR

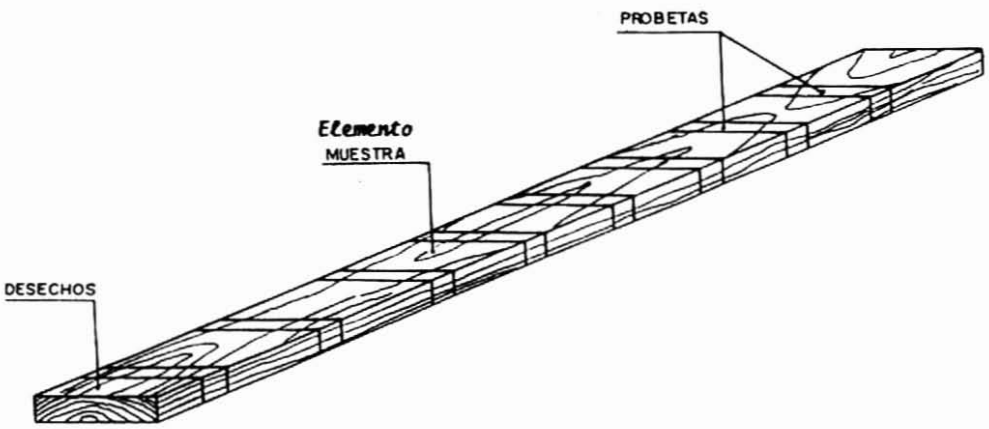


Figura Nº 2. **OBTENCIÓN DE LAS MUESTRAS Y PROBETAS PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD.**

Determinación Contenido Humedad Probetas.

Todas las muestras se pèsaron en una balanza con una precisión de ± 0.1 g y las probetas con una precisión de ± 0.001 g.

Luego, las probetas se secaron en horno por un período aproximado de 24 horas a 103 ± 2ºC hasta alcanzar un peso constante y nuevamente se pesaron para calcular su contenido de humedad de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$CH = \frac{P_i - P_o}{P_o} \times 100$$

donde:

CH = Contenido de Humedad de la probeta (%).
P_i = Peso inicial de la probeta (g).
P_o = Peso anhidro de la probeta en (g).

INFOR

Se asume que la humedad de las muestras experimentales es similar al promedio de las humedades de las probetas pequeñas inmediatamente adyacentes, y se calcula por tanto su peso anhidro con la fórmula siguiente:

$$P_o = \frac{P_i \times 100}{H + 100}$$

donde:

H = Humedad de la probeta (%).

Instalación de las Estaciones Experimentales

Cada estación experimental consiste en un cobertizo de madera de 1 x 2 x 2,5 m, techado para proteger las muestras del sol directo y de las lluvias (Figura Nº 3).

Las estaciones experimentales están ubicadas en las ocho zonas climático-habitacionales definidas en la NCh 1079. La delimitación de estas zonas se indica en la Figura Nº 4.

El número total de estaciones en las ocho zonas corresponden a doce, instalándose dos estaciones en cada una de las cuatro zonas más pobladas, y una estación en las cuatro zonas restantes.

Las ciudades seleccionadas para instalar las estaciones experimentales son las indicadas en el Cuadro Nº 2.

INFOR

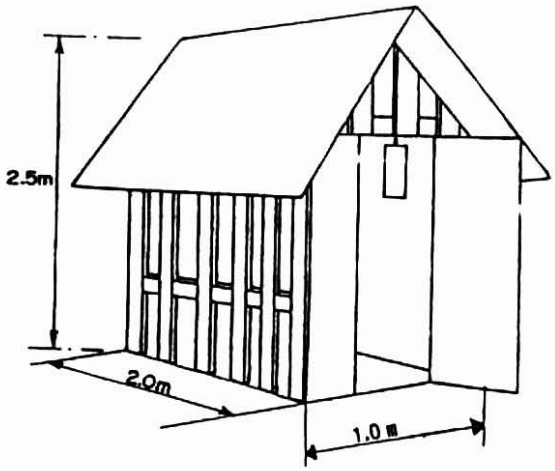


Figura Nº 3. **VISTA GENERAL DEL COBERTIZO.**

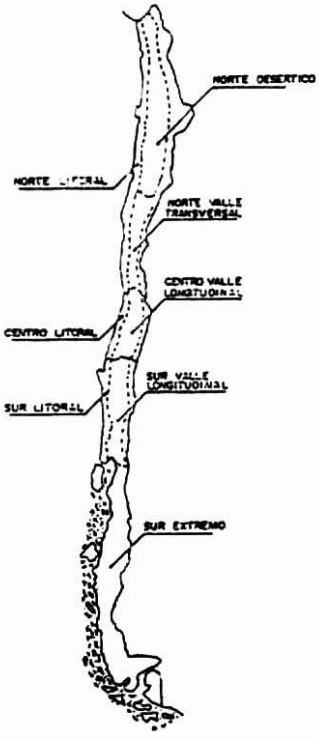


Figura Nº 4. **DISTRIBUCION DE LAS ZONAS CLIMATICO HABITACIONALES DE CHILE.**

INFOR

Cuadro Nº 2:

UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES EXPERIMENTALES.

ZONA	CIUDAD
NL	La Serena
ND	Pozo Almonte
NVT	Vallenar Los Andes
CL	Valparaíso Constitución
CVL	Santiago Talca
SL	Concepción Valdivia
SVL	Temuco
SE	Coyhaique

Mediciones de Control.

Obtención de Control

El día Jueves de la semana, entre las 9:00 y 10:00 horas, cada una de las muestras son pesadas (precisión de ± 0.1 g). También, se registran la temperatura del bulbo húmedo y bulbo seco del día a esa hora.

Después de ser pesadas, las muestras son colocadas dentro del cobertizo al azar para que cada muestra ocupe una posición distinta cada semana.

Una vez que se completan las mediciones correspondiente al mes, se remiten los formularios a la oficina central de INFOR para su posterior análisis.

INFOR

RESULTADOS

Los resultados que se presentan corresponden a 20 meses de toma de datos en forma contínua, obteniendo un año cronológico en todas las estaciones experimentales.

Cuadro Nº 3

PROMEDIOS MENSUALES DE HUMEDAD DE EQUILIBRIO PARA Eucalyptus globulus LABILL.

	1992												1993							
ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
POZO ALMONTE	8,3	7,6	7,8	7,9	7,9	7,6	7,0	5,9	5,5	5,1	5,4	6,2	6,4	6,4	6,6	7,3	6,3	6,1	--	--
VALLENAR	13,8	13,1	14,1	14,7	14,7	15,4	15,1	14,5	11,2	14,5	14,2	13,5	13,8	13,6	13,8	14,5	14,1	13,9	14	12,4
LA SERENA	15,7	15,2	16,5	16,8	16,4	17,1	18	18,2	17,8	17,4	17	16,5	16,4	17	18,2	17,1	17,2	17,2	--	--
VALPARAISO	--	--	--	16,4	18	18,4	18,6	18,7	18,5	16,3	16,2	14,6	14,5	15,4	15,8	16,3	16,3	17	17,7	17,1
LOS ANDES	--	--	--	14,9	16,2	16,3	16,7	14,3	14,1	13,8	13,2	12,8	12,3	11,8	11,9	13,2	15,1	14,7	13,9	--
SANTIAGO	--	--	--	13,8	16,1	17,2	17,8	16,3	16,6	14,8	13,3	11,6	10,6	10,3	10,6	12,2	14,5	15,1	15,9	14,6
TALCA	--	--	--	--	15,9	18,8	19,6	18,6	16,4	14,3	12,6	10,3	8,9	8,7	9,3	11	13,7	16	17,4	16,3
CHANCO	15,2	15,9	17	17,7	19,6	22,4	21,9	21,4	20,7	19,1	17,9	16,5	15,9	15,6	16,5	16,8	19,2	20,7	20,6	19,2
CONCEPCION	--	14	15	16,1	17,7	19,8	19,3	19,3	18,8	17,2	15,8	14,1	14,2	13,9	13,7	15,3	17,8	18,9	19,2	17,8
TEMUCO	--	13,4	14,6	15,8	18,9	21,1	20,5	20,2	19,1	18,6	17,8	16,5	15,5	14,7	14,5	15,2	18,8	19,5	19,7	18,7
VALDIVIA	--	--	--	20,7	22	23,8	23	23,4	20,7	19,8	18,1	17	16,3	14,5	17,5	18,9	20,9	21,5	21,9	21,2
COIHAIQUE	--	16,4	18	17,1	18,5	19,7	20,4	19,2	18	17,9	16,6	15,8	15,6	15,7	16,1	17	18,8	19,7	20,1	--

-- SIN INFORMACION

En el Cuadro Nº 3, se muestran los promedios mensuales obtenidos para la especie de **Eucalyptus globulus** LABILL en las diferentes estaciones establecidas desde 1992 a la fecha.

En las Figuras Nº 4 y 5 se observan los valores promedios de contenido de humedad para Eucalipto en las distintas estaciones. Todas las curvas presentan un comportamiento de tipo senoidal, con fluctuaciones que representan el cambio de invierno a verano y viceversa. Es importante destacar que el comportamiento a través del año de HEM promedio mensual es semejante entre las diferentes

INFOR

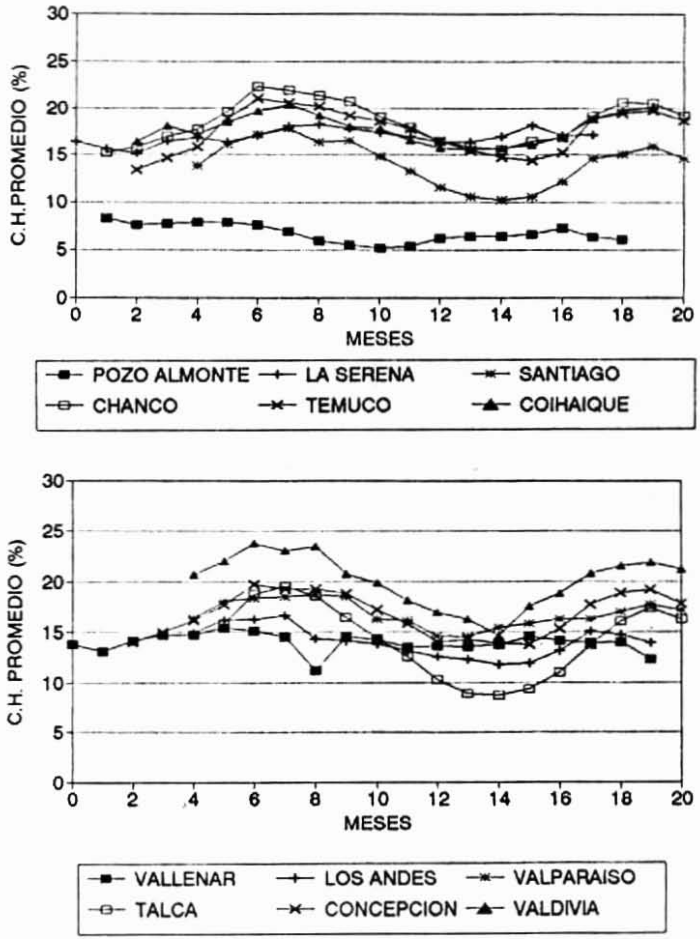


Figura Nº 5 Y 6. **CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIOS MENSUALES PARA LA ESPECIE Eucalyptus globulus LABILL.**

estaciones, pero se destaca la estación de Pozo Almonte por presentar los valores más bajos durante el año, de manera consistente. En cambio, la estación de Valdivia mostró los valores de HEM más altos.

Al comparar los valores obtenidos por Rosende (1969), efectuado en el período 1967/1968 para la especie de eucalipto en las localidades de Santiago, Valparaiso y Valdivia (Cuadro Nº 1), observamos que los valores de contenido de humedad son sistemáticamente más bajos que los obtenidos en el periodo 1992/1993, lo que comprueba la influencia de la sequía que afectó a la zona central de Chile durante los años 1967 y 1968.

INFOR

En el Cuadro Nº 4, se presenta la variación máxima anual de humedad de equilibrio para eucalipto en las distintas estaciones. La mayor variación se encuentra en las muestras ubicadas en la estación de Talca.

Cuadro Nº 4.

VARIACION MAXIMA DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE EQUILIBRIO PARA EUCALIPTO

VARIACION MAXIMA ANUAL DE HUMEDAD DE EQUILIBRIO DE LA MADERA PARA Eucalyptus globulus LABILL.	
ESTACION	VARIACION (%)
IQUIQUE	3.2
VALLENAR	4.2
LA SERENA	3.0
VALPARAISO	3.7
LOS ANDES	4.9
SANTIAGO	7.5
TALCA	10.9
CHANCO	5.2
CONCEPCION	7.2
TEMUCO	7.7
VALDIVIA	6.8
COYHAIQUE	4.8

Cabe señalar que este análisis preliminar fue muy general, ya que los resultados serán posteriormente sometidos a un análisis estadístico apropiado, para establecer en cada zona la relación existente entre la temperatura y humedad relativa del aire con la humedad de equilibrio de la madera, lo que hará posible la confección de un mapa de isopletas del país.

CONCLUSIONES

En todas las estaciones establecidas en este estudio, la curva de humedad de equilibrio presenta un comportamiento senoidal.

Las muestras de la estación Pozo Almonte presentan valores de humedad de equilibrio más bajos a lo largo del año con respecto a las otras estaciones (Promedio anual: 6.9%).

Las muestras ubicadas en la estación de Valdivia presentan los valores más altos de humedad de equilibrio para la especie de **Eucalyptus globulus** LABILL (Promedio anual: 19.7%).

INFOR

El límite absoluto del contenido de humedad de equilibrio observada para eucalipto en las diferentes zonas climáticas del país, a excepción de Pozo Almonte, está entre 9 y 23%, como valor mínimo y máximo respectivamente.

Los resultados obtenidos son un avance del proyecto "Análisis de la Humedad de Equilibrio para Zonas climático-habitacionales de Chile" y permitirán confeccionar mapas de isopletas del país, utilizando una combinación de imágenes multitemporales del satélite NOAA y datos meteorológicos provenientes de estaciones dependientes de la Dirección Meteorológica de la Fuerza Aérea de Chile.

REFERENCIAS

Bluhm, E., Rosende, R. y Kauman, W.G., 1965. Determinación del Contenido de Humedad de Equilibrio para Madera en todas las Zonas Climáticas de Chile (Primer Informe de Avance). Universidad de Concepción. Actas de la Reunión sobre investigaciones en productos forestales. Santiago, Chile, INFOR (Informe Técnico Nº 21.) pp 136-143.

Kauman, W. G., 1964. Determinación de la Humedad de Equilibrio de la Madera en todas las Zonas Climáticas de Chile. Plan de trabajo y Datos sobre la preparación de las probetas. Instituto Forestal, División Investigaciones de Productos Forestales. 28p.

Rosende R., 1969. Contenido de Humedad de Equilibrio de algunas maderas Chilenas. Actas de la Reunión sobre Investigaciones en: Productos Forestales. Santiago, Chile, INFOR. (Informe Técnico Nº 36) pp: 135-144.

INSTITUTO FORESTAL (INFOR), 1967. La Humedad de Equilibrio de la madera para todas las zonas climáticas de Chile. Santiago, 8p, Nota Técnica Nº 6.

INSTITUTO FORESTAL (INFOR), 1991. Manual de Construcciones en Madera. Santiago, Chile, INFOR, Manual Nº 10, 2da. Ed., 2 vols.

Rodríguez, E., 1975. Potencialidad del Clima. Desafío climático de Chile. Santiago, Chile, Universidad Católica de Chile, Instituto de Geografía, Departamento de Estudios Regionales, Publicación Nº 2, 58 p.

INFOR



Mesa Redonda.

INFOR

TEMA VI

MESA REDONDA FINAL

INFOR

MESA REDONDA FINAL

Moderador Sr. José A. Prado: En esta mesa redonda de clausura del seminario estaran en la testera los siguientes especialistas: Dr. Glen Kile, Dr. Bertrand Cauvin, Dr. Rod Griffin, Dr. Robin Cromer y Dr. José Carlos D. Pereira. La participación de cada especialista se efectuará en sólo 2 o 3 minutos, iniciando con la intervención del Dr. Griffin, siguiendo el mismo orden que el temario central del seminario.

Dr. R. Griffin: Thank you José Antonio. I have picked about 4 points out of the ones which I made in my talk the other day and in my paper, I would like to reemphasize with you. The first one is that the first and biggest genetic gain you will make is the correct choice of species and seedlots to establish your plantations. So you should not be afraid to pay money for good seeds. It's an investment, and you should also be prepared to spend some time doing yield trials and investigations to find out which are the best seed sources for your sites. It's only when you have done this that you should move on to a more intensive breeding. There is a nice example from South Africa, where a very good breeding program run for three generations and was still not producing seedlots (....) as good as the best of the natural Australian provenances which they could started with 20 years before. That is a good lesson.

Secondly, I think cloning for the species that you grow here, **E. globulus** in particular, is possible, technically possible, but it is also technically difficult if you are going into it. You must be prepared to spend the money on the development program that will last several years and you must also have a very good genetic improvement program to make sure that the material you propagate is sufficiently valuable to make the effort worthwhile. Now, it's quite possible to make good genetic improvement using seed orchard graftees and for many companies, particularly smaller companies, I think that will be a preferable option. So think carefully before you get carried away with trying to do cuttings.

I talked about planning, and think that's extremely important even if you have a very small program, you still have to think through all of the technical information you will need. You have to define the goals why you are breeding. It is going to be more than just make or having trees grow faster and you will have to assume that it's going to be a long time program that requires financial investment for a long period. So don't get into it unless you are prepared to stick with it. And one of the key points about a plan is that it gives you continuity and you have to expect that over time the people running it will change. When you come into a job you really need to know what the people

INFOR

before you were thinking or just end up with a mess or you will start doing things again. It is very inefficient.

And final point. Remember the P = G + E equation. The tree that the plantation you grow has not only to have good genetics but it has to have good enviromental management, good silviculture. And, I will agree with Glen Kile's comment in his talk that a good environmental management must include good management of pest and diseases. So you company should have a balanced program of R & D in both genetics and silviculture and protection if you are going to maximize the value of your plantations. Thank you.

Moderador: Se ofrece la palabra, para preguntas y comentarios sobre el tema del mejoramiento genético.

Pregunta Sr. E. Doberti: Si una compañia nacional tuviera acceso a un genotipo o varios genotipos de un programa avanzado de mejoramiento genético, por ejemplo, al programa de mejoramiento de Tasmania, y pudiera traer individuos de **E. nitens** a Chile, en cuanto tiempo se podría asegurar el buen éxito de este genotipo en Chile.

Dr. R. Griffin: I am very much in favor of the idea of making use of the benefits of improvement programs which other people have already carried out. We do not have to keep going back to the natural wild material every time. One of my jobs in Shell is to try and make sure that all of our companies have access to best possible seed and I will get that from any place where I think it will be good for the planting site. Obviously, you have to consider the question of genotype by environment interaction. You have to have at least some evaluation of the material in your own location before you can be confident that you can plant it on a large scale. But that can only need a field trial that runs for 2 to 3 years. In **E. nitens** it is very clear that the provenances which grow well here also grow well in Australia and other countries with similar climates. So, I would have no problem with the idea of spending a lot money per kilo buying seed from improvement programs, in for example Australia.

Pregunta Sr. J. Rodriguez: Deseo hacer dos preguntas. Primero, hemos visto que los criterios de selección para árboles plus ha sido tradicionalmente por vigor y forma, por otro lado, también hemos visto que esta característica tiene una baja heredabilidad. Que opina sobre el criterio de selección por vigor y forma para programas de mejoramiento genético. La segunda pregunta dice relación a cuanto de la ganancia genética se debe exclusivamente a control de inbreeding.

INFOR

Dr. R. Griffin: The first question about selecting on vigor. Certainly the heritability of this trait is low, when you are selecting in plantations, when you are selecting plus trees. But when you are selecting for vigor in more controlled situations in a progeny trial, it has quite an acceptable level of heritability and can certainly make gain. So obvious that you don't put a lot of effort, a lot of time, into selecting the first generation plus trees. The aim there is to get a large number of trees which have acceptable growth and form and then you really, the real job is to get seeds from those trees into progeny trials. And it's there that the performance of those trees as parents which is what is really significant.

I mentioned perhaps also that vigor is the best simply measured index of adaptation to site that I know. You don't have to measure, for example, cold hardiness directly. If you have a tree which is growing very fast and shows a little damage on a cold site, it is reasonable to take the growth as an index of both inherent capacity to grow well and also adaptation: It is a very nice simple trait to measure.

As far as genetic gain is concerned I think the question was about inbreeding. If you do no more than take a broad collection of seed from natural stands, mix it all up, make a plantation and let those trees interbreed with each other in a seed production area, perhaps with a little phenotypic (....) then our experience in Australia was that you can make may be 10% improvement in growth rate just by releasing the inbreeding which is present in the natural populations. So just making a simple seed production area is a very useful first step that people can make even if they have a very few resources to put into this type of activity.

Pregunta Sr. V. Sierra: Con respecto a la población que hoy existe en Chile, cual es su opinión de "Land race" como una población que sustente un programa de mejoramiento genético para nuestro país sin realizar infusiones externas.

Dr. Griffin: We're talking about **E. globulus**. I think there's enough evidence around now that the land race material can produce very acceptable plantations. Nobody has experiments which show that if you bring seeds from other place you will get, say, twice as much growth, and this is a common observation with other species in other countries. So your land race, will make a very significant contribution to **E. globulus** breeding in this country. You could view it as the core material but it is very unlikely to have the full range of diversity which is present in the species in the natural environment. So I think it is likely that it will prove to be a good strategy for every one to make an infusion of Australian genes into that land race population.

INFOR

Moderador: A mi me gustaría comentar que esa infusión realmente la estamos haciendo. Nuestro programa en el Instituto justamente a tomado esa línea de trabajo en coordinación con la Cooperativa, que esta haciendo el trabajo con las razas locales. Realmente estamos trayendo una cantidad importante de nuevos genes al país que nos permitirá agrandar la base genética y tener una mejor base de mejoramiento. La otra cosa que realmente confirma lo que dice el Dr. Griffin es que, en algunos ensayos que tenemos establecidos, los testigos que nosotros hemos tomado de las razas locales en general se comportan muy bién y en algunos de los ensayos que no hemos presentados en esta oportunidad, como son los ensayos establecidos en la costa de la VII región, en un campo experimental llamado Tanumé, de CONAF, las razas locales están entre las mejores familias, con muy buen crecimiento.

Pregunta Sr. R. Correa: Es muy conocido el problema que existe con respecto a las heladas en plantaciones con **E. globulus**, por eso muchas empresas han derivado a **E. nitens** en gran proporción y se discute aún con los industriales como solucionar el problema de rendimiento de **E. nitens** respecto del **E. globulus**. Por lo tanto, quisiera saber su opinión, de que resulta más facil o más factible geneticamente: mejorar la densidad de **E. nitens** y acercarla a **E. globulus** o acercar la resistencia al frío de **E. globulus** a la de **E. nitens**.

Dr. R. Griffin: That is a very interesting breeding strategy question. It has been generally found that density is quite highly heritable and also quite very highly variable within these populations of **E. nitens**. So it is relatively simple to go in and make an estimate of density and to make a selection which is genetically effective.

As far as frost tolerance is concerned there is also evidence that it is quite heritable, but I am less clear about the level of variability within **E. globulus**. We don't yet know how much variation there is to select on and I suspect that it is not going to be extremely great. So, if I had to do one or the other, I would try to push up the density of **E. nitens**.

But there is a third option, that is if you have the capacity to vegetatively propagate and that is to make hybrid between the two species or between **E. globulus** and perhaps some other species which has cold hardiness, the sort of program Mr. Cauvin is talking about. And certainly, within the Monteáguila program we are looking very seriously at that possibility as a way of getting something which is well adapted to these colder sites.

INFOR

Moderador: Solicita a cualquier otro invitado en la testera, si quisiera agregar algún comentario al respecto de este tema, en caso contrario se pasaría al tema siguiente, referido al establecimiento de las plantaciones.

ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DE LAS PLANTACIONES

Dr. R. Cromer: I thank you Mr. Chairman. Just a few overheads to reinforce the items that I have mentioned.

As I pointed out in my talk, productivity is dependent on interception of radiant energy by foliage as shown in that overhead. So any species selection, further genetic selection that is made, silvicultural treatments and so forth, the objective of that ought to be the optimum development of foliage, increasing leaf area index for that particular site.

And there are quite a few examples in which sites with low fertility with fertilizers has been added. You can in fact increase growth and that is enabled by increasing leaf area index. But I think it was exceedingly valuable to have Kevin Darrows paper following on the comments that I have made, because we must always keep in mind the potential productivity of the site that you are dealing with. And shallow soils, low precipitation, seasonal drought will always affect the potential for leaf area index that can be developed at that site or the possibility that, if you develop a high leaf area index and then have a problem then you run into major problems and possibly even death of trees. I did not point out during my talk but in fact the leaf area index, here on the heavily fertilized one there was no problem with drought in the first 2½ years but this is a site that actually has seasonal drought in Queensland and that decline in leaf area index, there at that point was when the trees have occupied the site and there was seasonal drought. So, you can expect a variation during different seasons in leaf area index, you will get drought occurring, the trees will drop some leaves, when rains occur again they will re-form a canopy, but very severe drought you can lose a huge amount of canopy and in some cases, very severe cases, such as the one Kevin quoted, you can have lots of mortality if you have gone on to sites that can not support a reasonable leaf area index. So, I think it is absolutely critical, as he pointed out, that companies get a good idea of the sites they are dealing with, go into a soil mapping program and really know the sites you got and what their potential is.

The other physiological factor that I mentioned is this one of specific leaf area. It starts off very high in small seedlings so that for a small amount of carbon, you get a lot of interception of radiation. But it is also higher in high nutrient situations. In seedlings with high nutrient status you can in fact have almost double the light interception compared with low nutrient seedlings. So

INFOR

a change from 40 to 20 in specific leaf area means for the same amount of carbon in foliage, you have doubled the leaf area so you can intercept more light.

But the thing with specific leaf area is that it changes rapidly. It declines very rapidly as trees increase in size, so that while you can get big gains in interception here the opportunity for changing specific leaf area, of intercepting more radiation, once the trees have got to about canopy closure it is pretty well gone. So if you are going to make a difference, it has to occur early in the rotation before you get to the early canopy closure stage. And the other one I pointed out was that stem growth is directly related to the amount of leaf growth you have. So if you want to produce a lot of stem material you have to have that leaf mass there. It is just a simple direct relationship which then gradually changes over time to fiber stem growth.

And again (showing figure), the differential between root mass and leaf mass, if you want a fiber foliage as opposed to growth in roots, then you need a high leaf area. But, on the other hand if you are on sites that are prone to drought and you need a big root mass compared with leaf mass, then may be you should be looking at not fertilizing and keeping the trees under some nutritional stress so that they can then will be able to withstand drought more readily at a later stage.

Okay, that is about all I have to say. Thank you Mr. Chairman.

Pregunta Sr. R. Escobar: Deseo hacer dos consultar si es posible. La primera sería: ¿ cuando Ud. plantea la necesidad de mapear suelos (caracterizar) me gustaría saber cuales variables considera de mayor importancia en aquel proceso ? y segundo: que opinión tiene Ud. respecto de la longitud del receptaculo en el proceso de producción de plantas a raiz cubierta en la resistencia al estrés hídrico o al frío.

Dr. R. Cromer: On the first question, I think you probably need to consult a soil scientist who might undertake such mapping exercise for you. But given past experience things like the depth of the soil, the water holding capacity of the soil, the nutrient status of the soil, and the position in the landscape are features that must be cosidered. In addition to the other, climatic variables like rainfall and the seasonal variation in rainfall and sun are all factors that need to be included in any mapping program in order to define which are the best sites to plant and which ones you should not plant or look for alternative species. But I think, that we need to talk to soil scientist a lot more about this sort of work to get involved in a mapping program.

INFOR

Now, on the second question, I am not sure that I fully understand it. I did not quite get it. Perhaps you can explain a little more on that ....

Pregunta Sr. R. Escobar: El habla que hay que preparar plantas especiales para áreas, por ejemplo con sequía. Entonces mi consulta especifica es, si tiene alguna opinión respecto a la longitud de los receptaculos para la producción de plantas a raiz cubierta en el efecto que tienen para estrés hídrico o sequía o en zonas de frío.

Dr. R. Cromer: I think, we might be losing a little in the translation. Okay, I have seen some studies done in very droughty situations in the relationships between container size and container depth and there is absolutely no doubt that if you are going to plant into a droughty site, then the longer, deeper, container you can get, the more likely you are to get good survival and good early growth. But I dont have any specific measurements that I can give you on that now.

Pregunta Sr. O. Larraín: Encuentro muy interesante la exposición de Dr. Cromer en general, pero quisiera hacerle una pregunta respecto a lo siguiente: este incremento de Nitrógeno en la hoja, podría afectarlo, especificamente en el **E. globulus,** en las heladas durante el invierno.

Dr. R. Cromer: I have not any direct evidence on this. It has always been my belief that high nitrogen level in foliage would tend to make plants more susceptible to frost. But I have not really seen any hard data to show that, that is the case. But I do have the feeling that would be the case, Yes.

Dr. B. Cauvin: I have same good first hand information with Nitrogen in seedlings. When we applied Nitrogen very early, nitrogen benefit into the frosty season, but when we put nitrogen very late we have some problem with frost. On the other hand, if you put nitrogen in containers, your seedlings grow faster and they can escape earlier from the bottom of the ground and escape the frost.

Pregunta Sr. P. Germishuizen: The first is actually an observation and the second is a question. The first observation is that I think that we could have spent some time discusing on quality of nursery seedlings at this conference. If good silviculture start off at plantation, I think the good nursery stock is an fact a very important aspect which we perhaps overlooked at this conference, especially producing seedlings, the right seedlings for the site. Things like nitrogen level, I think are very important, especially the production of seedlings in Chile, where we have to look at adapting seedlings over a long period of time in the nursery.

INFOR

The question, that I would like to ask is, if you plant a seedling under nutrient stress conditions or if you perhaps don't fertilize when you plant, will you get top leaf and stem carbon being translocated into root growth to give you a better adaptation to the dry periods of the following summer? Will you in fact get a better root growth as opposed to the top growth and then fertilize more heavily, say, in the second season?

Dr. R. Cromer: Well, I think there's not a doubt that if you plant seedling into an impoverished site and don't fertilize, then you will certainly favor root growth compared to top growth and the seedling will automatically then be more drought tolerant, because you have more roots comparatively than top growth. So you have less foliage to transpire water and you have more roots to take up water. So, yes I am sure they would be more drought tolerant but you would obviously lose out on growth. So waiting until the next season (....) the only problem with that is that it then takes the seedling quite a long time to adjust its nutrient concentration and therefore readjust the carbon allocation patterns, so you would be losing quite a bit in growth. And I guess the other thing to remember is that soon after planting is the time when seedlings are much less likely to be prone to drought than any other time in the life cycle of the plantation. Because you have had fallow period when the soil profile can be recharged and the seedlings are very small and not taking up much water. So, it is really later in the life of the plantation, when you close canopy, and then drought can have a much serious effect than usually has on small planted seedlings.

I agree with your comment. I think that quality of nursery stock, is an important aspect. You can not cover everything in one conference but I think there is an increasing number of meetings being allocated to that particular topic and I think that is very useful.

Pregunta Sr. J. Rodriguez: Es una pregunta combinada ya sea para el Dr. Griffin o el Dr. Cromer. Se trata de lo siguiente: nuevamente se discute acerca de la relación entre la tasa de crecimiento de los árboles, ya sea a través de fertilización intensiva o de sitios muy productivos en relación a algunas propiedades deseables de la madera, como por ejemplo, densidad básica o longitud de fibra, que son deseables para el proceso de pulpaje. Por lo tanto quisiera consultar si existe algún tipo de relación probada en este sentido o todavía existe incertidumbre a este respecto.

Dr. R. Cromer: The one area where I had experience is with **Eucalyptus grandis** and we have found in the studies in collaboration with Shell in Queensland that where we applied fertilizer, we in fact got slightly higher density in the wood with faster growth, which is somewhat the opposite to what

INFOR

people have tended to find with **Pinus radiata**. And we have looked at the pulping characteristics of those different sources of wood, under fertilized and non-fertilized, and the pulping quality was not in any way degraded by the fertilizer application. So we got a higher yield in fertilized trees without any loss in quality of pulp. So at least, for **E. grandis** there's no problem with enhancing growth through fertilizers. In some studies that had been done with **E. grandis** have confirmed the density question and it seems that with higher growth rate in **E. grandis**, you get more but smaller vessels. So there is good anatomical reason why that occurs in **E. grandis**. We still need to work it out for other species. With **E. globulus** and **E. nitens**, I do not know.

Dr. R. Griffin: Yes. I regard that as a very important result, and I'm reasonably comfortable in extrapolating it to other species. I don't see any good physiological reasons why we can't use it as a working basis for our plantations of **E. nitens** and **E. globulus**. We can really press on and extract the maximum growth out of these plantations and be confortable that the wood would be at least as good and perhaps even better.

Pregunta Sra. V. Loewe: Mi pregunta es si Ud a tenido alguna experiencia al usar fertilizantes síntéticos y los llamados biológicos o naturales. En caso de tener esa información, ha Ud. detectado alguna diferencia?

Dr. R. Cromer: In the programs that I'am managing in Australia, there are experiments going on with artificial fertilizer and also with mychorrizas particularly in west Australia. We haven't really looked at the comparison of wood or the quality of material that comes as a result of the differences in the type of enhancement of growth that you might have. I can not, theoretically see any reason why there should be any difference, but we haven't actually done those comparisons yet.

Moderador: Muchas gracias. Con esto damos por terminado el tema de establecimiento, para, a continuación, ofrecerle la palabra al Dr. Glen Kile sobre el tema de plagas y enfermedades.

PLAGAS Y ENFERMEDADES

Dr. G. Kile: Thank you Mr. Chairman. As I said yesterday, Chile is a lucky country in terms of pest & diseases on Eucalyptus at the present time. Obviously, with given that situation it must seek to take every reasonable step to protect that status. And the first law of defense, of course, is quarantine to keep out unwanted intruders. And in your case, this involves both intercontinental quarantine and intracontinental quarantine. And the latter maybe the greatest challenge for Chile. I know there is a cooperative pest &

INFOR

disease monitoring program getting under way in the plantation stage in this country and I think that is very positive development because monitoring programs give you the capacity for early detection and for the opportunity for eradication if something is introduced. That option should always be assessed in the first instance.

Once organisms become established, then becomes more situations of evaluating impacts looking at the economic damage in terms of degree of tissue damage, tissue attack, its impact accross rotation, its impact and relation to the forest products you are seeking to produce. And I think that it is important that in whatever situation you face in the future, it is necessary to explore the full range of methods that might be employed in pest & disease control. I think we need to avoid the view that there are magic silver bullets up there which will solve any problem, whether it be chemical or genetic manipulation. I think these things all have a place, but we will always be seeking to employ a range of techniques to minimize impacts of pests & diseases. The other course people need to follow is avoid enhancing susceptibility in plantations to pests & diseases by planting in sites where stress such as drought or excessive cold or very high rainfall environments or by excessive narrowing the genetic base. The pests and diseases avoidance is an important aspect of any plantation program.

And finally, the point I tried to make yesterday. Every country with such a significant investment in plantation forestry with exotic species as Chile, needs to maintain its national capacity to respond to pests and disease outbreaks with high quality and well targeted research. In that situation, it is important to make a fully cooperative effort in this area between universities, institutions such as INFOR and the companies who after all own and manage the resources.

Moderador: Preguntas y comentarios?.

Pregunta el Sr. J. Rodriguez: Ciertamente que uno de los avances más grandes que ha habido este último tiempo en el área de la genética es el intercambio de material genético y traída de material genético a Chile. ¿ Ud cree que esta necesidad o gran intercambio de material genético a Chile a causado también la traida de patógenos a través de semilla y si existe en este momento un control satisfactorio del problema?

Dr. G. Kile: It is very difficult to say how the pathogens you do have at the present time, arrived in Chile. As you are aware has been a long history of introduction of material into this country, and into South America. And it is not necessarily been introduced into Chile directly, it sometimes come from

INFOR

a second route. But I think in the past it is possible that some of this material has been introduced on seed or trash associated with seed. There is also the possibility that vegetative materials may have been introduced at times in the past. We don't know what the early explorers and traders in plants really carried around with them. I think there is a nice example from Australia where the introduction of poplar rust in the early 1970's was almost certainly associated with the illegal introduction of the vegetative propagated material. So you need to be very careful about the nature of the material that you are using and, I think, there is now high standard in places for seed treatment which should avoid accidental introduction of any seed borne or seed associated organisms. I think that there should not be transport of material and packing (....) and things, should not pose particular hazard from the point of view of Australia. But there are some suggestions for the capacity of Phytophagus organisms such as gypsy moth to migrate to a country like Australia, New Zealand or Chile, so we need to be aware of all of the potential pathways that might exist for the introduction of organisms into countries such as Chile.

Pregunta: En Chile estamos viendo plantaciones de Eucalyptus en grandes extenciones de terreno, practicamente continuas. Ud recomendaría plantar eucaliptos en superficies más pequeñas, como una medida de prevención de la acción de agentes patógenos.

Dr. G. Kile: I don not think the particular deployment of plantations in the landscape will necessarily have a great deal of impact on the spread of pests & diseases. Insects generally are highly mobile, fungi of course tend to often produce airborne spores. I don not think you should be particularly concerned about the deployment in the landscape as an agent controlling dispersal. I think the dispersal of eucalypt plantings on a continental scale, on a land base mass scale is something a little different. One of the things we are concerned about Australia is the establishment of significant plantings of eucalypts virtually all around us now, which could allow a pathogen, say, introduced into Thailand to (....) migrate to Australia. So I think that their dispersal into continental scale is something where dispersal (?) of planting is important. But I think on a regional basis, it is unlikely to be of great significance.

Pregunta : Me gustaría conocer su opinión respecto al manejo de malezas o el control de malezas respecto al tema de las plagas o patógenos.

Dr. G. Kile: I think it will depend on the particular organism. Many of the organisms that we have been talking about are obligate parasites that exist only on the eucalypts. Some may have alternative hosts but we really need

INFOR

to look at that on a case by case basis to see what may be necessary if we introduce a pest or pathogen that has an alternative host.

Pregunta Sr. N. England: We have talked about fungi and insects in eucalypts, do you know anything about viruses infection. Are there any viruses in Eucalyptus that may affect our plantations?

Dr. G. Kile: There are three groups of pathogens for which there are very few record in eucalypts - bacteria, nematodes, and viruses. The only significant bacterial disease known is **Pseudomona solanacearum** in tropical Brazil and crown galls and agrobacterium which has been recorded from Chile which never seems to be a serious pathogen in eucalypts. Nematodes are sometimes a problem in nurseries but have not been reported as a significant field problem. In terms of viruses, it is very difficult to find substantiated records of viruses in eucalypts. There are some records from India and I think we do possibly have genuine viral infections in eucalypts but they don't seem to be common and they don't seem to have a particularly significant impact. I think that maybe the strong or high oil content of eucalypts leaves is something which acts against viruses being significant pathogens in eucalypts.

Pregunta Sr. E. Doberti: En el seminario se presentó un agente (insecto) que puede llegar a ser importante como patógeno del **Eucalyptus nitens**. Que estrategia debería abordarse para resolver este problema del "gusano de tebo".

Dr. G. Kile: Well, I think basically the same strategy that confronts you with an established introduced pathogen. There is a need for evaluation, economic avaluation of the impact of these organisms and how their ecologies relate to the natural hosts and how you might consider managing such pathogens. I guess if you got organisms that are polyphagous, maybe related to previous land use, such as scarabs which build up on native grasses, may have a high incidence early in plantations life, but may decline subsequently. With things like the borer which was mentioned yesterday, unfortunately there was no evidence of the incidence of this borer being reported. It may only be relatively, ... well, I got the impression that it was only on a relatively low level on this plantation, although the damage in individual trees, was obviously very severe. So, I think you need to get a good perspective on these issues, and you obviously need to understand the biology of the organisms that you are actually working with and then look at what ways you might go about limiting and minimizing the damage. I think you have to face the fact that you may not be able to prevent the damage completely but you should be able to reduce it to acceptable levels of no economic significance.

INFOR

Moderador comenta: En relación a este tema después de los trabajos presentados ayer vemos que hay una importante variedad de patógenos introducidas (trabajo de González y Parra) en nuestras plantaciones, además está este problema potencial de nuestras propios patógenos, atacando al **E. nitens**. Sin duda que el reforzamiento de investigación en este área debe ser uno de los factores claves, para asegurar el éxito de esta nueva línea de producción, que se esta abriendo con el Eucalipto. Tal vez, la organización a nivel nacional, como lo decía el Dr. Kile, que es necesaria, no está tan fuerte en este caso, como lo está en cuanto al mejoramiento genético. Yo no se cuan efectiva es esta organización para el manejo de plagas, la verdad es que desconozco si será realmemte capáz y eficiente para enfrentar estos problemas que se nos vienen encima.

Me gustaría conocer la opinión de alguna persona que éste involucrada en esta actividad de control de plagas, en relación a como funciona este grupo y cuales son las actividades que se estan realizando con el fin de enfrentar este posible problema.

Contesta el **Sr. Patricio Parra**: Al respecto podría contar que en el país existe un Comite de Sanidad Forestal que lo integran las empresas forestales, los organismos del Estado, tales como, INFOR (Instituto Forestal), CONAF (Coorporación Nacional Forestal), SAG (Servicio Agrícola y Ganadero), los cuales estan trabajando integradamente a objeto de ir solucionando los problemas de plagas que se van presentando en las plantaciones forestales. En este momento el problema principal aqueja principalmente al pino, por eso su preocupación está centrada a ello. Los proyectos de investigación son financiados por las empresas forestales y el estado. Ultimamente proyectos de enfermedades en Eucaliptos se estan financiando, pero en menor medida. Eso es lo que podría informar al respecto.

Sr J. Rodriguez: En el área especifica de eucalipto y creo que vale también para cualquiera plaga o enfermedad, una de las cosas fundamentales es definir una metodología común entre todas las empresas involucradas en el problema, de manera que los resultados que se obtengan, ya sea en forma conjunta o separada, sean comparables entre sí y sirvan en definitiva para tomar decisiones. Yo creo que en este sentido recientemente se ha dado un paso importante, que es el adoptar una metodología común entre las empresas que estan cultivando Eucalyptus. Recientemente se adoptó la metodología de prospección que tiene Forestal Agrícola Monte Aguila, que lleva ya un año en funcionamiento.

Sr. R. Escobar: Muy breve. Además de las instituciones entregadas por el Sr. Patricio Parra deberíamos incluir a las Universidades que son las

INFOR

que estan a cargo de los Centros de Diagnósticos de Plagas y Enfermedades para las distintas especies Forestales.

Dr. G. Kile: I just like to make a comment relating to the previous speakers comment. I think we have touched upon monitoring pests and diseases in plantation states. Now, obviously that can be a very demanding exercise depending upon the intensity of the effort you put into it and in a long and narrow country like Chile, it can be quite difficult. I think there is quite a need to balance the investments against the benefits that you might expect from that sort of exercise. But I believe that some investment in monitoring is desirable and maybe you might want to focus it in some areas, looking at particularly extreme sites, the high hazard sites, the wet sites, the dry areas, excessive cold areas, focusing around ports, airports, places of entry, potential entry for pests & diseases so that you can focus your efforts on trying to get some coverage of the high risk locations, at least where things are likely to appear in an early stage.

Moderador: Un último comentario.

Sr. J. Rodriguez: Se me olvido algo importante de destacar, como es el hecho de orientar la investigación no sólo para describir en términos biológicos el problema, sino que también para cuantificar el impacto económico, es decir, cuantificar el daño en cuanto al crecimiento de las plantas, las pérdidas en volumen y rentabilidad que puedan ocurrir y esto dará una ídea de cual será la disposición de las empresas en cuanto a soportar el invertir en el área de control sanitario.

Dr. G. Kile: I agree entirely with that comment and I think that is one of the points I had been trying to make yesterday and today. It is very important that evaluation be undertaken. I think that there will be problems, but you have to have some confidence in science and the ability of people to work there way around or through these problems. I will be reasonably confident about our capacity to manage most pests and diseases and minimizing the economic losses.

Moderador: Terminando con las preguntas de plagas y enfermedades, dejo la palabra al Dr. Cauvin para que haga algunos comentarios sobre la forestación en sitios con algunas limitantes especiales.

FORESTACION EN SITIOS CON LIMITACIONES ESPECIALES

Dr. B. Cauvin: As I said to you a few moments ago that I am not very convinced that frost tolerance in Chile is a very big problem and a major

INFOR

problem you have to focus. You have very good response yet. I am not sure you assess very well your needs in terms of frost tolerance in relationship with the region where you want to plant and the kind and the quality of frost it is possible to meet in your country (?). I do not have enough data but I am not sure it is important to improve at very high level the frost resistance of **E. globulus**. I think **E. nitens** has the biggest potential to improve and you could have very good hybrids between the **E. nitens** and **E. globulus**. **E. globulus** improved for the growth and **E. nitens** with a very high level of frost resistance.

Some points I observed, you have not a lot of interest for some species such as **E. bicostata** and **E. maidenii** and I think the two species are worth to be planted more and I think it is important to study the (....) of the two species with the frost resistance and the growth. You have, I think, to develop minimum to test for frost resistance. For you I think it is very easy, with the mountains you have, to use the natural frost, to test families of clones. I think you can engage also conductivity test which is not a very expensive system.

Moderador: Primero me gustaría comentar que sobre este tema el día de ayer presentamos un trabajo realizado por INFOR, tratando de explorar un poco este asunto de la variabilidad genética en relación a la resistencia al frío en **E. globulus**. Es un trabajo bastante básico, donde probamos distintas familias por procedencia. Yo creo que ese es un tema sobre el cual vale la pena volver. Nosotros estamos trayendo familias de **E. globulus** desde Australia. Asi que tal vez, sería importante hacer lo que sugiere el Dr. Cauvin en sentido de hacer otras pruebas, ya con una tecnología un poco más avanzada que nuestra camara usada la otra vez, en donde, las posibilidades de control de todas las diferentes condiciones pudiesen efectivamente ser contraladas (en nuestro trabajo sólo controlamos la temperatura, pero habían otras variables que quedaban completamente fuera de nuestro control, por lo tanto, los resultados tienen cierto grado de incertidumbre). Si, yo creo, que es importante lo que sugiere el Dr. Cauvin y ahora, afortunadamente, tenemos equipo como para hacer eso, asi es que en los próximos años vamos a trabajar sobre este tema.

Sr. R. Escobar: Como comentario quizas seria importante informar que la Universidad de Concepción hace más o menos 2½ años que realiza el test bioeléctrico de frio-resistencia, y hemos logrado, sobretodo cuando hacemos diferentes esquemas de manejo en plantas en vivero, una buena correlación entre los trabajos de laboratorio y lo que está ocurriendo en terreno.

Pregunta Sr. E. Doberti: Forestal Angol, donde trabajo, está estableciendo un huerto semillero de poblaciones resistente al frío. Se mandó a hacer

INFOR

un estudio de conductividad eléctrica al test de progenie, o sea a los hijos de nuestros árboles plus que están en el huerto semillero, y estas pruebas de conductividad se realizan con material de crecimiento primaveral. La pregunta es entonces: Si probar la progenies es válido para aceptar o rechazar un árbol plus, y segundo, si es válido tomar la conductividad con un material de primavera.

Dr. B. Cauvin: I think I understand the second question but not the first question.

Sometimes the result with the conductivities is not good mainly in the spring time because the trees are beginning to get less and less hardened and I think the main condition to try this conductivity test is to do the test with very hardened seedlings.

Dr. R. Griffin: Yes, it has also been our experience that across a range of Eucalyptus species, there's very little genetic variation expressed when the trees are in the unhardened state. Natural selection seems to have worked to differentiate these populations for their tolerance of winter cold at a hardened state but not, for example, in spring conditions. And this is why, you might remember in the paper that Dr. Purse gave, Shell is developing this project to see if we can genetically modify the ability of trees that are actually growing to resist cold, because we don't believe that variations is naturally present in species. But if I could just make one more comment, I still think that the technique is useful in your circumstance if you do wait until the middle of the winter to do the tests. Although, as I said earlier in answer to your question, there may be not a large amount of genetic variation in this trait. It is such an economically important one for Chile, that even an improvement of one degree or two of tolerance to winter cold might be economically important to the companies. And certainly Monte Aguila is spending money on trying to improve the hardiness of **E. globulus** as well as looking at these other options that we have discussed.

Moderador: Como sabemos que la resistencia al frío es algo que varía bastante rápido (como lo vimos el día de ayer) en las plantas, o sea que bastan tal vez días o un par de semanas para que la resistencia al frío cambie bruscamente, ya sea en sentido positivo o negativo. En el caso de querer hacer este tipo de ensayo, sin tener que esperar hasta el invierno, mi consulta es, si es posible hacer un endurecimiento artificial y también, ¿ es posible endurecer artificialmente las plantas antes de llevarlas a terreno, por ejemplo, pasándolas algunos días por frigorífico por ejemplo?.

INFOR

Dr. B. Cauvin: Of course it is possible to use climatic chamber to hardening by artificial way the seedling or the cuttings. This equipment is a little bit expensive because the temperature within the climatic chamber must be the most homogenous possible. And is necessary to control the photoperiod too. So this equipment is a little bit expensive. But you have the possibility to do hardening in the field during the winter or near your volcanoes. I think it is possible.

Dr. R. Griffin: May I comment on this interesting conversation for a minute more. I very much like Mr. Cauvin's suggestion that you do use a gradient of natural environments in order to get a cheap way of screening families and perhaps eventually clones. I think given the topography in your country it would be very easy to find 4 or 5 locations where you can expect a gradient of temperature in any winter. Just put the plants out there as he suggested and let nature help screen. And then when you have identified maybe a smaller set of interesting material and that is the time when you can afford to spend more money on the controlled environment studies that was suggested, as confirmation.

Pregunta : Al pensar en la variación estacional de la resistencia al frío, es decir, una planta cambia desde el invierno al verano su resistencia al frío, pero la relación entre las plantas, si es que elaboraramos un ranking de las plantas en esta fecha (noviembre IX región), el ranking se mantendrá semejante hasta el invierno?

Dr. R. Griffin: I think what has generally been found in such studies is that the ranking does not change terribly much, but because the range of variation expressed is less when they are less hardened, it is statistically or experimentally much more difficult to show differences. This certainly would apply as plants are hardening and de-hardening. I don't think you are going to find some plants which are very good early in the winter and then they suddenly become very bad and they become good again. The patterns are quite predictable providing the plants are into their natural hardening process.

Pregunta Sr. P. Rojas: Pareciera ser que la característica de tolerancia al frío tuviera una componente no aditiva muy importante, a la luz de lo mostrado durante las exposiciones, sugiriendo caminos y estrategías de mejora. La estrategía de selección individual y propagación vegetativa para **E. globulus** sería una opción para mejorar la resistencia al frío ¿ que espectativas de incremento en tolerancia al frío pudiera haber por esta estrategía asexuada?.

INFOR

Dr. B. Cauvin: I do not know exactly the limit of the **E. globulus** about frost resistance, but of course you can by vegetative propagation, get some clones which have good frost resistance. It's just a question of cost. But I'm quite sure, it would be better to do the same thing in **E. nitens** in order to cross to **E. nitens**, to do intraspecific crosses with high level of frost resistance, or (....) crosses between **E. nitens** and **E. globulus** selected at individual level or with **E. maidenii** or **E. bicostata**.

Sr. C. Douglas: Quisiera hacer un comentario y una pregunta. Tanto el Dr. Cauvin y el Dr. Griffin han hecho mención a la posibilidad de instalar ensayos en terreno a diferentes altitudes para determinar la resistencia, desgraciadamente nosotros hoy en día estamos plantando en diferentes sectores, desconociendo como se comportaran las estas especies en los diferentes lugares, por lo tanto necesitamos respuestas inmediatas como para salvagualdarnos que no nos suceda como lo ocurrido en Francia, como en la decada de los 50, en que pérdieron practicamente todos los eucaliptos, teniendo que comenzar de nuevo. Respecto a esto, significaría en cierta medida que necesitamos algún método que nos permita determinar este nivel de resistencia lo más rápido posible. Mi pregunta es, si ha probado con material adulto y material juvenil la resistencia, y si existe alguna correlación entre ambos.

Dr. R. Griffin: I am going to attack the last question first. No, I do not have any data or any knowledge of any one else's experiment looking at correlations between early and later performance with these sorts of tests. But it seems from my observations of **E. globulus** in your plantations in Chile that the real ..., the high risk period is really only in year one or year two. If you can get the trees on most sites, if you can get the trees through that period, then you will get a very good crop of trees. This is certainly the experience in the Monte Aguila plantations. And I think if you drive around the country and look at farms in very cold areas, even here in Villarica, there are **E. globulus** growing perfectly happily. The risk is only early on so that is when we should be focusing our assessment effort.

Maybe there is a little missunderstanding about the procedure that we suggested about using the environment to screen. The test that Mr. Cauvin suggested was a very quick test: to grow a tray of seedlings or four trays of seedlings of a family and put one tray into each of four locations where you expect the temperature to be different in any one winter. And then even if it is a mild winter, then perhaps only the most extreme site will differentiate the seedlings. If it is a very severe winter then the mildest site will be the best one. It is a quick test, it will take no longer than a physiological test that you carry out in the nursery.

INFOR

Moderador: Muchas Gracias. Pasaremos al tema siguiente, ofreciendole la palabra al Dr. Duarte Pereira, quién nos hará sus comentarios sobre el tema de "Utilización de los Eucalyptus".

UTILIZACION

Dr. J. D. Pereira : Bueno, cuando venía a Chile, tenía algunas informaciones relativas a la cantidad de **E. globulus** y **Pinus radiata**. La información era que el crecimiento anual promedio era de alrededor de 33 m^3/ha/año. Fue una sorpresa agradable saber que hay parcelas experimentales con un ritmo de crecimiento bastante superior, asi como también fue interesante verificar el crecimiento de otras especies, además del **E. globulus**, como el **E. delegatensis** y **E. nitens**. Nosotros tomamos conocimientos de programas de mejoramiento que incluyen la calidad de la madera, especialmente para celulosa, y también de los programas de hibridación. Creo que Chile esta muy bién tecnológicamente, pero a pesar de todos los esfuerzos del INFOR, no me fue posible una visión más apropiada y más segura sobre la producción de madera para otros fines. Visitamos en la gira organizada por INFOR una empresa debobinadora. Ellos utilizan madera en parte de plantaciones propias, y en parte importada porque no tenían madera de buena calidad. Por lo tanto me abstengo, por no tener una seguridad para hacer una evaluación más precisa, en mi área de trabajo, de lo que en Chile existe. Espero en otra oportunidad poder conocer otras fábricas, tales como, la MDF, aserraderos, que existen. Eso seria todo para comentar.

Moderador: Ofrezco la palabra para consultas y comentarios.

Pregunta Sr. F. Dalla-Tea: Posee alguna información, aunque sea de referencia, como para poder hacer alguna comparación entre la madera de **E. globulus** y **E. grandis**, para los diferentes usos de los ya mencionados en su presentación de ayer, sobretodo considerando que seran las especies del futuro en el mercado mundial. Por lo tanto, como se comparan las pulpas y las maderas.

Dr. J. D. Pereira: No tengo mucha información al respecto, porque **E. globulus** no es una de las especies de mayor interés en Brasil. Solamente recién existe una preocupación muy grande por el **E. globulus**, especialmente como consecuencia del bajo contenido de lignina. Es sabido que Riocel está muy interesado en **E. globulus**, pero no conozco trabajos que demuestren la existencia de diferencias entre la calidad de la madera, sólo que en la madera del **E. globulus** había una mayor resistencia a rasgadura. Son las únicas informaciones que poseo por el momento, la densidad de la madera es un poco más alta, por lo tanto creo, que la relación entre volumen de madera y volumen de pulpa es más favorable en **E. globulus**.

INFOR

Dr. R. Griffin: Perhaps I could just make a short comment on that comparison of the pulping potential of the two species. If you remember the comments in my talk a couple of days ago, basically, you can make a ton of pulp from 3 m^3 of **E. globulus**. It takes maybe 4½ m^3 for **E. grandis**, so this is why the companies here are very interested in **E. globulus**. In the Riocel plantations that our friend mentioned here, you might also remember the table which show that **E. grandis** growing up 42 m^3 MAI produced exactly the same amount of bone dry tons of pulp per hectare per annum as **E. maidenii** at 32 m^3. So I think that's a nice perspective on the roles of various species for this particular purpose.

Pregunta Sr. M. Marco: Dirigida a cualquiera que esta en el área de mejoramiento. Uno de los principales problemas que tiene, por ejemplo el **E. grandis**, lo hemos visto tanto en Argentina y con seguridad también en Sud Africa, es el tema de las rasgaduras. Hoy mencionaban el asunto de las tensiones de crecimiento como una posible explicación. La pregunta es ¿que antecedentes existen, por ejemplo, si hay algún programa de mejora a nivel mundial, no se si Sud Africa lo tiene, para mejorar esta característica y que consecuentemente mejore las propiedades del aserrado de **E. grandis**?

Dr. J. D. Pereira: Esa es una pregunta que también le realize a Glen Kile, porque como yo decía, que no conozco trabajos en mejoramiento para esos fines. En Brasil, se asierra la misma madera que se utiliza para celulosa o para postes, y se emplean los mismos métodos de manejo, entonces no conocía este hecho. Por lo tanto me gustaría confirmar con Glen si existe algún trabajo en Australia o Sud Africa al respecto. En Brasil hay una tesis que indica alta heredabilidad para las tensiones, hay información de observación por personas de ITT que observaron diferencias muy grandes entre las especies, entre procedencias y entre clones. Este trabajó con clones de Aracruz y no observó diferencias significativas. Pero no conozco un trabajo serio de esta naturaleza, ya que debe comenzar con un aspecto básico de como se evaluan adecuadamente las tensiones y de los numerosos métodos que existen para determinar cual sería el más apropiado, dentro de los destructivos o no destructivos. Tenemos que elegir el mejor método para evaluar las tensiones y posteriormente desarrollar los programas de mejoramiento.

Repite la pregunta al Dr. Kile: I would like to ask Glen. Some days ago, I asked you about, if you know somebody who is working in tree breeding in order to improve wood quality and to reduce splits and other defects?

Dr. G. Kile: I am aware of some program in general sense but perhaps I might defer to my friend from Shell who has perhaps more data or knowledge

INFOR

about some of these current programs, particularly in South Africa or maybe Kevin might be able to make a comment on the work that's being done there. But certainly in terms of improving wood properties for sawn wood production, the work in Australia is at a very early stage.

Dr. R. Griffin: Yes. Well to my knowledge also the most serious work on this subject has been done in South Africa. There are a number of published papers and I think if you are serious about finding out about it then get in touch with G. van Wyk of Foreste. Oh,... Kevin is now walking up so perhaps he might make a comment on this. I think he's been close to the work in the past.

Dr. K. Darrow: The State Forestry was interested in saw timber from **E. grandis**. The work that has been done by a man named Français Maland (?) at the University of Stelenbosh (and I think he also worked for the South African Forestry Research Institute), was very interesting. It showed a strong genetic influence on splitting. Apart from that I can not say too much because in most of the private companies now, the emphasis is really just on volume or on the cellulose production. The work done by a man name Charlie Clark of South African Pulp & Paper about the yield of pulp in the various species is very very good. But it has nothing to do with sawntimber because these companies have no real interest on this product. Only the state which is now called the South African Forestry Company Ltd. is still producing **E. grandis** as sawlogs. But I really don't know if they are going into clonal forestry yet. They still used the seedlings grown from the seed orchard of clones established from these trees of low splitting intensity.

Dr. R. Cromer: I think there is a couple of things here we need to be aware of. Certainly the genetic aspect of splitting and possibly of collapse need investigation as good work from South Africa which is indicated preliminary that it is (....) genetic control on splitting. We need to determine whether there is genetic control over the collapse as well which may or may not be related to splitting, but the other thing is we need to be aware also that splitting is also related to tree size. And certainly is plenty of evidence that the larger the diameter of the stem that you are dealing with, the lower are the growth stresses. So, there is absolutely no doubt that if you are trying to cut and saw small diameter trees you will have a much bigger problem than if you allow those trees to grow bigger. So thinning heavily and producing larger diameter trees for sawing is definitely the way to go and it appears as though it is size per se and not growth rate that is important. So it doesn't matter if you get a tree large rapidly by thinning and fertilizing that will still have relatively low growth stresses. It is the size that is the critical thing, not the rate of growth.

INFOR

Moderador: Muchas gracias a los participantes y asistentes a esta mesa redonda y seminario. Antes de terminar deseo, en nombre de INFOR agradecer a los invitados por el significativo aporte que han realizado durante estos días del seminario y también a todos nuestros colegas que presentaron trabajos y especialmente la participación de los colegas argentinos. Durante estos 3 días hemos visto que el nivel de la investigación en Eucalyptus está aumentado rapidamente, con un fuerte despegue en relación a lo demostrado en el seminario realizado por nosotros el año 1988, viéndose una gran cantidad de trabajos de gran calidad. También nosotros en INFOR estamos realizando un esfuerzo muy serio por mejorar la calidad de nuestras investigaciones. Con la importante ayuda de las empresas estamos realizando muchos de estos trabajos por lo que, aprovecho esta oportunidad para agradecerles por su colaboración. Además los invito a seguir en esta línea de trabajo conjunto que a larga determina mejores resultados. Muchas Gracias. Antes de terminar el seminario deseo agradecer a muchas de las personas que nos colaboraron para que este seminario haya resultado bién, comenzando por nuestros traductores, y también a don Guillermo, encargado de la iluminación y equipos de apoyo, y secretaria. Debido a que la investigación sobre eucalipto esta avanzando muy rápido, espero que nos volvamos a juntar muy pronto para intercambiar las experiencias y esperamos que este seminario haya cumplido con las espectativas que Uds. tenían. Agradecemos en nombre del Instituto Forestal su participación y será hasta una próxima oportunidad. Muchas Gracias.

(....) Palabra o frase que no se entiende en la grabación.
(?) No se comprende totalmente el sentido de la frase.

INFOR

TEMA VII

LISTA Y DIRECCION DE PARTICIPANTES

INFOR

LISTA DE PARTICIPANTES

Aguilera R., Ricardo:	FORESTAL MININCO S.A. Los Canelos 79. Villa San Pedro. CONCEPCION.
Alvarez, Fernando:	Bosques Arauco S.A. Los Horcones S/N. CARAMPANGUE.
Alvear S., Carlos:	INSTITUTO FORESTAL. Huérfanos 554. SANTIAGO.
Ananias, Rubén:	Universidad BIO-BIO. Avda. Collao 1202. CONCEPCION.
Apiolaza Z., Luis:	COOPERATIVA MEJORAMIENTO GENETICO. Independencia 641. VALDIVIA.
Appel M., Edgardo:	FORESTAL ACE INTERNACIONAL. Manquehue Norte 146. SANTIAGO.
Arana E., Waldo:	INSTITUTO FORESTAL. Huérfanos 554. SANTIAGO.
Arriagada, Manuel:	FORESTAL Y AGRIC. JCE LTDA. Camino a Sta. Barbara KM 10 S/N. LOS ANGELES.
Arntz, Juan Guillermo:	FORESTAL MININCO. Los Canelos 79. Villa San Pedro. CONCEPCION.
Awad N., Gonzalo:	COOPERATIVA MEJORAMIENTO GENETICO. Independencia 641. VALDIVIA.
Balaguer Q., Tomás:	INSTITUTO FORESTAL. Huérfanos 554. SANTIAGO.
Baldini, Jorge:	Alumno. UNIVERSIDAD DE CONCEPCION. Avda. Argentina 358. CHILLAN.
Barros A., Santiago:	INSTITUTO FORESTAL. Huérfanos 554. SANTIAGO.
Bennewitz B., Rolando:	INSTITUTO FORESTAL. Huérfanos 554. SANTIAGO.
Bourke, Michael:	Maipu 78. CONCEPCION.
Bravo O., David:	FORESTAL TORNAGALEONES LTDA. Chumpullo S/N. VALDIVIA.

INFOR

Bugarin, Juan José: URUGUAY.

Burgos, Homero: INV. FORESTALES CCA. S.A. Panamericana Sur S/N. VICTORIA.

Cabaña Ch., Carlos: CONAF. Avda. Bulnes 285. SANTIAGO.

Cabrera S., César: CONAF. VI REGION. Cuevas 480. RANCAGUA.

Alarcón A., César: INSTITUTO FORESTAL. Huérfanos 554. SANTIAGO.

Cabrera P., Jorge: INSTITUTO FORESTAL. Huérfanos 554. SANTIAGO.

Cáceres V., Francisco: FORESTAL ANCHILE. Juan Mackenna 1673. OSORNO.

Campano A., Javier: Alumno. UNIVERSIDAD DE CONCEPCION. Casilla 1476. CONCEPCION.

Campos S., David: VOLTERRA S.A. Ejercito 399. CONCEPCION.

Campos R., David: BOSQUES ARAUCO S.A. Los Horcones S/N. ARAUCO.

Canala-Echeverria, José : INSTITUTO FORESTAL. Huérfanos 554. SANTIAGO.

Cancino, Jorge: UNIVERSIDAD DE CONCEPCION. Avda. Vicente Méndez 595. CHILLAN.

Carrasco, Gonzalo: Alumno. UNIVERSIDAD DE CONCEPCION. O'Higgins 868. SAN BERNARDO, SANTIAGO.

Castro, Claudio: FORESTAL MININCO. Los Canelos 79. Villa San Pedro. Casilla 43-C. CONCEPCION.

Catepillán U., Jorge: INSTITUTO FORESTAL. Huérfanos 554, SANTIAGO.

Cauvin, Bertrand: AFOCEL, FRANCIA. 98 ROUTE DE TOURNEFEUILLE 31270. CUGNAUX. FRANCIA.

Chung G-P., Patricio: INSTITUTO FORESTAL. Huérfanos 554. SANTIAGO.

Cockbaine, Juan C.: FORESTAL SAN JOSE S.A. San Mártin 200. Of. 2. PUERTO MONTT.

INFOR

Contreras S., Manuel:	CABILDO S.A. Hacienda 13-0. OSORNO. Hacienda RUPANCO S/N. PUERTO OCTAY.
Correa G., Rodrigo:	FORESTAL ANCHILE. Juan Mackenna 1673. OSORNO.
Cortés L., Juan C.:	INMOB. E INV. LO CURRO S.A. Apoquindo 3076 Of. 1109. SANTIAGO.
Crespell M., Pablo:	COOPERATIVA MEJORAMIENTO GENETICO. Independencia 641. VALDIVIA.
Cresta H., Leonardo:	FORESTAL PEHUEN. Saavedra 542. CAÑETE.
Cromer, Robin:	CSIRO, AUSTRALIA. LOCKED BAG Nº 2, POST OFFICE. SANDY BAY, TASMANIA 7005. AUSTRALIA.
D'Ottone D., Ricardo:	INVERSIONES FORESTALES CCA S.A. Avda. Costanera S/N. Recinto Schwager, CORONEL.
Dalla-Tea, Fernando:	I.N.T.A. (ARGENTINA). Velez Sarfield 126. CONCORDIA. ARGENTINA.
Darrow, Kevin:	I C F R, SOUTH AFRICA. P.O BOX 375 Pietermaritzburg 3200. REPUBLIC OF SOUTH AFRICA.
De La Maza Ch., Carlos:	FORESTAL ANGOL. LTDA. Los Carrera 270, Casilla 11-D. LOS ANGELES.
De La Sotta D., Samuel:	FORESTALES. REGIONALES S.A. Ruta 5 Sur, Km 514. LOS ANGELES.
Del Pozo H., Carlos:	TIERRA CHILENA LTDA. O"Higgins 1695. CONCEPCION.
Delmastro, Roberto:	FORESTAL VALDIVIA S.A. Edificio Prales Of. 202. VALDIVIA.
Deus, Alfaro R.:	FORESTAL MILLALEMU. Arauco Nº 343. CHILLAN.
Doberti K., Eduardo:	FORESTAL ANGOL. Los Carrera 270. Casilla 11-D. LOS ANGELES.
Donoso I.Pablo:	INSTITUTO FORESTAL. Huérfanos 554. SANTIAGO.

INFOR

Douglas P., Carlos:	FORESTAL MININCO. Los Canelos 79. Villa San Pedro. Casilla 43-C. CONCEPCION.
Droppelmann P., Alfredo:	FORESTAL ACE INTERNACIONAL. Manquehue Norte 146. SANTIAGO.
Duarte Pereira, Jóse C.:	EMBRAPA, BRASIL. Caixa Postal 319-CEP 83405-970-COLOMBO/PR. BRASIL.
Dubois, Lorenzo A.:	BOSQUES CAUTIN S.A. Moneda 970. Piso 18. SANTIAGO.
Duryea, Mary:	UNIVERSITY OF FLORIDA. BOX 420, GANNESVILE, FL. U.S.A.
Ecker, Martin:	BEGGA HUMAITA S.A. San Martin 124. CONCORDIA. ENTRE RIOS. ARGENTINA.
England, Nigel:	FORESTAL MONTEAGUILA. Jóse Manso De Velasco 275. LOS ANGELES.
Escobar, René:	UNIVERSIDAD DE CONCEPCION. Avda. Vicente Méndez 595. CHILLAN.
Espejo, Jaime:	FORESTAL MONTEAGUILA. Jóse Manso De Velasco 275. LOS ANGELES.
Espinoza, Miguel:	UNIVERSIDAD DE CONCEPCION. Avda. Vicente Méndez 595. CHILLAN.
Etcharran, Rolando:	FORESTAL MININCO. Los Canelos 79. Villa San Pedro. Casilla 43-C. CONCEPCION.
Fernández, Eduardo:	CORFO.
Gajardo M., Rodolfo:	UNIVERSIDAD DE CHILE. Sta. Rosa 11.315. SANTIAGO.
García V., Oscar:	INSTITUTO FORESTAL. Huérfanos 554. SANTIAGO.
Gárcia De León, José:	FORESTAL ORIENTAL DEL URUGUAY. 18 de Julio 818. PAYSANDU. URUGUAY.

INFOR

Germishuizen, Peter:	ASIFOR LTDA. Casilla 22-D. LOS ANGELES.
Germishuizen, Adrian:	ASIFOR LTDA. Casilla 22-D. LOS ANGELES.
González B., Verónica:	INSTITUTO FORESTAL. Huérfanos 554. SANTIAGO.
González, Gastón:	UNIVERSIDAD DE CONCEPCION. Avda. Vicente Méndez 595. CHILLAN.
González R., Luis:	UNIVERSIDAD DE CHILE. Sta. Rosa 11.315. SANTIAGO.
Grez M., Iván:	UNIVERSIDAD DE CHILE. Sta Rosa 11.315. SANTIAGO.
Griffin, Rod:	SHELL-INGLATERRA. London SE1 7NA. LONDON. INGLATERRA.
Grösse W., Hans:	INSTITUTO FORESTAL. Barros Arana 121 CONCEPCION.
Guerra B., Gustavo:	EMPRESAS C.M.P.C. Agustinas 1343. SANTIAGO.
Guerra M., Guillermo:	CORFO.
Gutierréz C., Braulio:	INSTITUTO FORESTAL. Huérfanos 554. SANTIAGO.
Henri, Carolyn Joan:	PANAMERICANA S.A. Camilo Henriquez 807. Of. 5. VALDIVIA.
Hernández, Eugenio:	FORESTAL MININCO. Los Canelos 79. Villa San Pedro. Casilla 43-C. CONCEPCION.
Herrera, Gerardo:	UNIVERSIDAD DEL BIO-BIO. Avda. Collao 1202. CONCEPCION.
Hurtado C., Julio:	DOWELANCO. Avda. Suecia 281. Providencia. SANTIAGO.
Ibarra G., Carlos:	BOSQUES CAUTIN S.A. Moneda 970. Piso 18. SANTIAGO
Infante L., Pedro:	FORESTAL MILLALEMU. Arauco 343. CHILLAN.

INFOR

Ipinza C., Roberto:	COOPERATIVA MEJORAMIENTO GENETICO. Independencia 641. VALDIVIA.
Izquierdo, Horacio:	FORESTAL MININCO. Los Canelos 79. Villa San Pedro. Casilla 43-C. CONCEPCION.
Jobet P., Juan Pablo:	FORESTAL ANGOL. Los Carrera 270. LOS ANGELES.
Kile, Glen:	CSIRO, Chief of Division. AUSTRALIA. PO BOX 4008, Queen Victoria Terrace, CANBERRA ACT 2600.
Kogan, Marcelo:	UNIVERSIDAD CATOLICA. Vic. Mackenna 4860. SANTIAGO.
Larraín M., Octavio:	FORESTAL ANGOL. Los Carrera 270. LOS ANGELES.
Larredonda P., Lorena:	INSTITUTO FORESTAL (Secretaria). Huérfanos 554. SANTIAGO.
Lewis, Peter:	CONSULTOR PRIVADO. Los Acacios 1502. Dpto. B. CONCEPCION.
Lex Van, Saane:	NORTH FOREST PRODUCTS. MELBOURNE. AUSTRALIA.
Llanten A., Jimmy:	SYLVAE CONSULTORES FORESTALES. Las Urbinas 87. Dpto. 34. Providencia.
Loewe M., Verónica:	INSTITUTO FORESTAL. Huérfanos 554. SANTIAGO.
López, Juan A.:	I.N.T.A. ARGENTINA. Pedro Ferré 555. CONCORDIA. ARGENTINA.
Marcó, Martín:	I.N.T.A. C.C. Nº 34 (3200) CONCORDIA, ENTRE RIOS. ARGENTINA
Mártinez H., Jaime:	CIA. AGRIC. FORESTAL Y COMERCIAL JCE LTDA. Camino a Sta. Barbara Km 10. LOS ANGELES.
Mártinez C., Antonio:	FORESTAL MILLALEMU. Arauco 343. CHILLAN.
Molina B., Maria Paz:	INSTITUTO FORESTAL. Huérfanos 554. SANTIAGO.

INFOR

Monsalve, Ivette:	FUNDACION DUOC. Angol 458. CONCEPCION.
Muñoz, Daniel:	CONAF. Avda. Bulnes 285. Of. 703. SANTIAGO.
Muxica Sch., Rena:	FORESTAL PROBOSQUE LTDA. Ruta 5 Sur. Km 514. LOS ANGELES.
Omegna M., Gabriela:	CONAF. Avda. Bulnes 285. SANTIAGO.
Parada L., Claudia:	Próspero Bisquet 1810. CONCEPCION.
Paredes, Gonzalo:	UNIVERSIDAD AUSTRAL. Casilla 567. VALDIVIA.
Parra S., Patricio:	INSTITUTO FORESTAL. Huérfanos 554. SANTIAGO.
Paz P., Jóse:	UNIVERSIDAD DE CONCEPCION. Barrio Universitario. CONCEPCION.
Peñaloza, Rubén:	Decano FAC. ING. FOR. UNIVERSIDAD AUSTRAL. Casilla 567. VALDIVIA.
Pereira, Guillermo:	UNIVERSIDAD DE CONCEPCION. J.A. Coloma 0201. LOS ANGELES.
Pinilla S., Juan C.:	INSTITUTO FORESTAL. Huérfanos 554. SANTIAGO.
Poblete M., Gimena:	Alumna. UNIVERSIDAD DE CHILE.
Prado D., Jóse Antonio:	INSTITUTO FORESTAL. Huerfanos 554 SANTIAGO.
Purse, John:	SHELL CENTRE, INGLATERRA. SE1 7NA. LONDON. INGLATERRA.
Quiroz M., Iván:	INSTITUTO FORESTAL. Barros Arana 121. CONCEPCION
Rebolledo C., Jóse M.:	BOSQUES ARAUCO S.A. Los Horcones S/N. ARAUCO.
Recalde R., Manuel:	BASF CHILE S.A. Carrascal 3851. SANTIAGO.
Ribalta S., Eduardo:	CABILDO S.A. Hacienda Rupanco S/N. Comuna Puerto Octay. Casilla 13-0. OSORNO.

INFOR

Rodriguez, Jaime:	FORESTAL MONTEAGUILA. Jóse Manso De Velasco 275. LOS ANGELES.
Rojas V., Patricio:	FORESTAL MONTEAGUILA. Jóse Manso De Velasco 275. LOS ANGELES.
Rozas, Carlos:	EMBRAPA, BRASIL. Rua Maua 360. Apartamento 302. Alto Da Gloria. CURITIBA. BRASIL.
Salas A., Jaime:	EMPRESAS C.M.P.C. Agustinas 1343. SANTIAGO.
Salas G., Andrés:	Alumno. UNIVERSIDAD DE CONCEPCION. Calle 1 Nº 346. Villuco. CONCEPCION.
Sanhueza H., Rebeca:	Alumna. UNIVERSIDAD DE CHILE.
Satta E., Renato:	VIVEROS Y PLANTAC. LTDA. Mahuizer 151. Pedro de Valdivia. CONCEPCION.
Schultz O., Fernando:	INV. FORESTALES (INFOREST S.A.). Avda. España 1000. VALDIVIA.
Sebok, Pedro:	INVERSIONES FORESTALES CCA. S.A. Bucarest 215. Providencia. SANTIAGO.
Sierra, Victor:	FORESTAL MININCO S.A. Los Canelos 79. Villa San Pedro. CONCEPCION.
Socias I., Francisco:	FOR. RIO QUILMES LTDA. Casilla 155. LOS ANGELES.
Union, Francisco:	UNIVERSIDAD AUSTRAL. Casilla 567. VALDIVIA.
Tironi B., Pablo:	DESARROLLO FORESTALES. Mons. Sotero Sánz 27. P-2. SANTIAGO.
Toledo M., Guillermo:	Alumno. UNIVERSIDAD DE CONCEPCION. O"Higgins 868. SAN BERNARDO.
Toro Y., Alejandro:	DOWELANCO. Avda. Suecia 281. Providencia. SANTIAGO.
Trivelli R., Jóse L.:	FORESTAL ANCHILE. Juan Mackenna 1673. OSORNO.

INFOR

Troncoso, Raúl:	UNIVERSIDAD AUSTRAL. Pedro Aguirre Cerda 2150. VALDIVIA.
Tupper G., Guillermo:	FORESTAL MININCO. Los Canelos 79. Villa San Pedro. Casilla 43-C. CONCEPCION.
Urzua M., Rodrigo:	FORESTAL SAN JOSE. San Martin 200, Of. 2. PTO. MONTT.
Vaccaro, Marcelo:	Alumno. UNIVERSIDAD DE CONCEPCION. Jaime Eyzaguirre 2738. Lonco Norte. CONCEPCION.
Vargas P., Ricardo:	SOC.AGROLEMU LTDA. Aldunate 284. TEMUCO.
Vergara R., Nelson:	INSTITUTO FORESTAL. Huérfanos 554. SANTIAGO.
Viel L., Roberto:	Alumno. UNIVERSIDAD DE CONCEPCION. Julio Lamas 389. COELEMU.
Villafranca, Nelson:	FORESTAL TORNAGALEONES. Chumpullo S/N. VALDIVIA.
Von Marees M., Adriana:	COMACO LTDA. Dinahue 5389. TALCAHUANO.
White, Tim:	SCHOOL OF FOREST RESOURCES, UNIVERSITY OF FLORIDA. Box 420, Gannesville, FL-32611. U.S.A.
Whyte, Ian:	NORTH FOREST PRODUCTS. Box 1480, Hobart, Tasmania. AUSTRALIA.
Wilhelm B., Edgar:	FORESTAL LOS LAGOS S.A. Gerardo Werner 501. LLANQUIHUE.
Wrann H., Johannes:	INSTITUTO FORESTAL. Huérfanos 554. SANTIAGO.
Yoma B., Ricardo:	CONAF. Avda. Bulnes 285. SANTIAGO.
Yudelevich, Moíses:	PARTICULAR. Avda. Las Condes 8478. SANTIAGO.
Yussem, Cristian:	Calle 77, Nº 836. NECOCHEA. ARGENTINA.
Ziller, Alex:	AFODECH. Cochrane 586. Of. I. OSORNO.

INFOR



CORPORACION DE
FOMENTO DE LA PRODUCCION



instituto forestal

Instituto Forestal
Huérfanos 554, Santiago / Chile.

OLIMPHO ARTES GRAFICAS - FONOFAX: 5512785