

CARACTERIZACION Y CLASIFICACION DE MADERA ROLLIZA DE LAS ESPECIES *Nothofagus alpina* (Poepp et Endl) Oerstedt, *Nothofagus obliqua* (Mirbel) Oerstedt y *Nothofagus dombeyi* (Mirbel) Oerstedt DE LA HACIENDA JAUJA IX REGIÓN

Bernardo Avilés (*)
Hans-Jörg Henle (**)

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la Hacienda Jauja IX Región y es parte de un proyecto de transformación de bosques de segundo crecimiento en bosques comerciales de alta productividad.

*Los rodales investigados están formados por las especies del género **Nothofagus**, raulí, **N. alpina**; roble, **N. obliqua** y coihue, **N. dombeyi**. Bajo el supuesto que estos bosques se intervienen mediante raleo selectivo y con elección de árboles de cosecha, se analizó una muestra de 30 ejemplares. Los objetivos básicos fueron analizar estructura de calidades de madera en trozas, rendimiento, tipo, forma y frecuencia de defectos.*

*Los árboles seleccionados fueron clasificados a través de la norma HKS, *Handelsklassensortierung* del "Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten", y evaluados de acuerdo a la presencia de defectos y características indicadoras de calidad, según tamaño, forma, ubicación y frecuencia.*

La presencia de ramas es un factor decisivo para interpretar la calidad de madera rolliza. Se reconoce una secuencia cronológica de las características analizadas: rama verde, rama seca, protuberancia y bigote de chino. En este sentido sólo la rama seca bajo los 4 m de altura y con diámetro sobre 6 cm es relevante como indicador de pudrición. Las grietas, independiente de su forma y tamaño, son relevantes. Se recomienda, por lo tanto, el uso de sellantes o corchetes metálicos. En este estudio, debido a altas temperaturas en el período de volteo y trozado, se presume que esta característica se acentuó. Se recomienda restringir el volteo y trozado a los períodos de otoño e invierno. La clasificación según HKS, sin considerar grietas, fue de 7 % en volumen en clase A, 80 % en clase B y 13 % en clase C. El valor relativo en volumen de la clases de calidad

(*) Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Concepción, casilla 537, Chillán, Chile
(**) Waldbau-Institut, Universität Freiburg, Bertoldstr. 17, 79085 Freiburg i.Br. Alemania

de *N. alpina* es 6 veces mayor a los de *Fagus sylvatica*, en Europa. Este resultado da grandes expectativas económicas para esta especie en el mercado internacional. El rendimiento en madera rolliza según HKS fue de 61 %. En *N.dombeyi* este, valor, se reduce a 40 % por efecto de pudriciones.

La curvatura no constituye en las especies investigadas un factor cualitativo importante; 95 % de los trozos presenta valores menores de 2 cm/m para un valor crítico según HKS de 5 cm/m. La heterogeneidad del ancho de los anillos de crecimiento producida por falta de intervención silvícola, competencia entre árboles de diferente tamaño y pendiente del terreno, limita las posibilidades de uso de la madera para chapa. La duraminización es dependiente del diámetro y es un factor favorable desde el punto de vista estético y comercial. La norma HKS, con pequeñas modificaciones, puede ser utilizada sin restricción para los *Nothofagus* analizados.

Palabras Claves: *Nothofagus*, Clasificación, Calidades, Defectos.

SUMMARY

This study was carried out at the Jauja Farm IX Region as part of a project to transform a second growth forest into high production commercial forest.

The stands under study were formed by Raulí, *Nothofagus alpina*; Roble, *Nothofagus obliqua* and Coihue, *Nothofagus dombeyi*.

Under the assumption that these forests are treated by quality thinnings and by selecting trees to be harvested, thirty trees were analysed. The basic objectives were to analyse the quality structure of roundwood, its yield and the type, shape and frequency of defects.

The selected trees were classified by the HKS norm (Handelklassensortierung) and evaluated according to the presence of defect and quality. A chronologic sequence of the analysed characteristics is recognized: green branch, dry branch, protuberance and chinese beard. In this sense, only dry branches located under 4 m of height and with a diameter over 6 cm are relevant as indicator of rott. The cracks, regardless of size and shape, are relevant. Therefore, the use of sealers or metallic brackets are recommended. It was presumed in this study, that due to the high temperatures occurred during the harvest and log cutting period, that this characteristic was accentuated due to the effects of rott. It is recommended that harvest and log cutting should be restricted to autumn and winter.

The HKS classification, regardless of cracks, gave 7% in volume in class A, 80% in class B and 13% in class C. The relative value of volume for the quality classes of *N. alpina* is six times greater than the *Fagus sylvatica* value in Europe. This result opens big economic expectatives for this specie in the international market. The roundwood yield according to HKS was 61%. In *N. dombeyi* this value was reduced to less than 40%.

Curvature does not constitute an important qualitative factor in the investigated species; about 95 % of logs present values under 2 cm/m for a HKS critic value of 5 cm/m. The uneven width of growth rings, produced by lack of silvicultural treatment competition between trees of different sizes and land slope, limits the possibilities of using the wood for veneer. The duraminisation process is dependant on diameter, and is a favorable factor from a estetic and commercial point of view. The HKS norm, with small modifications, may be used without restrictions for the analysed *Nothofagus*.

Keywords: *Nothofagus*, Classification, Quality, Defects.

INTRODUCCION

Generalidades

Las regiones boscosas sudamericanas han adquirido gran importancia en el mundo, debido a sus posibilidades de utilización económica y sus características ecológicas únicas, en especial el bosque nativo chileno de segundo crecimiento adquiere una posición relevante en el marco regional e internacional.

En Chile y hasta la mitad de este siglo, la explotación de bosques naturales constituyó la base de la economía forestal. Sin embargo, a partir de la década de los 30 las plantaciones con especies introducidas se transformaron en el eje del desarrollo del sector. A pesar de esto, los bosques naturales mantienen su significado debido a la superficie que ocupan, al valor biológico y ecológico que contienen y al riesgo de su sustitución con otras especies no autóctonas.

A partir de la década de los 80 se acentúa el uso de la madera proveniente del bosque nativo, el cual se caracteriza por la preferencia en la producción de productos de reducido valor agregado. Además, este uso se caracteriza por un desconocimiento del recurso y de su potencial económico, sin considerar alguna técnica silvícola, traduciéndose esto en pérdidas directas de la economía nacional en el largo plazo, que significarán para la sociedad en el futuro, un alto costo de reposición del recurso.

Clasificación según Calidad

La clasificación según calidad es un aspecto esencial para la toma de decisiones silviculturales y de planificación. Esta resulta fundamental en la formación de rodales, la selección de árboles, la venta de madera rolliza y en la planificación del desarrollo económico futuro de la organización forestal.

Un problema que se presenta en la clasificación es que ésta se debe realizar en la edad media del turno requerido para la madurez del rodal, debido a que las características que se evalúan tienen modificaciones en el tiempo, que se verifican en dos dimensiones, mejoramiento de la calidad y pérdida de esta por enfermedades y daños (Amswaldt, 1950). Sin embargo, existen características que se mantienen en el tiempo y son indicadoras futuras de calidad. Además, considera que aparte de las características trabajabilidad, estética, estructura, coloración y ausencia de defectos, definen en general la calidad.

Esencial, resulta la consideración de la forma y cantidad de ramas, así como los daños que a través de éstas se pueden generar. Su importancia radica, fundamentalmente, en que la cantidad de ramas es un factor que puede ser directamente influenciado por la técnica silvícola y es el indicador final de calidad (Schulz, 1961).

Es de vital importancia la clasificación de la madera, la estructura de calidad, tipo y ocurrencia de defectos y rendimientos, como una forma de definir el uso óptimo de este recurso. Experiencias sistemáticas en Chile, a este respecto, no se han realizado. Bonnemann (1975), investiga en forma exhaustiva la especie *N. dombeyi* y define algunas de las características de calidad relevante para la especie. Otros autores, en Chile, entre ellos Pérez y Cubillos (1983), se ocupan especialmente de las propiedades tecnológicas de la madera, así como de las posibilidades de uso en los distintos rubros del sector de elaboración. Las deficiencias en este aspecto significan una desvaloración del recurso y un agotamiento paulatino y sobre todo de ejemplares de buena calidad maderera. Como resultado, se observa que los bosques de la zona templada se transforman lentamente en productores de leña, sin valor agregado real, que limitan el desarrollo industrial y producen pérdidas macroeconómicas incalculables.

Utilización Potencial de la Madera

Las especies *N.alpina*, *N.obliqua* y *N. dombeyi* son reconocidas por sus buenas características en la producción de chapas, muebles, revestimiento de interiores, parkett, marcos de ventanas y puertas, en general para diferentes tipos de construcciones, así como también su uso como madera estructural (Gottwald, 1982; Infor, 1983; Loelf, 1985). Sus características estéticas, sus propiedades mecánicas, sus amplias posibilidades de uso y su facilidad de

elaboración, caracterizan a estas especies como un sustituto óptimo de especies como *Fagus sylvatica*, *Prunus avium*, *Prunus mahaleb* y *Alnus glutinosa* en Europa y parte de los Estados Unidos (Informationsdienst Holz, 1988). Dahms (1986) señala que esas características de la madera de las especies nativas mencionadas, así como el creciente interés en la región Europea, constituyen el mejor indicio para realizar esfuerzos en desarrollar y mantener los bosques naturales en la zona templada. El creciente rechazo a la compra de maderas tropicales, como resultado de un aumento de conciencia social en países industrializados, especialmente en Europa Central, abrirá y generará mercados para la madera chilena de alta calidad, no proveniente de monocultivos (Beysel, 1990).

Competitividad y Precios

Como se indicó, las especies tienen amplias posibilidades no sólo en el mercado Europeo, sino también en el Americano. La razón principal la constituyen las óptimas características tecnológicas de la madera y su alto valor estético, que hacen de ésta un sustituto de especies de alto valor económico en la industria elaboradora de madera.

El precio actual, nominal FOB, de exportación para madera aserrada de *N. alpina* se encuentra alrededor de 407 US\$/m³, el que comparado con *Pinus radiata* de 133 US\$/m³, resulta ser 3 veces mayor. Además, se observa que maderas de *N.alpina* clasificadas como E-1 alcanzaron durante 1992 un valor de 554 US\$/m³ (Infor, 1993). De estas relaciones de precio se reafirma que maderas de buena calidad tienen un alto valor comercial y que los precios de mercado son altamente competitivos para el desarrollo de una organización forestal eficiente en el manejo de este recurso.

Area de Estudio

El estudio se realizó en la Hacienda Jauja, sector los Nirres, de propiedad de Forestal Mininco S.A. La Hacienda se encuentra en el sector norte de la IX Región (38° latitud sur, 71°55' longitud oeste). El sector investigado posee los mejores renovales de *Nothofagus* de la zona centro-sur y constituye por

razones de clima y suelo un área de óptimo crecimiento para estas especies (Wadsworth, 1976). El tipo forestal corresponde a Roble-Rauli-Coihue (Donoso, 1981).

OBJETIVOS

La transformación de bosques degradados y la puesta bajo manejo silvícola de bosques de renovales, a través de un uso sostenido y regulado, plantea la necesidad de investigar la calidad de la madera, su rendimiento y la forma de evaluación. Bajo el supuesto de que estos bosques de renovales serán manejados con raleo selectivo y con selección de árboles cosecha (Avilés, 1993) se investigó para los árboles seleccionados lo siguiente:

- Defectos frecuentes y su significado,
- Aplicabilidad de la norma HKS,
- Estructura de clases de calidad que se obtienen a través de la aplicación de la norma, si se aplica en árboles que deberían formar el rodal de cosecha,
- Rendimientos a esperar, según calidad y uso de la madera,
- Parámetros a considerar en la selección de árboles,
- Investigaciones que deben ser realizadas para ampliar el conocimiento en esta área,
- Posibilidades que existen, de acuerdo a la calidad de la madera, para plantearse una producción en términos de madera de alto valor comercial.

MATERIAL Y METODO

Selección de los Árboles a Investigar

La selección de árboles a investigar se realizó de acuerdo a los criterios de calidad de copa, calidad de fuste y distribución espacial. En general, de un colectivo de 76 árboles cosecha se seleccionaron 30 árboles de prueba, los cuales representan una muestra objetiva de la población investigada en relación a la calidad promedio, a la distribución diamétrica de mayor frecuencia y a la composición de especies presentes en los rodales. Un criterio importante para la selección lo constituyó el valor comercial actual y futuro. En relación a las especies investigadas participaron *N. alpina* en 66 %, *N. obliqua* en 20 % y *N.dombeyi* en 14 %. Esta selección de especies se realizó en forma proporcional a su presencia y consideró también la probabilidad de selección de los árboles cosecha. La calidad de fuste fue un factor relevante, ya que a partir de éste se evaluaría la estructura de calidades y el rendimiento en madera rolliza.

Mediciones en los Fustes

En los árboles investigados se realizaron las siguientes mediciones:

Generales:

- Edad
- Altura total
- Longitud y altura inicial de copa

- Longitud y disposición de la copa verde y seca
- Diámetro a la altura del pecho (1,3 m)
- Altura y diámetro de tocón
- Espesor de corteza en el tocón y extremo superior DLU 5 cm
- Diámetro del duramen y disposición (% del diámetro de tocón).

Calidad:

- Grietas
- Curvaturas del fuste (tipo, largo y dirección)
- Crecimiento en espiral
- Presencia, abundancia y estado sanitario de ramas
- Heridas en la corteza y cicatrización de ramas
- Desplazamiento del duramen (excentricidad)
- Tipo de construcción de los anillos de crecimiento
- Regularidad de la coloración (albura y duramen)

Estado Sanitario:

- Presencia de pudriciones y daño por hongos
- Presencia de galerías interiores y daño por insectos
- Presencia de canchales y origen
- Daño por insolación (tamaño y descripción)
- Presencia y daño por epifitas

Las características distintivas de calidad fueron medidas en diámetro, longitud y altura del fuste en el que se encuentran. Ante la presencia de curvaturas de fuste se midió el tipo de curvatura y la altura de flecha en cm/m. Definiéndose esta última como: medición en centímetros de la desviación del eje longitudinal recto que contiene dos puntos extremos y la tangente paralela a este punto de inflexión, expresada en cm/m. La desviación debe ser medida en el lugar en que esta alcanza su punto máximo. A través del valor se llega a caracterizar el grado de curvatura (Monbächer, 1988).

Los árboles se trozaron en el bosque y después fueron transportados y almacenados para evitar daños de grietas (partiduras) producidas por cambio de temperatura y pérdida de humedad. El trozado de los fustes se realizó con el criterio de obtener la mayor dimensión posible de asignar a un tipo de calidad, eso significó que no se fijaron dimensiones mínimas o máximas.

Norma de Clasificación de Madera Utilizada

Debido a que en Chile no se utilizan normas para clasificar madera en trozas de especies de *Nothofagus* que digan relación con la calidad, a excepción de aquellas que consideran la dimensión con un predeterminado objetivo de producción, se consideró para la evaluación de calidad de trozas la norma HKS (Handelsklassensortierung; norma válida en el marco de la comunidad económica europea) extrapolada de la especie ***Fagus sylvatica***.

En el Cuadro N° 1 se indican las características principales consideradas por esta norma de clasificación. En ella se combinan elementos de tipo valorativo y mensurables.

En relación al significado de la clasificación y las posibilidades de uso de la madera, cabe señalar que, en general y dependiendo de la especie que se analice, se reconocen los siguientes usos posibles:

- Clase A: Debobinado, foliado y madera aserrada calidad I,
- Clase B: Madera aserrada buena calidad, estructural,
- Clase C: Madera industrial de uso variado,
- Clase D: Otros usos, según estado sanitario.

Cuadro N°1

CRITERIOS DE CLASIFICACION DE MADERA ROLLIZA SEGUN LA NORMA HKS PARA LA ESPECIE *Fagus sylvatica*

Clase	Características
A	Madera sana con características y propiedades propias de la especie, sin defectos o con defectos insignificantes, bigotes de chino planos, sin agallas y con un diámetro mínimo de 30 cm. En general, se permiten características que no influyen en su utilización. Además, crecimiento en espiral (hasta 3 cm/ml), curvatura (hasta 2 cm/ml), desplazamiento del duramen (hasta 10% del centro), grietas poco profundas en <1/3 del largo.
B	Madera de calidad normal para la especie con un diámetro mínimo de 20 cm. Se incluyen trozas secas con uno o más de los siguientes defectos: curvatura (hasta 5 cm/ml), crecimiento en espiral (hasta 8 cm/ml), levemente cónico, nudos sanos hasta 2 unidades/ml y < 4 cm d, 1 unidad/ml y 4-8 cm d, nudos con necrosis 1 unidad/ml y 4 cm d, 0,5 unidades/ml y 4-8 cm d, excentricidad del duramen (hasta 20% del centro) Pudriciones centrales (hasta 15% del diámetro), irregularidades en la forma de la troza que deben compensarse con otras características distintivas de calidad, en especial bigote de chino y agallas permitidas con poca frecuencia de aparición.
C	Madera que debido a su calidad general no puede ser clasificada en las clases A y B, pero sin embargo, puede ser utilizada para otros fines. Se reconocen los siguientes déficits: densidad de nudos basales sanos sin límite, nudos basales con necrosis 1 unidad / ml y 4-8 cm d, 0,25 unidades /ml sobre 8 cm d, marcada conicidad, crecimiento en espiral, pudriciones de hasta 30% del diámetro, daños de sol hasta 30% del diámetro. Existencia de posibilidades de aserreado.
D	Madera que por la presencia de defectos no puede ser clasificada en las clases A, B y C, pero que puede ser clasificada en caso que contenga un volumen aprovechable para fines industriales superior al 40%. En esta clase no existen otras restricciones.
Restricción de diámetros límite: (1) La clase A permite una relación de diámetros máximo y mínimo de 1:1,2 (2) La clase B permite una relación de diámetros de 1:1,5	

Procesamiento de Datos y Tipo de Información

En cada uno de los árboles muestreados se evaluó el volumen y el rendimiento.

Estimación de Volumen

El volumen total de un árbol, que se compone de fuste, ramas sobre 5 cm de diámetro y volumen de madera de copa, se calculó a través de la fórmula de Smalian aplicada por secciones de un metro, excepto el volumen fustal, que se estimó con la fórmula de Newton.

Estimación de rendimiento

El concepto rendimiento se interpretó como la relación porcentual entre la cantidad de madera fustal (DLU 5 cm) y el volumen total de trozas conseguidas a través de la clasificación y corte. Todos los valores fueron calculados sin considerar la corteza. Para la especie *N. alpina* se calculó, además, el rendimiento de acuerdo a la distribución diamétrica de las trozas. Estas se individualizaron de acuerdo a su procedencia. Una clasificación adicional fue definida como: troza inferior, troza intermedia, troza superior.

Composición de las Clases de Calidad y Características Distintivas

Las trozas se clasificaron de acuerdo a la norma HKS. Para controlar la información utilizada para la clasificación, se verificó cuales características y daños influyen en mayor proporción para asignar una clase de calidad. Para ello se realizó un análisis de frecuencia de la aparición de defectos y posteriormente se evaluaron los criterios en forma independiente.

RESULTADOS

El capítulo de resultados se compone de tres partes. La primera presenta y analiza el material investigado. Posteriormente se presentan en forma resumida los criterios de calidad que se fundamentan en las características de la corteza y que tienen gran valor para la selección de los árboles cosecha. Finalmente, en la tercera parte, se presentan y analizan los resultados de rendimiento, de clasificación e influencia de los defectos en la clasificación de la madera.

Descripción del Material Investigado

La edad promedio de los árboles investigados de las especies *N. alpina* y *N. obliqua* alcanza a 60 años \pm 10 %. Los árboles pertenecientes a la especie *N. dombeyi* fueron en promedio 10 años mayor. Sólo un 20 % de los árboles estaban libres de defectos, que se relacionan con la presencia de ramas secas o verdes. El límite inferior de la zona de ramas secas se encontró a una altura promedio de 11 m en el caso de *N. alpina* y *N. dombeyi*, en cambio en el caso de *N. obliqua* a una altura de 12 m. Los árboles investigados tenían una altura libre de ramas que se encontraba sobre los 10 m. *N. alpina* presentó un largo de copa de 8 m y el comienzo de ésta a 18 m. *N. obliqua* y *N. dombeyi* presentaron largos de copa variables y menores de 8 m, mientras que el inicio de copa se encontró en una altura de 20 m.

En la Cuadro N° 2 se presenta información general respecto del material investigado para las tres especies.

Cuadro N°2

NUMERO TOTAL DE ARBOLES Y TROZAS INVESTIGADAS POR ESPECIE, VOLUMEN Y RELACION PORCENTUAL

		Especies			
Cantidad	Medida	N. alpina	N. obliqua	N.dombeyi	Total
- Árboles/ ¹	N°	20	6	4	30
- Trozas / ²	N°	51	13	7	71
Volumen					
- Total	m ³	29 (67%)	8 (19%)	6 (14%)	43
- Trozas	m ³	15 (68%)	4 (18%)	3 (14%)	22
¹ Diámetro medio = 34,1 ± 8,5 cm; ² Largo medio = 4,38 ± 0,66 m.					

En el Cuadro N° 2 se observa que la proporción del número de árboles y trozas por especie se proyecta proporcional al volumen total y de trozas. La especie *N. alpina* mantiene porcentualmente una posición preponderante en el material investigado.

La distribución de frecuencia, de las clases de diámetro medio de trozas, muestra dos puntos máximos (Figura N° 1). El primer valor se encuentra entre 20 y 34 cm, mientras que el segundo entre 36 y 48 cm, este último con un valor medio de 42 cm. El valor promedio de todos los diámetros medios del material investigado alcanza a 34,1 cm. En el trozado se consideraron diámetros mínimos de 20 cm debido a que diámetros inferiores se encuentran limitados por la clasificación de HKS y, además, presentan rendimientos que en el proceso de conversión mecánica, que también se deseaba investigar, no tenían relevancia. La formación de dos curvas de distribución se origina debido a una segregación del material proveniente de la troza inferior, central y superior de un árbol, así como también de las variaciones producidas por los diferentes tamaños de árboles, que tuvo como objetivo cubrir la dispersión diamétrica de los rodales.

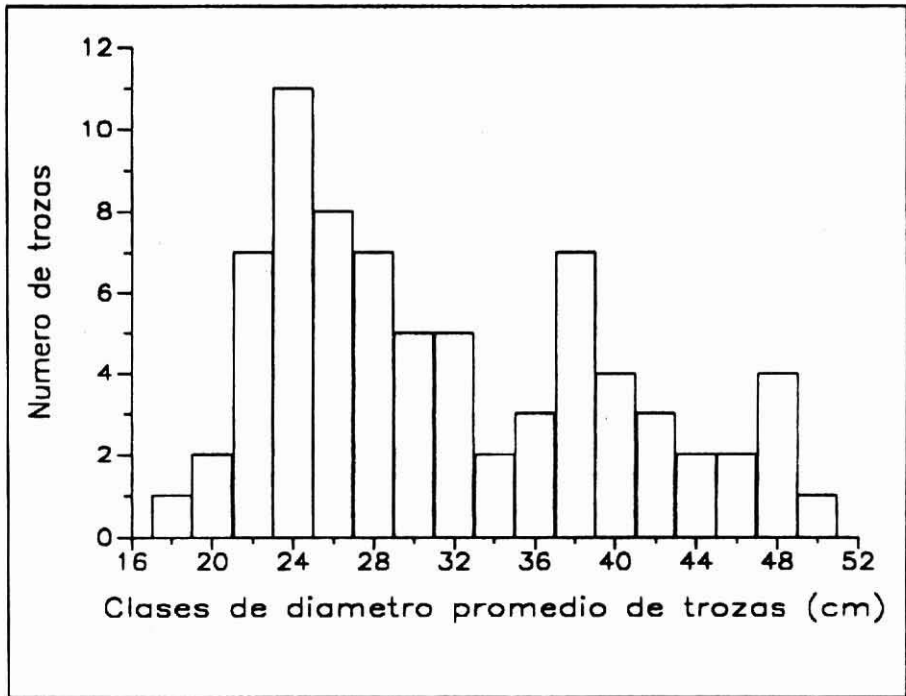


Figura N° 1.: DISTRIBUCION DE CLASES DE FRECUENCIA DE DIAMETRO DE TROZAS.

Volumen Total y Rendimiento del Trozado

En el Cuadro N° 3 se presenta el volumen promedio, del árbol medio investigado. Para la estimación se consideró el volumen de ramas, especialmente de la copa, el cual representa menos del 18 % del volumen total de un árbol con una variabilidad entre individuos que sobrepasa el 100 % y con diferencias que no son significativas ($p = 0,05$) entre las especies *N. alpina* y *N. obliqua*. Los valores de volumen de copas para *N. dombeyi* se encuentran sobre los valores de las otras especies. La variabilidad detectada se debe fundamentalmente a la arquitectura de la copa de las especies, así como

también de la posición individual del árbol en relación a sus competidores directos. El análisis tuvo como objetivo la utilización del volumen de copa para algún fin productivo.

El máximo volumen de copa y ramas determinado alcanzó $0,308 \pm 0,378 \text{ m}^3$ scc, con un valor máximo de $1,476 \text{ m}^3$ scc. El rango inferior de la variación es cero, debido a que sobre el 50 % de los árboles no tenían un volumen de copa y ramas utilizable (DLU = 5 cm).

El volumen total de trozas alcanzó en promedio a 61 % del volumen fustal del árbol promedio con corteza. Las mediciones indicaron que la corteza representa aproximadamente un 8 % del volumen total. Este valor se mostró dependiente del DAP y del factor de forma del árbol, que fue variable y sobre 0,55.

Debido a la relación directa entre volumen de trozas y DAP del árbol es de esperar que el incremento de éste genere un aumento proporcional del volumen de trozas, si no se producen pérdidas por ataque fungoso o por insectos. Una proyección del diámetro promedio de un rodal, compuesto de árboles cosecha de aproximadamente 60 cm, debiera originar rendimientos en volumen de trozas cercano al 68 %.

La segregación de las trozas según su ubicación en el árbol entregó la siguiente estructura. La troza inferior contiene 31 % del volumen, la troza central 23 % y la troza superior 7 %, hasta un diámetro límite de utilización prescrito de 20 cm.

Cuadro N°3

VOLUMENES PROMEDIO DEL ARBOL MEDIO INVESTIGADO

Volumen (m ³ scc)	Estimadores estadísticos			
	\bar{x}_i	ds	S \bar{x}_i	Rango
- Total \bar{V}	1,414	0,830	0,152	0,523 - 3,477
- Fustal	1,105	0,585	0,107	0,446 - 2,833
- Trozas \bar{V}^2	0,673	0,388	0,071	0,221 - 1,507
- Troza inferior	0,343	0,198	0,039	0,119 - 0,802
- Troza central	0,249	0,145	0,026	0,000 - 0,640
- Troza superior	0,083	0,120	0,022	0,000 - 0,436

\bar{V} = (DLU = 5 cm). Incluidas ramas con $d > 5$ cm con corteza.
 \bar{V}^2 = Clasificación según HKS; Largo troza min-max= 2,63 - 6,19 m.

Descripción de las Características Distintivas de Calidad y Estructura de las Clases para Madera en Trozas

A continuación se presenta una caracterización de la madera en trozas así como de la estructura de calidades. Se resumen características distintivas de calidad de la corteza, importantes para la clasificación de acuerdo a los defectos y daños evaluados y otras características, tales como: curvatura, duraminización, grietas de diferentes formas, ubicación y profundidad, pudriciones y excentricidad.

Características de la Corteza

Como características de la corteza se reconocen aquellas que son causadas por el proceso de cicatrización de ramas, así como también heridas causadas por insectos, hongos, epifitas y otros agentes bióticos y abióticos, tales como: - grietas en la corteza por insolación o bajas temperaturas.

Las características de mayor importancia son en secuencia cronológica: rama verde, rama seca, herida del fuste provocada por desprendimiento de ramas secas, protuberancia como consecuencia de la cicatrización y bigote de chino, como señal terminal del proceso de cicatrización resultado del crecimiento en diámetro. Epicormios son importantes y se producen, por lo general, como resultado de la aplicación de métodos de raleo inadecuadas o en árboles de crecimiento solitario. En esta investigación fue posible observar este tipo de característica en árboles en fuerte competencia y en árboles dañados. En el material analizado fue posible identificar con mayor frecuencia ramas secas, protuberancias y bigotes de chino (Fotos N°s 1, 2, 3 y 4, Anexo N° 1).

Ramas secas

En general, se identificaron las ramas secas considerando su distribución, posición en el fuste y diámetro.

En el Cuadro N° 4 se muestra el análisis realizado. Se observa que para *N. alpina*, sobre el 40 % de las ramas secas tiene un diámetro superior a 4 cm. Para *N. obliqua* y *N. dombeyi* los valores encontrados se encuentran bajo este valor.

Cuadro N°4

PORCENTAJE, TAMAÑO PROMEDIO Y UBICACION DE RAMAS SECAS EN LOS y ARBOLES INVESTIGADOS

Característica	Especies		
	N. alpina	N. obliqua	N. dombeyi
	Distribución (%)		
Diámetro de rama (cm)			
- < 4 cm	56	79	67
- > 4 cm	44	21	33
Tamaño promedio (\bar{x} ; $\pm ds$) (cm)	3,8 \pm 2,0	3,0 \pm 3,0	4,0 \pm 2,9
Ubicación en el fuste (m)	7,9	5,9	10,8

(\bar{x} ; $\pm ds$): valor promedio \pm desviación estándar

N. alpina y *N. dombeyi* presentaron un diámetro promedio de ramas secas de 4,0 cm, mientras que *N. obliqua* 3,0 cm. Esta característica es relevante ya que limita en forma considerable los usos de la madera y da oportunidad a daños posteriores por insectos y hongos. Esa limitante se debe a que el proceso de cicatrización evaluado en tiempo es directamente proporcional al diámetro de la rama y su ángulo de inserción.

En relación a la posición de las ramas en el fuste se encontró, sólo en *N. obliqua*, que esta característica es relevante. Para el resto de las especies analizadas estas se encuentran sobre los 8,0 m de altura. En general, parece

razonable aspirar a obtener en el mediano plazo una troza limpia de 6 m, especialmente, debido a que en esa zona se concentra sobre el 70 % de valor comercial de un árbol.

Protuberancias

Las protuberancias se aprecian como levantamientos en la zona de ramas, por efecto de la cicatrización. Si bien en esta característica es importante el tamaño, también se debe considerar el estado sanitario. Se aprecia que ramas con sobrecrecimientos grandes encubren zonas de pudrición, que disminuyen notablemente el rendimiento. En el Cuadro N° 5 se presentan la distribución, el tamaño promedio y la ubicación en el fuste de la primera protuberancia.

Cuadro N°5

DISTRIBUCION, TAMAÑO PROMEDIO Y UBICACION DE LA PRIMERA PROTUBERANCIA EN EL FUSTE

Característica	Especies		
	N. alpina	N. obliqua	N. dombeyi
	Distribución (%)		
Diámetro de rama (cm)			
- < 3 cm	38	42	31
- > 3 cm	62	58	69
Tamaño promedio (\bar{x} ; $\pm ds$) (cm)	4,1 \pm 2,5	3,7 \pm 1,7	4,1 \pm 2,8
Ubicación en el fuste (m)	1,4	3,2	1,4

(\bar{x} ; $\pm ds$): valor promedio \pm desviación estándar

En las especies investigadas se encontró que cerca de 2/3 de las protuberancias eran mayores a 3 cm. El tamaño promedio para *N. alpina* y *N. dombeyi* fue de 4 cm y en el caso de *N. obliqua* inferior a éste. Las protuberancias, ya en proceso avanzado de cicatrización de la rama, se encontraron en *N. alpina* y *N. dombeyi*, en promedio, a una altura fustal de 1,4 m.

Bigote de chino

La presencia de bigote de chino entrega información sobre el diámetro de rama existente y su grado de inclinación, o ángulo de inserción en el fuste. Esta característica fue solo posible de encontrar en la especie *N. alpina*. En *N. obliqua* no es posible reconocer esta característica, por lo cual se supone que la especie tiene ramas de menor ángulo de inserción que *N. alpina* o bien que el proceso de cicatrización ocurrió algunas décadas atrás, lo cual significaría que *N. obliqua* presenta en términos generales, una mejor y más rápida poda natural. En el caso de *N. dombeyi* el análisis de la presencia de esta característica es difícil, debido a la reducida cantidad de material investigado y las dificultades en el reconocimiento de las características de la corteza indicadoras de calidad.

En el Cuadro N° 6 se presentan en forma resumida los resultados para la especie *N. alpina*.

Cuadro N°6

DISTRIBUCION, TAMAÑO PROMEDIO Y UBICACION DEL PRIMER BIGOTE DE CHINO
EN EL FUSTE, EN LA ESPECIE *N. ALPINA*

Distribución (%)	Tamaño promedio (cm) (\bar{x} , \pm ds)	Ubicación en altura (1. bigote de chino)
diámetro:		
< 6 cm 34	8,6 \pm 4,8	
> 6 cm 66	4,5 \pm 2,9	4,55 m

Como se mencionó, la característica bigote de chino ocurre en forma frecuente en *N. alpina*. Cerca de 2/3 de los trozas muestran esta característica mayor de 6 cm. El primer bigote de chino ocurre en una altura de 4,55 m, lo cual indica una troza libre de defecto, hasta esa altura. En promedio se observó una frecuencia de 1,4 bigotes de chino por metro lineal. La abundancia de bigotes de chino indica además la abundancia de ramas en estados juveniles de esta especie, que tal vez creció en algún período prolongado, libre de competencia.

Características Distintivas de Calidad

Curvatura

En el Cuadro N° 7 se presenta un resumen de la cantidad, tipos y formas de curvaturas resultado de las mediciones. Estas indican que el 75 % de las trozas de *N. dombeyi* y todas las trozas de *N. alpina* y *N. obliqua* presentan algún tipo de curvatura. Ninguna de las tres especies presenta curvaturas superiores a 5 cm/m. Además, se encontraron curvaturas que giran solamente en una dirección. Fustes con doble o triple curvatura en diferentes alturas prácticamente no se encuentran en los árboles investigados. En general, se señala que para las tres especies se encontraron curvaturas leves y que de acuerdo a la clasificación HKS no revisten importancia, desde un punto de vista de la calidad. El 5 % de *N. alpina* y *N. obliqua* presenta curvaturas sobre 2 cm/m, en el caso de *N. dombeyi* no se constataron. Respecto del inicio de la curvatura se encontró en *N. obliqua* que ésta comienza principalmente en la base del árbol (troza inferior). En el caso de *N. alpina* a la altura de 2 m (troza inferior) y en *N. dombeyi* a la altura de 3 m (troza inferior). Las trozas central y superior en la práctica no presentan valores de curvatura significativos para la clasificación.

Cuadro N°7

CANTIDAD Y TIPO DE CURVATURA ENCONTRADA EN LOS ARBOLES INVESTIGADOS

Caracterización	Especies		
	<i>N. alpina</i>	<i>N. obliqua</i>	<i>N. dombeyi</i>
Arboles con curvatura (%)	95	100	75
Curvatura promedio (cm/m)	0,7	0,8	1,1
Cantidad de Curvados (%)		6	
Curvatura > 2 cm/m	5	-	-
Curvatura > 5 cm/m	-	-	-
Tipo de Curvatura (%)			
Una dirección	95	100	100
Mas de una dirección	5	-	-

Duraminización

En todos los árboles se encontró una variable diferente de duraminización, tanto en su forma, distribución, intensidad y tamaño. El porcentaje promedio de duraminización, en relación al diámetro de tocón, alcanzó en *N. alpina* a 66 %, en *N. dombeyi* a 55 % y en *N. obliqua* a 45 %. Presencia y tamaño de duramen en las especies investigadas mostraron ser dependientes del DAP. En la zona de diámetros a la altura del pecho entre 15 y 30 cm, el 50 % de los árboles tenían algún grado de duraminización, mientras que en la zona sobre 30 cm todos los árboles tenían duramen.

El significado del grado de duraminización en relación al precio de la madera de *Nothofagus* y en especial de *N. alpina*, no ha sido extensamente investigado (Dessauer, 1972). Debido a las propiedades tecnológicas de la madera de esta especie, las cuales se encuentran cercanas a aquellas de la especie *Prunus avium*, y considerando la gran cantidad de usos potenciales en la industria de la madera, resulta evidente que la duraminización considerada en la forma estética debe actuar como un factor de valorización comercial de la madera proveniente del bosque nativo chileno.

Grietas

En el Cuadro N° 8 se presenta el porcentaje de grietas de todos los árboles trozados. Estas se describen según tipo y largo. El 75 % de los árboles de *N. alpina* muestra una forma de grieta, *N. obliqua* presenta grietas en un 83 % de los casos, mientras que *N. dombeyi* sólo en 50 %.

Las grietas centrales o medulares, en la zona del duramen, tuvieron la mayor frecuencia de aparición en todas las especies. Otros tipos de grietas tuvieron algún significado sólo para las especies individuales. Se pudo comprobar que *N. alpina* presenta grieta fibrilar, *N. obliqua* longitudinal y *N. dombeyi* anular. La mayor longitud de grieta medular la presentó *N. alpina*.

Cuadro N°8

PORCENTAJE DE ARBOLES CON GRIETAS Y CARACTERIZACION SEGUN TIPO Y LARGO

Característica	Especies		
	N.alpina	N.obliqua	N.dombeyi
Arboles con grietas (%)	75	83	50
Tipo de grieta (%)			
- Medular	86	89	82
- Fibrilar	14	-	-
- Longitudinal	-	11	-
- Anular	-	-	18
Long. promedio grieta medular (cm) (x, ±ds)	12,0 ± 2,0	8,6 ± 2,5	8,0 ± 1,6

Se debe agregar, que los resultados presentados sólo tienen un carácter orientador, debido a que se supone que algunos de los tipos de grietas encontrados están en relación a la época en que se realizó el volteo y trozado de los árboles. Se determinó también, según experiencias posteriores, que la presencia de grietas disminuye notablemente si el volteo y trozado se realizan en otoño e invierno o bien si después del volteo los árboles se dejan en el bosques algunas semanas y después se procede al trozado (Csapek, 1992).

Pudriciones

El 80 % de los árboles pertenecientes a la especie *N. dombeyi* presentó algún tipo de pudrición. En un 70 % de los casos se trató de árboles sobremaduros, que con seguridad pertenecen a generaciones anteriores, con algún grado de defecto. En las especies *N. alpina* y *N. obliqua* se encontró que sólo un 15 % de los árboles tenía presencia de pudriciones. En relación a la posición de la pudrición se encontró que en *N. dombeyi* un 38 % de los casos tenía pudrición central (médula). Las trozas de las especies *N. alpina* y *N. obliqua* presentaron sólo 4 % de pudrición. Las especies de hongos no fueron identificadas.

Excentricidad

En general se observó que todos las trozas investigadas, independiente de la especie, presentaban algún grado de excentricidad. Esta observación fue verificada a través de mediciones del desplazamiento de la médula respecto del centro. Un 40 % del material investigado presentó un 10 % de desplazamiento respecto al centro. Esta situación se origina a causa de la posición de los árboles respecto de la pendiente y grado de competencia entre árboles de diferente tamaño.

La irregularidad en el ancho de anillos, que se produce debido a la excentricidad, alcanza un significado económico de relevancia, cuando la madera quiere ser utilizada para la producción de chapa. Esto se fundamenta por el hecho que la regularidad de los anillos de crecimiento se considera como un factor de clasificación, calidad y precio para este tipo de producto (Fleder, 1981).

En Europa central, la experiencia indica que el valor de la madera para chapas se reduce significativamente cuando se producen variaciones en la regularidad y ancho de los anillos de crecimiento. De igual forma un excesivo crecimiento anual cierra las posibilidades de utilización para ese fin. Sin embargo, desde el punto de vista técnico-maderero así como económico se reconoce que la regularidad en el ancho de los anillos de crecimiento juega un papel más preponderante que su ancho.

Análisis de la Forma de los Anillos de Crecimiento

Una forma de caracterizar el tipo de forma de crecimiento, en relación a la homogeneidad del ancho de anillos, es a través de la uniformidad que éstos presenten en la sección transversal. Este criterio se apoya en la relación entre el ancho máximo y mínimo de anillos, así se distinguen:

- Anillo de ancho regular $< 1,5$
- Anillo levemente irregular $> 1,5$ y $< 2,0$

- Anillo irregular > 2,0

En el Cuadro N° 9 se presenta la distribución porcentual de los anillos de crecimiento, evaluados según su regularidad o irregularidad, para la tres especies investigadas.

Cuadro N°9

**CLASIFICACION DE ANILLOS DE CRECIMIENTO SEGUN SU REGULARIDAD
Y ANCHO PROMEDIO SEGUN ESPECIE**

Forma de anillos	Especies		
	N. alpina	N. obliqua	N.dombeyi
Distribución (%)			
- Regular	60	50	25
- Levemente irregular	25	33	50
- Irregular	15	17	25
Ancho promedio (cm)	0,31	0,29	0,27

En el Cuadro N° 9 se observa que 2/3 de los árboles de **N. alpina** presentan una construcción regular en sus anillos de crecimiento. **N. obliqua** presenta esta característica en 1/2 y **N. dombeyi** en un 1/4 de los árboles. El ancho promedio de los anillos de crecimiento para el conjunto de las tres especies alcanzó cerca de 0,3 cm. El coeficiente de variación promedio para esta estimación alcanzó 50 %. La mayor variación pudo constatarse en aquellas especies con una amplia distribución diámetrica y elevada variación entre el tamaño de los individuos analizados.

Curvatura y Grieta como Características de Calidad y su Efecto en la Clasificación de Madera en Trozas

En el Cuadro N° 10 se presenta la clasificación realizada en conformidad a los criterios establecidos por la norma HKS, para el material proveniente de las tres especies analizadas. Se observa que una pequeña proporción de las trozas de **N. alpina** es posible de clasificar en la clase de calidad A. En esta clase no se encuentran trozas **N. obliqua** y **N. dombeyi**. En la clase de calidad B se

encontró en todas las especies alrededor de 66 % del volumen y cerca de 33 % en la clase C.

En la evaluación se consideraron todos los tipos de grietas, descritos con anterioridad, y la clase de calidad D no se incluyó, por considerarse irrelevante.

En el caso que no se consideren las grietas como criterio de calidad para la clasificación, no se observa ningún cambio en la clase A, mientras que en las especies **N. alpina** y **N. obliqua** se produce un aumento porcentual en volumen en la clase B. Este cambio no produce ningún mejoramiento en términos absolutos en la especie **N. dombeyi**.

Cuadro N°10

**ESTRUCTURA DE CALIDAD DE TROZAS SEGUN LA NORMA DE CLASIFICACION HKS,
PARA LAS TRES ESPECIES DE NOTHOFAGUS ANALIZADAS**

Criterio	Especies								
	N.alpina			N.obliqua			N.dombeyi		
	Clase de calidad (en % del Volumen)								
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
- Con grietas	7	66	27	-	73	27	-	76	24
- Sin grietas	7	80	13	-	96	4	-	76	24

En el Cuadro N° 11 se analiza la composición de la estructura de calidades según la norma HKS para la especie **N. alpina**, considerando una estratificación de las clases de diámetro de los árboles investigados y manteniendo el criterio de presencia de grietas.

Cuadro N°11

DISTRIBUCION DE LAS CLASES DE CALIDAD EN PORCENTAJE DEL VOLUMEN
PARA LA ESPECIE N. ALPINA SEGUN LA NORMA HKS (CON Y SIN CONSIDERACION
DE GRIETAS COMO CRITERIO)

Clase de diámetro (cm)	Clases de calidad (en % del volumen)		
	Clase A	Clase B	Clase C
Con grietas			
20-30	-	50	50
30-40	-	73	27
> 40	18	71	11
Sin grietas			
20-30	-	80	20
30-40	-	90	10
> 40	18	71	11

En el Cuadro N° 11 se observa claramente la diferencia de calidad entre las clases de diámetro, especialmente entre las clases B y C. Así, se verifica que la clase A solo es posible de encontrar en las clases de diámetro mayor de 40 cm y que es independiente de la presencia de grietas. En esta clase diamétrica se encuentra 20 % de la clase A, 70 % de la clase B y 10 % de la clase C. En el rango diamétrico 20-30 cm se observa que se producen diferencias del orden del 30 % con y sin consideración de grietas. En el caso concreto de no considerar las grietas como criterio de calidad se concentra el volumen clasificado en la clase B, seguido de una disminución proporcional de la clase C.

DISCUSION

Resumen de Resultados Significativos de la Investigación

El rendimiento alcanzado entre volumen fustal y madera en trozas alcanzó 61 %, para un rango diamétrico de 20-55 cm y largos entre 2,6 y 6,2 m, que correspondió a la dimensión promedio del material analizado.

Ramas y curvaturas de fuste, independiente de su forma y tipo, se muestran como las características más relevantes y de mayor frecuencia. Daños por enfermedad y grietas en la corteza por insolación o congelación son parte de los defectos pero no constituyen un factor para desclasificar madera de trozas, cuando se trabaja con el supuesto que los árboles analizados corresponden a árboles cosecha (Fotos N°s 5 y 6, Anexo N° 1).

Presencia de insectos y pudriciones juegan un papel importante, especialmente en las especies *N. obliqua* y *N. dombeyi*.

La clasificación según la norma HKS para la especie *Fagus sylvatica* puede ser aplicada en las especies de *Nothofagus* sin restricciones importantes. Algunas modificaciones deben ser hechas en el sentido de simplificar la clasificación, eliminar daños que no son relevantes para los *Nothofagus* y aumentar su aplicabilidad. Un estudio sistemático sería importante, una vez que los rodales hayan sido intervenidos.

La clasificación según HKS entregó una pequeña proporción de volumen en la clase A, cerca de 66 % en la clase B y menos de 30 % en la clase C. Una repetición de la clasificación sin considerar grietas, independiente de tipo y forma, mejora el porcentaje de volumen que clasifica en clase B. En la misma proporción disminuye la clase C y la clase A permanece sin alteración.

En relación a la presencia de ramas y su estado sanitario, se desprende que las tres especies poseen una poda natural eficiente. En orden decreciente se consideran: *N. obliqua*, *N. alpina*, *N. dombeyi*. Esta observación corresponde a una situación sin intervención silvícola, la cual depende de las condiciones ecológicas locales, que en general varían de un árbol a otro. Bajo condiciones de intervención esta situación debería ser otra. Sin embargo, se considera que si no se trata de raleos extremadamente fuertes, esta característica debería mantenerse, al menos, en términos relativos.

Pudriciones son un factor de calidad importante para la especie *N. dombeyi*. Se comprobó que todos los individuos investigados presentaban pudriciones, independiente del diámetro y la intensidad del daño. En el caso de las otras especies, la pudrición tanto central como de ramas tienen un carácter secundario.

La curvatura promedio para *N. alpina* tuvo un valor de 0,7 cm/m, para *N. obliqua* 0,8 cm/m y para *N. dombeyi* 1,1 cm/m.

Según las prescripciones de la norma HKS se acepta en la clase A una curvatura de hasta 2 cm/m, en la clase B de hasta 5 cm/m. De esto se desprende que la característica, para la clasificación de trozas y no así para la utilización de estos, no constituye un factor de vital importancia.

Estructura de Clases de Calidad

En el momento de la clasificación se presentó el problema de la abundancia de grietas, el cual resulta ser interesante como un criterio de alta eficiencia para la clasificación. Este problema se originó debido a las temperaturas de la época de volteo y trozado (período estival, 30 °C en promedio), con lo cual se generaron algunas grietas adicionales al proceso normal, a pesar de haber tomado las medidas necesarias respecto del transporte y almacenamiento. Debido a esa razón se optó por realizar dos evaluaciones paralelas, es decir, con grietas y sin grietas. A través de esta medida se logró un mejoramiento de la clase B en aproximadamente 20 % y una disminución proporcional en la clase C. Ese resultado debe considerarse como un máximo óptimo, ya que a pesar de un volteo en invierno, se estima que siempre se producirán grietas de algún tipo.

Este resultado es significativo en el sentido que si se logra disminuir la presencia de grietas en las trozas, modificando la época de volteo o desplazando temporalmente el trozado, es posible mejorar la clasificación. Esto además, contribuirá a un mejoramiento directo en la relación de precio de la madera.

Como alternativas se presenta la posibilidad de aplicar lacas sellantes para evitar grietas. También en forma alternativa esta el uso de pequeños corchetes metálicos en forma de "S" (S-Hacken) que se adhieren en los extremos y con ello se reducen las grietas y disminuyen notoriamente las pérdidas por desclasificación.

Como se comentó, medidas de esta naturaleza mejoran la clasificación. Esta resulta significativa en el caso de *N. alpina*, ya que aquí existe la posibilidad de mejorar el porcentaje de volumen de la clase A, hasta 20 % y en clase B hasta 70 %, para árboles con DAP sobre 40 cm. Los valores indicados adquieren significado, si se considera que un bosque manejado como máximo deberá tener 100-150 árboles por hectárea y diámetros promedio entre 55-75 cm (Avilés, 1993).

Se debe partir del supuesto de la existencia de un mercado regulado, en donde la calidad juega un papel importante y decisivo, así como también un factor determinante del precio. La diferencia entre las clases A y B puede llegar a significar hasta un 200 % de sobreprecio. Esto se produce debido a que las posibilidades de utilización, por ejemplo chapa y madera aserrada, presentan grandes diferencias en utilidades generadas respecto del producto.

El resultado económico del año 1982 del Servicio forestal estatal del Estado de Bayern, Alemania, indica que la cantidad de madera clase A para dimensiones sobre 60 cm de diámetro alcanzó al 1 % en la especie *Fagus sylvatica* (Burschel y Huss, 1987). La suma de las clases A y B, indicó que sólo se producen 33 % en volumen de esas calidades. Este resultado, comparado con la calidad promedio que presenta en Chile la especie *N. alpina* resulta ser bastante positivo para esta última, sin considerar que intervenciones sucesivas del bosque en Chile tenderán a un mejoramiento de tipo cualitativo de la madera.

Duraminización

En general se observó que un 100 % de los árboles presentaba duramen. Esta característica es especialmente importante en el caso de *N. alpina* y *N. obliqua*. Además, de las características de durabilidad atribuidas a este proceso, aparece aquí como un punto de vital importancia la estética de la madera de esas dos especies. La gradación de color rosado pálido a rojo intenso representa para esta madera un punto a favor y relevante desde el punto de vista de la comercialización. La tendencia es que maderas de color tengan amplias posibilidades de uso en la industria de muebles y confección de artículos de oficina. Además, por razones de tipo estético están en ventaja en relación al precio respecto a otras maderas (Informationsdienst Holz, 1988; Gottwald, 1982).

Excentricidad y Ancho de Anillos de Crecimiento

En todos los árboles analizados se encontró algún grado de excentricidad. En términos de los valores medidos existe un desplazamiento promedio lineal

respecto del centro de aproximadamente 10 %. Esta característica no es relevante ni definitiva en el caso que el objetivo de producción sea la madera aserrada. Por el contrario, es considerada como un criterio de gran valor en el caso de la producción de chapas de madera (Schulz, 1959). Como se observó en los resultados la excentricidad, individualmente, no es un factor determinante, sino más bien el efecto que esta produce sobre los anillos de crecimiento.

En general es importante que los anillos de crecimiento sean homogéneos para la producción de una buena chapa. En muchos casos la regularidad, en la forma, es más apreciada que el ancho mismo de los anillos, los cuales tradicionalmente fueron considerados como limitantes para la producción y decisivos para la fijación del precio. Evoluciones del mercado internacional, reducción en la cantidad de madera de calidad, así como mejoramiento tecnológico en el proceso de elaboración, han invertido esta situación. Se debe tener presente que la estética es fundamental para determinados productos. Investigaciones realizadas en *Quercus spp.* ratifican las afirmaciones, que también tienen validez para las especies de *Nothofagus*, las cuales tienen un incalculable potencial en la producción de chapas de calidad (Fleder, 1981; Kenk, 1984; Polge, 1984; Spiecker, 1984). Se cree que técnicas silvícolas que tiendan a disminuir la competencia entre árboles, así como a disminuir y homogeneizar la estructura de rodal, en términos de tamaño de árboles adyacentes, contribuirá positivamente a disminuir la frecuencia de irregularidades en ancho de anillos, mejorando con ello las posibilidades de comercialización. Menos tangible resulta la eliminación total de este problema, debido a que el mismo se asocia en un porcentaje alto de los casos analizados, con la pendiente del terreno y la exposición.

Evaluación de la Muestra

La muestra analizada se constituyó con 30 árboles, considerados a partir de sus características fenológicas, como árboles de cosecha. Esto significa, árboles que permanecen a partir de su selección en forma definitiva en el rodal y que deberán ser cosechados. Se considera para esta afirmación el hecho de que no hay cambios significativos en las relaciones de competencia, es decir, un árbol dominante después del raleo, y a partir de ese punto mantiene su ventaja respecto del resto y la intervención silvícola debe favorecerle.

Como se explicó, la distribución del número de especies se hizo en forma proporcional a la presencia de cada una de ellas en el rodal. De tal forma, que aquellas de mayor frecuencia relativa tienen mayores posibilidades de selección en el rodal final. Esta situación, positiva en ese sentido, restringe el análisis desde el punto de vista estadístico. Sin embargo, considerando los valores promedios obtenidos se considera que esto no es determinante dado el carácter de preliminar de la investigación.

Otros criterios analizados son dependientes de las condiciones ecológicas del rodal, su grado de degradación y la posición relativa de cada individuo en relación a sus competidores más cercanos, los cuales modifican la calidad del crecimiento y la forma del fuste, así como la frecuencia de defectos.

Comparación de Resultados con Otras Investigaciones

Bonnemann (1975) investigó la especie *N. dombeyi* en relación a las características técnicas de la madera, las posibilidades de utilización, características distintivas de calidad y defectos. El autor estableció una secuencia de defectos y daños que se evalúan en términos de su frecuencia de la siguiente forma:

- Grietas,
- Pudriciones,
- Ramosidad,
- Galerías de insecto,
- Distribución y forma del ataque fungoso.

En el estudio no es clara la época en que se realizó la evaluación y, tal vez, debido a esa razón se le da importancia a las grietas más que a daños bióticos, comparativamente con el estudio aquí presentado. Sin embargo, queda claro que junto a las ramas, como generadores de defectos, las galerías de insecto y hongos juegan en esta especie un papel preponderante. Los resultados de este autor coinciden con los resultados obtenidos en esta investigación.

Bonnemann (1975) destaca en su análisis que " la participación del insecto **Cheloderus childreni** Gray, como destructor de la madera de **N. dombeyi** es significativa. Se observa, en general, que los daños abarcan los sectores de la albura, especialmente en individuos jóvenes de renovales. El daño producido en el cuerpo de la madera origina protuberancias de diferente tamaño en la zona en que se encuentran las aberturas del insecto o galerías del mismo (ataque primario). Posteriormente se origina el ataque secundario, especialmente a través de bacterias-hongos, generando una coloración diferente en cada caso. Aquí es posible observar una leve modificación de la substancia madera. Este conjunto de sucesos puede desvalorizar el árbol y sus productos hasta transformarlo en madera industrial de mediana calidad (40 % pudrición). Este problema no solo explica la situación en el área investigada sino que al parecer es una situación generalizada ".

Para las otras especies investigadas no se encontró presencia de galerías de insecto. Al parecer la frecuencia con que ocurre este tipo de daño biótico depende de la susceptibilidad de la especie. No se excluye la posibilidad que estos daños estén asociados a factores de tipo biológico, a través, de la alteración del comportamiento de diferentes insectos u otros organismos, debido a una modificación del nicho ecológico y tal vez de una reducción de la madera muerta u otros organismos huéspedes.

Los resultados de esta investigación son avalados por Schulz (1959), el que también reconoce la presencia de ramas como el criterio más importante para la clasificación y sobre el estado sanitario y la forma del fuste. Este enfatiza también el color de la madera, como un componente importante en la fijación del valor de la madera rolliza y su posterior utilización.

En forma indirecta se pudo observar, en el desarrollo de esta investigación, que existe una relación entre la densidad de los rodales, situación sin manejo, y las características del daño encontrado. Se observa que el tamaño de ramas, especialmente el diámetro, se ve influenciado por el espacio de crecimiento del individuo al igual que el DAP. Aparentemente el diámetro de las ramas aumenta proporcionalmente al espacio de crecimiento para después estabilizarse. Similar comportamiento tiene el largo de las ramas. Esta situación es fácil de analizar comparativamente si se observan árboles solitarios con otros que crecen con diferentes densidades. En relación a la cantidad de ramas y la situación de densidad no se observan tendencias, posible influencia de tipo genético. Las curvaturas y dobles flechas aumentan su frecuencia en rodales de reducida densidad, que al parecer, durante un período largo se encontraron sin competencia. Es posible observar que árboles que crecen sin o reducida

competencia suelen tener con mayor frecuencia daños de insectos. Por el contrario, árboles que se encuentran en grupos o que crecen en rodales densos presentan en general una mayor cantidad de daños por presencia de hongos, sin que se observe la intervención anterior de insectos. De esto se deduce que existe una gran cantidad de elementos que están influyendo en alguna medida a definir la calidad de la madera y que prácticamente todos esos elementos se pueden mejorar y dirigir desde el punto de vista de las técnicas silvícolas (Burschel y Huss, 1987).

CONCLUSIONES Y NECESIDADES DE INVESTIGACIÓN

Conclusiones

Teniendo como base los resultados de esta investigación preliminar, es posible deducir algunas líneas generales que serán de utilidad para otras investigaciones, así como para contribuir al conocimiento en la clasificación y utilización de la madera proveniente de renovales de **Nothofagus**. Se cree que este tipo de estudios tiene un papel indicador en relación al manejo mismo de los renovales (técnica silvícola y modelo económico de desarrollo de la organización forestal), ya que la base de ello lo constituye un raleo selectivo, cuya variante es la selección de árboles cosecha y la producción y comercialización de madera de buena calidad (Avilés, 1993).

- En la selección de los árboles que deberán formar el rodal final o de cosecha se debe poner especial énfasis en la presencia de ramas.
- En el grupo de tipos de ramas estudiadas, aquellas que muestran señales de comienzo de pudrición son las de mayor importancia. Estas se encuentran por lo general como ramas secas sobre los 2/3 de la altura del árbol y con diámetros sobre 6 cm.
- Para mantener un alto rendimiento, entre madera de fuste y madera en trozas, deben considerarse para la selección los diferentes tipos de curvaturas que ocurren con frecuencia en **Nothofagus**. Sin embargo, en el caso de una técnica de aserío de acuerdo al desarrollo tecnológico actual,

y que en especies nativas todavía no se aplica, este tipo de defecto tiene una importancia restringida.

- En el caso específico de *N. dombeyi* debe considerarse la presencia de pudriciones, éstas desvalorizan la madera y restringen su uso. En general se observa pudrición en todos los árboles pero especialmente en aquellos de la primera generación. Su reconocimiento en la práctica es muy sencillo ya que se trata, en general, de árboles con diámetro sobre 90 cm, reducida cantidad de ejemplares por hectárea y que se encuentran en terrenos bajos con abundante humedad. El reconocimiento en el árbol, se puede realizar a través de la presencia de protuberancias que presentan aberturas y que están definidas por el diámetro de la rama.
- Si es posible, se recomienda evitar el volteo en el período de verano. La época de invierno parece ser más adecuada. Sin embargo, la aparición de grietas es normal, por lo cual el uso de sellantes o S-metálicas que se incrustan en la madera y mantienen la unión, son muy adecuadas y permiten mantener el valor de trozas sobre 60 cm de diámetro. Otra alternativa viable para impedir rasgado y grietas es separar las etapas de volteo y trozado en aproximadamente una semana.
- Junto con la clasificación se debe realizar el trozado. Este se debe realizar no en el sentido de obtener una determinada dimensión, como es habitual en Chile, sino más bien en términos de lograr el mejor aprovechamiento en cada clase. De otra forma cada troza si es posible deberá corresponder a una clase, lográndose el mayor rendimiento monetario.
- La experiencia indica que la aplicación de la norma HKS es satisfactoria y se puede aplicar con éxito en las especies investigadas. Para ello se hacen necesarias algunas modificaciones, ya que existen criterios particulares o defectos que son característicos para determinadas especies y que para *Nothofagus* no son relevantes (crecimiento en espiral, curvaturas y otras).

Necesidades de Investigación

A continuación se plantean algunas de las necesidades prioritarias en relación a la calidad, defectos y daños, y clasificación:

- Ampliar y sistematizar el estudio de calidad en términos de una base de datos a nivel regional y para cada especie o conjunto de ellas.
- Aclarar el problema de daño por insectos en *N. dombeyi*. Interesante resultaría conocer la distribución y el origen de este daño. Para ello se hace necesario investigar que factores del medio ambiente condicionan y favorecen el ataque.
- Investigar la posibilidad de promover un mercado para maderas de **Nothofagus** que tengan calidades similares a las exigidas en los mercados internacionales. Así como también analizar a nivel regional el interés por maderas de calidad y, si es posible, a través de esta demanda crear una diferencial de precios que permitan en el corto plazo una segregación, tanto de productos como precios.
- Investigar en Chile en que medida es posible modificar los métodos de comercialización e intentar un sistema de remate de madera en trozas directamente en el bosque, resultando indudablemente beneficiado el productor. Con ello se elimina de alguna manera el exceso de intermediarios en la comercialización, que no agregan un valor adicional al producto, y de esa forma generar un sistema sano de (clientismo) entre productor e industria elaboradora.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Profesor Dr. Jürgen Huss, Director del Instituto de Silvicultura de la Universidad de Freiburg, por su labor en la dirección de esta y otras investigaciones relacionadas con los renovales de **Nothofagus** en Chile.

Se agradece el apoyo financiero del "Deutschen Akademischen Austauschdienst (DAAD)" y de Forestal Mininco S.A., que puso a disposición los bosques de renovales de la Hacienda Jauja.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Avilés, B., (1993): Untersuchungen zur waldbaulichen Behandlung und Bewirtschaftung von Renovalessbeständen in Mittelchile. Dissertation, Forstwissenschaftliche Fakultät der Universität Freiburg 174 pp.

Arnswaldt, H.J.v.,(1962): Wertkontrolle und Betriebswirtschaft. FA. 161 pp

Beysel, R., (1990): Die Forst- und Holzwirtschaft in Chile. Forst-und Holz (45):15-17

Bonnemann, A., (1975): Die Holzart Coigue (**Nothofagus dombeyi**) (Mirb. Oerst) Dissertation. Universität Göttingen. 178 pp.

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, (1969): Handelsklassensortierung. Cit. HKS.

Burschel, P. y J. Huss, (1987): Grundriss des Waldbaus: Ein Leit-faden für Studium und Praxis. Pareys Studentexte 49. pp

Csapek, G., (1991): Zur Durchforstung von Nothofagusekundärwäldern in Mittelchile. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Forstwissenschaftliche Fakultät der Universität Freiburg. 75pp

Dessauer, V.G., (1972): Desarrollo Cronológico de las Proporciones de Albura y Duramen en Rauli (*Nothofagus alpina*) (Poepp et Endl.) Oerst. Tesis, Universidad Austral de Chile. 60 pp.

Donoso, C., (1981): Tipos Forestales de los Bosques Nativos de Chile. Investigación y Desarrollo Forestal:FO:DP/CHI/76/003. Santiago de Chile. Documento de Trabajo N° 38. 70 pp.

Dahms, K.G., (1986): Chile Könnte Mehr Holz Liefern. Holz Zentralblatt. 112:795-799.

Fleder, N., (1981): Furniereichenwirtschaft heute. Holz-Zentral-blatt 98:1509-1511.

Gottwald, H., (1982): Lenga. Holz als Roh- und Werkstoff.

40:19-27.

Informationsdienst Holz, (1988): Coigue und Andere Nothofagusarten, Merkblattreihe Holzarten. Hamburg/Düsseldorf:Verein Deutscher Holzeinfuhrhäuser. Blatt N° 85.

INFOR, (1983): Propiedades Mecánicas y Densidad de Especies Chilenas. Instituto Forestal. Santiago de Chile. 487 pp.

INFOR (1993): Estadísticas Forestales (1992). Boletín Técnico N° 30. Santiago de Chile. 110 pp.

Kenk, G., (1984): Werteichenproduktion und ihre Verbesserung in Baden-Württemberg. Allgemeine Forstzeitschrift 39:428-429.

Pérez, V. y Cubillos, G., (1984): Características Físico-mecánicas de Canelo, Cipres de las Guaitecas, Coigue de Chiloé y Roble del Maule. Investigación y Desarrollo Forestal. Fo:DP/CHI/76/003. Documento de Trabajo N° 52. Santiago de Chile. 58 pp.

Polge, H., (1984): Werteichenproduktion in Frankreich. Allgemeine Forstzeitschrift 39:430-434.

Löf, (1985): *Nothofagus obliqua*. Merkblatt über fremländischen Baumarten. Landesanstalt für Ökologie, Landschaftsentwicklung und Forstplanung, Nordrhein-Westfalen. 66 pp.

Monbächer, R., (1988): Holz Lexikon. Leinfelden-Echterdingen:DRW-Verlag Band 2. 640 pp.

Schulz, H., (1959): Güteklassen des Stammholzes und ihre Abgrenzung gegeneinander. Holz-Zentralblatt 85:753-757.

Schulz, H., (1961): Die Beurteilung der Qualitätsentwicklung junger Bäume. Forstarchiv 32:89-99.

Spiecker, G., (1983): 100 jähriger Endbestand aus 5x2 m Planzverband. Allgemeine Forstzeitschrift 4:910-911.

Wadsworth, R.K., (1976): Aspectos Ecológicos y Crecimiento del Raulí y sus Asociados en Bosques de Segundo Crecimiento en las Provincias de Bio-Bio, Malleco y Cautin, Chile. Boletín Técnico N°. 37. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Chile. Santiago de Chile, 47 pp.



ANEXO N°1: FOTOGRAFIAS



Foto N° 1. RAMA Y BIGOTE DE CHINO



Foto Nº 2. RAMA SECA EN PROCESO DE CICATRIZACIÓN

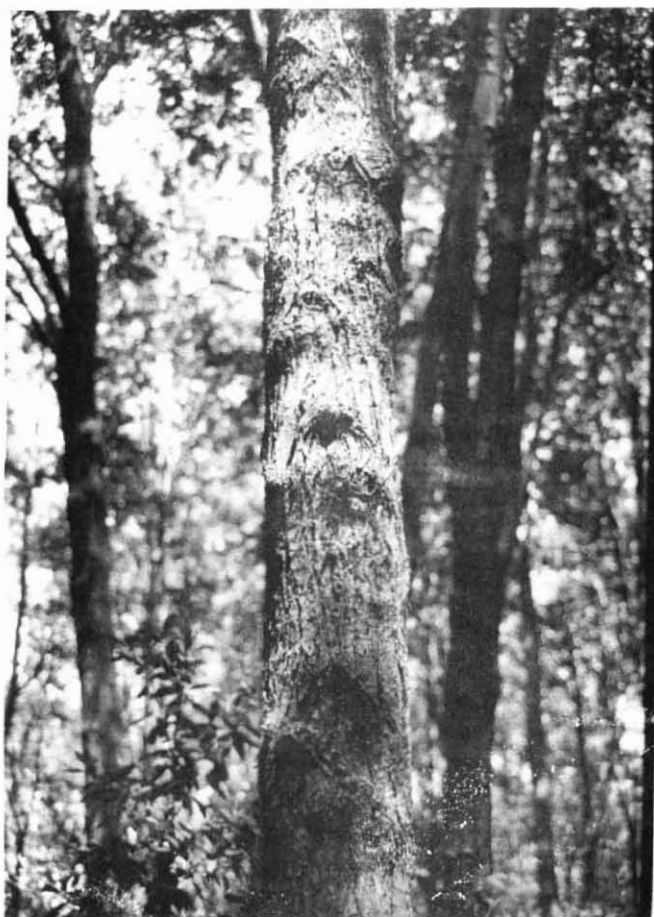


Foto N° 3. BIGOTE DE CHINO, POSTERIOR A LA CICATRIZACION



Foto Nº 4. PROTUBERANCIAS



Foto N° 5. CANCROS EN EL FUSTE

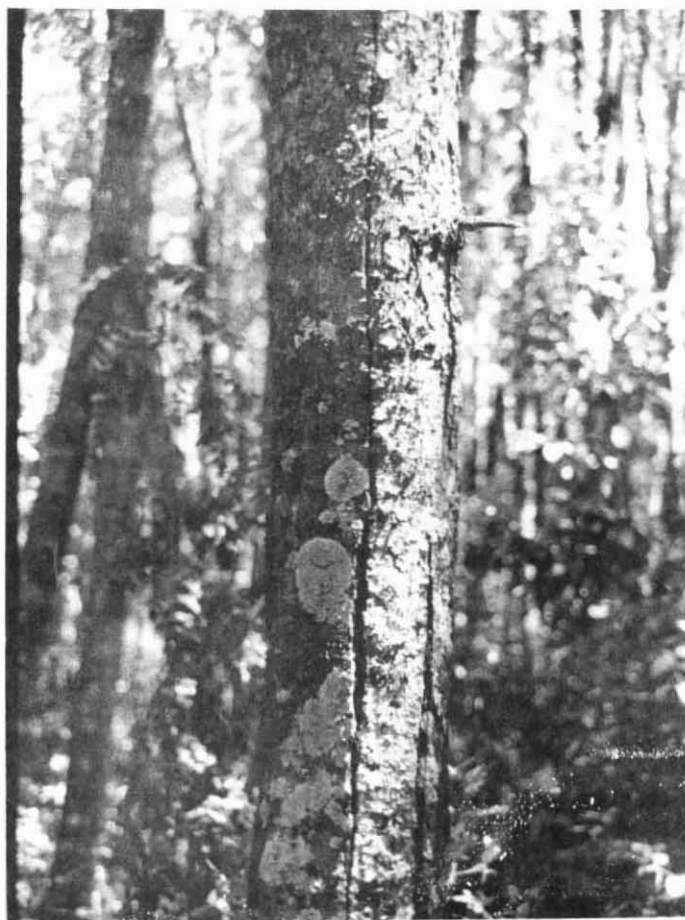


Foto N° 6. DAÑO POR INSOLACION