

RENDIMIENTO DE LENGA (*Nothofagus pumilio*) EN EL ASERRADO Y SU RELACIÓN CON LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS ÁRBOLES.

Sergio Donoso¹
Juan Caldentey¹

INTRODUCCION

En el contexto de los estudios que se han realizado el último tiempo en los bosques de lenga de Chile, se ha podido establecer por medio de distintos ensayos, el volumen bruto de madera de calidad aserrable, astillable y desecho, que resultan de aplicar una corta de protección (Schmidt et al., 1994; Ferrando, 1994); Garib 1996). En el caso específico del volumen aserrable, se estima que normalmente, se extrae cerca del 10 al 20% de las existencias como volumen aserrable. De éste, la conversión a madera aserrada es alrededor de 30% (Schmidt et al., 1992). Estos rendimientos contrastan con lo que se obtiene en bosques con manejo silvicultural, que arrojan valores cercanos a un 50% de madera aserrada (Lanier, 1986).

Como una manera de optimizar el uso de la madera y aprovechar el potencial productivo de estos bosques, se han iniciado estudios tendientes a establecer relaciones a nivel del árbol y troza respecto al volumen real de madera aserrada que cada uno genera. Una primera experiencia se desarrolló en un bosque multietáneo de lenga – coigue de

Magallanes, ubicado al norte de la ciudad de Coyhaique XI Región, en ella se concluyó, que la conversión industrial de las trozas aserrables a volumen bruto de madera aserrada (25,5%) está asociado en términos generales a las características de los árboles, pero en particular a las características de las trozas, y que se pueden establecer relaciones a nivel de la troza, pudiendo de esta manera mejorar los rendimientos en el aserrado, y a la vez obtener mayores beneficios en la corta de protección (Ampuero, 1995).

En el marco anteriormente expuesto, y con el objetivo de establecer relaciones entre el rendimiento en el aserradero y las características silviculturales de los árboles, es que se analiza un bosque cuya única especie es lenga.

MATERIAL Y METODO

Características de los árboles y trozas

En un bosque natural de lenga en la isla de Tierra del Fuego, ubicado entre las coordenadas 53°30' y 53°45' de latitud sur y los 69°00' y 69°15' de

¹ Universidad de Chile. Departamento de Silvicultura. Casilla 9206. Santiago, Chile. Fax 56-2-5417955.

longitud oeste, se realizó una corta de protección. En el bosque se presentaban árboles en distintas fases de desarrollo, ocupando la mayoría el estrato superior que va de 19 a 21 m de altura. El número de árboles y área basal por hectárea, son normales para la zona, no así el volumen que presenta un valor más elevado que los notificados para la Región de Magallanes (Schmidt, en Garib 1996). La corta consistió en la extracción de aproximadamente el 67% del área basal original en una superficie de 10 hectáreas. En ella se establecieron cuatro parcelas de 20 x 50 m distribuidas en forma sistemática, en cada una se determinaron las siguientes variables a nivel de árbol: DAP, altura total (m), altura de inicio de copa (m), fase de desarrollo (Schmidt y Urzua, 1982), clase social, sanidad y uso potencial. Adicionalmente se identificaron todos los árboles, de tal forma que luego de realizada la corta, se logró identificar cada uno de los individuos en pie y volteados, de estos últimos se registraron las distintas trozas y la calidad de ellas.

Las dimensiones de las trozas aserrables variaron entre 2 y 4 metros en el largo y un diámetro mínimo de 25 centímetros y las trozas astillables presentaron un largo de 2,44 ó 1,25 metros y un diámetro mínimo de 10 cm.

El rendimiento volumétrico de este bosque se descompone en 26,3 % de volumen aserrable (248,7 m³/ha), 11,0% de volumen astillable (103,5 m³/ha) y 62,7% de volumen de desecho (593,1 m³/ha) (Cuadro 1).

Características del aserradero y el proceso de aserrado

El procesamiento de las trozas se efectuó, en un aserradero fijo, semiautomático, ubicado a 10 km. del bosque. Este tenía una producción con dos turnos diarios de 60 a 70 m³. Las principales características de este aserradero se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 1: Características del bosque original, bosque cosechado y dosel de protección en una corta de protección.

	Bosque original	Bosque cosechado	Dosel de protección
Número de Arboles /ha	411	354	57
Area basal (m ² /ha)	75,4	49,7	25,7
Vol. aserrable (m ³ /ha)	248,7	190,3	58,4
Vol. astillable (m ³ /ha)	103,5	89,6	13,9
Vol. desecho (m ³ /ha)	593,1	356,2	236,9
Vol. total (m ³ /ha)	945,3	636,1	309,2

Cuadro 2: Características de las máquinas del aserradero y número de operarios por máquina.

Máquinas	Cantidad	Operarios por maquina	Ancho de corte (mm)	Altura máxima de corte (cm)	Ancho máximo de corte (mm)
Carro huincha	1	1	3,0	100,0	---
Sierra huincha partidora	1	2	3,0	50,0	300
Canteadora múltiple	1	2	4,2	12,5	300
Sierra trozadora	1	1	5,0	15,0	300
Despuntadora	2	1	5,0	12,5	300

Además de las ocho personas que trabajan en las máquinas, cuatro laboran en la calificación de la madera y encastillado. Todos ellos son controlados por un supervisor.

El flujo de la madera en el aserradero es el siguiente: La troza una vez ubicada en el carro huincha, era aserrada, obteniéndose lampazos aprovechables, tablas que requerían ser redimensionadas en su espesor, la semibasa que se origina de la operación y eventualmente tablas que no requerían redimensionarse. Sólo estas últimas pasan directamente a la canteadora, el resto era procesado por la sierra huincha partidora, dando el espesor final. Posteriormente las tablas eran conducidas a la canteadora múltiple que las dimensiona en el ancho, desde donde son enviadas hacia las despuntadoras, dando la longitud final, para luego ser calificadas. Todo el proceso de traslado se efectuaba en forma automática, a través de rodillos metálicos que impulsaba las tablas desde una máquina a otra. Pocos metros antes de llegar a las despuntadoras, los rodillos depositaban las tablas sobre una mesa desde donde eran trasladadas por medio de cadenas, y de esta misma forma llegaban a la mesa de clasificación. Los desechos eran evacuados por medio de bandas transportadoras hasta un astillador, para luego depositar las astillas en un silo.

Las escuadrías que se obtienen durante este proceso dependen de dos factores, el más relevante es el tipo de producto que el mercado (principalmente externo) solicita y en segundo término obtener el mayor aprovechamiento de la troza.

Procesamiento de las trozas

Las 108 trozas de calidad aserrable que se obtuvieron de las parcelas donde se efectuó la corta de protección, se les midió las siguientes variables:

- Posición de la troza en el fuste (es un indicador de la posición relativa de la troza en el árbol, de tal manera que si la

troza aserrable es la más próxima a la base del árbol ella se encuentra en la

posición 1, por el contrario si recién la segunda troza es de calidad aserrable, ella se halla en la posición 2 y así sucesivamente)

- Longitud (cm)
- Diámetro superior e inferior con corteza (cm)
- Espesor de corteza (cm)
- Tipo de defecto presente en ambas caras (pudriciones café y blanca, principalmente)
- Área del defecto en ambas caras (cm²)
- Volumen bruto con y sin corteza, aplicando la fórmula de Smalian (Husch *et al.*, 1993).

Al ingresar cada troza al aserradero, se pintaron ambas caras, para poder identificar las tablas que se originaron de la troza, es por este motivo que el proceso de aserrado no incluyó el dimensionamiento en el largo. Al final, a cada una de las piezas, se les midió el ancho y espesor, y se determinó el largo y calidad de la pieza. Esto último según la norma vigente en la empresa, que distinguen 2 categorías:

- (1) Madera apta para secado (dirigida principalmente al mercado externo), que corresponde a la de mejor calidad con escasos o nulos defectos tales como: nudos muertos, pudriciones, médula, canto muerto, fibra revirada.
- (2) Madera no apta para secado, con una calidad inferior que la anterior, acepta ciertos defectos como: manchas, nudos vivos de pequeña dimensión que no comprometan las propiedades mecánicas de la pieza y medidas no comercializables en el extranjero y cuyo destino es el mercado local.

El cálculo de rendimiento se efectuó a base del volumen bruto sin corteza de las trozas, y éste se relacionó con las fases de desarrollo, diámetro a la altura del pecho, diámetro menor de las trozas, posición de

ella en el fuste y sanidad. Este último aspecto se analizó por medio de un índice porcentual medido en una o ambas caras, denominado factor de defecto, que es igual a:

$$\text{Factor de defecto} = \frac{\text{área del defecto}}{\text{área de la cara}} * 100$$

PRESENTACION Y DISCUSION DE RESULTADOS

Caracterización del volumen total

En el proceso de extracción de las trozas del bosque, es común que un porcentaje de ellas no llegue a las canchas de acopio, y por ende a la planta industrial. Las causas que explican estas pérdidas se refieren a: extravío o abandono de trozas en terreno y disparidad de criterios entre trozadores y estroberos. Este último hecho se produce porque los estroberos frente a cualquier duda respecto a la calidad de la troza, prefieren dejarla abandonada en el bosque. Las altas exigencias en calidad de la empresa, juegan en este caso específico un importante papel y explican, en gran medida, la diferencia entre el volumen de las trozas medido en el bosque y el de las trozas extraídas a la cancha.

En el estudio, el volumen bruto aserrable

estimado que fue cosechado es de 190,3 m³ con corteza /ha o 164,8 m³ sin corteza /ha, y el que realmente llegó al aserradero fue 116,0 m³ con corteza /ha o 102,1 m³ sin corteza /ha. El análisis por clase diamétrica de esta diferencia expresada en m³ sin corteza /ha, se presenta en el Cuadro 3, del cual se desprende que en las clases superior (85 cm) e inferior (25 cm) se presenta el mayor porcentaje de volumen dejado en bosque, 79,1 y 100% respectivamente. Esto, producto de la alta proporción de defectos (principalmente pudrición) en la clase diamétrica superior y por la pequeña dimensión de las trozas en la clase inferior. En este último caso, el diámetro menor de la troza no puede ser inferior a 25 cm, por lo tanto el DAP debe ser superior a este valor, esto explica en gran medida el bajo volumen bruto aserrable medido en el bosque. En términos generales, existe una tendencia a cosechar un alto porcentaje de los árboles cuyo DAP se encuentra en las clases 55 y 65 cm. El resultado de esta selección, es que el 43,5% del volumen bruto aserrable sin corteza queda en el bosque (Cuadro 3)

Cuadro 3: Volumen bruto aserrable que queda en el bosque y su porcentaje según clase DAP.

Clase DAP (cm)	Volumen bruto aserrable cortado (m ³ sin corteza / ha)			Porcentaje que queda en el bosque
	Medido en bosque	Quedó en bosque	Llegó al aserradero	
25	7,7	7,7	0,0	100,0
35	25,0	11,3	13,7	45,2
45	47,2	14,1	33,1	29,9
55	30,1	1,9	28,2	6,3
65	17,0	1,1	15,9	6,5
75	12,4	6,5	5,9	52,4
85	25,4	20,1	5,3	79,1
Total	164,8	71,7	102,1	43,5

Rendimiento del volumen bruto aserrable

En adelante, las cifras consideran únicamente el volumen bruto aserrable que efectivamente fue procesado, y todas las referencias de rendimiento se efectuarán respecto al volumen bruto sin corteza.

La distribución diamétrica de los árboles con volumen aserrable y su descomposición según fase de desarrollo, refleja una concentración de los individuos de envejecimiento en las clases inferiores (35 a 55 cm) y una proporción mayor de árboles en desmoronamiento en las clases superiores (65 a 85 cm) (Figura 1).

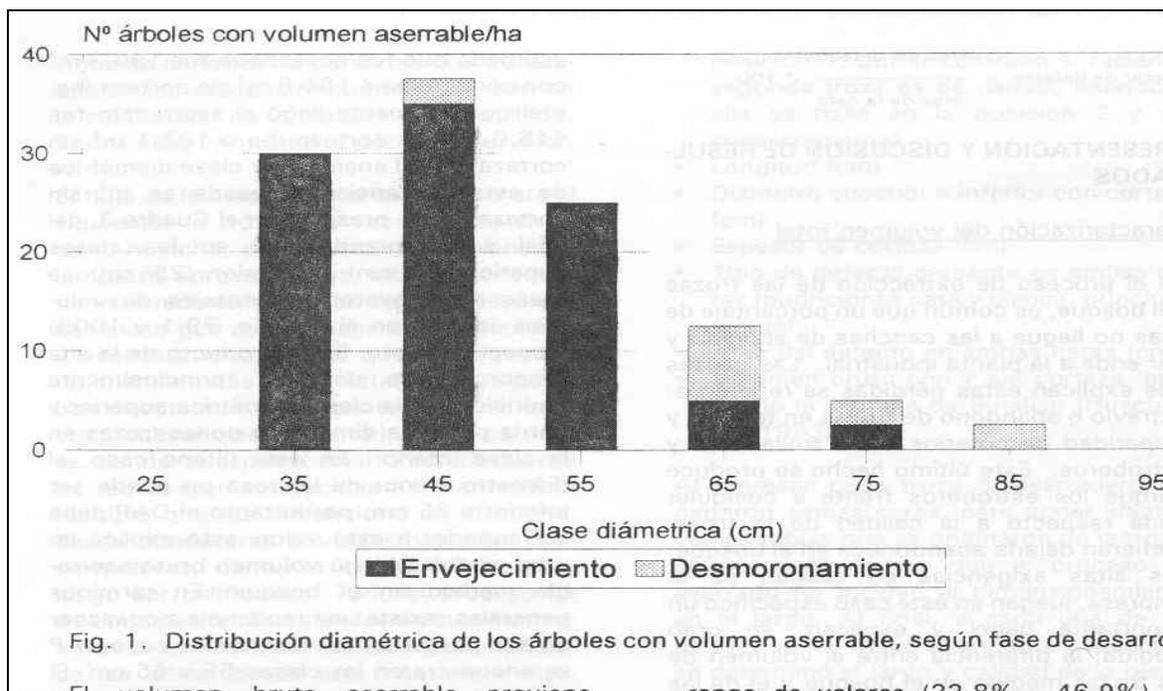


Fig 1. Distribución diamétrica de los arboles con volumen aserrable, según fase de desarrollo.

El volumen bruto aserrable proviene principalmente de los árboles con diámetro entre 40 y 70 centímetros, y éstos generan a su vez el 77% de la madera aserrada. Los rendimientos por clase diamétrica, se aproximan entre sí dentro de un amplio

rango de valores (33,8% - 46,9%), sin embargo la clase diamétrica 85 cm muestra una diferencia sustancial respecto al resto, con un rendimiento de 13,3%, esto debido a los serios problemas sanitarios que se presentan (Cuadro 4).

Cuadro 4. Volumen bruto aserrable, volumen de madera aserrada y rendimiento (promedio y desviación estándar), por clase diamétrica de los árboles.

Clase DAP (cm)	Volumen bruto aserrable (m ³ /ha)	Volumen de madera aserrada (m ³ /ha)	Rendimiento (%)	
			Promedio	Desviación estándar
35	13,65	4,92	36,1	11,3
45	33,13	11,75	35,4	16,2
55	28,18	9,52	33,8	13,1
65	15,95	7,30	45,8	17,1
75	5,88	2,75	46,9	11,4
85	5,33	0,70	13,3	6,6
Total	102,12	36,94	36,2	15,1

El volumen que ingresó al aserradero según fase de desarrollo de los árboles, es de 81,6 m³/ha en envejecimiento, que corresponde al 80% del volumen bruto aserrable y 20,5 m³/ha en desmoronamiento. Esta proporción se mantiene si se considera el volumen de madera aserrada que se obtiene. (Cuadro 5). Finalmente si se considera la distribución del volumen bruto y madera aserrada por fase

de desarrollo, los árboles en fase de envejecimiento exhiben una tendencia creciente en el rendimiento y los individuos en desmoronamiento presentan una tendencia decreciente. El rendimiento total por fase es similar, sin embargo la variabilidad es alta para los árboles en fase de desmoronamiento.

Cuadro 5: Volumen bruto aserrable, madera aserrada y rendimiento (promedio y desviación estándar), por clase diamétrica y según fase de desarrollo de los árboles.

Clase DAP (cm)	Envejecimiento				Desmoronamiento			
	Volumen bruto (m ³ /ha)	Madera Aserrada (m ³ /ha)	Rendimiento (%)		Volumen bruto (m ³ /ha)	Madera Aserrada (m ³ /ha)	Rendimiento (%)	
			promedio	desviación estándar			promedio	desviación estándar
35	13,66	4,92	36,0	11,3				
45	30,22	10,51	34,8	16,0	2,89	1,23	42,6	23,5
55	28,19	9,52	33,8	13,1				
65	5,92	2,79	47,2	13,8	10,03	4,50	44,9	18,2
75	3,62	1,98	54,7	8,8	2,25	0,77	34,3	7,7
85					5,33	0,70	13,3	6,6

Rendimiento de las trozas aserrables

En este punto, los resultados se presentan agrupando las trozas por: a) diámetro, b) posición en el fuste y c) características sanitarias.

a) Distribución diamétrica del volumen bruto aserrable de las trozas.

El rendimiento de una troza depende básicamente de su diámetro menor, sanidad y rectitud. Este último aspecto no se considerará, ya que las trozas no presentan problema de forma. En trozas sin problemas sanitarios y de largos similares, el rendimiento se incrementa a medida que su diámetro es mayor. (Fresard, 1977; Kuncar, 1978).

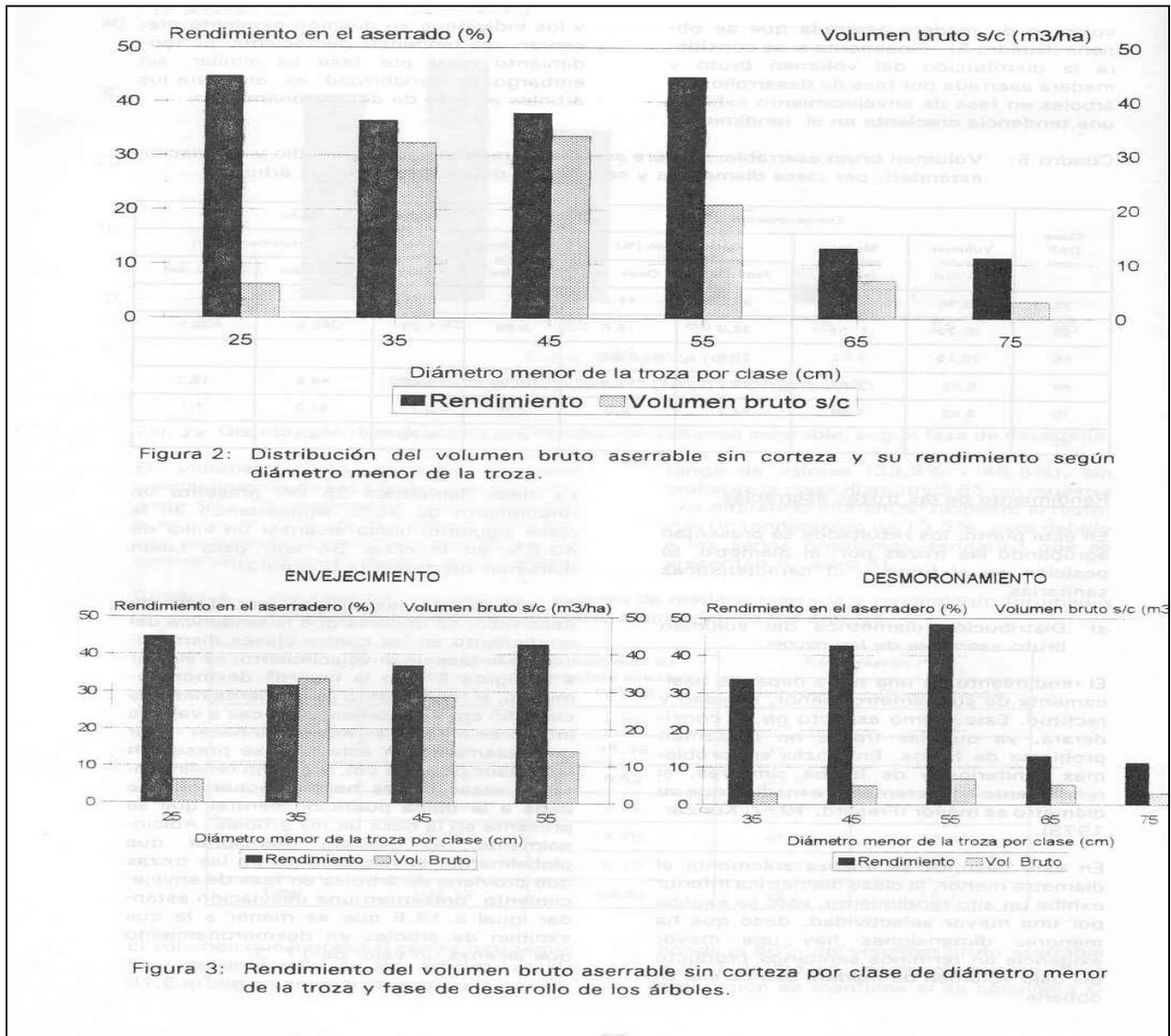
En este caso, si se analiza solamente el diámetro menor, la clase diamétrica inferior exhibe un alto rendimiento, esto se explica

La clase diamétrica 35 cm presenta un rendimiento de 36%, aumentando en la clase siguiente hasta alcanzar un valor de 43.8% en la clase 55 cm, para luego disminuir fuertemente (Figura 2).

Al estratificar las trozas por fase de desarrollo, se observa que la tendencia del rendimiento en las cuatro clases diamétricas de la fase de envejecimiento, es similar a la Figura 2. En la fase de desmoronamiento, el rendimiento es creciente hasta la clase 55 cm y posteriormente cae a valores inferiores a 15%, es necesario hacer notar que solamente en esta fase se presentan las clases 65 y 75 cm, y el bajo rendimiento de estas clases hace suponer que se debe a la típica pudrición central que se presenta en la base de los árboles. Adicionalmente, es preciso mencionar que globalmente, el rendimiento de las trozas que proviene de arboles en fase de envejecimiento presentan una desviación estándar igual a

por una mayor selectividad, dado que ha menores dimensiones hay una mayor exigencia en términos sanitarios producto del bajo volumen de madera que de ella se obtiene.

13,8 que es menor a la que exhiben de árboles en desmoronamiento que alcanza un valor de 17,3.



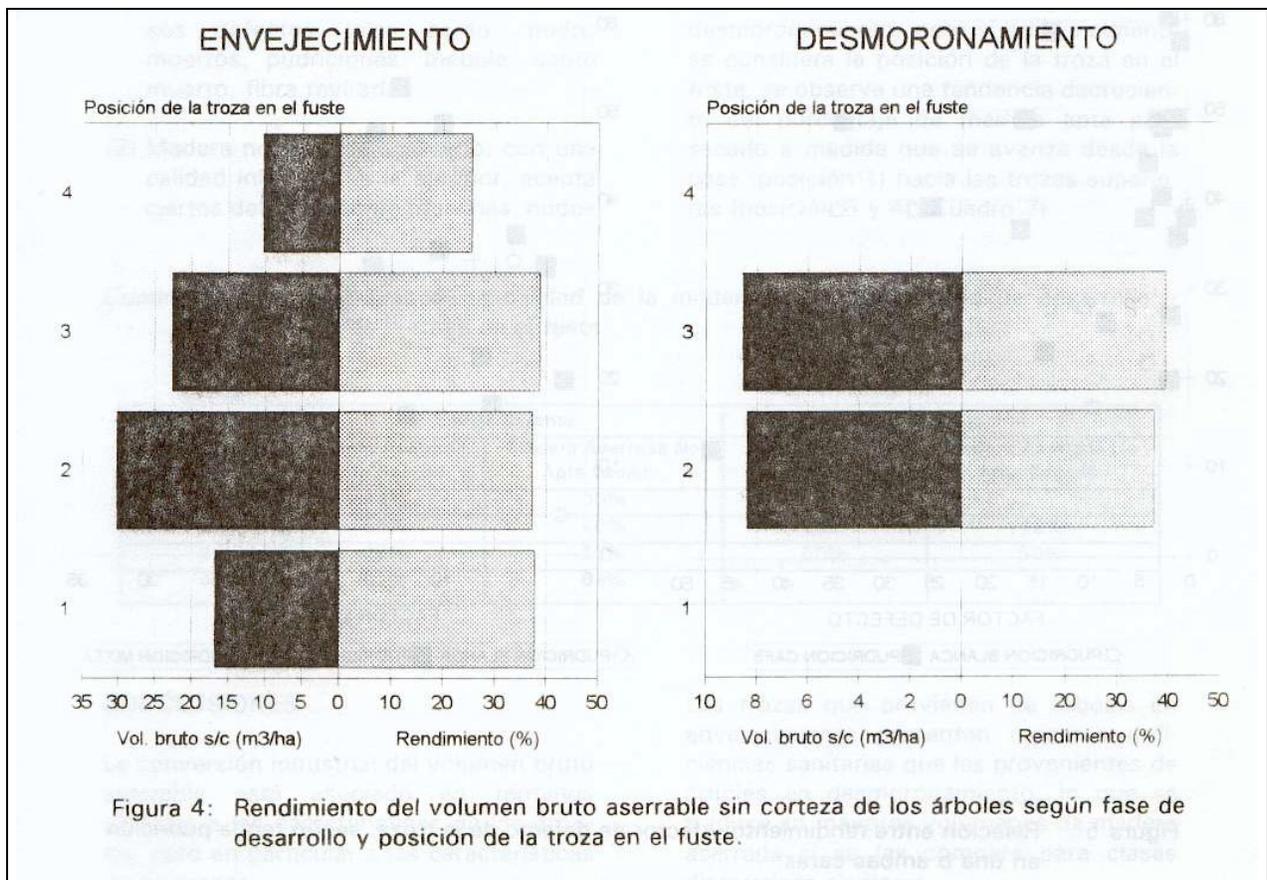
b) Posición de la troza en el fuste.

En un esquema ideal, con árboles manejados y donde los problemas sanitarios sean mínimos, la posición de las trozas en el fuste, presentaría rendimientos y diámetros decrecientes hacia las trozas superiores. En bosques naturales sin manejo, esta relación de rendimiento con la posición que ocupa la troza en el fuste no es directa. Es frecuente encontrar árboles con pudrición central en la base del árbol (Troza en posición 1) y a continuación trozas con menos defectos.

El rendimiento de las trozas provenientes de árboles en envejecimiento es prácticamente igual en las tres primeras posiciones y decrece notablemente en la posición extrema, como se mencionó anteriormente. Sin embargo las trozas basales (posición 1) presentan un bajo volumen bruto por hectárea, un 45% menos que las trozas en la posición superior a ella, esto señala

que los problemas de pudrición central ya se presentan marcadamente en esta fase, adicionalmente el rendimiento no es mayor al de las trozas que se encuentran en posiciones superiores (posiciones 2 y 3), producto de los problemas sanitarios (Figura 4).

En la fase de desmoronamiento, los valores de rendimientos son equivalentes a los que se presentan en la fase de envejecimiento, para una misma posición de la troza, eso sí los volúmenes involucrados son marcadamente menores. Existen escasas trozas basales, esto se explica por un mayor desarrollo de los problemas sanitarios que se observaron en la fase de envejecimiento. Las trozas de posiciones superiores (4, 5 y 6) presentan a su vez dos problemas que las descalifican, pequeñas dimensiones y exhiben problemas sanitarios, en forma particular pudrición blanca (Figura 4).



c) Características sanitarias de las trozas

Al efectuar un balance global del aspecto sanitario de las trozas, se ratifica la percepción que se obtuvo en terreno, donde aquellas que provienen de árboles en fase de desmoronamiento presentan comúnmente problemas sanitarios, siendo la pudrición café la que domina sobre el resto (Cuadro 6).

Generalmente los trozadores y posteriormente los estroberos califican la troza en base a múltiples criterios, uno de ellos es la visión externa de las caras de la troza.

Entre el tamaño relativo del defecto cuantificado a través del factor de defecto (área de defecto/área de la cara) y el rendimiento, se aprecia una relación inversa entre el tamaño del defecto y el rendimiento, pero si se emplea como único indicador de la calidad, causa errores que producen una reducción del rendimiento en madera aserrada (Figura 5). La alta variabilidad de rendimientos que hay para un pequeño rango del valor del factor de defecto se puede explicar porque, la pudrición presente en una cara de la troza tiene una distribución errática en el interior de ésta.

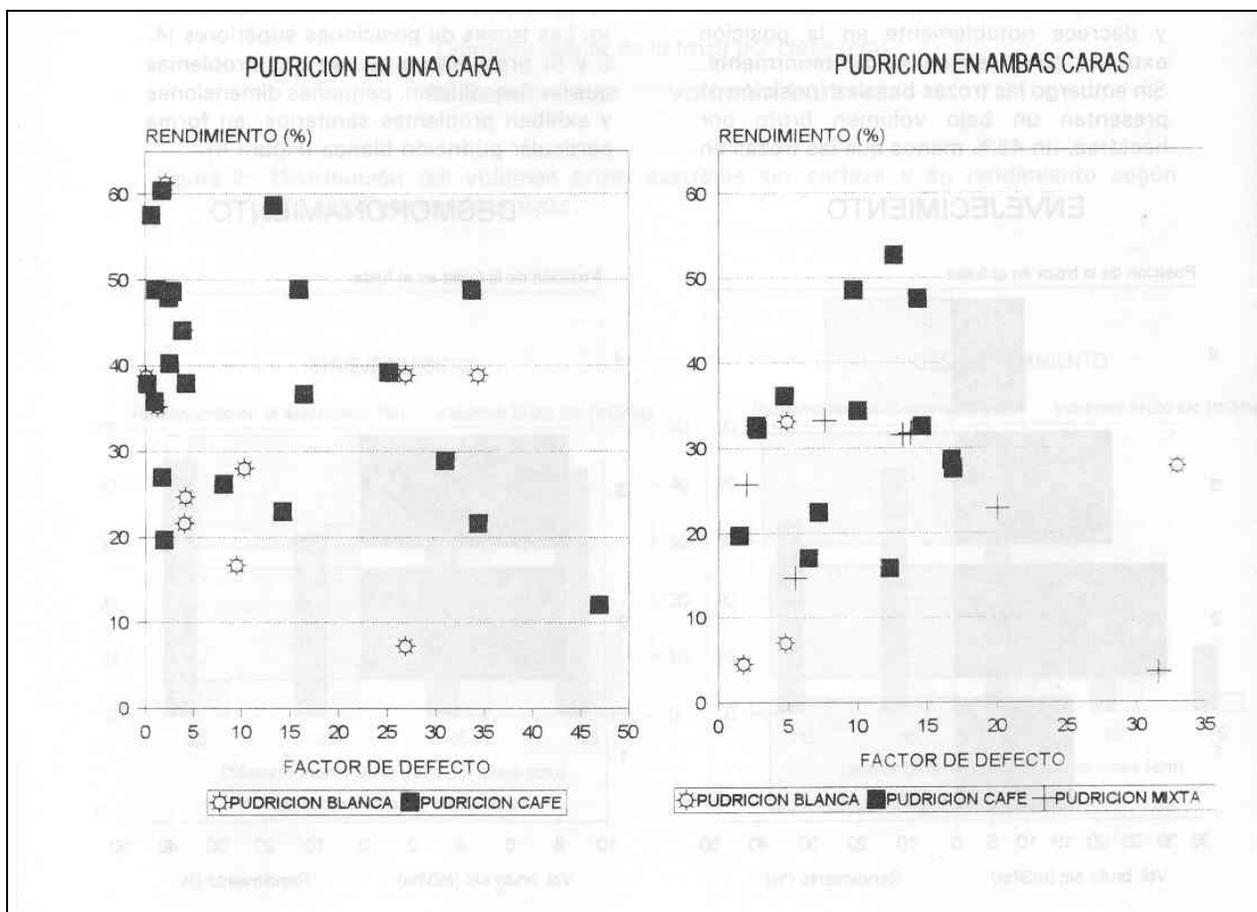


Figura 5: Relación entre rendimiento y factor de defecto de la troza, según tenga pudrición en una o ambas caras

Cuadro 6: Características sanitarias de las trozas aserrables, por fase de desarrollo y total.

Sanidad de las trozas	Porcentaje de trozas		
	Envejecimiento	Desmoronamiento	Total
Sin pudrición en ambas caras	42	29	40
Pudrición blanca en alguna de sus caras	14	14	14
Pudrición café en alguna de sus caras	37	36	37
Pudrición blanca y/o café en ambas caras	7	21	9

<p><u>Calidad de la madera</u></p> <p>La falta de una norma de calidad estándar en madera aserrada de lenga, hacen difícil comparar la información obtenida de distintas empresas, ya que es común que cada una de ellas tenga una norma propia.</p> <p>En Forestal Russfin, se distinguen 2 categorías;</p> <p>(1) Madera apta para secado, que corresponde a la de mejor calidad con escasos defectos tales como: nudos muertos, pudriciones, médula, canto muerto, fibra revirada.</p> <p>(2) Madera no apta para secado, con una calidad inferior que la anterior, acepta ciertos defectos como manchas, nudos</p>	<p>vivos de pequeña dimensión que no comprometan las propiedades mecánicas de la pieza y medidas no comercializables en el extranjero y cuyo destino es el mercado local.</p> <p>Los volúmenes o rendimientos en aserradero incluyen ambas calidades. La madera apta para secado tiene una participación de 23,47 m³/ha que equivale al 64% del total. Analizada por fase de desarrollo de los árboles, este porcentaje es similar, siendo de 63% en envejecimiento y 66% en desmoronamiento, pero si adicionalmente se considera la posición de la troza en el fuste, se observa una tendencia decreciente del porcentaje de madera apta para secado a medida que se avanza desde la base (posición 1) hacia las trozas superiores (posición 3 y 4) (Cuadro 7).</p>
--	---

Cuadro 7: Características de la calidad de la madera aserrada por fase de desarrollo y posición de la troza en el fuste.

Posición de la Troza en el Fuste	Envejecimiento		Desmoronamiento	
	Madera Aserrada Apta Secado	Madera Aserrada No Apta Secado	Madera Aserrada Apta Secado	Madera Aserrada No Apta Secado
1	70%	30%		
2	60%	40%	58%	42%
3	65%	35%	50%	50%
4	52%	48%		

CONCLUSIONES

La conversión industrial del volumen bruto aserrable está asociado en términos globales a las características de los árboles, pero en particular a las características de las trozas.

Las trozas que provienen de árboles en envejecimiento presentan menores deficiencias sanitarias que las provenientes de árboles en desmoronamiento, lo que se traduce en mayores volúmenes de madera aserrada si se las compara para clases diamétricas similares.

La calidad de la troza aumenta en la medida que proviene de la sección superior del árbol. Los peores volúmenes

de madera aserrada asociados a la posición de la troza en el fuste, se obtuvieron a nivel de las trozas basales, donde se origina la pudrición central.

La dimensión del defecto visible, retratado como el factor de defecto, si se usa como único indicador de la calidad de la troza induce a cometer errores que se ven reflejados en una baja del rendimiento de madera aserrada.

Las trozas con defecto en una cara tienen globalmente un mejor rendimiento que las que presentan defecto en ambas caras.

Conjugando las características de las trozas anteriormente descritas, es posible mejorar los rendimientos en aserrado, logrando un mayor beneficio en la corta de protección.

LITERATURA CITADA

- Ampuero, T. 1995. Rendimiento de la lenga (*Nothofagus pumilio*) en el aserrado y su relación con las características silvícolas de los árboles. Memoria Ingeniería Forestal. Universidad de Chile, Escuela de Ciencias Forestales. Santiago. 55 p.
- Ferrando, M: 1994. Estructura y rendimiento volumétrico bajo corta de protección de un bosque de lenga en Aysén, XI Región. Memoria Ingeniería Forestal. Universidad de Chile, Escuela de Ciencias Forestales. Santiago. 53 p.
- Fresard, G. 1977. Rendimiento comparativo de tres modalidades de aserrado en Pino. Tesis Ingeniería Forestal. Universidad de Chile. 76 p.
- Garib, I. 1996. Rendimientos volumétricos en bosque de lenga (*Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl.) Krasser) sometidos a cortas de protección. Provincia de Tierra del Fuego, XII Región. Memoria Ingeniería Forestal. Universidad de Chile, Escuela de Ciencias Forestales. Santiago. 65 p.
- Husch, B; Miller, C; Beers, T. 1993. Forest Mensuration. Krieger Publishing Company. Malabar, Florida. 402 p.
- Kuncar, N. 1978. Aprovechamiento de trozas y evaluación de la calidad dimensional del producto en procesos de aserrado de Pino. Tesis Ingeniería Forestal. Universidad de Chile. 89 p.

- Lanier, L. 1986. Précis de sylviculture. Ecole Nat. Génie Rural et Eaux et For., Nancy. 468 p.
- Schmidt, H. y Urzua, A. 1982. Transformación y manejo de los bosques de lenga de Magallanes. Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Ciencias Agrícolas 11. 62 p.
- Schmidt, H., Caldentey, J. y Gaertig T. P. 1992. Análisis silvicultural de los ensayos. XII Región. Informe Lenga 1992. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Corporación Nacional Forestal XII Región. 37 p.
- Schmidt, H., Caldentey, J. y Donoso, S. 1994. Programa de investigación sobre el manejo de la lenga. Primer informe 1994. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. CORMA Austral - XII Región. 38 p.