

UNIVERSIDAD DE CONCEPCION  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

Departamento Silvicultura



ANALISIS DE CRECIMIENTO DE UN RODAL DE Pseudotsuga  
menziesii (MIRB.) FRANCO DE 30 AÑOS DE EDAD PLANTADO A  
ALTA DENSIDAD EN LA PRECORDILLERA DE ÑUBLE.

Por

ANGELA ROXANA GUZMÁN BAHAMONDE.

MEMORIA PARA OPTAR  
AL TITULO DE  
INGENIERO FORESTAL.

CONCEPCION - CHILE  
2000

**ANALISIS DE CRECIMIENTO DE UN RODAL DE Pseudotsuga  
menziesii (MIRB.) FRANCO DE 30 AÑOS DE EDAD PLANTADO A  
ALTA DENSIDAD EN LA PRECORDILLERA DE ÑUBLE.**

Profesor Asesor



---

Miguel Espinosa Bancalari  
Profesor Titular  
Ingeniero Forestal, Ph. D.


Profesor Asesor



---

Jaime García Sandoval  
Profesor Asociado  
Ingeniero Forestal.


Director Departamento  
Silvicultura



---

Manuel Sánchez Olate  
Profesor Asistente  
Ingeniero Forestal, Dr.

Decano Facultad de  
Ciencias Forestales



---

Fernando Drake Aranda  
Profesor Asociado  
Ingeniero Forestal.

Calificación de la memoria de título:

Miguel Espinosa Bancalari: 77 puntos (setenta y siete puntos)

Jaime García Sandoval: 77 puntos (setenta y siete puntos)

Agradecimientos:

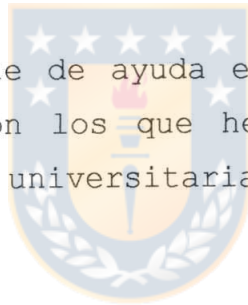
La autora de esta memoria desea dar las gracias:

A mi familia, por su incondicional apoyo, base de mi formación y espíritu de lucha por salir adelante.

A mis profesores asesores por ser guía en el desarrollo de este trabajo.

A las personas que hicieron posible el trabajo en terreno: Roberto Cabrera, administrador del fundo "Los Cipreses"; Don Juan, motosierrista y mis compañeros de memoria: Andrés, Jorge y Emilio.

A mis Amigos, fuente de ayuda en los momentos difíciles lejos de casa y con los que he compartido los mejores momentos de mi vida universitaria.



## INDICE DE MATERIAS.

CAPITULOS	PAGINA
I INTRODUCCION.....	1
II METODOLOGÍA.....	3
2.1 Descripción del área de estudio.....	3
2.2 Descripción del rodal de estudio.....	3
2.3 Selección de los árboles muestra.....	4
III RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	6
3.1 Estado actual del rodal.....	6
3.2 Crecimiento en diámetro.....	9
3.2.1 Incremento corriente en diámetro.....	9
3.3 Crecimiento en área basal.....	12
3.3.1 Incremento corriente en área basal.....	12
3.3.2 Incremento medio anual en diámetro y área basal.....	12
3.4 Crecimiento en altura.....	15
3.4.1 Incremento corriente en altura.....	15
3.4.2 Incremento medio anual en altura.....	15
3.5 Crecimiento en volumen de los árboles muestra.....	18
4.5.1 Incremento corriente en volumen.....	19
4.5.2 Incremento medio anual en volumen.....	19
4.5.3 Crecimiento en volumen de la plantación.....	21

IV	CONCLUSIONES.....	23
V	RESUMEN.....	25
VI	SUMMARY.....	26
VII	BIBLIOGRAFÍA.....	27
VIII	APENDICE.....	30



## INDICE DE TABLAS.

TABLA N°		PAGINA
<u>En el texto</u>		
1	Características medias de los árboles muestra.....	8
2	Antecedentes de crecimiento en altura, diámetro y volumen por árbol de plantaciones de pino oregón existentes entre las VIII y IX regiones.....	11
<u>En el Apéndice</u>		
1 A.	Tabla de rodal para árboles vivos, muertos y para el total de árboles.....	30



## I.- INTRODUCCIÓN.

En el año 1994 se inicia en Chile un programa de diversificación forestal impulsado por la Corporación Nacional Forestal (CONAF) y el Instituto Forestal (INFOR). Dentro de las especies consideradas se incluye pino oregón (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco), que gracias a las cualidades de su madera, buena forma y rápido crecimiento, es altamente apreciada en el mercado internacional.

Desde su país de origen, los Estados Unidos, esta especie se ha introducido con éxito en Gran Bretaña, Holanda, Francia, Alemania, España, Polonia, Nueva Zelanda, entre otros (Bucarey, 1968 citado por Loëwe et al., 1997). En nuestro país, alcanza las 13.225 ha, distribuidas entre la VII y XI regiones (INFOR-CONAF, 1999). El crecimiento en las provincias de Arauco (Curanilahue) y Osorno, ha alcanzado los 20 m<sup>3</sup>/ha/año (Loëwe et al., 1997).

El crecimiento de esta especie depende tanto de la calidad del sitio como del espaciamiento entre individuos. En edades tempranas de desarrollo, cada individuo dentro del rodal tiene luz, agua y nutrientes necesarios para crecer y desarrollarse libremente; sin embargo, estos factores se van tornando escasos a medida que los árboles expanden sus raíces y elongan sus copas. Cuando se produce el cierre de copas comienza la competencia entre individuos puesto que la luz se convierte en un factor limitante (Ford y Diggle, 1981 citados por Perry, 1985), al igual que el agua y los nutrientes. La competencia influye tanto en el

crecimiento individual como en la distribución del crecimiento en el rodal (Perry, 1985). Bajo competencia intensa las plantas suprimidas mueren, comenzando el "autorraleo", provocando una disminución en el tamaño de las copas de los árboles. El estrés producto de la densidad, incrementa también la vulnerabilidad de los árboles a ser afectados por insectos herbívoros (Mitchell et al., 1983 citados por Perry, 1985).

Para determinar el crecimiento de un árbol en el tiempo, el análisis fustal es el método más preciso y directo (Kannegiesser, 1987 citado por Baldini, 1994); a partir de él se determina el DAP, área basal, altura y volumen.

La altura a distintas edades se estima a través del método de Carmean, puesto que es el más exacto y por lo tanto el más usado (Dyer and Bailey, 1987). El volumen se puede calcular según la forma de la troza, mediante Huber, Smalian o Newton (Husch et al., 1972).

Aún cuando en Chile existen plantaciones de pino oregón, escasamente se ha estudiado el comportamiento de la especie dentro del país. Este estudio analiza el crecimiento de un bosque de pino oregón, plantado a alta densidad inicial y mantenida en dicha condición durante treinta años. Los objetivos son determinar las condiciones actuales de crecimiento a través de las variables diámetro, área basal, altura y volumen; determinar la mortalidad actual, establecer el año en que empezaron las interacciones competitivas y determinar los incrementos corrientes y medios.



## II. METODOLOGIA.

### 2.1 Descripción del área de estudio.

El área estudiada se ubica en el fundo "Los Cipreses", sector Atacalco, camino a las Termas de Chillán, en la precordillera andina de Ñuble, VIII región.

El rodal se estableció sobre suelos trumaos, de la serie Santa Bárbara (CIREN-CORFO, 1994). Topográficamente presenta pendientes promedio de 15% y está ubicado a unos 800 m.s.n.m. Registra delgada capa de suelo orgánico, con una profundidad de 1,20 m, pH 6, buen drenaje, alta presencia de rocas debido a la actividad volcánica y glacial de la zona (Quezada, 2000).

El clima es mediterráneo templado húmedo, con sequía estival concentrada en los meses de verano y precipitaciones medias anuales promedio de 2.322 mm, distribuidas principalmente en los meses de invierno (1.164 mm); la temperatura máxima es de 19,9 °C, en verano y la mínima es de -1,2 °C en los meses de invierno, siendo la temperatura media anual de 7,1 °C (Santibáñez y Uribe, 1993).

### 2.2 Descripción del rodal de estudio.

El rodal cubre una superficie de aproximadamente tres hectáreas; fue establecido hace 30 años, plantado a un espaciamiento inicial de 1,2 x 1,2 m y no presenta intervenciones silvícolas.

El rodal esta rodeado de praderas, cultivos de gramíneas y bosque nativo del tipo forestal Roble Raulí Coihue.

### **2.3. Selección de los árboles muestra**

Para la caracterización del rodal se realizó un inventario, aplicando muestreo sistemático, con cinco parcelas de 300 m<sup>2</sup> distantes 50 m entre sí, distribuidas homogéneamente.

En cada parcela se midió el DAP de todos los árboles y se determinó la condición de árbol vivo o muerto.

Con estos antecedentes, se confeccionaron tablas de rodal para representar las distribuciones diamétricas existentes y aplicar el criterio de selección de los árboles muestra para análisis de tallo.

La tabla de rodal para árboles vivos se dividió en terciles, donde las clases de diámetro 10-14, 16-20 y 22-26 cm se asociaron a las clases de copa suprimida, codominante y dominante, respectivamente (Smith, 1986).

De cada tercil se escogieron tres árboles de cada clase diamétrica, para realizar análisis de tallo. Cada árbol, previa medición del DAP, fue volteado; se midió posteriormente su longitud total y longitud de copa viva, luego se extrajeron rodelas de un espesor no mayor a 3 cm a la altura del tocón (aproximadamente 30 cm), a la altura del pecho (1,3 m), cada dos metros a partir del DAP hasta la altura total, además de una rodela a la altura de copa viva. Cada rodela fue etiquetada y guardada en bolsas plásticas para posterior análisis.

En laboratorio se realizó el conteo de anillos año tras año, desde afuera hacia el centro de la rodela, utilizando el radio promedio de ocho ejes concéntricos perpendiculares con el fin de disminuir el efecto de excentricidad. Debido al espesor y visibilidad de los anillos, los instrumentos usados para el conteo fueron una lupa de 50X y pie de metro electrónico de precisión  $\pm 0,05$  cm. Los datos se procesaron en un programa SAS, que entregó resultados del crecimiento anual de las variables diámetro, altura y volumen por árbol y por promedio de cada clase de copa.

La estimación de alturas se calculó usando la fórmula de Carmean, que determina la altura de los años intermedios bajo el supuesto que los árboles crecen a tasas constantes (Dyer and Bailey, 1987); la estimación de volumen se hizo mediante la fórmula de Smalian (Husch et al., 1972). El crecimiento en volumen para el rodal se determinó expandiendo el volumen del árbol a la hectárea, a través del número de árboles por hectárea de cada clase diamétrica en la tabla de rodal total.

Las variables de crecimiento fueron sometidas a análisis de varianza y las medias entre clases de copa, se compararon mediante el test de Tukey ( $p=0,05$ ) (Steel y Torrie, 1988).

### III.- Resultados y Discusión.

#### 3.1 Estado actual del rodal.

El inventario del rodal determinó que de las 5620 plantas por hectárea, 2945 corresponden a árboles muertos que se distribuyen principalmente bajo la clase diamétrica 14 cm; los árboles muertos de mayores dimensiones presentan quiebre de sus fustes, presumiblemente por acción del viento. Los árboles vivos suman 2675 plantas por hectárea y se distribuyen entre las clases de diámetro 4 a 32 cm, concentrándose principalmente en clases diamétricas menores a 12 cm (Tabla 1 A). Con respecto a la dominancia, el 7% corresponde a árboles dominantes, 38% a codominantes y 46% a suprimidos.

El alto porcentaje de mortalidad y la existencia de individuos de dimensiones pequeñas (Fig. 1), se debe a la competencia entre individuos por la alta densidad de plantación y a una rigurosa selección natural, producto de la expresión de los árboles mejor adaptados al ambiente (Daniel et al., 1982).

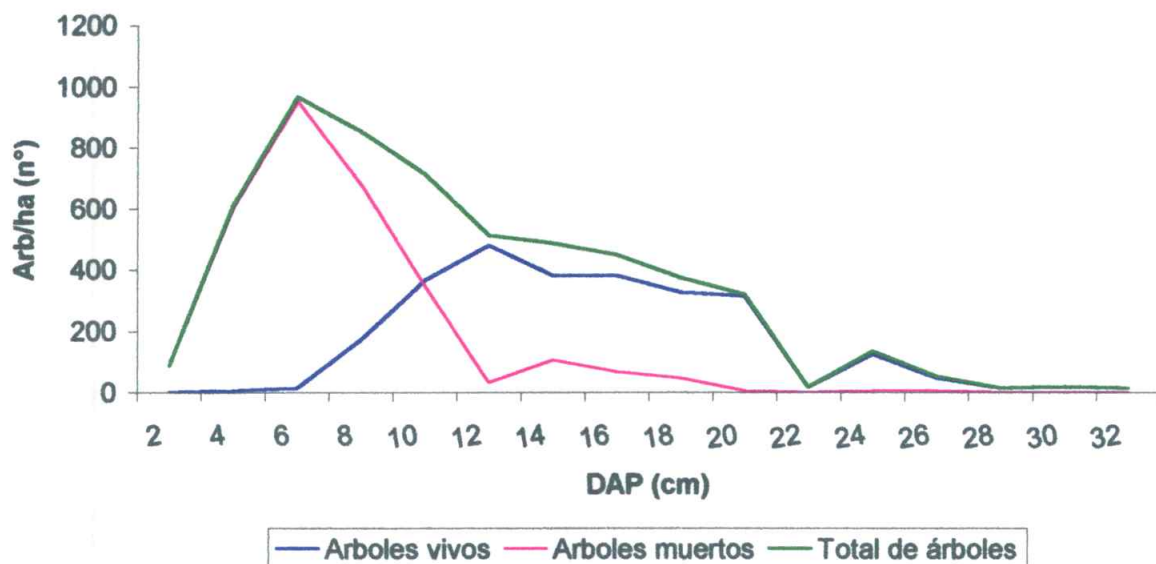


FIGURA 1. Distribución diamétrica de los árboles muertos, vivos y total.

La Tabla 1 muestra que las clases de copas dominante y codominante presentan valores significativamente mayores a la clase suprimida para todas las variables medidas.

Los árboles dominantes son 1,3 y 2 veces mayor en diámetro que los codominantes y suprimidos, respectivamente. La altura difiere sólo en un 10 y 13% entre los dominantes con respecto a los codominantes y suprimidos. Así, la razón Altura/DAP es de 2,354, 1,699 y 1,322 para los árboles dominantes, codominantes y suprimidos, respectivamente, reflejando así la mayor susceptibilidad de los árboles suprimidos al quiebre de sus copas por acción del viento (Toval et al. 1993 citados por Loëwe et al. 1997). El volumen de los árboles dominantes es 1,7 y 4,5 veces mayor que los codominantes y suprimidos, respectivamente.

**Tabla 1. Características medias de los árboles muestra**

Característica	Clase de Copa		
	Suprimido	Codominante	Dominante
<b>Diámetro (cm)</b>			
Tocón	13,09(1,211) <sub>a*</sub>	21,22 (2,334) <sub>b*</sub>	28,93(2,747) <sub>b*</sub>
(rango)	11,00-14,00	16,32-21,42	22,52-29,64
DAPcc	11,88(1,475) <sub>a*</sub>	18,92(2,450) <sub>b*</sub>	23,97(1,976) <sub>b*</sub>
(rango)	9,82-13,10	15,96-21,10	20,76-25,76
DAPsc	11,36(0,981) <sub>a*</sub>	18,05(1,629) <sub>b*</sub>	22,73(1,561) <sub>b*</sub>
(rango)	9,40-12,40	15,18-20,82	19,96-25,36
<b>Espesor de Corteza (cm)</b>	0,21(0,154) <sub>a*</sub>	0,44(0,093) <sub>b*</sub>	0,62(0,165) <sub>b*</sub>
<b>Area Basal (m<sup>2</sup>)</b>	0,0103(0,002) <sub>a*</sub>	0,0260(0,005) <sub>b*</sub>	0,0410(0,006) <sub>b*</sub>
<b>Altura (m)</b>			
Altura Total	21,40(0,321) <sub>a*</sub>	23,80(0,535) <sub>b*</sub>	24,37(0,900) <sub>b*</sub>
(rango)	20,80-21,90	23,10-24,85	22,60-25,55
Longitud de copa viva	4,50(0,033) <sub>a*</sub>	6,93(0,209) <sub>b*</sub>	7,75(0,736) <sub>b*</sub>
(rango)	4,50-4,60	6,70-7,35	6,30-8,70
<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>			
Fuste total	0,1137(0,021) <sub>a*</sub>	0,3060(0,054) <sub>b*</sub>	0,5132(0,069) <sub>b*</sub>
<b>Razones</b>			
Longitud copa viva/ Altura	0,210	0,291	0,318
Altura /DAP	2,354(0,207)	1,699(0,152)	1,322(0,137)

\* ( ) Error estándar de la media.

En cada fila, las medias con igual letra no difieren significativamente ( $p < 0,05$ , Prueba de Tukey).

### **3.2 Crecimiento en diámetro**

A los 5 años el crecimiento de los árboles dominantes y codominantes alcanza valores de 1,33 y 0,15 cm, mientras los suprimidos sólo 0,07 cm (Fig. 2 A). A los 30 años, el diámetro acumulado de los dominantes es 100% mayor con respecto a los suprimidos. El diámetro medio ponderado del rodal es 59% menor al registrado por Hidalgo (1999), en un rodal de pino oregón de 23 años, ubicado en las cercanías de Concepción (Tabla 2); lo que muestra la influencia de la competencia en el crecimiento de los árboles producto de la alta cantidad de individuos por unidad de superficie.

**3.2.1 Incremento corriente en diámetro.** Los máximos crecimientos anuales en diámetro (Fig. 2 B) se alcanzan a los 7 y 8 años. La clase de copa dominante y suprimida a los 7 años con valores máximos de 2,09 cm y 1,40 cm, respectivamente; la clase codominante registra un máximo de 1,94 cm a los 8 años. El período de culminación del crecimiento en diámetro se encuentra dentro del rango registrado por Espinosa (1985) e Hidalgo (1999), en estudios de crecimiento en rodales de pino oregón, en las costas de Oregon (USA) y en las cercanías de Concepción (Chile), respectivamente.

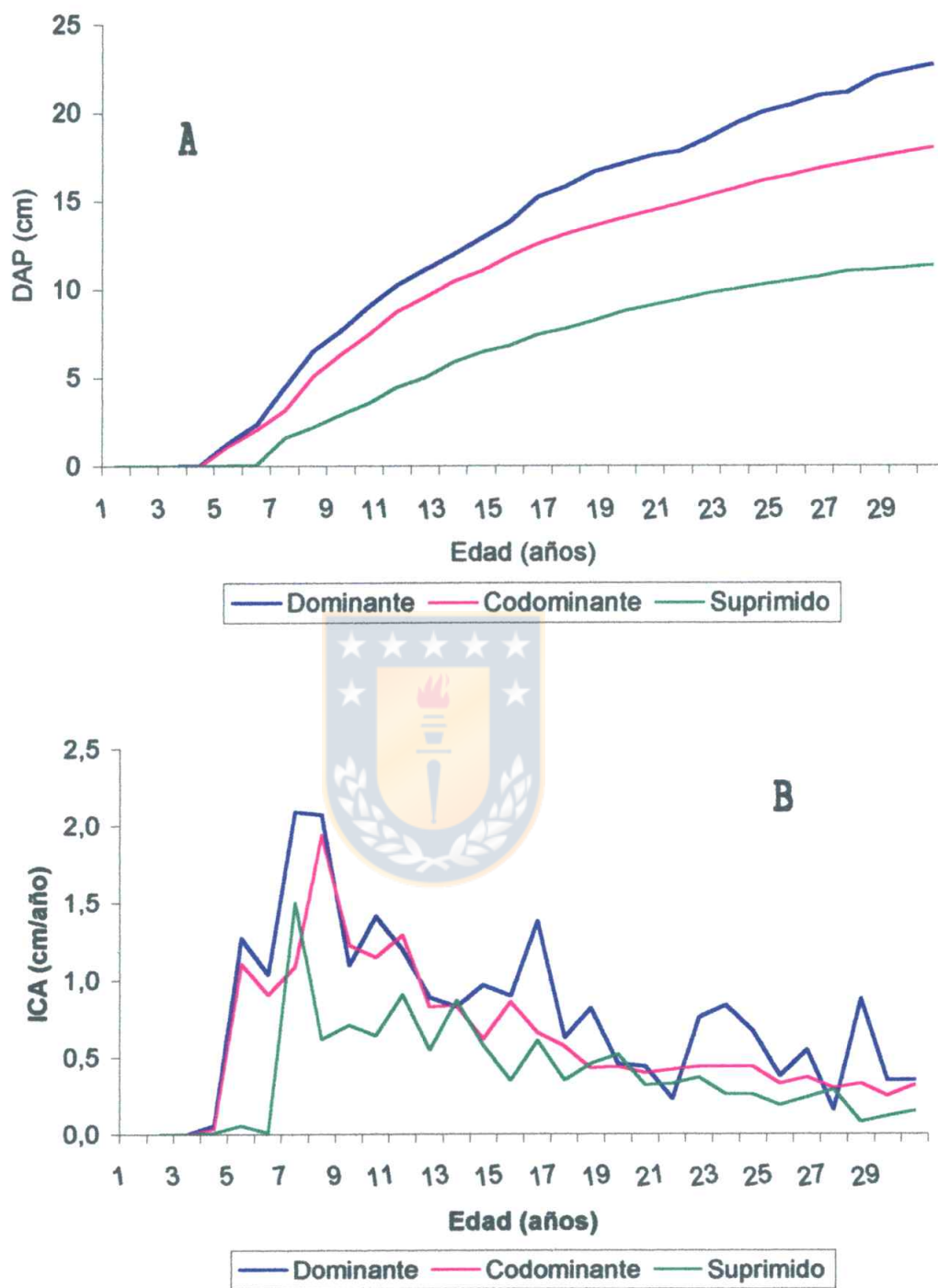


FIGURA 2. Crecimiento en diámetro (A) e incremento corriente en diámetro (B).



**Tabla 2. Antecedentes de crecimiento en altura, diámetro y volumen por árbol de plantaciones de pino oregón existentes entre las VIII y IX regiones.**

Localización	Edad	Altura	IMA	DAP	IMA	Volumen	IMA	Fuente
	(años)	(m)	(m/año)	(cm)	(cm/año)	(m3)	(m3/año)	
Colcura (Concepción)	19-20	7	0,32- 0,34	9	0,44- 0,47			Rocuant (1967)
Curanilahue	24-25	21	0,84- 0,88	40	1,60- 1,66			Bucarey (1968)
Curanilahue	24	22	0,92					
Antiquina (Cañete)	20	15	0,75	19,8	0,99	0,664	0,022	Grosse (1994)
Antiquina (Cañete)	9	21	0,70	32,7	1,13			
Miraflores (Concepción)	23							
Dominante		19,3	0,84	27,8	1,21	0,546	0,030	Hidalgo (1999)
Codominante		17,8	0,77	21,7	0,94	0,329	0,014	
Intermedio		14,3	0,62	13,6	0,59	0,115	0,005	
<b>Promedio*</b>		<b>17,6</b>	<b>0,76</b>	<b>21,8</b>	<b>0,94</b>	<b>0,340</b>	<b>0,015</b>	
Los Cipreses (Chillán)	30							
Dominante		24,37	0,81	22,7	0,76	0,513	0,017	Este
Codominante		23,75	0,79	18,1	0,60	0,306	0,010	Estudio
Suprimido		21,40	0,71	11,4	0,38	0,114	0,003	
<b>Promedio</b>		<b>20,79</b>	<b>0,74</b>	<b>13,7</b>	<b>0,46</b>	<b>0,205</b>	<b>0,007</b>	

\* Promedio ponderado por el número de árboles de cada clase de copa. IMA : incremento medio anual.

### **3.3 Crecimiento en área basal.**

El crecimiento en área basal (Fig. 3 A) es mayor en los árboles dominantes que en los suprimidos. Las diferencias comienzan a partir del año 8, cuando los árboles dominantes son 1,65 y 8,82 veces mayores a los codominantes y suprimidos, respectivamente. Los dominantes, codominantes y suprimidos registran a los 30 años áreas basales de 0,04058, 0,02559 y 0,02014 m<sup>2</sup>, respectivamente.

**3.3.1 Incremento Corriente en área basal.** La culminación del incremento anual en área basal para los árboles dominantes se alcanza a los 16 años con 0,00315 m<sup>2</sup>; los codominantes y los suprimidos a los 11 y 13 años con máximos de 0,00164 y 0,00074 m<sup>2</sup>, respectivamente.

**3.3.2 Incremento medio anual en diámetro y área basal.** La culminación del crecimiento medio en diámetro (Fig. 4 A) de los árboles dominantes y suprimidos se alcanza a los 16 años, con valores de 0,95 y 0,46 cm, respectivamente; los codominantes a los 13 años con un valor máximo de 0,80 cm. El IMA ponderado es 100% menor con respecto al valor registrado por Hidalgo (1999) y similar a los registrados por Rocuant (1967), en un rodal de 20 años ubicado en las Cercanías de la Concepción (Tabla 2). Las diferencias se deben a la influencia de la alta densidad de plantación sobre esta variable. Los máximos crecimiento en área basal se alcanzan a los 29, 26 y 24 años para los dominantes, codominantes y suprimidos con 0,00136, 0,00086 y 0,00035 m<sup>2</sup>, respectivamente (Fig. 4 B).

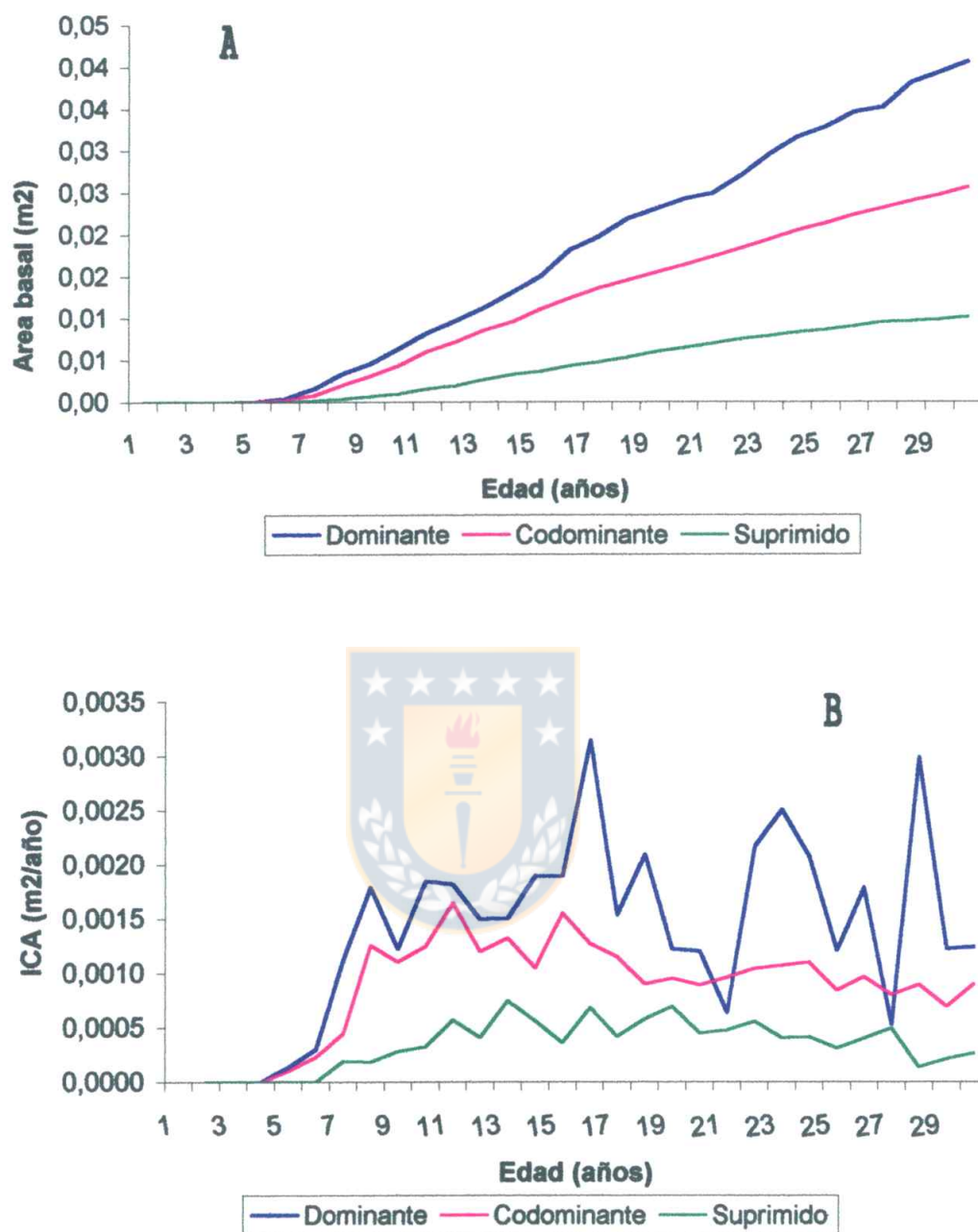


FIGURA 3. Crecimiento en área basal (A) e incremento corriente en área basal (B).

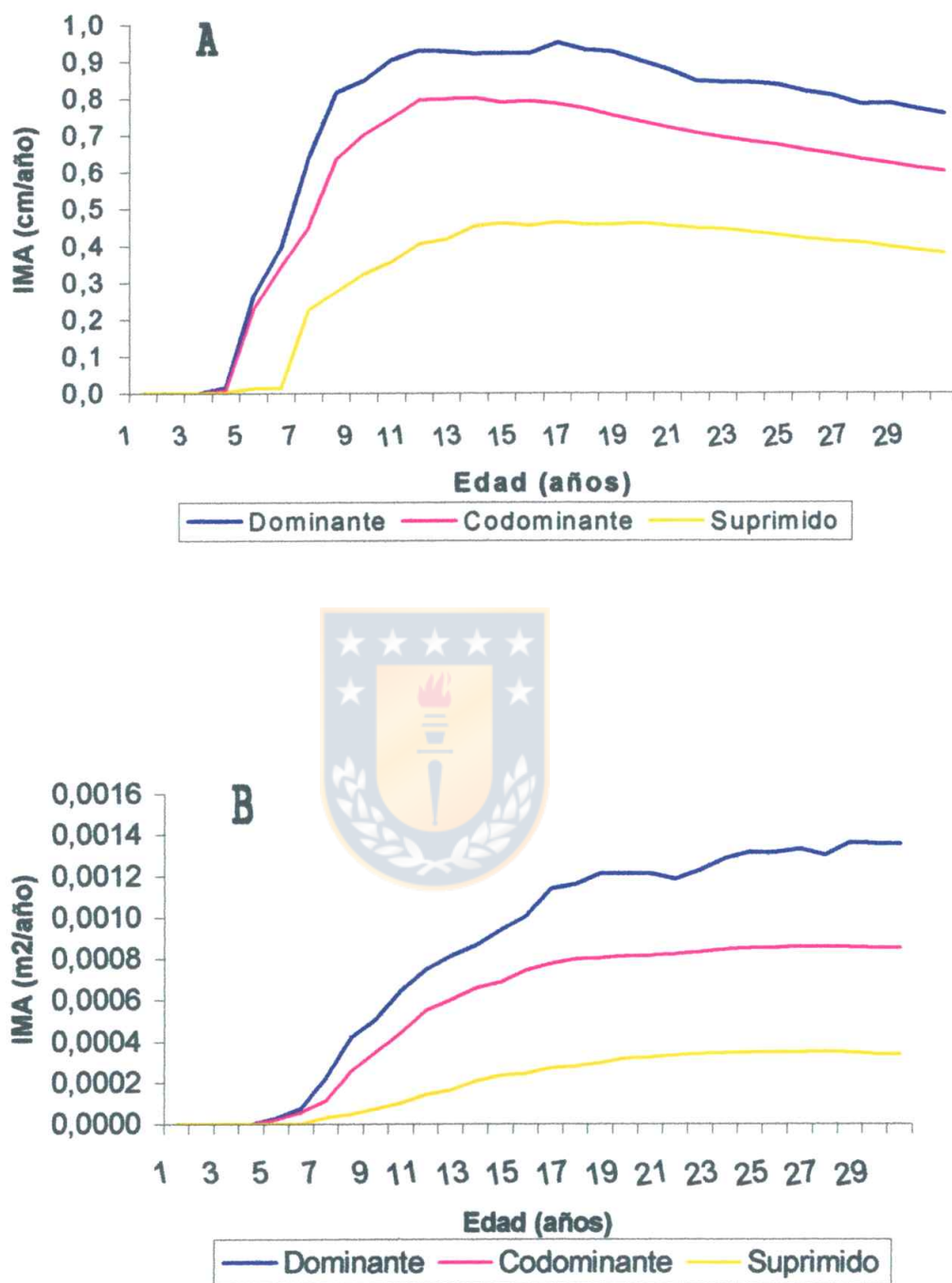


Figura 4. Incremento medio anual en diámetro (A) y en área basal (B).

### **3.4 Crecimiento en altura.**

En los primeros cuatro años la tasa de crecimiento en altura es similar para las tres clases de copa (Fig. 5 A). Las diferencias se producen a partir del año 6, cuando los dominantes alcanzan la altura de 5,44 m, los codominantes 3,60 m y los suprimidos 2,94 m.

Al término del estudio los árboles dominantes son 2,5% y 12,5% más altos que los codominantes y suprimidos, respectivamente. Las estrechas diferencias de alturas medias entre clases de copa reflejan la independencia relativa de esta variable con respecto a la densidad del rodal (Daniel et al., 1982).

**3.4.1 Incremento corriente en altura.** El incremento anual en altura presenta dos máximos para las clases dominante y codominante, y tres máximos para la clase suprimida (Fig. 5 B). Los dominantes con máximos en los años 6 y 20 de 2,16 m y 1,33 m; a los 30 años su valor es de 0,36 m. Los codominantes con máximos a los 8 y 15 años de 2,31 m y 1,78 m; a los 30 años la tasa anual es de 0,16 m. Los árboles suprimidos tienen incrementos máximos de 1,42 m a los 13 años, 1,47 m a los 23 años y 1,97 m a los 25 años. El incremento anual a los 30 años alcanza un valor de sólo 0,13 m.

**3.4.2 Incremento medios anuales en altura.** La culminación del crecimiento medio en altura se alcanza a los 21, 18 y 25 años para los árboles de las clases de copa dominante, codominante y suprimido, respectivamente (Fig. 5 C). A los 30 años, los dominantes tienen un incremento medio anual 15% y 6,5% mayor con respecto a la clase

codominante y suprimida. El IMA en altura por clase de copa es menor en un 3% al registrado por Hidalgo (1999) sólo en el caso de los árboles dominantes (Tabla 2); con respecto a los codominantes y suprimidos, este estudio registra valores mayores en un 2,5% y 14%, respectivamente. El IMA promedio ponderado de la plantación, se encuentra dentro de los valores registrados por la mayoría de los rodales que se indican en la Tabla 2. Afirmando la mayor independencia relativa de esta variable a la densidad de plantación.



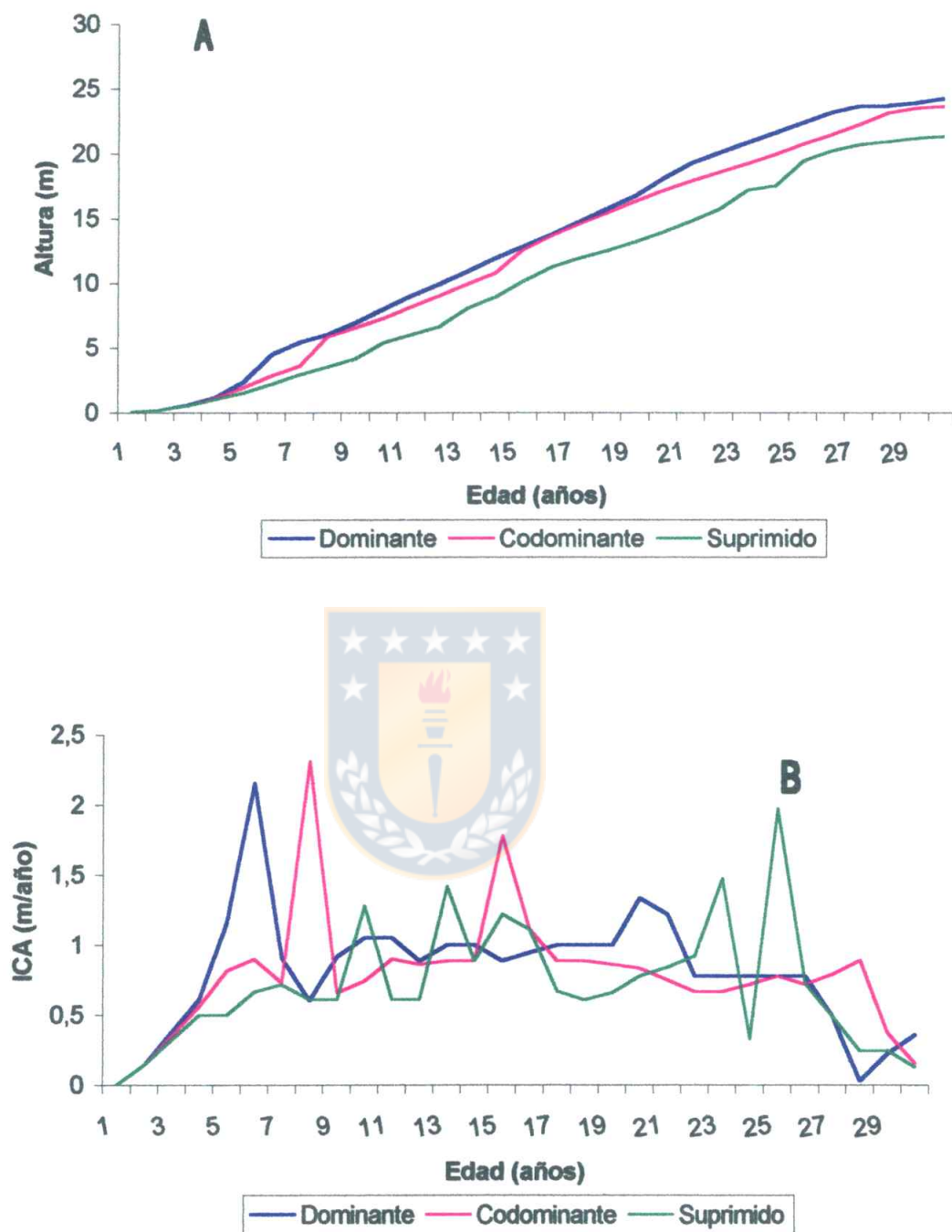


FIGURA 5. Crecimiento en altura (A) e incremento corriente en altura (B). (Sigue..)

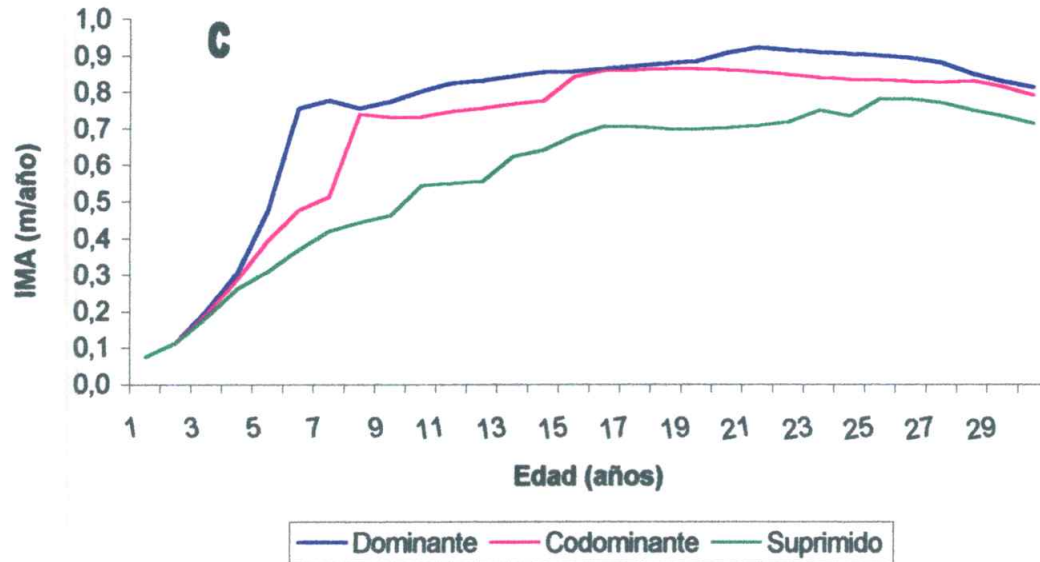


FIGURA 5. Incremento medio anual en altura (C). (Continuación).

### 3.5 Crecimiento en volumen de los árboles muestra.

La diferenciación del crecimiento en volumen se registra a partir del año 9 (Fig. 6 A), cuando los árboles dominantes, codominantes y suprimidos alcanzan valores de  $0,0200 \text{ m}^3$ ,  $0,0121 \text{ m}^3$  y  $0,0031 \text{ m}^3$ , respectivamente. A los 30 años, los árboles dominantes registran un volumen 59,7% y 22,2% mayor con respecto a los codominantes y suprimidos. El volumen promedio ponderado es 60% menor al registrado por Hidalgo (1999); sin embargo, el volumen promedio por clase de copa es similar (Tabla 2), debido a las diferencias en la estructura de los rodales, dado por la alta cantidad de árboles suprimidos. La competencia y la calidad del sitio estarían influyendo en el crecimiento en volumen de los árboles (Daniel et al., 1982).



**3.5.1 Incremento corriente en volumen.** La tasa anual de crecimiento en volumen aumenta lentamente en los primeros cinco años (Fig. 6 B). Los mayores incrementos se alcanzan a los 25 años con  $0,0367 \text{ m}^3$  para los árboles dominantes; a los 24 años para los codominantes con  $0,0196 \text{ m}^3$  y a los 19 años para los suprimidos con  $0,0083 \text{ m}^3$ .

Al año 30, los árboles dominantes presentan incrementos anuales 4,9 y 2 veces mayores con respecto a codominantes y suprimidos, respectivamente.

**3.5.2 Incremento medio anual en volumen.** El crecimiento acumulado en volumen para las tres clases de copa, se diferencia a partir de los 8 años; a esa edad los dominantes son 4,5 y 2,5 veces mayor que los codominantes y suprimidos.

A los 30 años, los árboles dominantes presentan un incremento medio anual superior en un 22,2% y 59,6% con respecto a los codominantes y suprimidos.

El valor del incremento medio anual ponderado es 2,5 veces menor que el registrado por Hidalgo (1999) (Tabla 2). Lo mismo sucede con el incremento medio anual por clase de copa. Las razones radican en el efecto de la densidad sobre el crecimiento en volumen de los árboles.

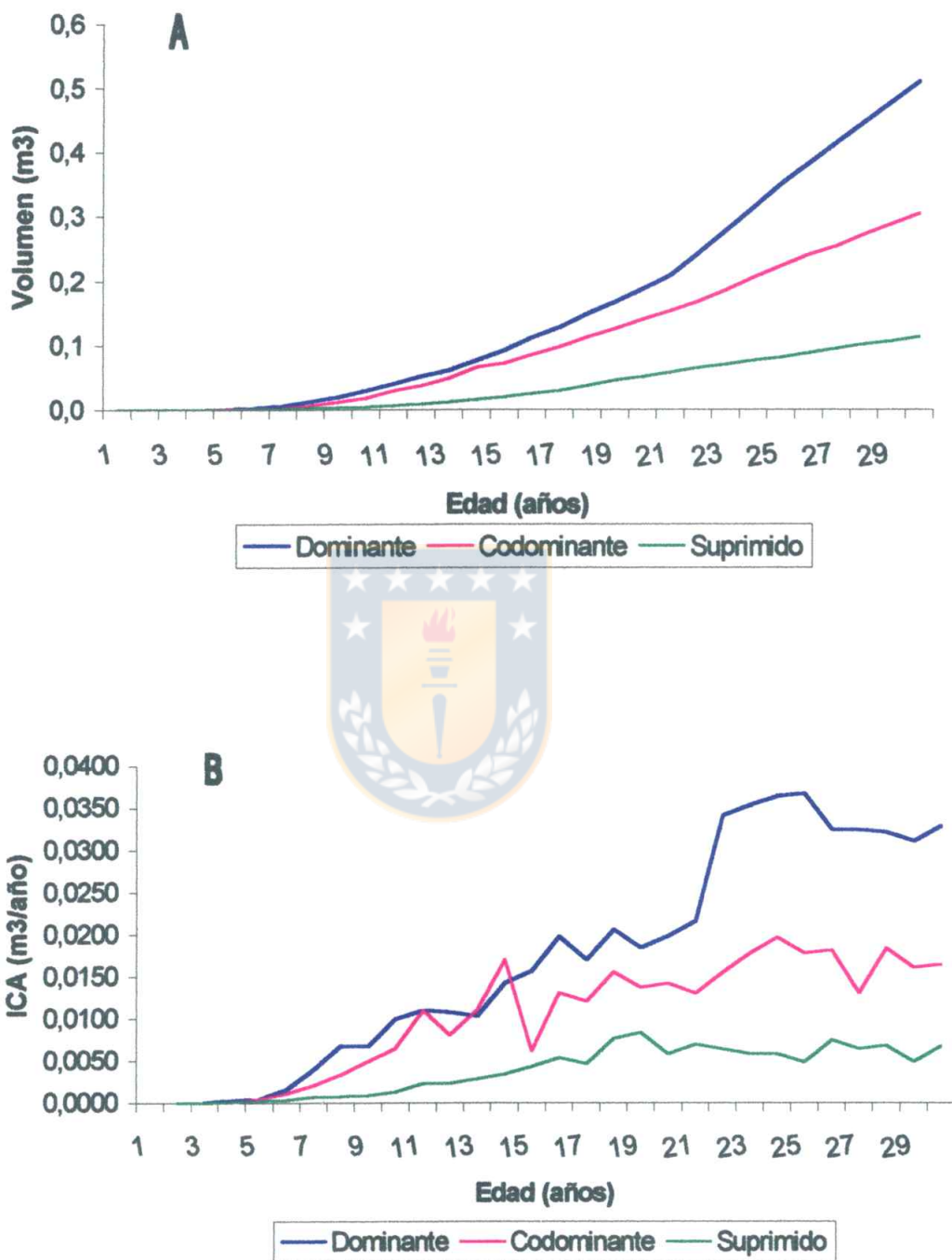


FIGURA 6. Crecimiento en volumen (A) e incremento corriente en volumen (B). (sigue...)

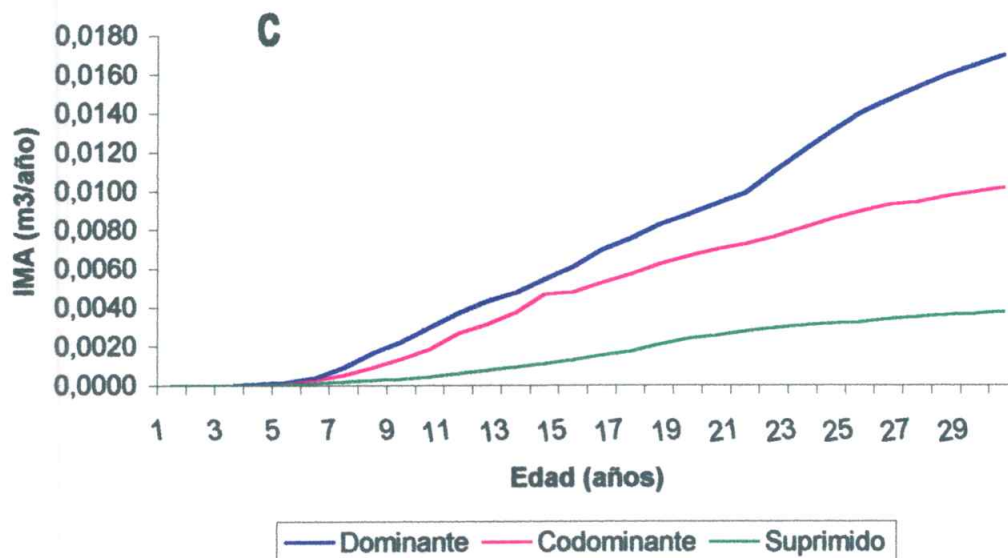


FIGURA 6. Incremento medio anual en volumen (C). (Continuación).

**3.5.3 Crecimiento en volumen de la plantación.** Hasta los 11 años el crecimiento en volumen del rodal es lento alcanzando un valor de 22,52 m<sup>3</sup>/ha (Fig. 7 A). A los 30 años el volumen de la plantación asciende a 639,94 m<sup>3</sup>/ha.

El incremento corriente en volumen del rodal (Fig. 7 B) aumenta progresivamente hasta alcanzar a los 30 años un valor de 36,35 m<sup>3</sup>/ha/año; el valor máximo de incremento anual se alcanza a los 25 años con 41,39 m<sup>3</sup>/ha/año. El incremento medio anual (Fig. 7 B) crece sostenidamente, alcanzando a los 30 años los 21,33 m<sup>3</sup>/ha/año, valor por debajo del incremento corriente. En consecuencia el rodal su madurez biológica (Franklin et al., 1986).

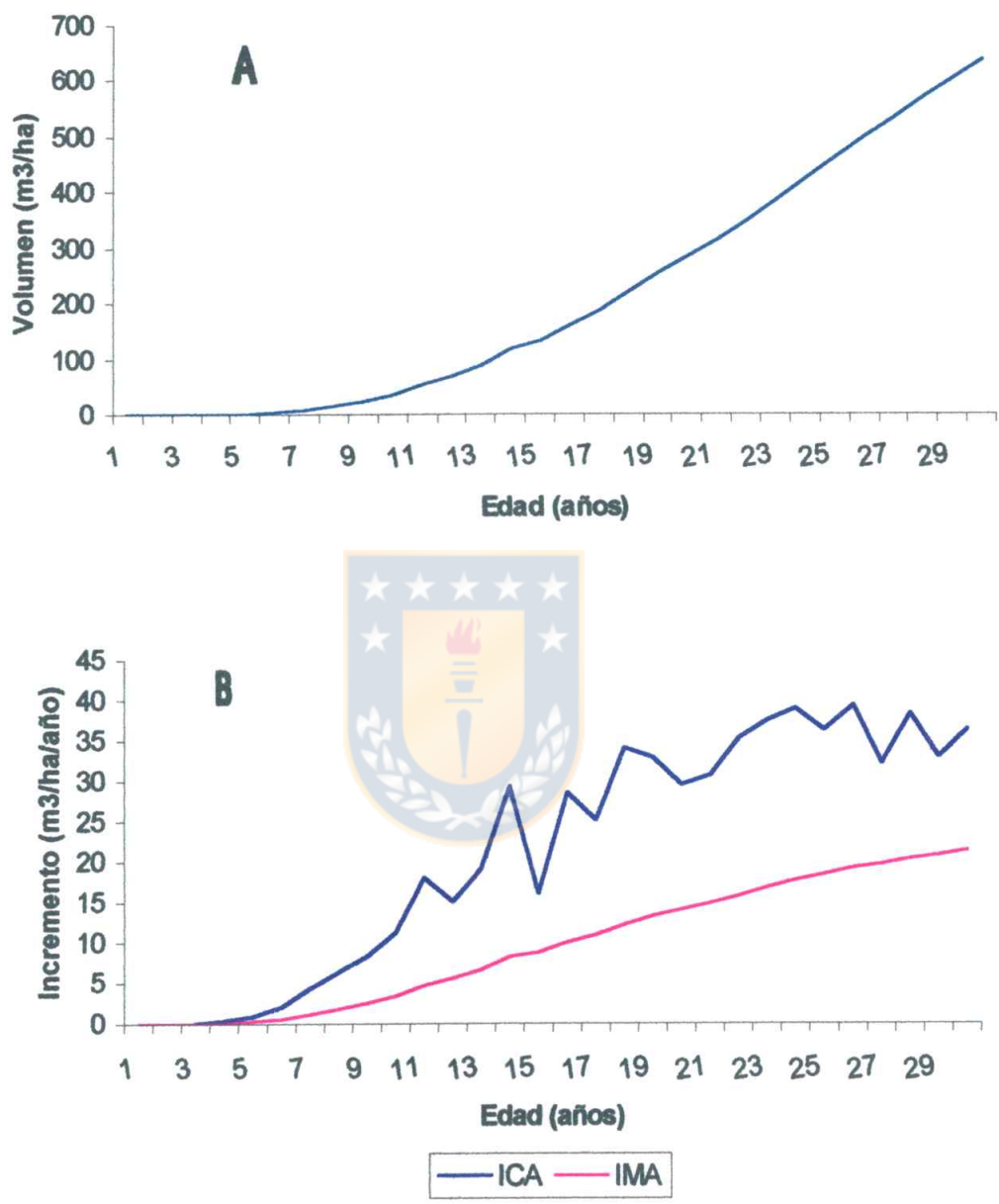


FIGURA 7. Crecimiento en volumen (A), incremento corriente e incremento medio anual en volumen de la plantación (B).

#### IV. CONCLUSIONES.

La plantación presenta un total de 5620 árboles por hectárea, de los cuales 2675 corresponden a árboles vivos; de estos, el 7% son árboles dominantes, el 38% codominantes y el 46% suprimidos.

La culminación del crecimiento en diámetro para los árboles dominantes y suprimidos se alcanzó a los 16 años, con valores de 0,95 cm y 0,46 cm. Los codominantes a los 13 años con un valor máximo de 0,80 cm. A los 30 años, el diámetro de los árboles dominantes, codominantes y suprimidos es de 22,7 cm, 18,1 cm, y 11,4 cm, respectivamente.

La culminación en área basal se alcanzó a los 29, 26 y 24 años para los árboles dominantes, codominantes y suprimidos, respectivamente. A los 30 años se registran áreas basales de 0,0408 m<sup>2</sup>, 0,02559 m<sup>2</sup> y 0,02014 m<sup>2</sup>, respectivamente.

La culminación en altura para los árboles dominantes, codominante y suprimidos se produjo a los 21, 18 y 25 años, respectivamente. A los 30 años la altura de los árboles dominantes, codominantes y suprimidos es de 24,37 m, 23,75 m, y 21,40 m, respectivamente.

El rodal a los 30 años tiene un volumen acumulado de 639,94 m<sup>3</sup>/ha, el incremento corriente es de 36,35 m<sup>3</sup>/ha/año y el incremento medio de 21,33 m<sup>3</sup>/ha/año, por lo que aún no ha culminado el crecimiento. Los resultados anteriores reflejan el claro efecto de la competencia

sobre las variables diámetro y volumen como la independencia relativa de la altura a la densidad del rodal.



## VI. RESUMEN

Se analizó el crecimiento de un rodal de pino oregón (Pseudotsuga menziesii (Mirb) Franco.) de 30 años de edad, plantado a alta densidad inicial en el sector precordillerano "Atacalco" de la provincia de Ñuble.

El comportamiento en el tiempo de las variables DAP, altura, área basal y volumen se reconstituyeron mediante análisis fustal de nueve muestras representativas de las clases de copa existentes en el rodal: dominante, codominante y suprimido.

Se encontraron diferencias significativas en las variables diámetro, área basal y volumen para las tres clases de copa existentes, producto de la fuerte competencia dentro del rodal, dada por la alta densidad de plantación. El incremento corriente en volumen de la plantación supera en un 71% el incremento medio del rodal a los 30 años, por lo que el bosque aún no ha llegado a la madurez biológica.

El volumen total acumulado de la plantación es de 639,94 m<sup>3</sup>/ha, concentrado principalmente en la clase codominante, con sólo un 38% del total del rodal. La altura media ponderada y el diámetro medio ponderado son 20,79 m y 13,7 cm, respectivamente.

## VII. SUMMARY

The growth and yield of 30 year-old Douglas fir (Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco.) plantation in a high density area pre-mountain range called "Atacalco" in the province of Ñuble was analyzed.

The behavior at the moments of the variables dbh, height, basal area and volume were reconstructed during stem analysis of nine representative samples of the crown classes existing in the stand: dominant, codominant and suppressed.

Significant differences were found in the diameter, basal area and volume variables in the trees existent crown classes due to the strong competition in the stand, produced by the density in the plantation. The current increment is a 71% of the average increment of the stand at 30 years-old, which has not allowed the forest to reach its biological maturity.

The total accumulated volume of the plantation is of 639,94 m<sup>3</sup>/ha, concentrated mainly in the codominant class with only a 38% of the stand total. The height average and the diameter average are 20,79 m and 13,7 cm, respectively.



**VIII. BIBLIOGRAFÍA**

1. **Baldini, J.E., 1994.** Análisis de crecimiento de un rodal de Pinus radiata D. Don. Memoria de Título Ingeniero Forestal. Universidad de Concepción. Facultad de Cs. Forestales. Departamento Silvicultura. Concepción, Chile.
2. **Bucarey, B. 1968.** El género Pseudotsuga. Publicación científica 12. Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile.
3. **CIREN-CORFO. 1994.** Descripción de suelos, materiales y símbolos. Estudio Agrológico. Precordillera VIII región. Publicación 104. CIREN CORFO. Santiago, Chile.
4. **Daniel, T., J. Helms y F. Baker, 1982.** Principios de Silvicultura. (2ª ed.). Mc Graw-Hill. México.
5. **Dyer, M. and R. Bailey, 1987.** A test of six methods for estimating true heights from stem analysis data. For. Sci. 33 (1): 3-13.
6. **Espinosa, M. 1985.** Growth and structure of three adjacent 22 year-old Douglas-fir stands in the Oregon coast Range. Ph.D. Thesis, Oregon State University. Corvallis, Oregon.
7. **Franklin, J. F., F. Hall and C. Maser. 1986.** The task group. Interior definitions for old-growth Douglas-fir and mixed-conifer forest in the Pacific Northwest and California. U. S. Department of Agriculture.

- Forest Science. Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station. 76 p.
8. **Grosse, H. 1994.** Algunas especies promisorias para Chile. Tercer Taller Silvícola: "Diversificación y Silvicultura. Nuevas experiencias". Fundación Chile - Grupo Silvícola - CONAF. Concepción, Chile.
  9. **Hidalgo, M. A. 1999.** Análisis de crecimiento de un rodal de Pino Oregón Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco. Memoria de Título Ingeniero Forestal. Facultad de Cs. Forestales. Departamento Silvicultura. Universidad de Concepción. Concepción, Chile.
  10. **Husch, B., C. Miller and T. Beers. 1972.** Forest Mensuration. The Ronald Press Company. New York.
  11. **INFOR CONAF. 1999.** Estadísticas Forestales 1998. Boletín Estadístico N° 68. INFOR. Santiago, Chile.
  12. **Loëwe, V, M. Toral, G. Pineda, P. Fernández, M<sup>a</sup> E. Camelio, C. López y E. Urquieta. 1997.** Monografía de Pino Oregón (Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco). INFOR-CONAF. Santiago, Chile.
  13. **Perry, D. A. 1985.** The competition process in forest stands. U S Department of Agriculture. Forest Science. Oregon State University. Corvallis, Oregón, U.S.A. 21p.
  14. **Quezada, J. 2000.** Estudio de la influencia de la cubierta vegetal (Plantación de Pseudotsuga menziesii

- (Mirb.) Franco, pradera y renoval de Roble Raulí Coihue) sobre algunas propiedades químicas y físicas del suelo. Memoria de Título Ingeniero Forestal. Facultad de Cs. Forestales. Departamento Silvicultura. Universidad de Concepción. Concepción, Chile.
15. **Rocuant, L. 1967.** Análisis de las plantaciones de pino oregón (Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco) en Chile. Circular Informativa 18. Escuela de Agronomía. Universidad de Concepción. Concepción, Chile.
16. **Santibáñez, F. y J. Uribe. 1993.** Atlas agroclimático de Chile, regiones VI, VII, VIII y IX. CORFO. Ministerio de Agricultura, FIA. Santiago, Chile.
17. **Smith, D. 1986.** The practice of silviculture. John Wiley and Sons. New York.
18. **Steel, R. y J. Torrie. 1988.** Bioestadística: principios y procedimientos. McGraw-Hill/Interamericana. México.

## VIII. APENDICE

Tabla 1 A. Tabla de rodal para árboles vivos, muertos y para el total de árboles.

Clase DAP (cm)	Arboles vivos		Arboles muertos		Total de Arboles	
	Arboles/ha. (n°)	Area Basal (m <sup>2</sup> /ha)	Arboles/ha. (n°)	Area Basal (m <sup>2</sup> /ha)	Arboles/ha. (n°)	Area Basal (m <sup>2</sup> /ha)
2	0,00	0,0000	86,58	0,0272	86,58	0,0272
4	6,66	0,0084	606,06	0,7616	612,72	0,7700
6	13,32	0,0377	952,38	2,6928	965,70	2,7305
8	173,16	0,8704	679,32	3,4146	852,48	4,2850
10	366,3	2,8769	346,32	2,7200	712,62	5,5969
12	479,52	5,4233	33,30	0,3766	512,82	5,7999
14	379,62	5,8438	106,56	1,6404	486,18	7,4842
16	379,62	7,6327	68,38	1,3749	448,00	9,0076
18	326,34	8,3044	46,62	1,1863	372,96	9,4907
20	313,02	9,8338	6,66	0,2092	319,68	10,0430
22	17,59	0,6687	-	0,0000	17,59	0,6687
24	126,54	5,7245	6,66	0,3013	133,20	6,0258
26	46,62	2,4752	6,66	0,3536	53,28	2,8288
28	13,32	0,8202	-	0,0000	13,32	0,8202
30	19,98	1,1423	-	0,0000	19,98	1,1423
32	13,32	1,0713	-	0,0000	13,32	1,0713
<b>Total</b>	<b>2674,93</b>	<b>52,7336</b>	<b>2945,5</b>	<b>15,0585</b>	<b>5.620,43</b>	<b>67,7921</b>