

**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**  
**Departamento Silvicultura**

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE TROZOS PROVENIENTES DE LA  
SECCIÓN NO PODADA DEL FUSTE DE Pinus radiata D. DON**



**CLAUDIO ANDRÉS SALAS GARCÍA DE VINUESA**

**MEMORIA DE TÍTULO PRESENTADA  
A LA FACULTAD DE CIENCIAS  
FORESTALES DE LA UNIVERSIDAD  
DE CONCEPCIÓN PARA OPTAR AL  
TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL**

**CONCEPCIÓN - CHILE**

**1996**

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE TROZOS PROVENIENTES DE LA  
SECCIÓN NO PODADA DEL FUSTE DE Pinus radiata D. DON**

**Profesor Asesor**



-----  
**Miguel Espinosa Bancalari**  
**Profesor Asociado**  
**Ingeniero Forestal, Ph.D.**

**Profesor Asesor**



-----  
**Jorge Cancino Cancino**  
**Profesor Asistente**  
**Ingeniero Forestal, M.Sc.**

**Director Departamento  
Silvicultura**



-----  
**Miguel Espinosa Bancalari**  
**Profesor Asociado**  
**Ingeniero Forestal, Ph.D.**

**Decano Facultad de Ciencias  
Forestales**



-----  
**Jaime García Sandoval**  
**Profesor Asociado**  
**Ingeniero Forestal**

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis profesores asesores, don Miguel Espinosa B. y Jorge Cancino C., quienes me orientaron, constantemente para lograr esta meta.

Además, doy la gracias a Forestal Mininco S.A., en especial, a don Fernando Dunn B., Sergio Guzmán R. y Jean Pierre Lasserre S. por sus valiosos consejos en las distintas etapas de este estudio.

Un sincero agradecimiento a mis amigos Gonzalo Carrasco A. y Javier Campano A., por su incondicional apoyo y ayuda en los momentos difíciles que debí enfrentar, para culminar esta etapa de mi formación profesional.



**DEDICATORIA**



*A mis Padres*

*A Paula*

## ÍNDICE DE MATERIAS

<b>CAPÍTULOS</b>		<b>PÁGINA</b>
I.	INTRODUCCIÓN.....	9
II.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
	2.1 Descripción de los rodales en estudio .....	11
	2.2 Selección de los árboles.....	13
	2.3 Variables medidas .....	13
	2.3.1 Índice de internudo .....	14
	2.3.2 Índice de rama.....	14
	2.3.3 Diámetro menor.....	15
	2.3.4 Clase de curvatura.....	15
	2.4 Clasificación de trozos no podados según su calidad.....	16
	2.5 Análisis de datos .....	18
III.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
	3.1 Evaluación de la calidad de trozos no podados.....	19
	3.2 Índice de internudo.....	22
	3.3 Índice de rama.....	24
	3.4 Diámetro menor.....	26
	3.5 Clase de curvatura.....	27
IV.	CONCLUSIONES.....	29
V.	RESUMEN.....	30
	SUMMARY.....	32

**CAPÍTULOS**

**PÁGINA**

VI. BIBLIOGRAFÍA.....34



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA N°</b>		<b>PÁGINA</b>
1	Ubicación de los predios muestreados.....	11
2	Características de los predios muestreados.....	12
3	Curvatura máxima aceptable por clase de curvatura.....	16
4	Especificaciones para la clasificación de trozos no podados, según su calidad.....	17
5	Frecuencia y participación porcentual del grado de calidad del primer trozo.....	19
6	Frecuencia y participación porcentual del grado de calidad del segundo trozo.....	20
7	Frecuencia y participación porcentual del grado de calidad por clase de edad del primer trozo.....	21
8	Frecuencia y participación porcentual del grado de calidad por clase de edad del segundo trozo.....	22
9	Valores promedio de índice de internudo, según clase de edad, para el primer y segundo trozo.....	23
10	Valores promedio de índice de rama, según clase de edad, para el primer y segundo trozo.....	25
11	Valores promedio de diámetro menor, según clase de edad, para el primer y segundo trozo.....	26
12	Clase de curvatura, según clase de edad, para el primer y segundo trozo.....	27

**ÍNDICE DE FIGURAS**

<b>FIGURA N°</b>		<b>PÁGINA</b>
1	Sección del fuste evaluada.....	13
2	Representación esquemática para la obtención del índice de rama.....	15
3	Diámetro menor.....	15
4	Curvatura del trozo.....	16
5	Distribución porcentual del grado de calidad obtenido para el primer y segundo trozo.....	20
6	Índice de internudo promedio según clase de edad, para el primer y segundo trozo .....	23
7	Índice de rama promedio (cm) según clase de edad, para el primer y segundo trozo .....	25
8	Diámetro menor promedio (cm) según clase de edad, para el primer y segundo trozo .....	27

## I. INTRODUCCIÓN.

En Chile, el manejo de plantaciones forestales de Pinus radiata D. Don ha alcanzado un alto grado de desarrollo. Por medio de él, se ha creado un recurso maderero tendiente a satisfacer las demandas del mercado nacional y competir con éxito en más de 45 países en todo el mundo (Guzmán, 1995<sup>1</sup>).

Densidades iniciales bajas, podas tempranas y fuertes raleos constituyen una estrategia silvícola para la obtención de materia prima de alta calidad, destinada a la elaboración de madera aserrada, entre otros usos. La calidad de la materia prima se ve afectada, además, por variables genéticas, selección de sitio y edad de rotación (Cown, 1992).

Durante los últimos años, se ha evaluado la sección no podada del fuste, en estudios de rendimiento de madera aserrada libre de nudos. Esto es razonable si se considera que el 60% del valor del árbol lo tiene el primer trozo de 5.5 m. Según Sutton (1985), por razones de calidad, se destina las secciones superiores del fuste a material pulpable (elemento de más bajo precio) lo que sigue siendo rentable, aunque no es la mejor alternativa.

La calidad de los trozos depende de su tamaño (diámetro y largo), forma (rectitud y conicidad) y de otras características internas y externas que puedan influir en la determinación de su uso final (Kininmonth y Whiteside, 1991).

El destino final más adecuado de los trozos (pulpa, madera aserrada, chapas u otro) obtenidos de la sección no podada del fuste, depende de la calidad que éstos posean, la

---

<sup>1</sup> Sergio Guzmán R. Ingeniero forestal. Jefe departamento Manejo Silvícola. Forestal Mininco S.A. Comunicación personal. 1995.

que se ve afectada por el tamaño (diámetro y largo del trozo) y la distribución, número y tamaño de las ramas (Cown, 1992).

La calidad de los trozos es un elemento determinante de la potencialidad de uso para elaborar productos forestales. Por esta razón, se realizó un estudio para determinar la calidad de los trozos no podados<sup>2</sup>, en rodales de pino radiata de Forestal Mininco S.A., basándose en las normas de calidad establecidas por el Instituto de Investigación Forestal de Nueva Zelandia y se analizó el efecto de la edad de los trozos en las variables que inciden en su calidad.



---

<sup>2</sup> Trozo no podado, en adelante, se refiere a la sección no podada del árbol podado.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS.

### 2.1 Descripción de los rodales en estudio.

Se recopiló información en 20 predios, muestreando al menos un rodal por predio (26 rodales en total). El criterio de selección de los rodales fue establecido por la empresa propietaria. Los predios en estudio se ubican en la VIII y IX región del país, entre los 36°53' S y 37°58' S (Tabla 1).

**TABLA 1. UBICACIÓN DE LOS PREDIOS MUESTREADOS.**

<b>Predio</b>	<b>N° de rodales muestreados</b>	<b>Ubicación / Latitud</b>
Loma Colorada	2	camino Concepción-Coronel, km 10 / 36°53' S
Pinares	3	camino Concepción- Sta. Juana, km 4 / 36°54' S
Santa Marta	1	20 km al sureste de Hualqui / 37°05' S
Santa Cruz II	1	30 km al sureste de Hualqui / 37°06' S
Mardoñal	1	1 km al sur de Talcamávida / 37°09' S
San Ignacio y otros	1	camino ruta 5 sur-Laja, km 20 / 37°12' S
Maquehue	1	5 km al este del Salto del Laja / 37°13' S
Brasil	2	75 km al oeste de Los Angeles / 37°22' S
Lo Alfredo	1	10 km al este de Santa Fe / 37°24' S
Santa Edelmira	1	25 km al este de Los Angeles / 37°26' S
Dimilhue B	2	50 km al este de Los Angeles / 37°35' S
Los Alamos	1	colindante con el pueblo Los Alamos / 37°39' S
Campanario	1	3 km al norte de Mininco / 37°45' S
Mininco	1	2 km al sur de Mininco / 37°50' S
Pan Grande	1	15 km al norte de Collipulli / 37°53' S
La Puntilla	1	33 km al sureste de Mulchén / 37°53' S
Santa Ema	1	camino Mulchén-El Morro, 8 km al sur / 37°56'
Las Malvinas	1	37 km al sureste de Mulchén / 37°56' S
San Antonio	1	35 km al sureste de Mulchén / 37°57' S
Peñas Verdes	2	camino Mulchén-El Morro, km 4 al este / 37°58'

Los rodales muestreados tenían una densidad de plantación igual a 1250 plantas por hectárea, altura de poda final igual a 8 m y diversas oportunidades e intensidades de poda y raleo. Los antecedentes sobre edad, índice de sitio, Zonas de Crecimiento<sup>3</sup> y densidad final de los rodales, se muestran en la Tabla 2.

**TABLA 2. CARACTERÍSTICAS DE LOS PREDIOS MUESTREADOS.**

<b>Predio</b>	<b>Rodal</b>	<b>Edad (años)</b>	<b>Índice de sitio</b>	<b>Zona de Crecimiento</b>	<b>Densidad final (arb/ha)</b>
Loma Colorada	1	19	31	VI	252
	2	21	29	VI	300
Pinares	1	17	30	VI	250
	2	17	33	VI	279
	3	18	35	VI	304
Santa Marta	1	16	30	VII	260
Santa Cruz II	1	14	32	VII	300
Mardoñal	1	16	28	VII	197
San Ignacio y otros	1	18	25	V	215
Maquehue	1	13	30	V	300
Brasil	1	16	26	V	278
	2	16	30	V	303
Lo Alfredo	1	19	31	V	236
Santa Edelmira	1	16	35	IV	275
Dimilhue B	1	19	30	IV	257
	2	18	34	IV	325
Los Alamos	1	20	28	VI	231
Campanario	1	16	28	VII	212
Mininco	1	16	28	VII	350
Pan Grande	1	12	27	VII	320
La Puntilla	1	15	29	IV	327
Santa Ema	1	17	29	IV	258
Las Malvinas	1	14	32	IV	350
San Antonio	1	12	34	IV	300
Peñas Verdes	1	20	29	IV	236
	2	17	31	IV	350

<sup>3</sup> Zonas de Crecimiento son las establecidas por el “Modelo Nacional de Simulación de Pino radiata”

## 2.2 Selección de los árboles.

El criterio de selección de los árboles fue diseñado por la empresa. Se generaron tres clases diamétricas (inferior, media y superior) de amplitud 4 cm, por rodal. La marca de clase, de la clase diamétrica media, correspondió al diámetro cuadrático medio del rodal. Las dos marcas de clase restantes (inferior y superior), se obtuvieron sumando y restando 4 cm al diámetro cuadrático medio del rodal.

En terreno, se seleccionaron 10 árboles por rodal: 2 árboles cuyo diámetro a la altura del pecho (DAP) correspondiera a la clase diamétrica inferior; 4, a la clase media y 4, a la superior.

## 2.3 VARIABLES MEDIDAS.

Se evaluó los primeros 8 m del fuste, medidos desde la base de la copa; esta sección se dividió, a su vez, en dos trozos de 4 m cada uno (Figura 1).

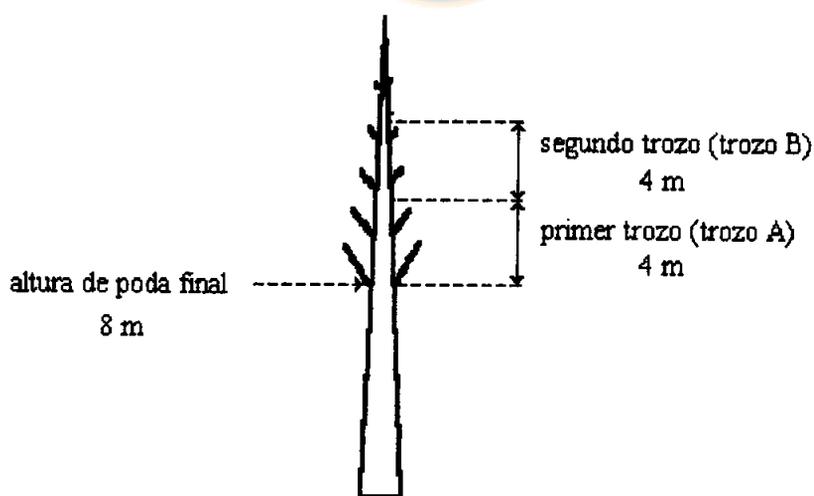


FIGURA 1. Sección del fuste evaluada.

En cada trozo, se determinó el índice de internudo (II), el índice de rama (IR), la clase de curvatura y se midió el diámetro menor (D).

De esta manera, se obtuvieron 520 trozos (26 rodales x 10 árboles por rodal x 2 trozos por árbol). Sin embargo, debido a problemas en las canchas de acopio donde se midieron los trozos, sólo fue posible evaluar 430 trozos (226 trozos A + 204 trozos B).

### 2.3.1 Índice de internudo.

El índice de internudo se define como el cociente entre la sumatoria de la longitud de internudos mayores o iguales a 0.6 m y el largo total del trozo (Whiteside y Manley, 1987; Carson, 1988; Cown, 1992) (ecuación 1).

$$II = \sum_{i=1}^m L_i / K$$

(ec. 1)

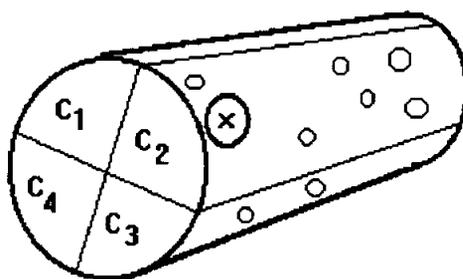


donde:

- II : índice de internudo
- $L_i$  : longitud del i-ésimo internudo
- m : n° de internudos de longitud mayor o igual a 0.6m
- K : 4 m (largo del trozo)

### 2.3.2 Índice de rama.

El índice de rama se define como el diámetro promedio (en cm) de las cuatro ramas más gruesas (una de cada cuadrante), de un trozo de largo dado (Figura 2) (Inglis y Cleland, 1982).



$c_n$ : cuadrante  $n$        $n = 1...4$

**FIGURA 2.** Representación esquemática para la obtención del índice de rama.

### 2.3.3 Diámetro menor.

El diámetro menor se obtuvo midiendo el diámetro (en mm) del extremo superior del trozo.



**FIGURA 3.** Diámetro menor.

### 2.3.4 Clase de curvatura.

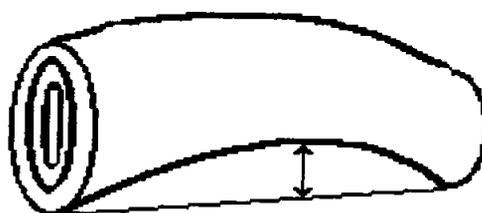
Para conocer la clase de curvatura (Tabla 3) (Whiteside y Manley, 1987) fue necesario determinar el diámetro menor (D) y el largo del trozo.

**TABLA 3. CURVATURA MÁXIMA ACEPTABLE POR CLASE DE CURVATURA.**

Clase de curvatura	Largo del trozo (m)		
	< 3.7	3.7 - 6.1	>6.1
1	D/8	D/4	D/2
2	D	2D	4D

D: diámetro menor del trozo, en mm.

En este estudio, el largo del trozo fue de 4 m, por lo tanto, el largo utilizado fue entre 3.7 y 6.1 m. Así, la curvatura máxima aceptable para cada clase de curvatura es D/4 para la clase 1 y 2D, para la clase 2, siendo D el diámetro menor del trozo. Luego, un trozo de largo igual a 4 m y diámetro menor igual a D tiene una clase de curvatura 1 si su curvatura es menor o igual a D/4. El mismo trozo tendrá clase de curvatura 2, cuando su curvatura se encuentre entre D/4 y 2D. La curvatura del trozo se definió como la distancia máxima (mm) entre la superficie del trozo y la línea recta que une sus extremos (Figura 4).



**FIGURA 4. Curvatura del trozo.**

#### **2.4 Clasificación de trozos no podados según su calidad.**

El primer y segundo trozo fueron clasificados según su calidad, en base a las especificaciones establecidas por el Instituto de Investigación Forestal de Nueva Zelanda

(Tabla 4). Los grados de calidad “S” y “L” tienen relación con el diámetro de las ramas; “S” (del inglés *small*, pequeño) significa que la rama como máximo tiene 6 cm de diámetro, en tanto que “L” (del inglés *large*, grande) significa que la rama tiene un diámetro entre 6 y 14 cm. Los trozos que tienen diámetro de rama mayor a 14 cm son clasificados como “R” (del inglés *reject*, rechazo). El número que acompaña a estos índices varía de acuerdo al diámetro menor que tenga el trozo. El grado de calidad “I” significa que, en la clasificación, se considera el valor del índice de internudo del trozo, cuando éste es mayor o igual a 0.6 (Whiteside y Manley, 1987). Los grados de calidad están directamente relacionados con el precio de comercialización de los trozos. La Tabla 4 presenta los grados de calidad ordenados de mayor a menor; la clasificación “S1” tiene asociado el mayor valor de comercialización; lo contrario ocurre con “R”.

**TABLA 4. ESPECIFICACIONES PARA LA CLASIFICACIÓN DE TROZOS NO PODADOS, SEGÚN SU CALIDAD.**

Grado de calidad	Diámetro menor (mm)	Índice de rama (cm)	Índice de internudo	Clase de curvatura
S1	> 400	6	na	1
S2	300 - 399	6	na	1
S3	200 - 299	6	na	1
S4	150 - 199	6	na	1
L1	> 400	14	na	1
L2	300 - 399	14	na	1
L3	200 - 299	14	na	1
L4	150 - 199	14	na	1
I	> 300	14	$\geq 0.6$	1
R	> 100	na	na	2

na : no aplicable.

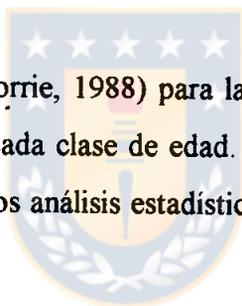
Fuente : Whiteside y Manley (1987).

Para determinar el efecto de la edad del árbol sobre las variables medidas, se generaron cinco clases de edad, las que quedaron definidas por los siguientes rangos: entre 12 y 13, 14 y 15, 16 y 17, 18 y 19 y, la última clase, entre 20 y 21 años.

## **2.5 Análisis de datos.**

Se realizó un análisis de varianza, para un diseño completamente aleatorio, con el objeto de determinar si existían diferencias significativas entre las cinco clases de edad consideradas en este estudio. Cuando hubo diferencias significativas entre clases de edad, se realizó el test de Duncan para diferenciación de medias. Este análisis se hizo en forma separada, para el primer y segundo trozo.

Se realizó una prueba F (Steel y Torrie, 1988) para la comparación de medias entre el primer y segundo trozo, dentro de cada clase de edad. Los análisis se realizaron con un nivel de confianza del 95%. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa computacional SAS.



### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

#### 3.1 Evaluación de la calidad de trozos no podados.

La Tabla 5 muestra el porcentaje de trozos según los grados de calidad obtenidos para el primer trozo. La mayoría de los trozos alcanzaron una clasificación “S”, especialmente S3 y S4 (71.3%). Los trozos clasificados bajo el grado de calidad “S” presentan como máximo un índice de rama de 6 cm. Un 18.5% de los trozos evaluados quedó sin clasificación, debido al bajo valor del diámetro menor.

**TABLA 5. FRECUENCIA Y PARTICIPACIÓN PORCENTUAL DEL GRADO DE CALIDAD DEL PRIMER TROZO.**

<b>Grado de Calidad</b>	<b>Frecuencia (N°)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
S1	0	0
S2	8	3.5
S3	89	39.4
S4	72	31.9
L1	0	0
L2	2	0.9
L3	11	4.9
L4	0	0
I	2	0.9
R	0	0
S/C	42	18.5
<b>Total</b>	<b>226</b>	<b>100</b>

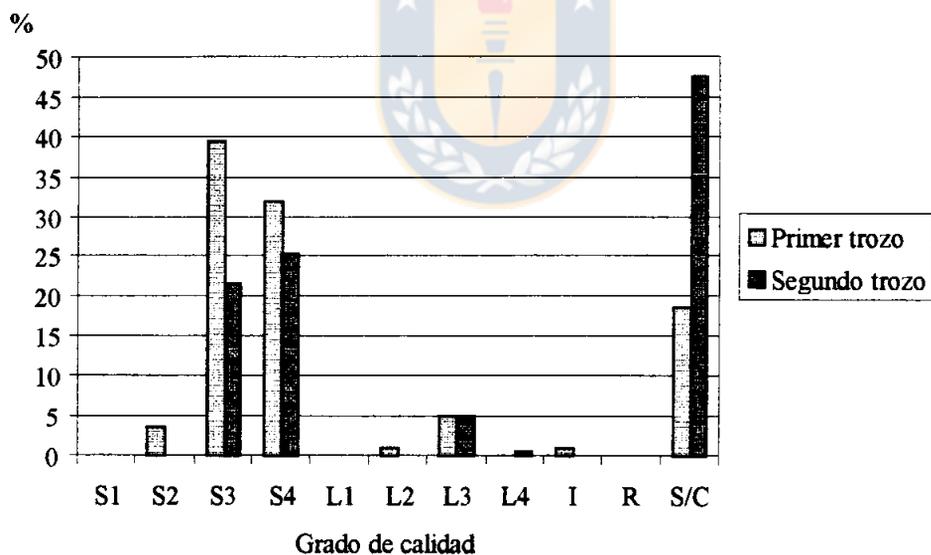
S/C: sin clasificación

El segundo trozo presentó una tendencia similar a la del primero (Tabla 6). Sin embargo, en el segundo trozo, el porcentaje sin clasificar aumentó a 47.5%, lo que no implica que estos trozos sean de inferior calidad, sino que poseen un diámetro menor inferior a 15 cm, por efecto de la conicidad del fuste y de una baja edad (Tablas 7 y 8). La figura 5 muestra la tendencia señalada en las tablas 5 y 6.

**TABLA 6.** FRECUENCIA Y PARTICIPACIÓN PORCENTUAL DEL GRADO DE CALIDAD DEL SEGUNDO TROZO.

Grado de Calidad	Frecuencia (N°)	Porcentaje (%)
S1	0	0
S2	0	0
S3	44	21.6
S4	52	25.5
L1	0	0
L2	0	0
L3	10	4.9
L4	1	0.5
I	0	0
R	0	0
S/C	97	47.5
<b>Total</b>	<b>204</b>	<b>100</b>

S/C: sin clasificación



**FIGURA 5.** Distribución porcentual del grado de calidad obtenido para el primer y segundo trozo.

Considerando el primer y segundo trozo, se presentaron dos grandes grupos de clasificación: el grado de calidad "S" y el grupo sin clasificación (S/C).

A medida que aumenta la edad, disminuye el porcentaje de trozos sin clasificar y aumentan los trozos de calidad "S". Para el primer trozo, en la clase de edad 20 - 21 años, no se obtuvo trozos "S/C" y un 82.1% clasificó como "S" (Tabla 7). En el segundo trozo, dentro de la misma clase de edad, sólo un 3.4% quedó sin clasificar y un 86.2% clasificó en el grado "S" (Tabla 8). Los resultados obtenidos por el primer y segundo trozo en la última clase de edad (20 - 21 años), la cual es la más próxima a la edad de cosecha considerada en el país para pino radiata, indican que un alto porcentaje de los trozos evaluados tienen un grado de calidad elevado.

**TABLA 7. FRECUENCIA Y PARTICIPACIÓN PORCENTUAL DEL GRADO DE CALIDAD POR CLASE DE EDAD DEL PRIMER TROZO.**

Grado de calidad	Clase de edad (años)									
	12 - 13		14 - 15		16 - 17		18 - 19		20 - 21	
	n°	%	n°	%	n°	%	n°	%	n°	%
S1					1	1.1	4	7.1	3	10.7
S2					35	37.6	34	60.7	17	60.7
S3			3	13.0	45	48.4	7	12.5	3	10.7
S4	4	15.4	13	56.5						
L1										
L2									2	7.1
L3			1	4.3	2	2.2	5	8.9	3	10.7
L4										
I							2	3.6		
R										
S/C	22	84.6	6	26.1	10	10.8	4	7.1		
<b>Total</b>	<b>26</b>	<b>100</b>	<b>23</b>	<b>100</b>	<b>93</b>	<b>100</b>	<b>56</b>	<b>100</b>	<b>28</b>	<b>100</b>

S/C: sin clasificación

**TABLA 8. FRECUENCIA Y PARTICIPACIÓN PORCENTUAL DEL GRADO DE CALIDAD POR CLASE DE EDAD DEL SEGUNDO TROZO.**

Grado de calidad	Clase de edad (años)									
	12 - 13		14 - 15		16 - 17		18 - 19		20 - 21	
	n°	%	n°	%	n°	%	n°	%	n°	%
S1										
S2										
S3					11	12.4	16	32.7	17	58.6
S4			3	11.5	26	29.2	15	30.6	8	27.6
L1										
L2										
L3							7	14.3	3	10.3
L4					1	1.1				
I										
R										
S/C	11	100.0	23	88.5	51	57.3	11	22.4	1	3.4
<b>Total</b>	<b>11</b>	<b>100</b>	<b>26</b>	<b>100</b>	<b>89</b>	<b>100</b>	<b>49</b>	<b>100</b>	<b>29</b>	<b>100</b>

S/C: sin clasificación

### 3.2 Índice de internudo.

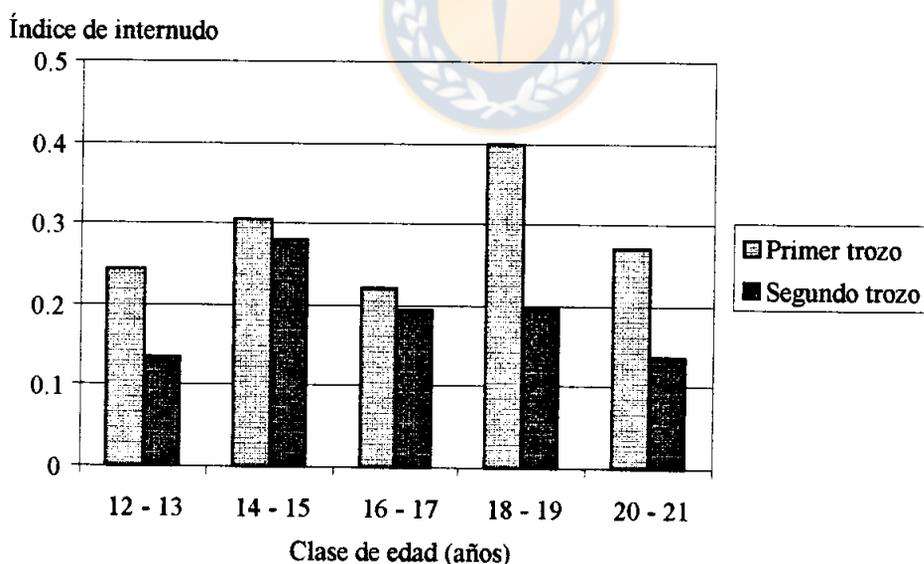
La Tabla 9 muestra el promedio del índice de internudo por clase de edad, para el primer y segundo trozo. Para el primer trozo, el índice de internudo alcanzó su valor máximo en la clase de edad 18 - 19 años, con 0.40 y el valor mínimo lo obtuvo en la clase de edad 16 -17 años, con 0.22. En el caso del segundo trozo, esta variable obtuvo su máximo valor en la clase de edad 14 - 15 años con 0.28 y el menor valor, 0.14, lo alcanzó en la clase inmediatamente anterior (12 - 13 años). La clase 18 - 19 años presentó diferencias significativas, en el primer trozo, con respecto a las clases 12 - 13, 16 - 17 y 20 - 21 años. El análisis de varianza del segundo trozo no detectó diferencias significativas entre las clases de edad. En todas las clases de edad, el índice de internudo del primer trozo fue mayor que el del segundo, siendo significativamente distintos, sólo en la clase 18 - 19 años.

**TABLA 9.** VALORES PROMEDIO DE ÍNDICE DE INTERNUDO, SEGÚN CLASE DE EDAD, PARA EL PRIMER Y SEGUNDO TROZO.

Clase de edad (años)	Índice de internudo	
	Primer trozo	Segundo trozo
12 - 13	a0.24b	a0.14a
14 - 15	a0.31ab	a0.28a
16 - 17	a0.22b	a0.19a
18 - 19	a0.40a	b0.20a
20 - 21	a0.27b	a0.14a

Diferentes letras indican diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ); en sentido vertical, se compara entre clases de edad usando la letra después del valor promedio; en sentido horizontal, se compara entre trozos usando la letra que precede al valor promedio.

En la Figura 6, se muestran los valores promedio de la variable índice de internudo, según clase de edad, para el primer y segundo trozo.



**FIGURA 6.** Índice de internudo promedio según clase de edad, para el primer y segundo trozo.

La inexistencia de relación entre el índice de internudo y la edad de los trozos podría deberse a que esta variable se encuentra bajo un estricto control genético, una vez que el árbol superó la etapa juvenil (1 - 4 años) (Lavery, 1986). Cown (1992) y Bannister (1969), citado por Shelbourne (1970), señalan que el número de verticilos en la sección anual del fuste y el largo de los internudos están bajo un severo control genético y ambiental.

### **3.3 Índice de rama.**

La Tabla 10 muestra los valores promedio de la variable índice de rama, del primer y segundo trozo, para las distintas clases de edad. En el primer trozo, el mayor índice de rama fue de 4.8 cm, logrado en la última clase de edad (20 - 21 años). El menor valor fue 3.8 cm, el cual se obtuvo en la primera y segunda clase de edad (12 - 13 y 14 - 15 años, respectivamente). Para el segundo trozo, el valor máximo de la variable medida fue 4.9 cm y también se obtuvo en la última clase de edad (20 - 21 años). Por su parte, el valor mínimo fue 3.6 cm, obtenido en la primera clase de edad (12 - 13 años).

En un estudio realizado en Nueva Zelanda (Producing random width lumber for the U.S. market, 1994), en el cual se evaluaron ocho trozos de pino radiata con edades entre 25 y 27 años, el menor índice de rama fue 5.3 cm. El resto de los trozos obtuvieron índices entre 6.0 y 9.5 cm. Los resultados obtenidos en este estudio, en relación a este índice, son más alentadores, ya que de los 430 trozos evaluados, el mayor índice de rama que se obtuvo fue 8.2 cm, a los 16 años. En el primer trozo, los valores promedio de índice de rama de las tres primeras clases de edad son menores, y significativamente diferentes, a los de las dos últimas clases. En el segundo trozo, también se presentan diferencias significativas entre todas las clases de edad. Según los resultados del análisis de varianza, no existen diferencias significativas entre los trozos, dentro de cada clase de edad, aunque el índice de rama del segundo trozo fue siempre mayor al del primero, excepto en las

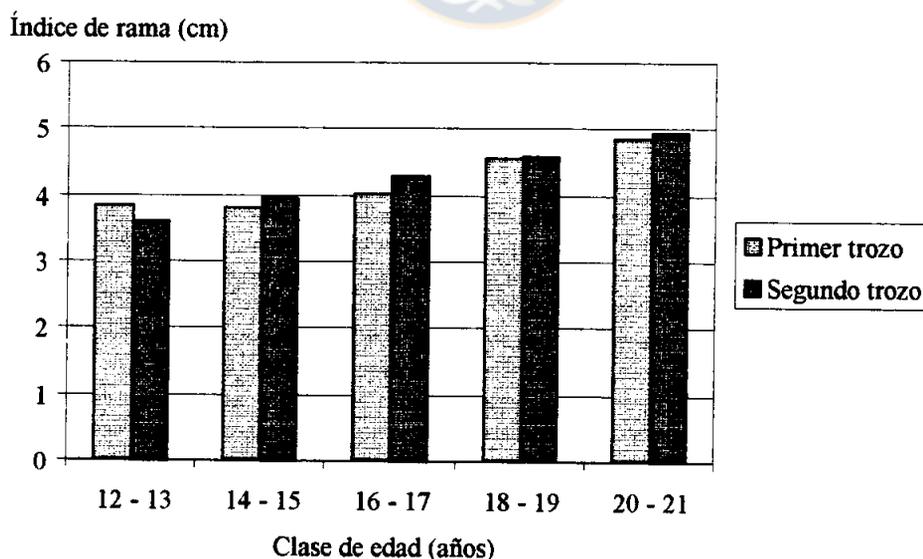
clases de edad 12 - 13 años, donde ocurrió lo contrario y 18 - 19, donde fueron iguales (Tabla 10).

**TABLA 10. VALORES PROMEDIO DE ÍNDICE DE RAMA, SEGÚN CLASE DE EDAD, PARA EL PRIMER Y SEGUNDO TROZO.**

Clase de edad (años)	Índice de rama (cm)	
	Primer trozo	Segundo trozo
12 - 13	a3.8a	a3.6a
14 - 15	a3.8a	a3.9ab
16 - 17	a4.0a	a4.3bc
18 - 19	a4.6b	a4.6cd
20 - 21	a4.8b	a4.9d

Diferentes letras indican diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ); en sentido vertical, se compara entre clases de edad usando la letra después del valor promedio; en sentido horizontal, se compara entre trozos usando la letra que precede al valor promedio.

La Figura 7 muestra los valores promedio del índice de rama, según clase de edad, para el primer y segundo trozo.



**FIGURA 7.** Índice de rama promedio (cm), según clase de edad, para el primer y segundo trozo.

Se aprecia una relación directa entre la edad del trozo y el índice de rama, ya que, para ambos trozos, esta variable es mayor a medida que aumenta la edad (Tabla 10, Figura 7).

### 3.4 Diámetro menor.

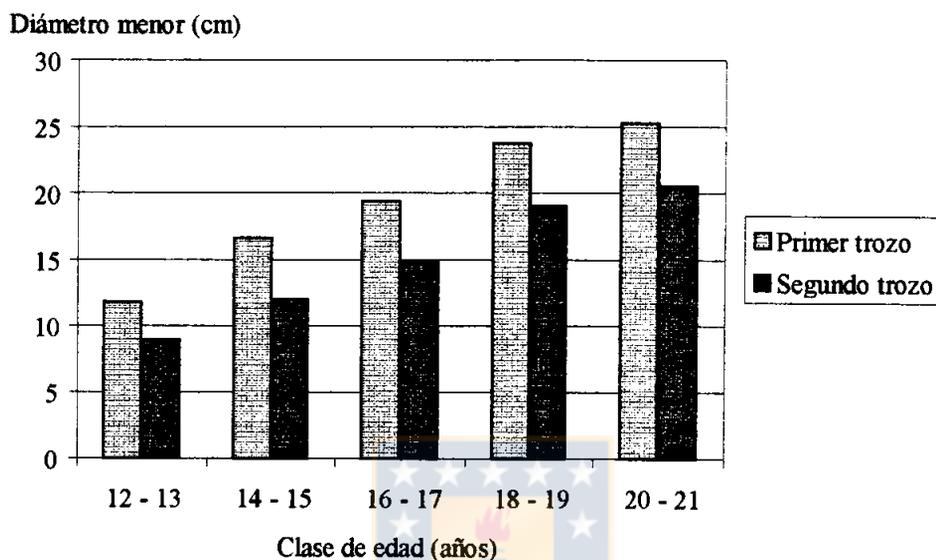
La Tabla 11 muestra los valores promedio del diámetro menor del primer y segundo trozo, para las diferentes clases de edad. Para el primer trozo, el mayor diámetro menor obtenido fue 25.3 cm, entre los 20 y 21 años; el menor fue de 11.8 cm y se obtuvo en la primera clase de edad (12 - 13 años). En el segundo trozo, el máximo diámetro menor fue 20.6 cm, en la clase de edad 20 - 21 y el menor valor fue 8.9 cm en la primera clase de edad. En ambos trozos, existen diferencias significativas entre las clases de edad, con excepción de las dos últimas. En todos los casos, el diámetro menor del primer trozo fue significativamente superior al del segundo trozo.

**TABLA 11. VALORES PROMEDIO DE DIÁMETRO MENOR, SEGÚN CLASE DE EDAD, PARA EL PRIMER Y SEGUNDO TROZO.**

Clase de edad (años)	Diámetro menor (cm)	
	Primer trozo	Segundo trozo
12 - 13	a11.8d	b8.9d
14 - 15	a16.6c	b12.0c
16 - 17	a19.4b	b14.8b
18 - 19	a23.8a	b19.1a
20 - 21	a25.3a	b20.6a

Diferentes letras indican diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ); en sentido vertical, se compara entre clases de edad usando la letra después del valor promedio; en sentido horizontal, se compara entre trozos usando la letra que precede al valor promedio.

Se aprecia una directa relación entre el diámetro menor de los trozos y su edad (Tabla 11, Figura 8). El comportamiento de la variable respuesta entre el primer y segundo trozo fue siempre el mismo, independiente de la clase de edad.



**FIGURA 8.** Diámetro menor promedio (cm), según clase de edad, para el primer y segundo trozo.

### 3.5 Clase de curvatura.

La clase de curvatura obtenida fue 1, tanto para el primer, como para el segundo trozo (Tabla 12).

**TABLA 12.** CLASE DE CURVATURA, SEGÚN CLASE DE EDAD, PARA EL PRIMER Y SEGUNDO TROZO.

Clase de edad (años)	Clase de curvatura	
	Primer trozo	Segundo trozo
12 - 13	1	1
14 - 15	1	1
16 - 17	1	1
18 - 19	1	1
20 - 21	1	1

Los resultados obtenidos concuerdan con lo señalado por Whiteside y Manley (1987), quienes señalan que la clase de curvatura mayor a 1 se presenta sólo en los trozos basales del fuste de pino radiata.



#### **IV. CONCLUSIONES.**

- a) Al estratificar los trozos no podados, según su calidad, el estrato con mayor participación es el de calidad “S” y el segundo es el “sin clasificación” (S/C).
- b) La proporción de trozos no podados de calidad “S” y “sin clasificación” (S/C) varía según la posición del trozo en el fuste.
- c) La calidad de los trozos no podados tiende a incrementar a medida que aumenta la edad.



## V. RESUMEN.

Se evaluó la calidad de los trozos provenientes de la sección no podada del fuste, según normas establecidas por el Instituto de Investigación Forestal de Nueva Zelandia, en 26 rodales de pino radiata, ubicados en la VIII y IX región, entre los 36°53' S y 37°58' S. Además, se determinó el efecto de la edad de los trozos, en las variables que inciden en su calidad. Los rodales muestreados tienen entre 12 y 21 años de edad, índice de sitio desde 25 a 35 y presentan diversos esquemas de manejo.

La sección del fuste evaluada correspondió a los 8 m desde la base de la copa; esta sección se dividió en dos trozos de 4 m cada uno (primer y segundo trozo). En ambos trozos, se determinó el índice de internudo, índice de rama, clase de curvatura y se midió el diámetro menor.

De acuerdo a la evaluación de la calidad de los trozos no podados obtenida para el primer y segundo trozo, se presentan dos grupos de clasificación: el grado de calidad "S", con 74.8% y 47.1%, para el primer y segundo trozo, respectivamente, y el grupo sin clasificación (S/C), con 18.5% para el primer trozo y 47.5% para el segundo.

A medida que aumentó la edad, mejoró el grado de calidad de los trozos. En el caso del primer trozo, el 84.6% del total evaluado con edad entre 12 y 13 años, quedó sin clasificación, en tanto que, de los trozos cuya edad fluctuaba entre 20 y 21 años, el 82.1% clasificó como "S". En el segundo trozo, el 100% evaluado con edad 12 y 13 años, quedó sin clasificación y el 86.2% de los trozos entre 20 y 21 años clasificó como "S".

La edad produce efectos significativos en el índice de rama, diámetro menor e índice de internudo, presentando una relación directa con las dos primeras variables señaladas. La clase de curvatura no fue afectada por la edad de los trozos.



## SUMMARY.

The quality of the logs coming from the unpruned section of the stem was evaluated, according to rules established by the New Zealand Research Institute, in 26 radiata pine stands, located in the VIII and IX regions, between the 36°53' S and 37°58' S. Moreover, the effect of the logs age in the variables that affect its quality was determined. The sampled stands have between 12 and 21 years of age, site index from 25 to 35 and they present different kind of management.

The section of the evaluated stem corresponded to the 8 m from the base of the crown; this section was divided in two pieces 4 m each (first and second piece). In both of them the internode index, branch index and sweep class was determined and the small end diameter was measured.

According to the evaluation of the unpruned logs quality obtained for the first and second pieces, there presents two groups of classification: log grade "S" with 74.8% and 47.1% for the first and second piece, accordingly, and the group without classification (S/C), with 18.5% for the first piece and 47.5% for the second one.

As the age increased, also did the logs quality. In the first piece the 84.6% of the total evaluated, between 12 and 13 years remained without classification, while the pieces between 20 and 21 years, the 82.1% classified as "S". In the second piece, the 100% evaluated between 12 and 13 years remained without classification and the 86.2% of the logs between 20 and 21 years classified as "S".

The aging affects significantly the branch index, small end diameter and internode index, presenting a direct relation with the first two variables indicated. Furthermore, the sweep class was not affected by the age of the logs.



## **VI. BIBLIOGRAFÍA.**

1. BROWN, G.S. 1962. Stages in branch development and their relation to pruning. *New Zealand Journal of Forestry* 8 (4): 608-622.
2. CARSON, M.J. 1988. Long-internode or multinodal radiata pine - a financial analysis. FRI Bulletin N° 115. Ministry of Forestry. Forest Research Institute. New Zealand.
3. COWN, D.J. 1992. New Zealand Radiata Pine and Douglas Fir - Suitability for Processing. FRI Bulletin N° 168. Ministry of Forestry. Forest Research Institute. New Zealand.
4. INGLIS, C.S. and CLELAND, M.R. 1982. Predicting final branch size in thinned radiata pine stands. FRI Bulletin N° 3. New Zealand Forest Service. New Zealand.
5. KININMONTH, J.A. and WHITESIDE, I.D. 1991. Properties and Uses of New Zealand Radiata Pine. Volume one. Chapter 5 Pp. 1-21 in Kininmonth, J.A. and Whitehouse, L.J. (Comp.) Forest Research Institute. New Zealand.
6. LAVERY, P.B. 1986. Plantation Forestry with *Pinus radiata* - Review Papers. Papers N° 12, University of Canterbury. New Zealand.

7. PRODUCING RANDOM WIDTH LUMBER FOR THE U.S. MARKET. 1994.  
Wood Processing. Ministry of Forestry. New Zealand.
8. SHELBOURNE, C.J.A. 1970. Genetic improvement in different tree characters of radiata pine and the consequences for silviculture and utilisation. Paper N° 13. FRI Pruning and Thinning Symposium. FRI. Rotorua. New Zealand.
9. STEEL, R. y TORRIE, J. 1988. Bíoestadística: principios y procedimientos. McGraw-Hill / Interamericana de México. S.A. de C.V. México.
10. SUTTON, W.R.J. 1985. Pino radiata: sus excepcionales perspectivas en el comercio mundial de productos forestales. Publicación Técnica N° 17. Departamento Forestal. Fundación Chile. Chile.
11. WHITESIDE, I.D. and MANLEY, B.R. 1987. Radiata pine resource description by log-grade specifications. Pp. 27-38 in Kininmonth, J.A. (Comp.) Proceedings of Conversion Planning Conference. FRI Bulletin N° 128. Ministry of Forestry. New Zealand.

