

C.1



0006051

INFORME TECNICO N° 61



EFFECTO DEL ESPACIAMIENTO  
DE PLANTACION SOBRE EL DESARROLLO  
DEL PINUS RADIATA D. DON  
EN LA PROVINCIA DE ARAUCO, PREDIO ANTIQUINA

BIBLIOTECA  
INSTITUTO FORESTAL



**INFOR**

INSTITUTO FORESTAL  
SANTIAGO-CHILE

ABRIL 1979

Informe Técnico N° 61

"EFECTO DEL ESPACIAMIENTO DE PLANTACION SOBRE EL DESARROLLO  
DEL PINUS RADIATA D. DON. EN LA PROVINCIA DE ARAUCO, PREDIO ANTIQUINA".

Jaime García S.  
José Antonio Prado D.

Instituto Forestal  
Inscripción N° 49287  
Enero 1979

Instituto Forestal  
Huérfanos 554 - Casilla 3085  
Santiago - Chile

## INDICE

	Página
AGRADECIMIENTOS	5
RESUMEN	7
SUMMARY	9
1. INTRODUCCION	11
2. ANTECEDENTES	11
2.1. Ubicación del Ensayo	11
2.2. Clima	11
2.3. Suelo	12
3. MATERIAL Y METODO	12
3.1. Material	12
3.2. Metodología de medición	13
3.3. Metodología de cálculos	13
4. RESULTADOS Y ANALISIS	14
4.1. Densidad	14
4.2. Altura	15
4.3. Volumen	16
4.3.1. Volumen, metros cúbicos sin corteza	16
4.3.2. Volumen aserrable	17
5. CONCLUSIONES	17
6. BIBLIOGRAFIA	19
ANEXO	21

## **AGRADECIMIENTOS**

El Instituto Forestal agradece a las empresas Industrias Forestales S.A. y Forestal Arauco S.A., que con su interés y aporte hicieron posible la publicación de este trabajo.





## RESUMEN

En el año 1962 el Instituto Forestal estableció parcelas experimentales plantadas con *Pinus radiata* D. Don a espaciamientos de 1 x 1; 1,5 x 1,5; 2 x 2 y 3 x 3 m, ubicadas en Antiquina, provincia de Arauco, VIII Región.

Se presenta la tabla de rodal y existencia a los 16 años de edad, para cada uno de los espaciamientos mencionados.

Aunque las diferencias encontradas no son concluyentes, el máximo volumen en metros cúbicos a un índice de utilización de 10 cm, se encontró en el espaciamiento de 2 x 2 m. Se establece que si se desea madera aserrada o trozas de mayor tamaño y mejor calidad, un espaciamiento superior a los 2 x 2 m sería el más indicado, siendo necesario en este caso, una poda temprana de los mejores árboles. Aparentemente, si no existe una decisión sobre los productos que se quiere obtener del bosque, antes de la plantación, el espaciamiento de 2 x 2 m aparece como el más flexible en cuanto a posibilidades de manejo posterior.



## S U M M A R Y

In 1962, the Forestry Institute planted experimental plots with *Pinus radiata* D. Don, under spacings of 1 x 1; 1,5 x 1,5; 2 x 2 and 3 x 3 m, in Antiquina, province of Arauco, VIII Region.

Presented herein are the stand tables at 16 years for each of the mentioned spacings.

Even though differences detected are not conclusive, the maximum volume, expressed in cubic meters for a utilization index of 10 cm, is attained with a 2 x 2 m spacing. If sawn wood or large diameter logs are wanted a spacing superior to 2 x 2 m should be used, in which case an early pruning of the best trees would be necessary. In case there is no decision before planting, as to what products are required from the forest, a 2 x 2 spacing seems the most flexible for the posterior management possibilities.



## 1. INTRODUCCION.

En el año 1962 el Instituto Forestal inició el proyecto de investigación denominado "Introducción de especies exóticas y autóctonas de interés económico".

Una de las especies incluídas en el proyecto mencionado es el Pino insigne (*Pinus radiata* D. Don), del cual se plantaron parcelas experimentales con espaciamentos iniciales distintos, en tres lugares de ensayo: Antiquina, Leonera y San Pedro, ubicados en las provincias de Arauco, Concepción y Maule, respectivamente.

Este informe describe la situación del ensayo ubicado en Antiquina, a los 16 años de edad, con espaciamentos de plantación de 1 x 1 m; 1,5 x 1,5 m; 2 x 2 m y 3 x 3 m.

Se presenta el número de árboles por hectárea y clase de diámetro, el área basal por hectárea y clase de diámetro y los volúmenes en metros cúbicos y pies madereros, para índices de utilización de 10, 15, 20 y 25 cm por hectárea y clases de diámetro.

## 2. ANTECEDENTES.

### 2.1. Ubicación del Ensayo.

El ensayo está ubicado en Antiquina, comuna de Cañete, provincia de Arauco, en los 38°18' L.S. y los 73°21' L.O., a una altitud de 100 m.s.n.m., aproximadamente.

### 2.2. Clima.

Según la clasificación de Koeppen, el clima de la zona en donde está ubicado el ensayo es de tipo Csb<sub>2</sub>, es decir, templado cálido, con estaciones seca y lluviosa semejantes. Dado que el ensayo está ubicado en el límite sur de la distribución de este tipo climático, sus condiciones no se ajustan a esta clasificación.

La aplicación de la Segunda Fórmula de Thornwaite, lo clasifica en el tipo de clima B4r B'1a, caracterizado por ser mesotermal húmedo y sin déficit de precipitaciones. Esta clasificación, sin duda, se ajusta más a las condiciones de temperatura y humedad que el lugar presenta. (Gajardo y Crovetto, 1974).

Las estaciones meteorológicas más cercanas al lugar de ensayo con condiciones climáticas semejantes son las de Lebu y Cañete. En ambas estaciones no existen registros históricos de temperatura, por lo tanto ésta ha sido deducida de los mapas de Isotermas elaborados por Almeyda (1958).

Las temperaturas medias anuales, en ambas estaciones, son cercanas a los 13°C. La mayor diferencia está dada por las temperaturas máximas medias de enero, que son cercanas a los 26°C y 22°C, en Cañete y Lebu respectivamente.

Las precipitaciones medias anuales y las medias estacionales aparecen en el cuadro N° 1, indicándose los porcentajes correspondientes, aproximados, ya que la precipitación total no corresponde exactamente a la suma de las medias estacionales.



## CUADRO N° 1

Precipitación media registrada en las estaciones  
meteorológicas de Lebu y Cañete.

Estaciones	LEBU		CAÑETE	
	Precipitación mm	°/o	Precipitación mm	°/o
Otoño	388	30,5	385	25,0
Invierno	588	46,5	756	49,0
Primavera	210	16,5	287	19,0
Verano	86	6,5	111	7,0
Anual	1.263		1.551	

FUENTE : Almeyda, 1958.

### 2.3. Suelo.

El ensayo se encuentra ubicado en suelos desarrollados en posición de "pied mont", con una topografía ondulada a quebrada, con una pendiente promedio de 15°/o.

Estos suelos pertenecen a la zona de las Laderas Pardo Rojizas.

Posiblemente se han desarrollado a partir de cenizas volcánicas y de sedimentos de materiales metamórficos ubicados en una posición más alta. El sustrato está constituido por rocas metamórficas (micasquistos). (Mella, A., 1965).

Están caracterizados por su profundidad, texturas medias, porosas, buena actividad biológica y estructuras favorables, características que permiten un buen desarrollo radicular.

Por sus condiciones de drenaje y permeabilidad son poco susceptibles a la erosión; sin embargo, al encontrarse descubiertos de vegetación presentan erosión de manto moderada, tanto hídrica como eólica.

Hacia la parte alta limitan con suelos arcillosos derivados de material metamórfico, pertenecientes a la Asociación Nahuelbuta y hacia abajo, con suelos en posición de terraza marina, moderadamente profundos, arcillosos o franco arcillosos, sobre arenisca cementada con sílice y con una topografía plana a ondulada.

El análisis edafológico del suelo en donde están situadas las parcelas de ensayo indicó que la textura varía de franco arenosa a arenosa, y que el contenido de materia orgánica es satisfactorio, variando entre un 12,8°/o, en los primeros 15 cm y 3,6°/o a 70 cm de profundidad.

En el Horizonte A, presenta un alto contenido de potasio y nitrógeno, pero deficiencia de fósforo. El pH varía entre 5.7 y 6.0.

### 3. MATERIAL Y METODO.

Se describen a continuación los aspectos más relevantes de las plantaciones analizadas y la metodología seguida en las mediciones y cálculos posteriores.

#### 3.1. Material.

El Instituto Forestal, en el año 1962, dentro del proyecto de investigación denominado "Introducción de especies exóticas y autóctonas de interés económico", plantó parcelas experimentales con *Pinus radiata* D. Don con espaciamientos iniciales de 1 x 1 m, 1,5 x 1,5 m, 2 x 2 y 3 x 3 m en el fundo Antiquina, provincia de Arauco.

En el año 1970 se establecieron cuatro sub-parcelas permanentes en los espaciamientos de 1,5 x 1,5 m y 2 x 2 m, y tres en el de 3 x 3 m. En esa o-

portunidad no se marcaron sub-parcelas en el espaciamiento de plantación de 1 x 1 m.

Cada sub-parcela tiene una superficie de un vigésimo de hectárea; todos los árboles que incluye se numeraron para su identificación a través del tiempo y se marcó el D.A.P. correspondiente en forma indeleble.

Los resultados de este informe derivan de las mediciones efectuadas en las sub-parcelas permanentes descritas y en las delimitadas en forma especial para el informe, con características similares a las anteriores, en el espaciamiento de 1 x 1 m.

La edad de los árboles es de 16 años y la plantación se efectuó con los procedimientos normales empleados en el país.

La procedencia de las plantas fue única para todos los espaciamientos y su calidad se estimó homogénea, aunque no se hizo una selección rigurosa de ellas.

Estas plantaciones no se han raleado, sólo fueron sometidas a una poda baja para facilitar las mediciones.

### 3.2. Metodología de medición.

En cada sub-parcela se efectuaron las siguientes mediciones.

- D.A.P. con corteza en todos los árboles vivos, con huincha metálica y precisión a la décima de centímetro.
- Altura total en metros de una muestra al azar de a lo menos 25 árboles. Se utilizó Hipsómetro Haga aproximado al metro.
- Clase de Forma de Girard en una muestra de 20 árboles por espaciamiento de plantación.
- Clasificación de los árboles vivos según copas dominantes, codominantes, intermedias y suprimidas.

### 3.3. Metodología de cálculos.

Debido a que se detectó homogeneidad suficiente entre las sub-parcelas de cada espaciamiento, en cuanto a la altura promedio de árboles dominantes, relación altura - DAP y densidad, las tablas de rodal por hectárea se prepararon promediando el número de árboles por clase de DAP, de cuatro o tres sub-parcelas, según el espaciamiento.

Las clases de DAP se establecieron con intervalos de dos centímetros, asignándose el valor central como DAP promedio de los árboles incluidos en cada una de ellas.

La relación Altura total - DAP se determinó con la ecuación:

$$H = a + b e^{-0.08 D}$$

en que:

H = altura total en metros

D = DAP con corteza en cm.

Para cada sub-parcela se ajustó la curva respectiva y, al no existir diferencias significativas entre ellas, se calculó la regresión considerando todos los datos de Altura y DAP en conjunto.

Los volúmenes cúbicos y aserrables se calcularon para los Índices de utilización de 10, 15, 20 y 25 cm con ecuaciones de volumen por árbol en función del DAP, altura total y Clase de Forma de Girard, calculadas por el Instituto Forestal. (Peters, 1975).

Las ecuaciones son las siguientes:

- Volúmenes en metros cúbicos sin corteza para Índice de utilización de:

$$10 \text{ cm; } V = (0.001881 + 0.349531 \times 10^{-6} D^2 \text{ HF}) n \quad (\text{Ec. 2})$$

$$15 \text{ cm; } V = (-0.084734 + 0.359402 \times 10^{-6} D^2 \text{ HF}) n \quad (\text{Ec. 3})$$

$$20 \text{ cm; } V = (-0.244219 + 0.366351 \times 10^{-6} D^2 \text{ HF}) n \quad (\text{Ec. 4})$$

$$25 \text{ cm; } V = (-0.525552 + 0.380398 \times 10^{-6} D^2 \text{ HF}) n \quad (\text{Ec. 5})$$

– Volumen aserrable en pies madereros para Índices de utilización de:

$$10 \text{ cm; } V = (-21.174602 + 0.79296 \times 10^{-4} D^2 HF) n \quad (\text{Ec. 6})$$

$$15 \text{ cm; } V = (-34.578326 + 0.81440 \times 10^{-4} D^2 HF) n \quad (\text{Ec. 7})$$

$$20 \text{ cm; } V = (-63.46938 + 0.83727 \times 10^{-4} D^2 HF) n \quad (\text{Ec. 8})$$

$$25 \text{ cm; } V = (-137.85761 + 0.90102 \times 10^{-4} D^2 HF) n \quad (\text{Ec. 9})$$

en que:

V = Volumen por clase de DAP

D = DAP medio de la clase de diámetro (cm)

H = Altura total para la clase de diámetro (m)

F = Clase de Forma de Girard promedio para el espaciamiento.

n = Número de árboles en la clase de diámetro.

Debido a que en cada espaciamiento la variación de la clase de Forma de Girard con el DAP fue pequeña y a que no se encontró una relación funcional suficiente para describirla, se utilizó una clase de Forma promedio, según el espaciamiento de plantación.

#### 4. RESULTADOS Y ANALISIS.

Se presentan a continuación los resultados que se estiman de mayor interés, para lograr una visión objetiva de la situación encontrada en los diferen-

tes rodales, con distintos espaciamientos de plantación.

Es necesario señalar que los resultados encontrados, especialmente en cuanto a volúmenes, están por sobre el promedio generalmente aceptado para la zona y especie, utilizando como patrón el espaciamiento de 2 x 2 m.

En vista de esta situación se efectuó una remediación parcial, con el objeto de detectar posibles errores en las mediciones, tanto de las superficies como de los DAP y alturas; sin embargo no se encontraron diferencias entre la medición original y la de comprobación.

##### 4.1. Densidad.

En el cuadro N° 2 se presentan el número de árboles vivos y area basal, ambas por hectárea, para cada espaciamiento.

Los valores por clase diamétrica se encuentran en las Tablas anexas.

CUADRO N° 2

Arboles vivos y Area Basal por hectárea, por espaciamiento.

Espaciamiento	N° de árb./ha	% supervivencia	Area Basal m <sup>2</sup> /ha
1,0 x 1,0 m	3.280	32.8	68.7
1,5 x 1,5 m	2.190	49.3	72.2
2,0 x 2,0 m	1.845	73.8	73.9
3,0 x 3,0 m	768	69.1	68.7



El porcentaje de supervivencia indicado en el cuadro anterior, que está referido a la densidad de plantación, indica que con los espaciamientos menores ha existido una fuerte mortalidad, especialmente en la plantación de 1 x 1 m. Excepto para 3 x 3 m esta mortalidad se puede calificar como estrictamente natural, debido a la competencia entre los árboles, ya que no se notan efectos del viento ni intervención humana. En las plantaciones con espaciamientos de 1 x 1 m y 1,5 x 1,5 m, aún se evidencia una fuerte competencia entre individuos.

En el espaciamiento mayor se estima que han sido importantes las pérdidas de individuos durante los primeros años, pues en la actualidad la competencia es moderada, y no superior a la detectada en años anteriores. Es posible que la causa principal de la mortalidad haya sido la influencia de la zarzamora (*Rubus ulmifolius*), que en estos momentos no se encuentra, pero que durante varios años, por lo menos 10, tuvo un gran desarrollo. En las otras tres plantaciones su existencia fue mínima. Las Áreas Basales por hectárea (Cuadro N° 2) presentan homogeneidad, agrupándose en forma estrecha alrededor de un valor medio de 71 m<sup>2</sup> por hectárea. Esto muestra una tendencia de los rodales, por lo menos hasta la edad actual, a mantener un área basal por hectárea similar, cualquiera sea el espaciamiento de plantación.

En la Figura N° 1 se presentan las curvas de distribución diamétrica para cada espaciamiento y en el Anexo los valores por clase de DAP.

Tal como se observa en las curvas de la figura citada, el efecto de las distintas densidades iniciales resulta notorio, especialmente para la plantación de tres por tres metros, en cuanto a la distribución del número de árboles por clase de DAP.

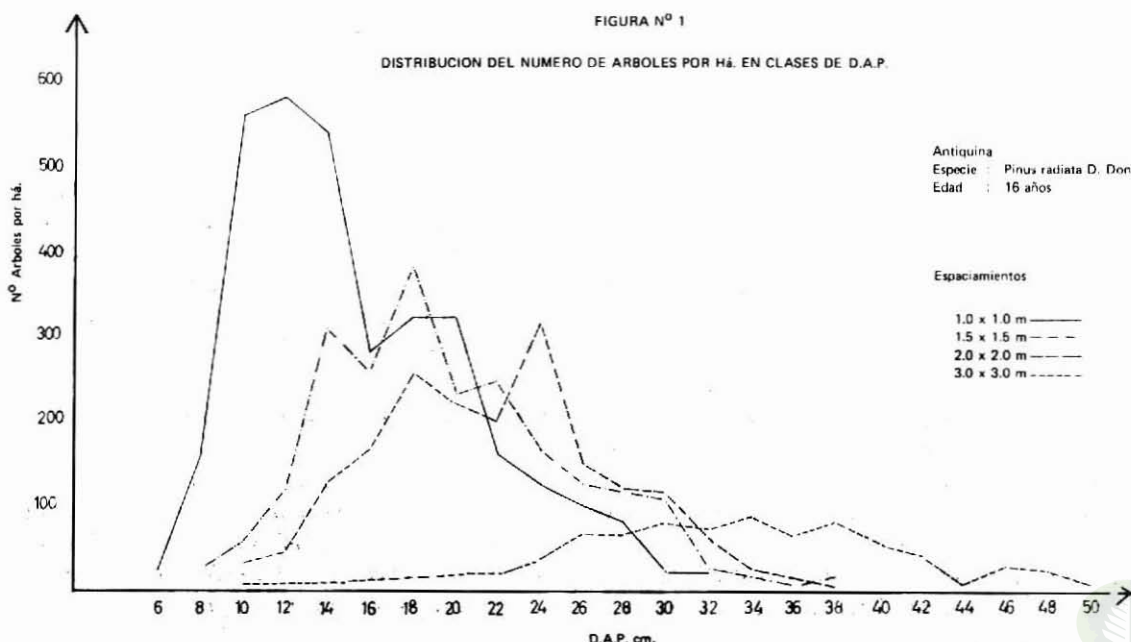
Al comparar el porcentaje de árboles existentes entre las clases de DAP de 10 - 20 cm y 22 - 30 cm, se observa que en los espaciamientos menores existe una fuerte concentración en el primer intervalo; están equilibrados en la plantación de 2 x 2 m, y en 3 x 3 m la concentración se produce a partir del segundo intervalo y clases de DAP superiores a los 30 cm.

Los porcentajes del número total de árboles por hectárea, incluidos en las clases de DAP de 10 - 20 cm y de 22 a 30 cm, son 79,3 y 14,6% para el espaciamiento de 1 x 1 m; 61,6 y 34,5% para 1,5 x 1,5 m; 45,5 y 48,8% para 2 x 2 m; 5,2 y 34,8% para 3 x 3 m. Para este último caso el 60% de los árboles ocupan clases diamétricas mayores de 30 cm.

#### 4.2. Altura.

La altura total media de árboles dominantes, Cuadro N° 3, indica que el índice de sitio es el mismo en los espaciamientos de 1,0 x 1,0, 1,5 x 1,5 y 3 x 3 m y levemente superior para la plantación de 2 x 2 m alcanzando a 27 y 28 respectivamente. (García V., 1970).

En consecuencia, las plantaciones son comparables, considerando sin mayores efectos la diferencia señalada.



### CUADRO N° 3

D.A.P., Altura media y  
Coeficientes ecuación Altura - D.A.P.

Espaciamiento	DAP (1) cm	H (2) m	Coeficientes ecuaciones Altura-DAP		R <sup>2</sup>
			a	b	
1,0 x 1,0 m	16.3	23	27.286162	- 29.912016	0.85
1,5 x 1,5 m	20.4	23	27.902142	- 32.777641	0.92
2,0 x 2,0 m	22.5	24	28.374648	- 36.203815	0.96
3,0 x 3,0 m	33.7	23	25.402052	- 35.355210	0.67

- (1) D.A.P del árbol de área basal media.  
(2) Altura media de árboles dominantes y codominantes.

El DAP medio expresado como el DAP del árbol de área basal media, indica una amplia superioridad del espaciamiento de 3 x 3 m sobre los tres restantes.

Las diferencias detectadas son de aproximadamente el doble, comparado con el espaciamiento de 1 x 1 m y de un tercio con 1,5 x 1,5 m y 2 x 2 m. En general, se nota una clara tendencia al aumento de DAP medio con espaciamientos de plantación mayores.

Aunque no es posible afirmarlo con certeza, se estima que el espaciamiento de 3 x 3 m estaría en una situación límite de DAP medio posible a los 16 años para plantaciones de *Pinus radiata* D. Don, ya que probablemente con un espaciamiento mayor, no se obtendría un aumento significativo del mismo.

Los coeficientes de las ecuaciones de regresión Altura - DAP, figuran en el Cuadro N° 3.

Las alturas medias por clases de DAP indican que en los espaciamientos de 1 x 1 m; 1,5 x 1,5 m y 2 x 2 m son prácticamente iguales, en cambio para 3 x 3 m éstas son menores, existiendo una diferencia que varía entre 2 y 3 m, aunque la tendencia en este tratamiento para los DAP mayores, 48 y 50 cm, es alcanzar el máximo de las curvas anteriores, obtenido entre los 32 y 38 cm de DAP.

Relacionando los resultados de las ecuaciones de regresión para Altura - DAP y las alturas medias para árboles Dominantes y Codominantes, se hace evidente que la altura media total de la plantación de 3 x 3 m es inferior a la de las otras plantaciones y que la altura media para una clase de DAP determinada de los espaciamientos más estrechos es superior a la de la misma clase en el espaciamiento de 3 x 3 m.

#### 4.3. Volumen.

A continuación se entregan los rendimientos obtenidos con cada uno de los espaciamientos tanto en volumen total, en metros cúbicos sin corteza, como en volumen aserrable, en pies madereros, de acuerdo a los Índices de utilización 10, 15, 20 y 25 cm (Ecuaciones 2 a 9).

##### 4.3.1. Volumen, metros cúbicos sin corteza.

En el cuadro siguiente se entregan los volúmenes, en metros cúbicos por hectárea, obtenidos en cada uno de los espaciamientos ensayados, para los cuatro índices de utilización antes señalados.

Los volúmenes obtenidos por clase diamétrica se encuentran en las Tablas N° 1,3,5 y 7, anexas.



**CUADRO N° 4**  
Volumen, Metros Cúbicos sólidos sin corteza

Espaciamiento	Volumen m <sup>3</sup> s.s.c./ha. Índice de utilización			
	10 cm	15 cm	20 cm	25 cm
1,0 x 1,0 m	500,26	273,26	98,35	12,92
1,5 x 1,5 m	576,14	407,84	193,80	49,66
2,0 x 2,0 m	589,01	448,44	231,05	56,62
3,0 x 3,0 m	554,09	503,84	396,14	232,80

El volumen aprovechable (Índice de utilización de 10 cm) no presenta grandes diferencias entre tres de los tratamientos ensayados, sólo es considerable la diferencia del espaciamiento menor con respecto a los restantes.

Al contrario de lo esperado, las plantaciones con mayor densidad no entregaron rendimientos superiores en volumen total. Esto se debe, en gran parte, a la alta mortalidad natural ocurrida en estas parcelas, especialmente en la de 1 x 1 m en donde alcanza a un 67,2 % tomando como base el número inicial de plantas.

A medida que se aumenta el índice de utilización, las diferencias entre los tratamientos se hacen más significativas y es así como el rendimiento de la plantación a 3,0 x 3,0 m duplica, cuadruplica, y se hace 18 veces mayor al de la plantación,

a 1,0 x 1,0 m para los índices de 15,20 y 25cm respectivamente.

Con respecto a la plantación a 2 x 2 m, los rendimientos son superiores en un 12,5 %; 71,5 % y 311,2 %, para los índices de utilización señalados.

Los espaciamientos intermedios, 1,5 x 1,5 m y 2,0 x 2,0 m no presentan grandes diferencias entre sí, cualquiera sea el índice de utilización empleado.

#### 4.3.2. Volumen aserrable.

En el Cuadro N° 5 se entregan los volúmenes aserrables en pies madereros por hectárea, de acuerdo a los cuatro índices de utilización.

Los volúmenes obtenidos por clase diamétrica se encuentran en las Tablas N° 2, 4, 6 y 8 del Anexo.

**CUADRO N° 5**  
Volumen aserrable, Pies madereros.

Espaciamiento	Volumen aserrable p.m./ha. Índice de utilización			
	10 cm	15 cm	20 cm	25 cm
1,0 x 1,0 m	57.227,1	40.777,1	18.106,9	1.457,2
1,5 x 1,5 m	85.969,6	67.306,9	38.054,3	8.018,4
2,0 x 2,0 m	94.683,1	76.930,9	44.867,2	9.206,6
3,0 x 3,0 m	109.295,9	102.576,3	85.015,6	47.908,6

En este caso se observan diferencias entre los tratamientos, las que aumentan considerablemente al emplear un índice de utilización superior.

El rendimiento en madera aserrada de la plantación con espaciamiento de 3,0 x 3,0 m es superior en un 15,4 % al de la plantación a 2,0 x 2,0 m para un índice de utilización de 10 cm. Para los índices mayores los volúmenes de madera aserrada obtenidos son superiores en un 33,3 %; 89,5 % y 420,4 % respectivamente.

Los volúmenes aserrables obtenidos con los espaciamientos menores son muy inferiores, llegando a ser despreciable en el caso de la plantación a 1,0 x 1,0 m con un índice de utilización de 25 cm.

Estos resultados indican la clara ventaja que significa una plantación a baja densidad cuando el objetivo principal de una plantación es la obtención de madera aserrada.

Cabe destacar, además, que cerca del 45 % del volumen aserrable de la plantación a 3,0 x 3,0 m estaría concentrado en las dos primeras trozas, lo cual indica que sería posible obtener madera aserrada de excelente calidad en cuanto a sus características exteriores, en rotaciones incluso inferiores en los 20 años.

## 5. CONCLUSIONES.

- Aunque los resultados obtenidos en este trabajo no son de aplicación general, proporcionan antecedentes que permiten destacar ciertas diferencias en el desarrollo de rodales de *Pinus radiata* D. Don, plantaciones con distintos espaciamientos.

Se hace necesario, por lo tanto, continuar la investigación del problema, a fin de obtener conclusiones de validez general, considerando tanto aspectos silvícolas como económicos.

- A los 16 años de edad, los espaciamientos de 1 x 1 m y 1,5 x 1,5 m presentan una alta mortalidad natural y fuerte competencia entre árboles en consecuencia el manejo de estos rodales con espaciamientos estrechos es muy poco flexible, requiriendo en forma impostergable de oportunos raleos a partir de los ocho años o antes.
- El área basal por hectárea de todos los espaciamientos es similar, presentando diferencias entre

ellos que se estiman no significativas.

- Si bien la altura total media de árboles dominantes y codominantes, no mostró diferencias significativas, la altura media del rodal de 3 x 3 m es inferior a la encontrada en los otros espaciamientos.
  - Los espaciamientos de 3 x 3 m y superiores, necesitan obligadamente una poda temprana, debido a que el grosor de las ramas bajas es tal, que afecta la calidad de la madera.
  - Las plantaciones con espaciamientos mayores a 2 x 2 m requieren de especial vigilancia en cuanto al desarrollo de la vegetación herbácea y arbustiva instalada después de la plantación, ya que podría afectar la supervivencia de las plantas.
  - El máximo volumen en metros cúbicos con un índice de utilización de 10 cm, se obtuvo con la plantación a 2 x 2 m. Las plantaciones con espaciamientos de 1,5 x 1,5 m y 3 x 3 m presentan rendimientos inferiores, aunque las diferencias encontradas no son concluyentes.
  - Al aumentar el índice de utilización los mayores volúmenes en metros cúbicos se obtienen con espaciamientos amplios. El espaciamiento de 3 x 3 m proporcionó, para esta situación, rendimientos superiores.
  - El volumen aserrable total para índice de utilización de 10 cm aumenta significativamente al disminuir la densidad de plantación, siendo muy superior el rendimiento de la plantación a 3x3m. Con índices de utilización de 15, 20 y 25 cm la ventaja del espaciamiento amplio se hace más evidente.
  - Es recomendable decidir, previo a la plantación los productos que se quiere obtener del bosque, para así determinar el espaciamiento inicial más conveniente.
- De esta forma, si se desea madera aserrada o trozas de mayor tamaño y mejor calidad, un espaciamiento amplio sería el más indicado. Los espaciamientos estrechos 1 x 1 m y 1,5 x 1,5 m no presentarían ventajas comparativas. El espaciamiento de 2 x 2 m es el que muestra mayor flexibilidad en cuanto a las posibilidades de manejo, por lo cual, es el más adecuado cuando no existe una decisión clara en la utilización futura de la plantación.

## BIBLIOGRAFIA

1. **ALMEYDA A., ELIAS.** Recopilación de datos climáticos de Chile y mapas sinópticos respectivos. Ministerio de Agricultura. Santiago, Chile, 1958.
2. **CORFO.** Geografía económica de Chile. Texto refundido. Santiago, Chile, 1965.
3. **GAJARDO G., AIDA, CROVETTO F., JULIO.** Aplicación de la segunda fórmula de climática de C.W. Thorthwaite en Chile. Boletín Agrológico, Vol. 1 N° 1, Ministerio de Agricultura, Santiago, Chile, 1974.
4. **GARCIA S., JAIME.** Instalación parcelas experimentales de distanciamiento en pino insigne. Informe Interno. Instituto Forestal. Santiago, Chile, 1971.
5. **GARCIA V., OSCAR.** Indices de sitio para pino insigne en Chile. Instituto Forestal. Santiago, Chile, 1970.
6. **MELLA, ARNOLDO.** Estudio Agrológico predios Antiquina, Lluncao y Paicaví. Departamento Hidrología S.A.G., Santiago de Chile, 1965.
7. **PETERS N,ROLAND.** Prueba y corrección de las tablas de volumen para pino insigne. Instituto Forestal. Santiago, Chile, 1975. (en prensa).

# **ANEXO**



**TABLA N° 1**  
**Tabla rodal y existencia**  
**Espaciamento plantacion 1 x 1 m**

Lugar : Antiquina  
 Volumen : m<sup>3</sup> s.s.c.  
 Edad : 16 años

Clase de Forma: 81

D.A.P. cm	Altura m	N° de árb./ha.	Area basal m <sup>2</sup> /ha	Volumen m <sup>3</sup> s.s.c./ha. Indice utilización			
				10 cm	15 cm	20 cm	25 cm
6	8,8	20	0,057				
8	11,5	160	0,804				
10	13,8	560	4.398	22,93			
12	15,8	580	6.560	38,45			
14	17,5	540	8.313	53,46			
16	19,0	280	5.630	39,09	15,92		
18	20,2	320	8,143	59,90	33,85		
20	21,2	320	10.053	77,43	51,88	2,37	
22	22,1	160	6.082	48,75	36,26	11,71	
24	22,9	120	5.429	45,04	35,91	17,66	
26	23,5	100	5,309	45,16	37,77	22,72	
28	24,1	80	4.926	42,95	37,22	25,32	4,53
30	24,6	20	1.414	12,57	11,20	8,26	3,13
32	25,0	20	1.608	14,53	13,21	10,31	5,26
<b>TOTAL</b>		<b>3.280</b>	<b>68.725</b>	<b>500,26</b>	<b>273,24</b>	<b>98,35</b>	<b>12,92</b>



**TABLA N° 2**  
**Tabla rodal y existencia**  
**Espaciamiento plantación 1 x 1 m**

Lugar : Antiquina  
 Volumen aserrable p.m.  
 Edad : 16 años

Clase de Forma: 81

D.A.P. cm	Altura m	N° de árb./ha	Volumen aserrable, p.m. Índice utilización			
			10 cm	15 cm	20 cm	25 cm
6	8,8	20				
8	11,5	160				
10	13,8	560				
12	15,8	580				
14	17,5	540	462,4			
16	19,0	280	2.818,7			
18	20,2	320	6.676,0	2.750,5		
20	21,2	320	10.653,5	6.835,6		
22	22,1	160	7.604,5	5.757,1	1.451,6	
24	22,9	120	7.625,6	6.292,1	3.118,4	
26	23,5	100	8.086,1	7.021,6	4.426,8	
28	24,1	80	8.014,7	7.204,9	5.173,6	3,1
30	24,6	20	2.420,6	2.229,4	1.733,6	474,5
32	25,0	20	2.865,1	2.685,9	2.202,9	979,6
<b>TOTAL</b>		<b>3.280</b>	<b>57.227,1</b>	<b>40.777,1</b>	<b>18.106,9</b>	<b>1.457,2</b>

**TABLA N° 3**  
**Tabla rodal y existencia**  
**Espaciamento plantacion 1,5 x 1,5 m**

Lugar : Antiquina  
 Volumen : m<sup>3</sup> s.s.c.  
 Edad : 16 años

Clase de Forma: 81

D.A.P. cm	Altura m	Nº de árb./ha	Área basal m <sup>2</sup> /ha	Volumen m <sup>3</sup> s.s.c./ha. Índice utilización			
				10 cm	15 cm	20 cm	25 cm
8	10,6	25	0,126				
10	13,1	55	0,432				
12	15,3	120	1,357	7,71			
14	17,2	310	4,772	30,17			
16	18,8	255	5,127	35,23	14,12		
18	20,1	380	9,670	70,78	39,84		
20	21,3	230	7,226	55,91	37,56		
22	22,3	245	9,313	75,32	56,22	18,64	
24	23,1	165	7,464	62,47	49,93	24,85	
26	23,8	125	6,637	57,17	47,95	29,15	
28	24,4	115	7,081	62,50	54,30	37,19	7,35
30	24,9	105	7,422	66,82	59,60	44,18	17,32
32	25,4	25	2,011	18,46	16,81	13,19	6,89
34	25,7	15	1,362	12,64	11,70	9,56	5,85
36	26,1	5	0,509	4,80	4,50	3,80	2,58
38	26,3	15	1,701	16,16	15,31	13,24	9,67
<b>TOTAL</b>		<b>2.190</b>	<b>72.210</b>	<b>576,14</b>	<b>407,84</b>	<b>193,80</b>	<b>49,66</b>

**TABLA N° 4**  
**Tabla rodal y existencia**  
**Espaciamiento plantación 1,5 x 1,5 m**

Lugar : Antiquina  
 Volumen aserrable p.m.  
 Edad : 16 años

Clase de Forma: 81

D.A.P.	Altura m	N° de arb./ha	Volumen aserrable,p.m.			
			Índice utilización			
			10 cm	15 cm	20 cm	25 cm
8	10,6	25				
10	13,1	55				
12	15,3	120				
14	17,2	310	148,3			
16	18,8	255	2.483,2			
18	20,1	380	7.848,7	3.185,0		
20	21,3	230	7.716,3	4.973,8		
22	22,3	245	11.796,7	8.972,0	2.383,6	
24	23,1	165	10.607,3	8.777,0	4.416,7	
26	23,8	125	10.270,4	8.944,2	5.705,4	
28	24,4	115	11.694,9	10.535,5	7.620,5	201,9
30	24,9	105	12.890,2	11.891,5	9.293,8	2.698,2
32	25,4	25	3.647,1	3.424,9	2.823,1	1.299,2
34	25,7	15	2.544,7	2.421,0	2.070,2	1.184,5
36	26,1	5	980,4	942,8	829,7	545,1
38	26,3	15	3.341,3	3.239,2	2.911,3	2.089,6
<b>TOTAL</b>		<b>2.190</b>	<b>85.969,6</b>	<b>67.306,9</b>	<b>38.054,3</b>	<b>8.018,4</b>

TABLA N° 5  
 Tabla rodal y existencia  
 Espaciamiento plantación 2 x 2 m

Lugar : Antiquina  
 Volumen : m<sup>3</sup> s.s.c.  
 Edad : 16 años

Clase de Forma: 78

D.A.P. cm	Altura m	N° de árb./ha	Area basal m <sup>2</sup> /ha	Volumen m <sup>3</sup> s.s.c./ha Indice utilización			
				10 cm	15 cm	20 cm	25 cm
10	12.1	30	0.236	1.05			
12	14.5	45	0.509	2.65			
14	16.6	125	1.924	11.32	0.81		
16	18.3	165	3.318	21.38	7.69		
18	19.8	255	6.489	45.08	24.25		
20	21.1	220	6.912	51.04	33.41		
22	22.1	200	7.603	58.70	43.02	12.29	
24	23.1	315	14.250	114.86	90.80	42.84	
26	23.8	150	7.964	66.08	54.94	32.33	
28	24.5	120	7.389	63.07	54.45	36.56	5.32
30	25.1	115	8.129	71.04	63.08	46.15	16.64
32	25.6	60	4.825	42.99	39.01	30.29	15.14
34	26.0	25	2.270	20.53	18.95	15.37	9.16
36	26.3	15	1.527	13.97	13.06	10.95	7.29
38	26.6	5	0.567	5.25	4.96	4.27	3.07
TOTAL		1.845	73.912	589.01	448.44	231.05	56.62

TABLA N° 6

Tabla rodal y existencia  
Espaciamiento plantación 2 x 2 m

Lugar : Antiquina  
Volumen aserrable : p.m.  
Edad : 16 años

Clase de Forma: 78

D.A.P. cm	Altura m	N° de árb./ha	Volumen aserrable, p.m. Índice utilización			
			10 cm	15 cm	20 cm	25 cm
10	12.1	30				
12	14.5	45				
14	16.6	125				
16	18.3	165	1 217,2			
18	19.8	255	4 718,5	1 574,1		
20	21.1	220	6 826,1	4 187,8		
22	22.1	200	8 996,7	6 673,7	1 277,1	
24	23.1	315	19 253,3	15 732,1	7 379,1	
26	23.8	150	11 750,4	10 143,4	6 240,3	
28	24.5	120	11 715,4	10 492,4	7 436,7	
30	25.1	115	13 632,9	12 525,9	9 666,8	2 403,9
32	25.6	60	8 457,8	7 916,6	6 223,0	2 782,6
34	26.0	25	4 118,1	3 908,7	3 320,4	1 834,4
36	26.3	15	2 844,6	2 729,1	2 386,9	1 525,3
38	26.6	5	1 082,0	1 047,1	936,9	660,4
TOTAL		1.845	94 683,1	76 930,9	44 867,2	9 206,6



BIBLIOTECA  
INSTITUTO FORESTAL

TABLA N° 7  
Tabla rodal y existencia  
Espaciamiento plantacion 3 x 3 m

Lugar : Antiquina  
Volumen : m<sup>3</sup> s.s.c.  
Edad : 16 años

Clase de Forma: 78

D.A.P. cm	Altura m	N° de arb./ha	Area basal m <sup>2</sup> /ha	Volumen m <sup>3</sup> s.s.c./ha. Indice utilización			
				10 cm	15 cm	20 cm	25 cm
10	9,5	7	0,055	0,19			
12	11,9	7	0,079	0,34			
14	13,0	—	—	—			
16	15,6	—	—	—			
18	17,0	13	0,331	1,98	0,90		
20	18,3	13	0,408	2,62	1,57		
22	19,3	20	0,628	5,13	3,54	0,45	
24	20,2	33	1.493	10,53	7,97	2,91	
26	21,0	67	3.557	26,06	20,99	10,82	
28	21,6	67	4,126	31,06	26,13	16,06	
30	22,2	80	5.655	43.73	38,03	26,14	5,38
32	22,7	73	5.871	46,40	41,38	30,66	11,98
34	23,1	87	7,899	63,50	57,76	45,14	23,21
36	23,4	67	6.820	55,52	51,28	41,70	25,08
38	23,7	80	9,073	74,79	69,97	58,70	39,19
40	24,0	53	6.660	55,59	52,56	45,21	32,53
42	24,2	40	5.541	46.63	44,48	39,02	29,64
44	24,4	7	1.064	9,03	8,68	7,74	6,13
46	24,5	27	4.487	38,21	36,95	33,40	27,34
48	24,6	20	3.619	30,94	30,08	27,50	23,12
50	24,8	7	1.374	11,84	11,57	10,69	9,20
TOTAL		768	68.740	554,09	503,84	396,14	232,80

**TABLA N° 8**  
**Tabla rodal y existencia**  
**Espaciamento plantacion 3 x 3 m**

Lugar : Antiquina  
 Volumen aserrable p.m.  
 Edad : 16 años

Clase de Forma: 78

D.A.P. cm	Altura m	N° de árb./ha.	Volumen aserrable, p.m. Índice utilización			
			10 cm	15 cm	20 cm	25 cm
10	9,5	7	—			
12	11,9	7	—			
14	13,8	—	—			
16	15,6	—	—			
18	17,0	13	167,6	5,3		
20	18,3	13	313,3	155,0		
22	19,3	20	732,1	495,2		
24	20,2	33	1.676,1	1.298,0	413,1	
26	21,0	67	4.464,1	3.725,1	1.959,1	
28	21,6	67	5.598,9	4.890,6	3.157,3	
30	22,2	80	8.192,3	7.387,3	5.361,1	204,9
32	22,7	73	8.949,5	8.254,8	6.448,5	1.861,9
34	23,1	87	12.527,1	11.749,5	9.650,4	4.333,8
36	23,4	67	11.148,6	10.590,3	9.017,1	5.043,4
38	23,7	80	15.239,7	14.625,3	12.802,4	8.212,7
40	24,0	53	11.465,6	11.095,6	9.927,4	6.996,8
42	24,2	40	9.714,4	9.463,8	8.612,7	6.486,3
44	24,4	7	1.897,0	1.858,5	1.715,2	1.358,9
46	24,5	27	8.085,8	7.957,9	7.427,6	6.115,1
48	24,6	20	6.587,7	6.509,2	6.133,6	5.209,5
50	24,8	7	2.536,1	2.514,9	2.390,0	2.085,1
<b>TOTAL</b>			<b>109.295,9</b>	<b>102.576,3</b>	<b>85.015,6</b>	<b>47.908,6</b>



