

**CLASIFICACION DE MADERA ASERRADA EN BLOQUES DE LAS  
ESPECIES *Nothofagus alpina* (Poepp.et Endl.), *Nothofagus obliqua*  
(Mirb.) Oerst. y *Nothofagus dombeyi* (Mirb.Oerst) SEGUN NORMA  
DIN-68369**

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

**RESUMEN**

*El estudio se realizó con material extraído de la Hacienda Jauja IX región Chile. El objetivo principal fue probar si es posible, con las especies de *Nothofagus* analizadas, la producción de madera de alta calidad y establecer las bases para la transformación del bosque secundario en bosque productivo.*

*Las piezas aserradas, que provinieron de árboles cosecha y se clasificaron según la norma HKS «Handelsklassensortierung», se midieron y clasificaron según la norma DIN-68371 y DIN-68369 respectivamente, correspondiente a la especie *Fagus sylvatica*. La madera fue caracterizada en relación a la presencia de defectos y daños, en los que se considero tipo, forma y frecuencia.*

*Los resultados indican que el 50% de las piezas aserradas presenta ancho de anillos regular y menor de 1,5 mm, el 60% presenta algún tipo de deformación en donde la arqueadura representa el 80% y el 65% de las piezas presenta duramen y excelente aspecto. La grieta y la acebolladura son importantes para la clasificación y se estima que el 80% de las piezas la presenta. La pudrición café predomina sobre la pudrición blanca, especialmente en *N. alpina*; el 80% de la pudrición se encuentra en estado inicial.*

**N. alpina* no presenta daños por insectos mientras que *N.dombeyi* se encuentra dañada en el 50% de los casos. Además, se encontró que el 15% del daño es superficial y el 80% profundo en el cuerpo de la madera y que abarca el duramen.*

**N. alpina* presenta la mayor abundancia de nudos, sin embargo el 75% estaban sanos. Los nudos, en otras especies, son un aspecto secundario para la clasificación.*

---

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

La clasificación DIN-68369 entrega menos de 20% en la clase I, cerca de 50% en la clase II y menos de 30% en la clase III. La norma es posible de aplicar sin problema en las especies analizadas.

En general los antecedentes de la muestra indican que la cantidad de ramas en el árbol es el aspecto más relevante en la producción de madera de buena calidad con la cual se puede acceder al mercado, mientras que el daño por insectos y la pudrición sólo son relevantes en el caso de *N. dombeyi*.

**Palabras claves:** *Nothofagus*, Clasificación, Calidad, Defecto.

## ABSTRACT

The study was carried out with material extracted from Hacienda Jauja IX Region, Chile. The main objective was to prove, with the analyzed *Nothofagus* species, the production of high quality wood and to establish the bases for the transformation from secondary forest to productive forest.

The sawn pieces, from crop trees and previously classified by HKS "Handelsklassensortierung", were measured and classified by the DIN-68371 AND DIN-68369 norms, which correspond to *Fagus sylvatica*. The wood was characterized in relation to the presence of defects and damage considering their type, shape and frequency.

The results indicate that 50% of the sawn pieces presents a regular ring width less than 1,5 mm. Sixty percent of the pieces presents some type of deformation, of which 80% is curvature. Only 65% of the pieces presents core wood and excellent aspect. Simple and "onion-like" crevices are relevant for the classification, and it is estimated that 80% of the pieces has them. Brown rotting predominates over white rotting; specially in *Nothofagus alpina*. Eighty percent of the rotting is in the initial stage.

*Nothofagus alpina* does not present insect damage, whereas *Nothofagus dombeyi* presents 50% insect damage. Also, 15% of the damage is superficial and 80% is deep, reaching the core wood.

*Nothofagus alpina* presents the highest number of knots, however 75% of them were healthy. The knots in the rest of species are a secondary issue for the classification.

The DIN-68369 classification gives less than 20% in the class I, almost 50% in class II and less than 30% in the class III. This norm is feasible to apply without problem in the analyzed species.

In general, the antecedents of the sample indicate that the branch quantity in the tree is the most relevant aspect for the production of good quality wood, with which it can be possible to enter in the market; while insect damage and rotting are only relevant in the *Nothofagus dombeyi* case.

**Key words:** *Nothofagus*, Classification, Quality, Defects.

## INTRODUCCIÓN

### Aspectos Generales

El bosque nativo chileno de segundo crecimiento constituye para el país un recurso básico, el que debe ser estudiado en su potencial y en sus características para la producción de madera.

La situación actual de mercado mundial indica que sólo será posible comercializar productos forestales, cuando estos cumplan con las medidas de calidad exigidas por los países compradores. Para ello se plantea la necesidad urgente, entre otras como origen de la madera y control en la aplicación de fertilizantes y biocidas, de probar nuevos métodos de clasificación de la madera, desde un punto de vista integral y que a su vez permitan la cualificación de productos que no tan solo provengan de cortas finales sino también de cortas intermedias.

### Clasificación según Calidad

La clasificación de madera aserrada, según calidad, ordena la comercialización interna de los productos e induce una segmentación del mercado. De esa forma, ésta juega un papel decisivo en la definición de la calidad que será posible comercializar, considerando tanto las dimensiones que tienen aceptación en el mercado, como también los defectos y sus rangos de tolerancia.

La clasificación de maderas permite competir en mercados internacionales de una forma eficiente. A través de esta vía es posible una reorientación de las estrategias de producción y comercialización, en la cual no debe primar el volumen de madera, sino que por el contrario es relevante la continuidad en la cantidad y la calidad. Así se satisfacen los objetivos del comprador.

Desde el punto de vista del productor la existencia de un mercado regulado le permite conocer si esta en condiciones de producir y qué será necesario producir para tener acceso a éste. Así también, el conocimiento sobre calidades le permite inferir sobre el tipo de intervenciones silvícolas necesarias de realizar para producir un determinado producto y calidad, lo que obligará al silvicultor a trabajar con objetivos de producción. Este es, indudablemente, un cambio significativo en lo que se refiere a la silvicultura en bosque nativo, en el que hasta el momento se ha trabajado sin objetivos de producción (Avilés, 1993).

Entre las clasificaciones importantes de madera aserrada en Chile se encuentran el Reglamento Especial de Requisitos para las Maderas de Exportación (1934) <sup>(1)</sup> y la Clasificación Visual por Despiece o Aprovechamiento NCh 1969. Of86, que se fundamenta en las Normas NCh 173, NCh 174, NCh 992 (INN, 1986). Sin embargo, en esta norma no se describen algunos aspectos cualitativos importantes, sino que la evaluación se refiere principalmente a la "peor cara" de una pieza aserrada y que considera los defectos derivados del proceso de transformación y sus dimensiones.

## Utilización de la Madera

La utilización de la madera de especies nativas, entre las cuales *N. alpina*, *N. obliqua* y *N. dombeyi* tienen un rol importante, se ha caracterizado durante la última década por su alta participación en la producción de muebles y derivados. Este rubro especialmente dirigido a los productos de exportación, ha mantenido un aumento sostenido entre los años 1985 y 1992.

Durante 1992 la exportación de productos, provenientes del bosque nativo, alcanzó cifras cercanas a US\$ 137 millones y representó cerca del 12% de las exportaciones del sector. La exportación de muebles, partes y piezas alcanzó US\$ 2,3 millones y representó 1,7% de las exportaciones de productos provenientes del bosque nativo (Cabaña, 1993). Productos tales como: sillas y sillones, muebles en general, partes y piezas de muebles representaron el 84% del valor exportado y son preferidos por el consumidor.

---

(1) Publicado en el Diario Oficial 16.785 del 29.01.1934 (véase Torres, 1971)

En relación a las especies utilizadas se observa que **N.pumilio** participa en 36,2%, **N. alpina** en 32,1% y **Persea lingue** en 7,0%. De las especies investigadas en este estudio, **N.dombeyi** participa en 3,2% y **N. obliqua** en 1% (Cabaña, 1993). **N. pumilio** se encuentra en una posición de liderazgo en este rubro, debido a la disponibilidad de madera, grado de eficiencia en los tratamientos silviculturales y tecnología utilizada.

La importancia del mercado del mueble reside en la aplicación de tecnología y el aumento en la exportación de productos con mayor valor agregado. Sin embargo, la mayor importancia de esta alternativa de uso reside en la posibilidad de utilizar piezas de pequeñas dimensiones, que no necesariamente deben provenir de bosques adultos, sino que principalmente de producto de las intervenciones silvícolas. Técnicas como "Finger-Joint" permiten la recuperación de una gran cantidad de madera, que en condiciones normales se destina a la producción de bienes con reducido valor agregado.

Las estadísticas muestran una vez más el camino correcto para la toma de decisiones y es así como la especie **Persea lingue**, que en la práctica silvícola no se considera y se desecha como árbol forestal, se encuentra en el tercer lugar de las preferencias del consumidor (Cabaña, 1993).

## Competitividad y Precios

El precio nominal FOB de madera aserrada de **N. alpina**, durante el año 1992, alcanzó 407 US\$/m<sup>3</sup>, lo que representa un aumento de 23% en relación a 1991 y cerca de 3 veces el valor de **Pinus radiata**. **N.dombeyi** presenta valores de exportación de 170 US\$/m<sup>3</sup>, lo que significa una disminución del precio en 7%. Sin embargo, el precio de esta especie es 27% más alto que el de **Pinus radiata**. Los precios de **N. obliqua** no difieren significativamente de aquellos de **N. dombeyi** (INFOR, 1992).

La estadística indica que la calidad E-1, para **N. alpina**, alcanza precios de mercado internacional cercanos a 500 US\$/m<sup>3</sup>. Esta relación es un indicador de la competitividad de las especies de **Nothofagus** y significa que con un volumen 30% menor, en comparación con **Pinus radiata**, sería posible conseguir ingresos similares. Se debe considerar que los volúmenes potenciales a exportar son posibles de obtener sin la necesidad de explotar a tala rasa.

## Enfermedades y Daños

Los tipos de pudrición más frecuente, en las especies analizadas, son mohos y pudrición del tipo café. En *N. dombeyi* se constata la presencia de pudrición blanca. Según Smith (1970) ambas pudriciones son importantes desde el punto de vista comercial y ecológico y, además, ambas formas se encuentran en maderas en pie. Pocos ascomicetes, de la familia *Xylariaceae*, causan este tipo de pudrición. En su mayoría se atribuyen a basidiomicetes.

Pudriciones blanca y café tienen marcadas diferencias, los hongos que causan coloración café actúan principalmente en maderas de color y su apariencia es el resultado de la lignina residual que queda liberada después de la utilización de carbohidratos. Los hongos que causan coloración blanca actúan sobre maderas claras y su coloración se atribuye a la utilización de componentes desconocidos en la madera. Sin embargo, no se puede presumir que la coloración sea resultado de una utilización selectiva de la lignina. La apariencia de la pudrición café se observa a través de un reticulado cúbico, mientras que la pudrición blanca es casi imperceptible y no produce alteraciones en la estabilidad en la madera. Las propiedades físicas solo se ven alteradas en el caso de pudrición café. La pudrición blanca produce sólo alteraciones leves.

El daño por insectos no ha sido ampliamente estudiado. Bonnemann (1975), para la especie *N. dombeyi*, describe que en la mayoría de los casos, el daño se produce cuando el insecto se encuentra en estado de larva u oruga y es allí donde horada la madera para obtener alimento y protección, abriendo galerías y agujeros característicos. En ocasiones las formas adultas toman parte activa en el deterioro, como el caso de termites subterráneos, cuyas obreras adultas son individuos destructores. Algunos coleópteros adultos penetran la madera a fin de poner huevos y criar sus larvas (Del Pozo y Parra, 1984).

## OBJETIVOS

La transformación de bosques de segundo crecimiento en bosques de alta productividad, es una premisa básica y exige la aplicación de normas de clasificación de madera que describan las características de una especie,

considerando sus defectos y estética. Esto permite determinar los objetivos de las intervenciones silvícolas, la posibilidad de transformación, el mercado y la estrategia de comercialización, así como una serie de tareas que permitan mejorar la calidad del producto.

El objetivo general de este estudio preliminar, es mostrar tendencias en el mercado sobre calidad de maderas y su evaluación.

Los objetivos específicos del estudio son:

- Determinar el rendimiento en madera aserrada en bloques.
- Clasificar y determinar la frecuencia de defectos.
- Determinar las características relevantes de la corteza.
- Determinar las características externas del árbol que permitan orientar la selección para conseguir una mejor calidad.
- Aplicar la norma DIN-68371, sobre criterios de medición.
- Probar la norma DIN-68369, para la especie *Fagus sylvatica*.

## MATERIAL Y METODO

### Area del Estudio

El estudio se realizó en la Hacienda Jauja, sector los Ñirres. La Hacienda se encuentra en el sector norte de la IX Región (38° Latitud Sur, 71°55' Longitud Oeste). Los árboles investigados provienen de un sector que reúne un grupo de los mejores renovales de la zona centro-sur y constituye por razones de sitio un área de óptimo crecimiento para éstas especies (Wadsworth, 1976). El tipo forestal corresponde a Roble-Raulí-Coihue (Donoso, 1981).

## Selección de los Arboles a Investigar

Se seleccionaron 30 árboles (Cuadro N° 1), considerando su valor comercial y la proporción de ellos en los rodales. Los criterios aplicados satisfacen los objetivos planteados, en el sentido que este material debía ser un indicador representativo en la clasificación y en la estructura de defectos y calidades. La premisa de trabajo es que los árboles seleccionados «árboles cosecha» permanecen hasta el final de la rotación (Avilés, 1993). Además, se definió una clase de diámetro mínima de 20 cm, y que a lo menos cada individuo estuviera en condiciones de entregar dos trozas aserrables.

## Proceso de Corte y Medición de la Madera Aserrada

En el aserradero se procedió a la transformación mecánica de los trozas. Mediante una sierra circular (ancho de corte de 1/4", diente recalcado y 1000 mm de diámetro) se realizaron dos cortes, formando un ángulo de 90° (Figura N°1). Después se separaron las piezas mediante una sierra de huincha con ancho de corte de 3 mm, en anchos de 50 mm (Figura N°1 b).

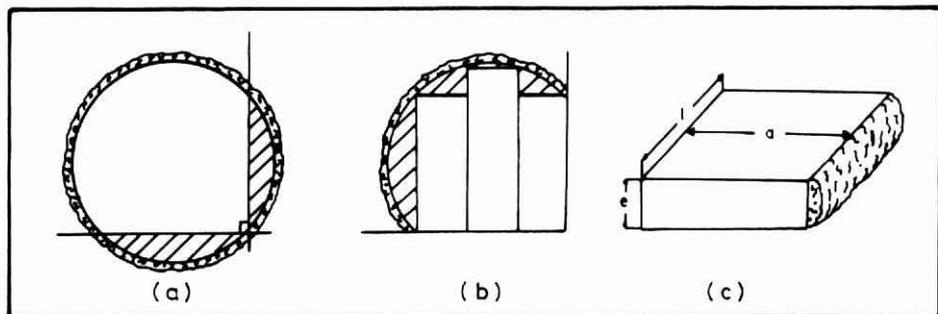


Figura N°1. DIAGRAMA DE CORTE UTILIZADO

Después del proceso de aserrado, se unieron las piezas y se reconstituyó la troza de tal forma que cada pieza quedara en su posición original, para así proceder a la evaluación.

Después de la conversión mecánica se realizaron las siguientes mediciones en las piezas de madera:

- Largo, ancho y espesor (medidas reales).
- Tipo de construcción de los anillos de crecimiento.
- Desviación de la fibra, grano o fibra revirada. De acuerdo a Lohmann (1987) la desviación de la fibra es la variación de la dirección de esta en referencia a la arista de la pieza, variación que es indicador de crecimiento en espiral.

Además, se midieron porcentaje de duramen, coloración, nudosidad, grietas, acebolladuras y alabeos.

El aspecto sanitario se evaluó midiendo la magnitud y localización del daño.

Las mediciones sobre las piezas de madera sin canto muerto se realizaron en ambos lados, sin considerar cual de ellos tenía las características menos favorables. La medición se efectuó con un marco de cuadrículas que simula un sistema de coordenadas. A través de éste fue posible, junto con el tipo, forma y característica del defecto, registrar su posición (Henle, 1991).

La información recogida se ajustó a las normas DIN-68371 y DIN-68369, para *Fagus sylvatica*. Algunas modificaciones fueron necesarias para reducir la complejidad de la evaluación.

## Calculo del Volumen

El volumen de trozas se calculo con la formula de Newton y el volumen de piezas de madera, en verde, a través de la relación:

$$V_p = a * e * l \text{ (Figura N° 1 c) Dimensión real.}$$

El efecto de la pérdida volumétrica por cambios en el contenido de humedad por debajo del punto de saturación de la fibra no se consideraron en

el calculo. Se debe tener presente que, debido a las contracciones, se esperan modificaciones del volumen entre 5,5 y 9 %, desde la condición verde a seca 15% CH, para las especies *N. alpina*, *N. obliqua* y *N. dombeyi*, respectivamente, y secadas al aire (Torres, 1971).

### Calculo del Rendimiento

El rendimiento corresponde a la relación porcentual entre el volumen de piezas y el volumen de trozas sin corteza en estado verde. En piezas con canto muerto se traza un eje longitudinal, cuyo volumen no se considera en el calculo (Figura N° 1c). La pieza y el lampazo fueron descritos y evaluados. En *N. alpina*, por excepción, se calculó el rendimiento de acuerdo a la distribución de diámetros de la trozas y para cada troza según ubicación, es decir, troza inferior, intermedia y superior.

### Clases de Calidad y Características Distintivas

En el caso de las piezas aserradas, como control de la información utilizada para la clasificación, se verificó qué características y daños influyen en mayor proporción para asignar una clase de calidad. Para ello se realizó un análisis de frecuencia de defectos y se evaluaron los criterios en forma independiente.

En el caso de la regularidad de los anillos de crecimiento se consideró la relación de diferencia entre el máximo y mínimo ancho de anillos en milímetros (Henle, 1992), el criterio empleado corresponde a la siguiente clasificación:

- Regular < 1,5 mm.
- Levemente irregular > 1,5 y < 2,0 mm.
- Irregular > 2,0 mm.

## RESULTADOS

### Descripción del Material Investigado

La edad promedio de los árboles investigados de las especies **N.alpina** y **N.obliqua** es de 60 años, los árboles de la especie **N.dombeyi** es en promedio 10 años mayor. Un 20% de los árboles estaban libres de ramas secas. El límite inferior de la zona de ramas secas se ubicó a 11 m de altura en **N. alpina** y **N. dombeyi** y a 12 m en **N. obliqua**. Los árboles tenían una altura libre de ramas sobre 10 m. **N.alpina** presentó largos de copa de 8 m y el comienzo de la copa a 18 m. **N.obliqua** y **N.dombeyi** tenían largos de copa variable y menores de 8 m, mientras que el inicio de copa se encontró en una altura de 20 m. El Cuadro N° 1 presenta información general del material investigado.

En el Cuadro N° 1 se observa que la proporción del número de árboles y trozas por especie se proyecta en la misma proporción al volumen total y de trozas. La especie **N.alpina** mantiene porcentualmente una posición preponderante en el material investigado.

Las estimaciones del volumen de piezas aserradas se realizaron en base verde, sin considerar sobredimensión para el secado.

Cuadro N°1

DESCRIPCION DEL MATERIAL INVESTIGADO

| Cantidad       | Unidad         | Especies  |            |           | Total |
|----------------|----------------|-----------|------------|-----------|-------|
|                |                | N. alpina | N. obliqua | N.dombeyi |       |
| - Árboles      | n              | 20        | 6          | 4         | 30    |
| - Trozas       | n              | 51        | 13         | 7         | 71    |
| - Piezas       | n              | 161       | 44         | 29        | 234   |
| - Lampazos     | n              | 148       | 40         | 25        | 213   |
| <b>Volumen</b> |                |           |            |           |       |
| - Total        | m <sup>3</sup> | 28,5      |            | 5,8       | 42,4  |
| - Trozas       | m <sup>3</sup> | 15,0      | 8,2        | 3,1       | 22,3  |
| - piezas       | m <sup>3</sup> | 7,9       | 4,2        | 1,6       | 11,7  |
| - Lampazos     | m <sup>3</sup> | 5,8       | 2,3        | 1,2       | 8,5   |
| <b>Troza</b>   |                |           |            |           |       |
| Diámetro       | cm             | 29,4      | 30,6       | 33,6      | 30,0  |
| Largo          | m              | 4,4       | 4,4        | 4,2       | 4,4   |

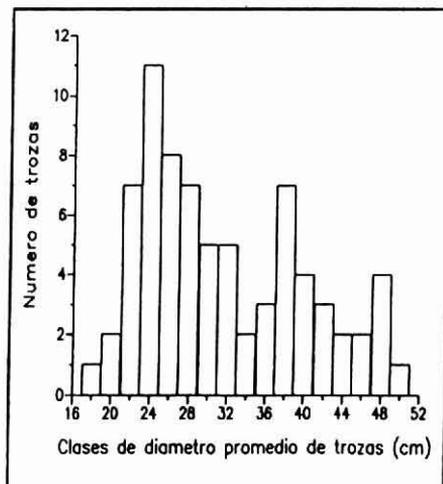


Figura N° 2. DISTRIBUCION DE FRECUENCIA DEL DIAMETRO PROMEDIO DE TROZAS

La distribución de frecuencia de las clases de diámetros medios de trozas muestra dos puntos máximos (Figura N° 2). El primer valor se encuentra entre 20 y 34 cm, mientras que el segundo entre 36 y 48 cm con un promedio de 42 cm. El promedio de todos los diámetros es de 34 cm. En el trozado se consideró un diámetro límite de 20 cm, debido a las restricciones de la norma HKS y al rendimiento mínimo resultante de la conversión mecánica. La formación de dos curvas de distribución se origina debido a la segregación del material (troza inferior, central y superior).

### Rendimiento en Piezas de Madera Aserrada

El Cuadro N° 2 muestra el rendimiento en madera aserrada de las especies investigadas. Se observa que no existen diferencias en rendimiento entre las especies y éste se encuentra alrededor de 50%. El calculo del rendimiento, como se indicó, se realizó en base verde. Esto significa que como resultado del secado posterior se debe esperar una reducción de volumen del orden del 4%, para una humedad variable entre 12% y 15%.

Cuadro N°2

#### RENDIMIENTO EN MADERA ASERRADA DE LAS ESPECIES INVESTIGADAS

| Característica  | ESPECIES  |           |           |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|
|                 | N. alpina | N.obliqua | N.dombeyi |
| Rendimiento (%) | 52        | 54        | 51        |

El Cuadro N° 3 muestra el rendimiento en madera aserrada para la especie **N. alpina**, según clase de diámetro de las trozas. Se observa que los valores de rendimiento aumentan en forma proporcional al diámetro de la troza. El rendimiento en el diámetro inferior alcanza 44% y en el límite superior cerca de 60%. Así, se verifica que una diferencia de diámetro de 20 cm (45%) genera un aumento del rendimiento en volumen de 16%.

Cuadro N°3

RENDIMIENTO EN MADERA ASERRADA PARA *N.alpina*  
SEGUN CLASES DE DIAMETRO DE TROZA

| Característica  | CLASES DE DIAMETRO (cm) |       |       |     |
|-----------------|-------------------------|-------|-------|-----|
|                 | 20-30                   | 30-40 | 40-45 | >45 |
| Rendimiento (%) | 44                      | 52    | 55    | 60  |

La diferencia en origen de la troza inferior, central y superior, produce diferencias en rendimiento entre 6 y 10%. Se comprueba también, que independiente de las características indeseables y de algunos defectos menores, se obtiene un rendimiento total de 56% en el caso de la troza inferior (Cuadro N° 4).

Cuadro N°4

RENDIMIENTO EN MADERA ASERRADA SEGUN ORIGEN PARA *N.alpina*

| Característica  | DENOMINACION DE TROZA DE ORIGEN |         |          |
|-----------------|---------------------------------|---------|----------|
|                 | Inferior                        | Central | Superior |
| Rendimiento (%) | 56                              | 50      | 46       |

Las mediciones consideraron un diámetro límite de utilización de 20 cm. Diámetros inferiores no resultan comerciales para la transformación mecánica. Un aspecto importante en el aserrado de trozas con menos de 20 cm de diámetro es la abundancia de ramas verdes que producen madera de alta variabilidad y sin valor estructural. La baja calidad es, en muchos casos, independiente de la dimensión alcanzada.

## Características de Calidad de Madera Aserrada

### Estructura de los Anillos de Crecimiento

Esta clasificación se orienta en función de la regularidad de los anillos de crecimiento en las piezas de madera. El Cuadro N° 5 muestra los resultados de la clasificación.

La cantidad de piezas de madera con estructura de anillos regular varió entre 40% en *N. obliqua* y sobre 50% en *N. alpina*. La cantidad de piezas con estructura de anillos irregular fue para *N. alpina* y *N. obliqua* insignificante. Sin embargo, para *N. dombeyi* esta característica estuvo sobre 10%.

Cuadro N° 5

#### ESTRUCTURA DE LOS ANILLOS DE CRECIMIENTO (Clasificados según Regularidad)

| Característica        | ESPECIES         |                   |                   |
|-----------------------|------------------|-------------------|-------------------|
|                       | <i>N. alpina</i> | <i>N. obliqua</i> | <i>N. dombeyi</i> |
| Distribución (%)      |                  |                   |                   |
| - No reconocible      | 10               | 23                | 15                |
| - Regular             | 54               | 40                | 44                |
| - Levemente irregular | 31               | 33                | 28                |
| - Irregular           | 5                | 4                 | 13                |

### Deformaciones

Las deformaciones se generan inmediatamente después de la transformación mecánica y se deben, en general, a la pérdida de humedad, desarrollo de las tensiones de crecimiento y estructura de la madera. El Cuadro N° 6 muestra los tipos de deformaciones encontrados en las piezas investigadas, expresados en porcentaje.

Cuadro N°6

CANTIDAD DE PIEZAS CON DEFORMACION  
(distribución según tipo, expresada en porcentaje)

| Característica *         | ESPECIES  |            |            |
|--------------------------|-----------|------------|------------|
|                          | N. alpina | N. obliqua | N. dombeyi |
| Piezas con Curvatura (%) | 62        | 50         | 65         |
| Distribución (%)         |           |            |            |
| - Arqueadura             | 87        | 100        | 74         |
| - Encorvadura            | 7         | -          | 26         |
| - Torcedura              | 6         | -          | -          |

\* Torres (1971)

Cerca de la mitad de las piezas de *N. alpina* y *N. dombeyi* presentaron algún tipo de deformación. El mayor porcentaje correspondió a arqueaduras. Sólo en *N. alpina* se observa una mayor frecuencia de tipos; sin embargo, no son significativos en relación al número de piezas medidas.

#### Coloración del duramen

El Cuadro N° 7 presenta el grado de duraminización de las piezas aserradas; se consideró el porcentaje en que ésta se distribuye sobre la pieza aserrada.

Cuadro N°7

## PIEZAS Y LAMPAZOS CON DURAMEN Y DURAMINIZACION

| Característica                  | ESPECIES  |            |           |
|---------------------------------|-----------|------------|-----------|
|                                 | N. alpina | N. obliqua | N.dombeyi |
| <b>con duramen (%)</b>          |           |            |           |
| - Piezas                        | 65        | 61         | 76        |
| - Lampazo                       | 9         | 10         | 20        |
| <b>Duraminización (%-ancho)</b> |           |            |           |
| - Piezas                        | 37        | 47         | 55        |
| - Lampazo                       | 20        | 17         | 25        |

Gran cantidad de piezas presentó duraminización. Así se reproduce en las piezas de madera la situación observada y medida en las trozas aserradas. El 10 % de los lampazos de *N. alpina* y *N. obliqua* y el 20 % de los de *N. dombeyi* presentaron duraminización. Esta relación es dependiente del diámetro de los árboles analizados (véase V.Dessauer, 1972). Debido a la calidad de la madera es necesario crear formas de utilización para esta forma de residuo de la conversión mecánica, a través de la producción de piezas de pequeñas dimensiones. El porcentaje de duraminización, relacionado con la superficie de la pieza aserrada, alcanzó en el caso de *N. alpina* cerca de 40%, en *N. obliqua* cerca de 50% y para *N. dombeyi* sobre 50%. En *N. dombeyi* se esperaba una relación de esta naturaleza, ya que los árboles investigados tienen en promedio 10 años más que el resto del material investigado.

## Grietas y Acebolladura

Se observaron grietas y acebolladura de diferente profundidad y largo en las tres especies. En éste caso se definió en términos generales grieta y acebolladura según INFOR (1978). La norma DIN exige la identificación del tipo de grieta según su posición, estado y origen. Este puede ser por efecto del secado o por el proceso de corte como reacción de liberación de las fuerzas de crecimiento (Knigge y Schulz, 1966). El Cuadro N° 8 presenta el porcentaje total de grietas y acebolladuras por especie y tipo.

### Cuadro N°8

#### PIEZAS DE MADERA CON GRIETAS Y ACEBOLLADURA

| Característica | ESPECIE   |            |            |
|----------------|-----------|------------|------------|
|                | N. alpina | N. obliqua | N. dombeyi |
| Total (%)      | 94        | 88         | 100        |
| Tipo (%)       |           |            |            |
| - Grieta       | 90        | 94         | 85         |
| - Acebolladura | 8         | 4          | 13         |

Como se observa, un alto porcentaje de piezas presentó grietas y en menor proporción se encontraron acebolladuras. No está aún totalmente aclarado el origen de las grietas, es decir, si se producen por reducción de la humedad bajo 30%, o si estas se producen inmediatamente después del proceso de corte, lo que estaría indicando que se trata de liberación de las tensiones de crecimiento. En menos de un 5% de los casos se encontraron grietas superficiales de 2-3 mm de profundidad y 10 cm de largo que deben desaparecer con el cepillado. Partiduras no fueron detectadas (def. INFOR, 1978).

#### Pudriciones

Las pudriciones fueron evaluadas en frecuencia, tipo, coloración y estado. En éste último se consideró el grado de avance del daño. La dispersión y el contenido de humedad no se consideraron. La identificación de los tipos de hongos involucrados no se realizó. En relación al estado de la pudrición se consideraron los siguientes:

- Estado inicial: Corresponde al período en que el micelio del hongo se encuentra invadiendo nuevos tejidos del huésped, etapa preparatoria para un ataque completo de las células. En éste las hifas se ramifican en todas las direcciones. En la mayoría de las pudriciones, la madera infectada presenta cambios de color, aunque a simple vista mantiene sus condiciones estructurales; en algunos casos se presentan ablandamiento.

- Estado avanzado: La pudrición causa la desintegración de la paredes celulares. En excepciones va acompañada de cambios en la resistencia, en el color y en la continuidad de la textura. Aquí, se rompe la continuidad del tejido leñoso, el cual se deforma a la presión (Cuevas, 1957).

El Cuadro N° 9 muestra la cantidad de piezas dañadas, el tipo de pudrición según coloración y el estado de avance.

Cuadro N°9

CANTIDAD DE PIEZAS DAÑADAS, TIPO Y DISTRIBUCION DE LA PUDRICION

| Característica             | ESPECIES  |            |            |
|----------------------------|-----------|------------|------------|
|                            | N. alpina | N. obliqua | N. dombeyi |
| Piezas con pudrición (%)   | 4         | 20         | 62         |
| Tipo de pudrición (%)      |           |            |            |
| - Mohos (1)                | -         | 33         | 22         |
| - Pudrición café           | 100       | 67         | 67         |
| - Pudrición blanca         | -         | -          | 11         |
| Estado de la pudrición (%) |           |            |            |
| - Inicial                  | 57        | 34         | 42         |
| - Avanzado                 | 29        | 33         | 25         |
| - Terminal                 | 14        | 33         | 33         |

(1) Mohos: Los hongos de mohos pertenecen a las clases Ascomycetes, Hongos Imperfectos y Ficomycetes. Estos, descolorean la madera debido a una abundancia de crecimiento vegetativo coloreado y por las esporas y conidias presentes en la superficie de la madera (Del Pozo y Parra, 1984)

En el Cuadro N° 9 se observa que en *N. alpina* la presencia pudrición café corresponde a un 4%. Sin embargo, 1/5 de las piezas de *N. obliqua* y 3/5 *N. dombeyi* presentan pudrición. La pudrición blanca fue la más frecuente, 1/3 del daño corresponde a Mohos.

En relación al estado se observa en *N. alpina* que más de el 50% es inicial y sólo 14% terminal, con destrucción de la substancia madera. En *N. obliqua* la pudrición según estado se distribuye en forma uniforme. Un 42% de la

Putridi3n de *N. dombeyi* es inicial y cerca de 1/3 se encuentra en estado avanzado y terminal.

## Da1os de Insectos

El Cuadro N3 10 presenta un resumen del da1o causado por insectos. Cerca del 50% de las piezas de madera aserrada de *N. obliqua* y *N. dombeyi* y 5% de *N. alpina* presentaron da1os de insectos.

El 90% de los da1os se concentran en el 1rea del duramen e independiente de la ubicaci3n de la troza en el 1rbol. Sin embargo, los da1os encontrados afectan en forma profunda el cuerpo de la madera. En algunos casos, las galer1as se asocian con la presencia de nudos muertos. En numerosas de las piezas e independiente de la especie, es dif1cil establecer el origen.

Cuadro N3 10

### DA1O POR INSECTOS CLASIFICADOS SEGUN CANTIDAD, TIPO Y UBICACION

| Característica         | ESPECIES         |                   |                   |
|------------------------|------------------|-------------------|-------------------|
|                        | <i>N. alpina</i> | <i>N. obliqua</i> | <i>N. dombeyi</i> |
| Piezas con da1o (%)    | 6                | 48                | 48                |
| Tipo del da1o (%)      |                  |                   |                   |
| - Superficial          | 20               | 10                | 14                |
| - Profundo             | 80               | 90                | 86                |
| Ubicaci3n del da1o (%) |                  |                   |                   |
| - Duramen              | 90               | 86                | 93                |
| - Albura               | 10               | 14                | 7                 |

## Modificaciones en la Coloraci3n

La coloraci3n es un aspecto relevante desde el punto de vista est3tico, decisivo para la utilizaci3n de la madera en la industria elaboradora y

significativa en la comercialización del producto, que actúa como elemento fijador del precio. El Cuadro N° 11 muestra las modificaciones de color que afectaron las piezas de madera después del aserrado.

Cuadro N°11

## PIEZAS DE MADERA CON COLORACIÓN, TIPO Y FORMA

| Característica                       | ESPECIES  |            |            |
|--------------------------------------|-----------|------------|------------|
|                                      | N. alpina | N. obliqua | N. dombeyi |
| Piezas con modificación de color (%) | 17        | 43         | 59         |
| Tipo de modificación (%)             |           |            |            |
| - Franjas de marca de agua           | 29        | 26         | 41         |
| - Manchas y veteado                  | 68        | 58         | 35         |
| - Coloración por oxidación           | -         | 5          | 18         |
| - Coloración café sana               | 3         | 11         | 6          |

Menos de 1/5 de las piezas de *N. alpina*, cerca de 2/5 de *N. obliqua* y 3/5 de *N. dombeyi* muestran modificaciones de la coloración posterior al aserrio. Como se observa, un porcentaje alto corresponde a manchas de agua y manchas en la coloración y en el veteado. La oxidación es importante en el caso de *N. dombeyi*.

## Desviación de la Fibra

La desviación de la fibra, también grano inclinado, así como su orientación, provienen generalmente de tensiones de crecimiento, del crecimiento en espiral y de la tendencia que presentan algunas especies para este comportamiento, el que se cree, en la mayoría de los casos es de origen genético. La importancia de ésta característica reside en la alteración de algunas propiedades mecánicas y en la calidad de la superficie de las piezas aserradas, a pesar de utilizar técnicas adecuadas. El Cuadro N° 12 presenta una caracterización para las especies investigadas, separada de acuerdo a la posibilidad de medición y su dimensión.

Cuadro N°12

MEDIBILIDAD Y DESVIACION DE LA FIBRA EN PIEZAS Y LAMPAZOS

| Característica    | ESPECIES  |            |           |
|-------------------|-----------|------------|-----------|
|                   | N. alpina | N. obliqua | N.dombeyi |
| Medibilidad (%)   |           |            |           |
| - Piezas          | 83        | 61         | 72        |
| - Lampazos        | 8         | 8          | 8         |
| Desviación (cm/m) |           |            |           |
| - Piezas          | 4,0       | 3,9        | 4,2       |
| - Lampazos        | 3,4       | 5,1        | 3,4       |

La desviación de la fibra pudo ser medida en prácticamente todas las piezas de madera de las tres especies investigadas. En el caso de los lampazos no fue siempre posible reconocer la fibra.

La desviación de la fibra de las piezas de madera alcanzó en promedio 4 cm/m. Valores similares se observan para *N. alpina* y *N. dombeyi*. De los tres *Nothofagus* analizados, los mayores valores de desviación se observan en *N. obliqua*.

#### Nudos

La densidad de nudos sobre la superficie de una pieza de madera se evaluó en términos de  $\text{cm}^2/\text{m}$ . Junto a esta observación se consideró el estado sanitario de éstos, que quedó definido por la presencia de pudrición y grado de alteración de la madera.

Cuadro N°13

## SUPERFICIE DE NUDOS Y SU DISTRIBUCION SEGUN GRADO DE PUDRICION

| Característica                                    | ESPECIE   |            |            |
|---|-----------|------------|------------|
|   | N. alpina | N. obliqua | N. dombeyi |
| Superficie de nudos promedio (cm <sup>2</sup> /m) | 4,0       | 3,9        | 3,4        |
| Distribución según tipo (%)                       |           |            |            |
| - Sano  | 75        | 63         | 53         |
| - Manchado  | 16        | 21         | 23         |
| - Podrido   | 11        | 16         | 24         |

El cuadro muestra que la superficie de nudos promedio mas alta se encuentra en la especie **N. alpina** con 4 cm<sup>2</sup>/m, 75 % de las piezas de **N. alpina** estaban sanas y en sólo un 10 % se constataron pudriciones. **N. obliqua** y **N. dombeyi** presentaron porcentajes menores de nudos sanos, pero siempre sobre el 50%.

En el caso de **N. dombeyi** se esperaba un porcentaje mas alto de nudos con pudrición avanzada y estructura destruida, ya que algunos de los árboles pertenecen a la primera generación del bosque y en parte tenían ramas en cicatrización con pudrición.

## Significado de las Características Distintivas de Calidad

La cantidad de nudos, su estado sanitario y la arqueadura fueron los criterios más relevantes en la clasificación. En **N. dombeyi**, el daño por insectos y hongos, evaluados en tipo, forma y distribución, se mostraron también sensibles a la clasificación. El Cuadro N° 14 muestra un resumen de las características y defectos de la madera de mayor relevancia. Considerando que la deformación se induce por estrés de crecimiento y secado, bajo condicionantes ambientales, y a que se cree que un mejoramiento en la técnica evitara éste problema se evaluó en forma diferenciada.

Si no se consideran las deformaciones, la presencia de nudos se transforma en el criterio más relevante en la clasificación. Esto significa que el 81% de las piezas de madera se asignan a una determinada calidad según la importancia

relativa de los nudos. Insectos y pudriciones son un factor importante, pero, contrario a lo que se piensa, su magnitud es diferente y ocupa un lugar secundario.

Cuadro N°14

**INFLUENCIA DE LAS CARACTERISTICAS DISTINTIVAS DE CALIDAD  
(según norma DIN-68369 con y sin deformaciones)**

| Criterios de clasificación | Evaluación de características cualitativas y defectos de piezas aserradas en (%)     |                 |
|----------------------------|--|-----------------|
|                            | Norma DIN-68369 para madera aserrada (Buchen-Blockwaren) para <i>Fagus sylvatica</i> |                 |
|                            | Sin deformación  | Con deformación |
| - Nudos                    | 81   | 33              |
| - Deformación              | **   | 40              |
| - Nudos y deformación      | **   | 8               |
| - Insectos                 | 16   | 9               |
| - Insectos y deformación   | **   | 7               |
| - Pudriciones              | 3  | 3               |
| - Otras                    | **   | **              |

**Estructura de Calidades de las Piezas de Madera Aserrada**

El resultado de la clasificación (Cuadro N° 15) entrega para las piezas de *N. alpina* un pequeño porcentaje en la clase I, cerca de 1/3 de las piezas fueron clasificadas en la clase II y la mayor cantidad de volumen en la clase III. En el caso de *N. obliqua* y *N. dombeyi* se clasifica el mayor porcentaje del volumen en la clase III, constatándose diferencias entre la asignación de clases entre las especies para la clase II.

La misma clasificación, pero sin consideración de las deformaciones, entrega para las especies investigadas un aumento del volumen clasificado en las clases I y II. Esta tendencia también se observa en el caso de los lampazos, pero en una proporción menor.

Cuadro N°15

RESUMEN DE LA ASIGNACION DE CLASES DE CALIDAD  
(con y sin consideración de deformaciones)

| Característica<br>(variante) | CLASES DE CALIDAD SEGÚN DIN-68369<br>( <i>Fagus sylvatica</i> ) (en %) |    |     |            |    |     |            |    |     |
|------------------------------|--|----|-----|------------|----|-----|------------|----|-----|
|                              | ESPECIES   |    |     |            |    |     |            |    |     |
|                              | N. alpina  |    |     | N. obliqua |    |     | N. dombeyi |    |     |
|                              | I  | II | III | I          | II | III | I          | II | III |
| <b>Con deformación</b>       |  |    |     |            |    |     |            |    |     |
| - Piezas                     | 6  | 26 | 68  | 8          | 9  | 83  | -          | 22 | 78  |
| - Lampazos                   | 36   | 54 | 10  | 31         | 46 | 23  | 19         | 53 | 28  |
| <b>Sin deformación</b>       |  |    |     |            |    |     |            |    |     |
| - Piezas                     | 18   | 58 | 24  | 16         | 18 | 66  | 4          | 40 | 56  |
| - Lampazos                   | 38   | 55 | 7   | 35         | 46 | 19  | 19         | 56 | 25  |

## DISCUSIÓN

### Resumen de Resultados Significativos

El rendimiento de la transformación mecánica de las trozas en piezas aserradas fue en promedio 50%.

Los criterios relevantes para la clasificación corresponden a nudos y deformaciones. En el caso de que no se consideren las deformaciones, se observa que los nudos constituyen un criterio relevante de selección en un 80% de los casos.

La estructura de calidades obtenida a través de la clasificación DIN-68369, correspondiente a la especie *Fagus sylvatica*, considerando deformaciones, entrega en general menos de 8% en la clase I, menos de 30% en las clase II y cerca de 60% en la clase III. Se observaron diferencias entre *N. alpina* y *N. obliqua* - *N. dombeyi*. Sí no se consideran las deformaciones se produce un aumento proporcional en las calidades I y II.

## Análisis sobre Método y Resultado de Rendimiento

El rendimiento en volumen total posible de transformar en madera en troza alcanzó a 60%. Este valor relacionado a la posibilidad de utilizar esa madera en piezas aserrables, no parece posible de aumentar. Con las actuales técnicas de aserrío resulta sin interés, desde el punto de vista comercial, el utilizar trozas con un diámetro inferior a 20 cm. Como consecuencia, no deben aserrarse trozas de la copa debido a la ramosidad de éstos.

El rendimiento de trozas en madera aserrada se encuentra alrededor de 50%, en verde. Este valor podría elevarse, si los cortes se realizaran de acuerdo a un esquema de aserrado optimizado. Esto, como se explicó, no fue posible debido a la implementación técnica deficiente del aserradero y a la baja calificación técnica de los operarios.

Se observa también, que el aumento del diámetro de trozas produce un aumento proporcional del rendimiento. Se verificó que sobre 45 cm de diámetro se obtienen rendimientos cercanos a 60%. Si se considera que un rodal a cosechar debería alcanzar un diámetro objetivo de producción cercano a 60 cm, es de esperar que el rendimiento se incremente en forma proporcional.

## Características Indicadoras de Calidad

La características más relevantes fueron pudriciones, daños por insecto y deformaciones.

- Pudriciones: Las pudriciones juegan un papel importante en la piezas aserradas de *N. dombeyi*; aproximadamente 60% de las piezas presentan algún grado de pudrición.
- Daños por insecto: Cerca de 50% de las piezas aserradas de *N. obliqua* y *N. dombeyi* presentaron algún tipo de daño por insectos. En muchos casos, éstos daños dieron origen a pudriciones por hongos. La observación es válida para *N. dombeyi* y en forma limitada para *N. obliqua*. En *N. dombeyi* se observó que el daño por hongos, posterior, puede tener su origen en el exceso de humedad de la madera.

- Deformaciones: Esta característica es un criterio importante en la clasificación. La limitante de esta apreciación es que las deformaciones siempre se producen y se debe considerar, en muchos casos, como una prolongación de la calidad de la troza. Un porcentaje alto de las deformaciones se produce debido al esfuerzo de secado producto de una contracción desigual en la pieza de madera y además, debido a la presencia de grano inclinado en algunas especies (Dinwoodie, 1966; Jacobs, 1945). Archer (1986), agrega que el problema de las deformaciones, es difícil de visualizar e individualizar, ya que éstas se encuentran fuertemente influidas por las tensiones de crecimiento. Además, algunas de éstas deformaciones se originan debido a la presencia de nudos y a los cambios de curvatura en el fuste (Wilson y Archer, 1977).

## Estructura de Clases de Calidad

Debido a las dificultades para reconocer el origen de las deformaciones resulta complejo separar en forma eficiente si éstas provienen de la troza o se generan inmediatamente después del aserrío. Como una forma de disgregar el efecto se realizaron dos evaluaciones con y sin presencia de deformaciones.

La clasificación considerando la deformación produce una disminución en el volumen a clasificar en calidades superiores. Sin embargo, se cree que un encastillamiento o secado oportuno de la madera conduce a resultados favorables, desde el punto de vista del aprovechamiento.

Los lampazos, zona de crecimiento del manto del árbol, que en su totalidad corresponde a madera de albura, mostraron una mejor calidad en relación al producto final. La mejor clasificación se debe principalmente a la ausencia de nudos y homogeneidad del crecimiento. Este resultado, si bien no tiene aplicación directa, es un indicador de la calidad de madera que será posible obtener en el futuro, especialmente, si éstos bosques se transforman en comerciales, de alta productividad, a través de intervenciones silvícolas dirigidas a la producción de madera de calidad.

## Comparación con Otras Investigaciones

Bonnemann (1975) investigó en detalle la especie *N. dombeyi*, considerando las características técnicas, posibilidades de uso de la madera, problemas de elaboración y defectos. Este autor jerarquiza los defectos en: (a) partiduras, (b) pudriciones, (c) ramas y nudos, (d) galerías de insecto y (d) manchas en la madera. No obstante, se desconoce la fecha en la cual se realizó la investigación que dio origen a ese ordenamiento, es claro que existe coincidencia en lo que se refiere a nudos, pudriciones, daño por insectos y hongos. Además, agrega que el daño en *N. dombeyi* producido por (*Cheloderus childreni* GRAY) es relevante para la especie. El primer daño aparece en el sector de la albura de árboles jóvenes, seguido del ataque por insectos. Después se produce una aceleración del daño que produce destrucción de la madera y da origen al ataque secundario de hongos. Como consecuencia se reduce la calidad de la madera de un rodal hasta alcanzar la calidad industrial. Esta situación parece no restringirse a determinadas áreas investigadas sino más bien resulta ser un problema generalizado.

En relación al valor de los nudos en los criterios de calidad existe concordancia con otros autores (Schulz, 1958, 1959, 1961, 1964; Knigg y Schulz, 1966). Löffler (1968), referido a investigaciones en Europa y relacionadas a madera aserrada, indica que el valor de la presencia de nudos constituye en términos reales el 50-80% de la desclasificación de la madera.

Otras investigaciones relacionadas a las especies *N. alpina* y *N. obliqua* que aclaren el problema de la calidad de trozas, así como su incidencia en la madera aserrada y sus formas de clasificación, no se han realizado. Investigaciones de ésta naturaleza serán sólo posibles cuando exista el conocimiento de los tratamientos silvícolas en Renovales y Bosque adulto. Además, se deberá tender a identificar en que medida se produce un mejoramiento de la calidad y homogenización del producto como resultado de la intervención silvícola, en sentido estricto.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Las ramas son el factor cualitativo de mayor relevancia como criterio en la clasificación de la madera. Dentro de éstas se debe considerar aquellas que se

encuentren en proceso inicial de pudrición. Una visualización exterior de los árboles investigados indicó que ramas secas sobre 6 m presentan, en general, algún grado de pudrición, que abarca la albura y el duramen.

- El proceso de transformación mecánica de la madera debe ser realizado en aserraderos que cuenten con la implementación y la técnica que permitan aumentar el rendimiento. La preparación técnica de los operarios es un hecho de importancia, que no puede ser postergado, si se pretende utilizar un recurso costoso con un éxito relativo de la gestión.
- Para la producción de madera en bloque es recomendable el uso de sierras alternativas, después de la máquina principal. Esto podría tener ventajas desde el punto de vista del rendimiento y el mejoramiento de la calidad de corte. Si se analiza desde la perspectiva del producto, especialmente de la estética, es conveniente realizar un aserrado individual y dando preferencia al corte floreado, ya que en este se obtiene mayor rendimiento, veteado notorio, presencia de nudos circulares en ambas caras, menor propensión al colapso de secado y menor contracción en su espesor (Torres, 1971; Brown y Bethel, 1975; Valenzuela, 1994).
- En comparación al resto de especies analizadas se considera de alto valor la calidad que presenta la especie **N. alpina**.
- La norma DIN- 68371 y DIN-68369 son posibles de aplicar sin problemas en las especies investigadas. Los resultados permiten inferir sobre la calidad y las posibilidades para acceder a la comercialización de éstas maderas en mercados internacionales.

## NECESIDADES DE INVESTIGACIÓN

- Se debe investigar en que medida se reduce la cantidad de deformaciones en las piezas aserradas si se realiza secado natural o artificial de acuerdo a normas técnicas estándares.
- Comprobar si el uso de mejores instalaciones y adecuada técnica de aserrío permiten elevar los rendimientos.
- Los daños por insecto en **N. dombeyi** deben ser investigados, ya que revisten gran importancia para el aprovechamiento de la especie. Se observa que

faltan antecedentes sobre la magnitud y distribución geográfica que éstos alcanzan. Además, los factores que condicionan y promueven la presencia de insectos y hongos en la mayoría de los casos no es evidente. En general, se observa presencia de pudrición sin que haya habido intervención de insectos. Resulta extraño que el daño es generalizado en árboles jóvenes y que, en árboles adultos que provienen de generaciones anteriores, este daño es de menor magnitud.

- Se deben realizar nuevas investigaciones, aumentando el tamaño de la muestra, para reunir antecedentes que permitan caracterizar zonas geográficas más amplias.

## RECONOCIMIENTOS

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 investigación. Igualmente al Dr. Luis Valenzuela, profesor de la Universidad de Concepción, por sus comentarios y correcciones del manuscrito

Este trabajo fue posible gracias al 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

**Avilés, B., 1993.** Untersuchungen zur waldbaulichen Behandlung und Bewirtschaftung von Renovalesbeständen in Mittelchile. Dissertation, Forstwissenschaftliche Fakultät der Universität Freiburg. 174 pp.

**Archer, R., 1986.** Growth Stresses and Strains in Trees. Springer Series in Wood Science. Editor: T. E. Timell. Springer -Verlag/Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris y Tokio. 240 pp + 115 figuras.

- Bonnemann, A., 1975.** Die Holzart Coigue (*Nothofagus dombeyi*)(Mirb. Oerst) Dissertation. Universität Göttingen. 178 pp.
- Brown, N. y Bethel, J., 1975.** La Industria Maderera. Ed. Limusa. Mexico. 397pp.
- Cabaña, C., 1993.** Exportación de Muebles de Madera Nativa. Chile Forestal, 210:38-39.
- Cuevas, E., 1957.** Pudrición en Maderas Causada por el Hongo *Poria vaporaria* y su Posibilidad de Control. Tesis, Facultad de Agronomía, Universidad de Chile. 65 pp.
- Dessauer, V.G., 1972.** Desarrollo Cronológico de las Proporciones de Albura y Duramen en Raulí (*Nothofagus alpina*) (Poepp et Endl.) Oerst. Tesis UACH 60 pp.
- Del Pozo, C. y P. Parra., 1984.** Durabilidad Natural, Análisis de Algunos Factores Establecidos en la Norma Americana (ASTM) y en la Norma Británica (BS). Tesis. Universidad de Chile. 52 pp.
- Dinwoodie, J., 1966.** Growth Stresses in Timber. A Review of Literature. Forestry 39:162-170.
- 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. 78 pp.
- Henle, H.J., 1991.** Sortenstruktur, Ausbeutewerte und Holzfehler dreier *Nothofagus*arten aus Mittelchilenischen Sekundärwäldern. Unveröffentlichte Diplomarbeit, Forstwissenschaftliche Fakultät der Universität Freiburg. 69 pp.
- INFOR, 1993.** Estadísticas Forestales 1992. Boletín Estadístico n°30. Santiago de Chile. 101 pp.
- Instituto Nacional de Normalización, 1986.** Madera- Especies Latifoliadas y Alerce-Clasificación Visual por Despiece o Aprovechamiento. Timber- Hardwood Timber and Alerce- Visually Grading Rules. NCh1969. Of.86. 22 pp.
- Jacobs, M., 1945.** The Growth Stresses of Woody Stems. Commonwealth Forestry Buro Australian Bulletin 28., 64 pp.
- Löffler, H.D., 1968.** Einflüsse auf den Wert des Rohholzes. Schriftenreihe der Forstlichen Abteilung der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg. Band 9. 115 pp.
- Lohmann, U., 1987.** Holz Handbuch. Leinfelden-Echterdingen:DRW-Verlag. 320 pp.

**Knigge, W. y Schulz, H., 1966.** Grundriss der Forstbenutzung. Entstehung, Eigenschaften, Verwertung und Verwendung des Holzes und anderer Forstprodukte. Verlag Paul Parey, Hamburg y Berlin. 583 pp.

**Pérez, V., 1978.** Manual de Construcciones en Madera. Manual n° 10. Fasciculos n° 2 y 6. INFOR. Santiago de Chile.

**Schulz, H., 1958.** Merkmale überwachsener Holzfehler in der Baumrinde. Holz-Zentralblatt (71):919-920

**Schulz, H., 1959.** Güteklassen des Stammholzes und ihre Angrenzung gegeneinander. Holz-Zentralblatt 85:753-757.

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

**Schulz, H., 1964.** Über die Zusammenhänge zwischen Baumgestalt und Güte des Schnittholzes bei der Buche. Schriftenreihe der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen. Band 29. 95 pp.

**Smith, W., 1970.** Tree Pathology: A Short Introduction. Academic Press, New York and London. Cap. 16: Fungi that Cause Decay and Discoloration. 309 pp.

**Torres, H., 1971.** Maderas. Ed. Corporación Chilena de la Madera. 270 pp.

**Valenzuela, L., 1994.** Comunicación Personal. Universidad de Concepción

**Wilson, B. y Archer, R., 1977.** Reaction Wood: Induction and Mechanical Action. Ann. Rev. Plant Physiology 28:23-43.

**Wadsworth, R.K., 1976.** Aspectos Ecológicos y Crecimiento del Rauli 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.