

U N I V E R S I D A D D E C O N C E P C I O N  
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES  
DEPARTAMENTO DE SILVICULTURA

EVALUACION DEL CRECIMIENTO DE PLANTACIONES DE Acacia  
melanoxyton R. Br EN DISTINTOS SECTORES DE LAS  
REGIONES G. BERNARDO O'HIGGINS Y METROPOLITANA.



MARCELO HERNAN CARREÑO ABATTO


MEMORIA DE TITULO PRESENTADA  
A LA FACULTAD DE CIENCIAS  
FORESTALES DE LA UNIVERSIDAD  
DE CONCEPCION PARA OPTAR  
AL TITULO DE INGENIERO  
FORESTAL.

CONCEPCION - CHILE

1995

EVALUACION DEL CRECIMIENTO DE PLANTACIONES DE Acacia  
melanoxylon R. Br EN DISTINTOS SECTORES DE LAS  
REGIONES G. BERNARDO O'HIGGINS Y METROPOLITANA.

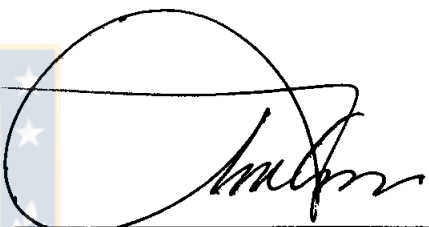
Profesor Asesor



---

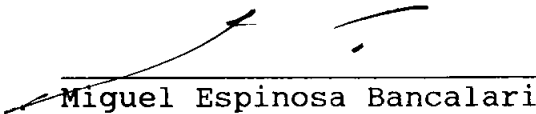
Miguel Espinosa Bancalari  
Profesor Asociado  
Ingeniero Forestal, Ph. D.

Profesor Asesor



---

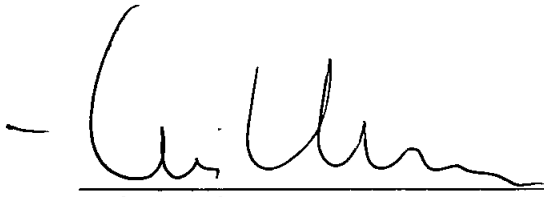
Jorge Cancino Cancino  
Profesor Asistente  
Ingeniero Forestal, M. Sc.



---

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

Director Departamento  
Silvicultura



---

Jaime Millán Herrera  
Profesor Titular  
Ingeniero Forestal, Dr.

Decano Facultad de  
Ciencias Forestales

A MI MADRE,  
A MI PADRE,  
A PAOLA,  
A MIS HERMANOS Y  
A BENJAMÍN



**AGRADECIMIENTOS.**

Agradezco en primer lugar al apoyo siempre constante de mi querida madre, Paola y hermanos.

En segundo lugar, debo agradecer sinceramente a mis profesores asesores, muy especialmente a Don Miguel Espinosa Bancalari por su abnegado compromiso con este trabajo, resaltando una vez más sus cualidades como persona y profesional.

También debo agradecer a la Corporación Nacional Forestal (CONAF VI región) ya que me permitieron obtener la información básica para el desarrollo de este estudio.

Y por último agradecer a mi universidad, a mis profesores y mis muy queridos compañeros especialmente a Gonzalo por su amistad siempre tan leal; gracias.

## INDICE DE MATERIAS

CAPITULOS	PAGINA
I INTRODUCCION.....	1
II REVISION BIBLIOGRAFICA.....	3
2.1 Antecedentes generales de <u>Acacia melanoxylon</u> R. Br.....	3
2.1.1 Antecedentes de las leguminosas.....	3
2.1.2 Monografía de <u>Acacia melanoxylon</u> R. Br..	4
2.1.2.1 Generalidades.....	4
2.1.2.2 Descripción de la especie.....	5
2.1.2.3 Distribución natural.....	7
2.1.2.4 Requerimientos ambientales.....	7
2.1.3 Principales usos de <u>Acacia melanoxylon</u> ..	10
2.1.4 Antecedentes de crecimiento y rendimiento en Chile y en otros países.....	11
2.2 Estudio del crecimiento fustal de los árboles.....	13
III MATERIALES Y METODOS.....	16
3.1 Descripción del área de estudio.....	16
3.2 Materiales.....	20

CAPITULOS	PAGINA
3.2.1	Material cartográfico y de oficina..... 20
3.3	Metodología utilizada para el estudio de las variables obtenidas en los distintos sectores..... 20
3.3.1	Unidad Muestral..... 20
3.4	Metodología para el estudio de crecimiento de los árboles seleccionados..... 22
3.5	Análisis de datos..... 26
IV	RESULTADOS Y DISCUSION..... 30
4.1	Estado actual de las plantaciones en cada uno de los sectores en estudio..... 30
4.2	Desarrollo histórico de la plantación del sector Punta de Cortés..... 40
V	CONCLUSIONES..... 47
5.1	Estado actual de las plantaciones en los sectores estudiados..... 47
5.2	Estudio de crecimiento para el sector Punta de Cortés..... 47
VI	RESUMEN..... 49
VII	SUMMARY..... 50

<b>CAPITULOS</b>	<b>PAGINA</b>
VIII BIBLIOGRAFIA.....	51
IX APENDICES.....	57
APENDICE 1 Tablas.....	58
APENDICE 2 Figuras.....	64



## INDICE DE TABLAS

TABLA N°		PAGINA
<u>En el texto</u>		
1	Clasificación de calidades de fuste y copa para <u>Acacia melanoxylon</u> .....	23
2	Valores promedios de supervivencia, Dap, área basal, altura total, longitud de copa y cobertura de copa por sector.....	31
3	Valores promedios de calidad de fuste y copa por sector.....	35
4	Relaciones que describen la morfología de la copa.....	37
<u>En el apéndice 1</u>		
1A	Valores promedios de cobertura de copa, Dap, longitud de copa y altura total por unidad muestral y por sector.....	59
2A	Resultados del análisis de varianza para las variables Dap, área basal, longitud de copa, y altura total promedio entre sectores.....	60
3A	Resultados del test de Tukey (de comparaciones múltiples) para las variables Dap, área basal, longitud de copa y altura total promedio entre sectores.....	61
4A	Distribución diamétrica de las plantaciones de <u>Acacia melanoxylon</u> por sector.....	62
5A	Antecedentes de los árboles seleccionados para el análisis fustal en el sector Punta de Cortés	63



## INDICE DE FIGURAS

FIGURAS N°		PAGINA
	<u>En el texto</u>	
1	Alturas y porcentajes de la altura total de los distintos cortes para realizar el análisis fustal.....	25
2	Forma geométrica que adopta las porciones del fuste.....	27
3	Descripción de las medidas de la copa y el fuste.....	29
4	Porcentaje de supervivencia por sector.....	32
5	Porcentaje de cobertura de copa por sector.....	34
6	Distribución diamétrica por sectores.....	39
7	Crecimiento en altura (A) e incremento corriente anual en altura (B) de los árboles seleccionados en el sector Punta de Cortés.	41
8	Crecimiento en diámetro (A) e incremento corriente anual en diámetro (B) de los árboles seleccionados en el sector Punta de Cortés...	43
9	Crecimiento en área basal (A) e incremento corriente anual en área basal (B) de los árboles seleccionados en el sector Punta de Cortés.....	44
10	Crecimiento en volumen (A) e incremento corriente anual en volumen (B) de los árboles seleccionados en el sector Punta de Cortés....	46

**FIGURAS N°**

**PAGINA**

En el Apéndice 2

1B Plano de ubicación de la zona de estudio..... 65



## I. INTRODUCCION.

El deterioro de los recursos naturales, especialmente lo referido a la degradación de los ecosistemas vegetales naturales, es uno de los problemas de mayor importancia para el mundo, puesto que al dañar la cubierta vegetal se afecta directamente otros recursos naturales asociados, como el agua, el suelo y la fauna.

Desde hace algunos años la Corporación Nacional Forestal (VI región), en conjunto con la División El Teniente de Codelco-Chile, han venido desarrollando programas de mejoramiento y conservación en parte del patrimonio de dicha División. Uno de los programas realizados ha sido la reforestación de algunos sectores afectados artificialmente por la actividad propia de la gran minería, sectores que se encuentran alterados, removidos o erosionados. Una de las especies utilizadas en esta actividad es Acacia melanoxylon R.Br (Aromo australiano) la cual ha presentado un comportamiento que varía de un lugar a otro, según sean las condiciones de suelo, clima o altitud. Es por esto de mucha importancia poder determinar las zonas en que la especie ha de ser plantada a futuro para así obtener un mejor desarrollo, lo que está muy relacionado con las condiciones

ambientales presentes en dichas áreas.

El presente estudio tiene como objetivo evaluar el estado de las plantaciones de Acacia melanoxylon R. Br establecidas en el valle central y zona precordillerana de la sexta región y en el secano interior de la región metropolitana. Específicamente, si existen diferencias en relación a los valores promedios de DAP, longitud de copa, altura total, área basal, supervivencia, cobertura de copa y calidades de fuste y de copa entre las plantaciones de los distintos sectores. Y además, evaluar el crecimiento histórico de la plantación de mejor desarrollo.



## II. REVISION BIBLIOGRAFICA.

### 2.1 Antecedentes generales de Acacia melanoxylon R. Br.

#### 2.1.1 Antecedentes de las leguminosas.

El grupo de las plantas leguminosas está compuesto por más de 18000 especies de árboles, arbustos y plantas herbáceas, que al ser cultivadas cumplen variadas funciones tales como alimentación humana y animal, contribuir al mejoramiento de los suelos, a la producción de madera y leña, esencias, gomas y otros usos. Estas especies son importantes en el equilibrio natural, debido a que están asociadas con bacterias que pueden fijar el nitrógeno del aire y convertirlo en compuestos nitrogenados, los que son utilizados por las plantas (National Academy of Sciences, 1984; citado por Díaz, 1992).

El grupo de las leguminosas comprende tres familias, las que algunos clasifican como subfamilias (Grinac y Wery, 1985; National Academy of Sciences, 1984; citado por Díaz, 1992).

Estas son:

- Caesalpinaceae;
- Mimosaceae;

- Papilionaceae o Fabaceae.

Especialmente en zonas áridas, son importantes especies de leguminosas nativas como: Acacia caven "Espino de la zona central", Prosopis chilensis "Algarrobo" y Prosopis tamarugo "Tamarugo". Entre los árboles exóticos, propios de regiones templadas, que tienen cierto interés forestal para Chile, se encuentran especies como Acacia melanoxylon "Aromo australiano" y Robinia pseudoacacia (Donoso, 1990).

### 2.1.2 Monografía de Acacia melanoxylon R. Br.

#### 2.1.2.1 Generalidades.

La especie Acacia melanoxylon R. Br, pertenece a la familia Mimosaceae (Hoffman, 1983). Es una de las 1000 especies de acacias que crecen en el mundo. Es originaria de Australia y se ha extendido a otras regiones como India, Sud Africa y se presenta como muy promisorio en Nueva Zelanda (Drawn and Butterfield, 1986).

Su nombre botánico deriva del griego "melas" y "xylon", que se traduce como madera negra. Además, esta especie posee nombres vulgares los cuales hacen referencia a las características de su madera. Es conocida como Australian

blackwood (Inglaterra), Balk wattle (Inglaterra), Australische scharze akazie (Alemania), Acacia nera australiana (Italia), Acacia 'australie (Francia), Acacia de madera negra (España), Aromo Salvaje (Argentina) y Aromo australiano (Chile), entre otros (Najera y López, 1969).

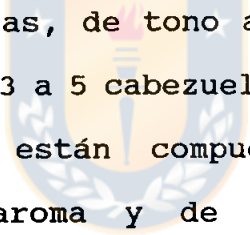
#### 2.1.2.2 Descripción de la especie.

Latifoliada, siempre verde, que presenta distintos fenotipos, dependiendo del ambiente donde crece. Varía desde un arbusto achaparrado hasta una de las acacias más grandes de Australia. Se han encontrado en Tasmania ejemplares con alturas hasta los 35 m y diámetros de 1.2 m (F.R.I, 1982). En condiciones excepcionales, árboles individuales pueden alcanzar 40-45 m de altura y 130-150 cm de diámetro a una edad de 200 años (Gleason, 1986; Drawn and Butterfield, 1986).

Acacia melanoxylon es un árbol que posee un fuste recto aunque esté inclinado, llegando a tener un crecimiento abierto (ramoso) (Gleason, 1986). Al crecer libremente en lugares abiertos raramente está libre de ramas por más de 4 m (Chudnoff, 1984; citado por Kannegiesser, 1989).

Tiene una copa amplia, cónica, con follaje tupido, coriáceo

y persistente. La corteza es de color café a gris oscuro y de espesor variable, caracterizándose por grandes surcos o grietas que se extienden longitudinalmente. Una de sus características distintiva es su heterofilia, es decir que cambia la forma de hoja. Las de las ramas nuevas son compuestas de filiolos pequeños, las que luego son reemplazadas por filiodios lanceolados, simples enteros, con un borde recto y opuesto algo curvo, de 6 a 9 cm de largo, coriáceos, con varios nervios longitudinales paralelos (Kannegiesser, 1989).



Las flores son globosas, de tono amarillo pálido, reunidas con racimos cortos de 3 a 5 cabezuelas pedunculares (Hoffman, 1983). Los racimos están compuestos por 30-50 flores hermafroditas, sin aroma y de color crema (Drawn and Butterfield, 1986).

El fruto es una legumbre alargada, angosta y de color café pardoso, que contiene entre 6-10 semillas negras, brillantes, ovaladas, rodeada cada una por un fonículo rosado (Kannegiesser, 1989). Este fruto posee una longitud entre 6-10 cm y un ancho de 0.5 cm aproximadamente (Drawn and Butterfield, 1986).



### 2.1.2.3 Distribución Natural.

Acacia melanoxylon es una de las especies de mayor dispersión en el este de Australia. Se distribuye en una franja de 100 a 200 km de ancho, bordeando la costa en forma continua desde el sureste de Queensland hasta el oeste de Victoria. También se encuentra en las principales islas del estrecho de Bass y Tasmania (Parson, 1973; citado por Farrell y Ashton, 1978).

En el sur de su distribución, el Aromo australiano crece desde el nivel del mar hasta los 1350-1500 m.s.n.m. en el norte de South Wales (Farrell y Ashton, 1978).

Latitudinalmente se distribuye desde los 16° LS hasta los 43° LS.

### 2.1.2.4 Requerimientos Ambientales.

#### Clima:

Especie muy tolerante en cuanto a clima se refiere (Grut, 1965; citado por Torrealba, 1987).

En su país de origen, el Aromo australiano se extiende de norte a sur desde una zona climática cálida húmeda y

subtropical hasta la templada fría. Las precipitaciones medias anuales fluctúan entre 450 y 1800 mm. Su distribución durante el año varía de acuerdo con la zona geográfica. En Victoria, al sur de Australia y Tasmania, las precipitaciones se concentran en 100 a 120 días durante el invierno (Kannegiesser, 1989).

Resiste temperaturas extremas de 45°C y 10°C y requiere precipitaciones de por lo menos 300-400 mm anuales (Najera y López, 1969).

Al sur de Australia, donde la especie alcanza su mejor desarrollo, la temperatura máxima media del mes más cálido oscila entre 19° y 22°C, pudiendo más al norte llegar a 30° C. La temperatura mínima media del mes más frío varía entre 1° y 10°C observándose 5 a 70 heladas al año (Hall et al., 1970).

En Victoria, se le encuentra en pantanos húmedos, montañas y planicies bastante lluviosas y con neblina (Farrell y Ashton, 1973).

En general, la distribución del Aromo está más determinada por la disponibilidad de humedad que por la temperatura (Gleason, 1986).

**Suelo:**

Acacia melanoxylon es tolerante a una amplia variedad de condiciones de suelo, desde costas subtropicales a regiones interiores frías, en áreas propensas a aridez o altas lluvias y en tipos de suelo que van desde el esquelético al pantanoso (Drawn and Butterfield, 1986; F.R.I, 1982).

Esta especie se encuentra mas comunmente en valles y pequeñas planicies en zonas accidentadas o montañosas (Streets, 1962).

El mejor crecimiento de Acacia melanoxylon se obtiene en suelos forestales podzólicos y aluviales de media a alta fertilidad, profundos, con buen drenaje y pH neutro a ácido. También se encuentra en arcillas limosas, podzoles amarillos o rojos gleyzoles (Kannegiesser, 1989).

Aromo australiano es muy tolerante a suelos coluviales moderadamente rocosos (sobre un 40% de rocas), los cuales le permiten una función de anclaje y una improvisada firmeza contra el viento (Grey y Taylor, 1983). Además requiere un mínimo de 10% de arcilla en el horizonte B, a menos que el sitio este en un valle ensenado (tipo cueva), donde suficiente humedad puede obtenerse del agua que se filtra de las pendientes circundantes (Zwaan, 1982).

Crece muy bien en suelos arcillosos empobrecidos por la erosión, debido a sus cualidades fijadoras de nitrógeno (Dimitri, 1978).

### **2.1.3 Principales Usos de la especie.**

El Aromo australiano es una especie de gran valor ornamental. Con su floración cremosa sobre el denso follaje oscuro resulta atractiva, al igual que cuando está cubierta de frutos. También se emplea bastante como cortafuego en plantaciones de coníferas, ya que su follaje es prácticamente incombustible. Se utiliza como fijadora de dunas y para forestar terrenos erosionados y pobres pues, por su condición de leguminosa, fija el nitrógeno del aire y mejora el suelo. Tiene además, la ventaja que puede crecer sin dificultad debajo de otros árboles a la sombra (Hoffman, 1983).

Las plantaciones de esta especie contribuyen con nitrógeno al suelo y protegen el crecimiento de bosques más valiosos (Hillis y Brown, 1984; citados por Abuter, 1989). Su madera, de gran atractivo visual, tiene su mayor aplicación en fines decorativos (Abuter, 1989).

Se le considera también adecuada para la estabilización de suelos de laderas de fuerte pendiente (Junge, 1969; citado

por Torrealba, 1987).

Esta especie, al igual que muchas otras Acacias, ha probado sus méritos en la fijación de arenas movedizas en Argentina (Burkart, 1943; citado por Torrealba, 1987).

Posee una madera de alta calidad, con excelentes propiedades para su elaboración, usada para tableros, ensambladuras interiores, muebles, ebanistería, tornería, estructura de embarcaciones, remos y mangos, entre otros (Drawn and Butterfield, 1986).

Un estudio desarrollado en la Universidad de Concepción (Chile) sobre Acacia melanoxylon mediante el proceso Kraf, concluye que esta puede emplearse para la fabricación de papel en mezcla con especies de fibra larga (Quintana, 1971).

#### **2.1.4 Antecedentes de Crecimiento y Rendimiento en Chile y en otros países.**

En la zona de Lanco, en una plantación de Aromo australiano establecida en un matorral de radal, se registró a los ocho años una altura superior a 10 m y un DAP de 10 cm. En Freire, en una plantación de diez años se midió un DAP medio de 22 cm, una altura media superior de 22 m y un crecimiento de

36m<sup>3</sup>/ha/año. En la zona de Huichague a los 26 años se registran DAP medios de 26 cm y alturas superiores a los 33 m (Siebert y Cerda, 1994).

En rodales de esta especie establecidos en el Fundo Victoria (Isla grande de Chiloé) a una edad de 17 años se tiene una altura media de 20.1 m, un área basal de 67 m<sup>2</sup>/ha y un crecimiento en volumen de 34.3 m<sup>3</sup>/año (Grosse y Kannegiesser, 1989).

En 10 rodales de Aromo australiano estudiados en Nueva Zelanda, se determinó un incremento promedio anual en diámetro de 1.45 cm, equivalente a 58 cm de DAP a los 40 años. La edad de 30-35 años se puede determinar como rotación en rodales bien cuidados (F.R.I, 1982).

Según Streets (1962), para los mejores sitios en Nueva Zelanda se obtuvo, a una edad de 45 años un DAP de 35.6 cm, alturas de 23.2 m y a una densidad final de 346 arb/ha, un volumen de 168 m<sup>3</sup>/ha.

En Tanganyika, para árboles de 14 años se obtuvo alturas de 21 m, DAP de 31.5 cm y para una densidad de 415 arb/ha un volumen de 156.7 m<sup>3</sup>/ha (Street, 1962). En Sudáfrica, para árboles de 34 años, a una densidad de 395 arb/ha se obtuvo un

volumen de  $214.7 \text{ m}^3/\text{ha}$  y un IMA de  $6 \text{ m}^3/\text{ha}$ . En Tasmania para árboles individuales se registró la siguiente información: a una edad de 50 años y a un DAP de 50 cm se obtuvo un volumen de  $1.092 \text{ m}^3/\text{arb}$  y a una edad de 70 años con un DAP de 70 cm se obtuvo un volumen de  $2.509 \text{ m}^3/\text{arb}$  (Zwaan, 1982).

## **2.2 Estudio de crecimiento fustal de los árboles.**

Se entiende por crecimiento, "al desarrollo, engrosamiento y elongación de los distintos componentes de un árbol o un rodal, referido a una edad o un período específico" (Husch et al., 1972). Fisiológicamente, es la acumulación de capas de células xilemáticas a partir del cambium (Spurr y Barnes, 1982).

El crecimiento puede evaluarse a través del método de análisis de tallo. Este es el método más exacto y directo para conocer el comportamiento histórico de las variables de estado y la edad de un rodal (Kannegiesser, 1987). A través de la observación y medición de los anillos de crecimiento en rodajas extraídas a distintas alturas del fuste se logra la reconstrucción del comportamiento pasado de un árbol (Husch et al., 1972).

El ancho de los anillos y el incremento corriente anual en

altura son parámetros específicos de crecimiento (Shea y Armson, 1972; citados por Lastra, 1992), que explican la forma fustal a través del tiempo, en términos de medición o como un concepto biológico, dependiendo de si el énfasis se coloca en un producto forestal o en el desarrollo de un sistema viviente (Larson, 1963; citado por Lastra, 1992).

El crecimiento en altura es dependiente del suelo y del clima, y es afectado negativamente tanto por la presencia de rodales muy abiertos, como por la de rodales muy densos (Hawley y Smith, 1972; Daniel et al., 1982)

El crecimiento en diámetro es uno de los factores más importantes sobre los cuales el manejador forestal puede ejercer un considerable control (Daniel et al., 1982).

La forma que adopta el tallo puede estar afectada por variables como el espacio de crecimiento de las copas, clase de copa, sitio, las prácticas silvícolas y las características genéticas, entre otras. Respecto a algunas de estas variables, se puede decir que según la edad de los árboles o rodales, la copa y el fuste adopta cambios significativos. Normalmente los árboles jóvenes tienen copas grandes y vigorosas, características de árboles creciendo libremente, pero una vez que el dosel se cierra y comienza la



competencia natural las ramas bajas empiezan a morir (Larson, 1963; citado por Lastra, 1992).

En general, cuando decrece la calidad de sitio, el crecimiento en altura de los árboles disminuye y los anillos anuales son más delgados bajo densidades de rodal similar (Larson, 1963; Daniel et al., 1982; citados por Lastra, 1992).

Larson (1963); Daniel et al (1982); citados por Lastra, (1992), señalan que sobre sitios en condiciones adversas en extremo, los árboles presentan copas pequeñas de poco vigor y puede ocurrir la ausencia total de anillos de crecimiento en la porción basal del árbol. Agregan que en algunas épocas de crecimiento puede producirse un pequeño anillo en la porción de la copa; sin embargo, puede haber una insuficiente producción de hormonas y carbohidratos lo que ocasiona que el anillo no pueda prolongarse hasta la base del árbol.

Cuando se presentan problemas de sequía, la irrigación puede ser una práctica que estimula el crecimiento fustal (Daniel et al., 1982).

### III. MATERIALES Y METODOS.

#### 3.1 Descripción del área de estudio.

El área de estudio comprende tres sectores, dos de los cuales se ubican geográficamente en la VI región y uno en la región metropolitana (Apéndice 2, Figura 1B). En la VI región el sector Maitenes Bajo (SMB) se ubica en la provincia de Cachapoal, comuna de Machalí y el sector Punta de Cortés (SPC) en la provincia de Cachapoal, comuna de Rancagua. En la región metropolitana, el sector Hacienda Loncha (SHL) se encuentra en la provincia de Melipilla, comuna de Alhué, el que forma parte de la hoya hidrográfica de río Rapel.

Los extremos latitudinales y longitudinales de cada sector son los siguientes:


- Sector Maitenes Bajo :  $70^{\circ}34'$  y  $34^{\circ}12'$
- Sector Punta de Cortés :  $70^{\circ}49'$  y  $34^{\circ}11'$
- Sector Hacienda Loncha :  $71^{\circ}11'-71^{\circ}12'$  y  $34^{\circ}04'-34^{\circ}05'$

Respecto a la altitud a la que se encuentran los distintos sectores, esta difiere marcadamente ya que se ubican desde la Precordillera Andina hasta el secano interior. El sector

Maitenes Bajo se encuentra a una altura de 1005 m.s.n.m., el sector Punta de Cortes a 433 m.s.n.m. y el sector Hacienda Loncha a 187 m.s.n.m.

La superficie total aproximada de las plantaciones pertenecientes a los sectores en estudio es de 54.3 ha con una edad de siete años y una densidad de plantación promedio por hectárea de 1100 plantas.

Las exposiciones predominantes por sectores son las siguientes:

- 
- sector Maitenes Bajo (Este)
  - sector Punta de Cortés (Oeste)
  - sector Hacienda Loncha (Sur-Este)

Las características de los suelos varían de un sector a otro, encontrando suelos: alto montañosos de origen volcánico (clasificado como pardo forestal), misceláneos, y la serie estancilla (STL). En el sector Maitenes Bajo, el suelo alto montañoso clasificado en una capacidad de uso VII, posee una superficie rocosa o comienzo de sedimentación, con un material no transportado (Andesítico Basáltico) (I.I.R.N, 1984).

En el sector Punta de Cortés el suelo Misceláneo que corresponde a una terraza aluvial del río Cachapoal, tiene una textura superficial de arena y grava moderadamente gruesa con una profundidad de 20-40 cm; de acuerdo con ortofoto del CIREN la capacidad de uso es IV (arable con severas limitaciones) con una subclase de capacidad de uso (s) que corresponde a un suelo con limitaciones de humedad que reducen el crecimiento de las plantas (CIREN, 1984).

La plantación que se ubica en el sector Hacienda Loncha está establecida sobre un suelo serie Estancilla de textura gruesa y una profundidad de 20-40 cm; su factor limitante es el drenaje ya que el agua se retira con facilidad aunque no con rapidez. Los suelos bien drenados generalmente retienen adecuadas cantidades de humedad para el crecimiento de las plantas después del riego. Esta serie posee una moderada pedregosidad, pendiente moderadamente pronunciada de 5-10%. La erosión que existe es de manto y de surcos y su capacidad de uso es VII con limitaciones de erosión y/o topografía (CIREN, 1984).

Al igual que los suelos, el clima varía de un sector a otro. En la precordillera de Rancagua, donde se sitúa el sector Maitenes Bajo, el período libre de heladas es de ocho meses presentando un período seco que dura siete meses; la

temperatura media ( $T > 10^{\circ}\text{C}$ ) de los seis meses más cálidos (Octubre-Marzo) es de  $15.7^{\circ}\text{C}$  y la temperatura media de los tres meses más fríos (Junio-Agosto) es de  $8.0^{\circ}\text{C}$ . La precipitación de los tres meses más cálidos (Diciembre-Febrero) es de 15 mm y la precipitación de los tres meses más fríos (Junio-Agosto) es de 80 mm (CIREN, 1989).

En el valle central, el sector Punta de Cortés presenta un período libre de heladas de ocho meses y siete meses de sequía; la temperatura media ( $10^{\circ}\text{C}$ ) de los seis meses más cálidos (Octubre-Marzo) es de  $17^{\circ}\text{C}$  y la temperatura media de los tres meses más fríos (Junio-Agosto) es de  $9^{\circ}\text{C}$ . La precipitación de los tres meses más cálidos (Diciembre-Febrero) es de 12 mm y la precipitación de los tres meses más fríos (Junio-Agosto) es de 340 mm (CIREN, 1989).

En el secano interior, el sector Hacienda Loncha, presenta un clima mediterráneo. Según la clasificación de Koeepen este posee un período seco prolongado que se extiende aproximadamente siete meses (CONAF, 1991). La distribución de las temperaturas medias mensuales indica la existencia de seis meses muy calurosos (Noviembre a Abril), con temperaturas sobre  $25^{\circ}\text{C}$ , no presentando meses con temperaturas inferiores a  $0^{\circ}\text{C}$ . La precipitación media anual calculada al año 1986 es de 512 mm (CONAF, 1986; citado por

CONAF, 1991).

La vegetación remanente en dos de los sectores en estudio está constituida por especies que se encuentran en reducida cantidad, como litre en el sector Maitenes Bajo y espino, boldo, quillay y maitén en el sector Hacienda Loncha. El sector Punta de Cortés no presenta especies distintas a la plantada.

### **3.2 Materiales.**

#### **3.2.1 Material Cartográfico y de Oficina.**

Para el desarrollo de este estudio se utilizó como material cartográfico un mapa escala 1:40000, ortofotos escala 1:20000, planos de forestación escala 1:10000 y 1:5000, proporcionados por CONAF, VI región.

### **3.3 Metodología utilizada para el estudio de las variables obtenidas en los distintos sectores.**

#### **3.3.1 Unidad Muestral.**

Se definió como unidad muestral (UM) a una superficie de 400 m<sup>2</sup>. En los planos de forestación se ubicaron las unidades

muestrales distribuidas aleatoriamente, en cada uno de los sectores en estudio.

En cada sector se generaron cuatro parcelas cuadradas (20 x 20 m), en las cuales se realizaron las mediciones de las variables de comparación. La toma de datos se realizó entre Enero y Marzo de 1994.

Las variables de comparación fueron las siguientes:

**DAP:** Diámetro a la altura del pecho, medido en cm y que se obtiene a una altura aproximada de 1.3 m desde la base del árbol. El instrumento para la obtención de esta variable fue un pie de metro de 30 cm.

**Longitud de copa:** Es la medida, en metros, desde el inicio de la copa del árbol hasta el ápice. Se utilizó en la obtención de esta variable una vara telescópica de 16 m.

**Altura total:** Es la medida, en metros, desde el suelo hasta el ápice de cada árbol. Utilizándose una vara telecópica en su obtención.

**Supervivencia:** Corresponde al número de árboles existentes al momento de la medición, relacionado con el número inicial de

las plantas establecidas.

**Cobertura de copa:** Corresponde a la proyección horizontal que tiene la copa en el suelo y se mide en m<sup>2</sup>. Esta variable se obtuvo de un área de 200 m<sup>2</sup> (10 x 20 m) en cada UM.

**Calidad de fuste y de copa:** Son características cualitativas, se considera el aspecto morfológico del fuste y de la copa de cada árbol. La clasificación de calidades de fuste y de copa de los árboles se hizo tomando en cuenta características fáciles de observar en terreno (Tabla 1).

#### **3.4 Metodología para el estudio de crecimiento de los árboles seleccionados.**

Una vez evaluadas las plantaciones en cada sector se procedió a elegir aquella que presentaba las mejores características para realizar un análisis fustal, seleccionando para ello la plantación establecida el sector Punta de Cortés ya que en ella era factible obtener rodela de un tamaño donde los anillos pudiesen observarse con mayor facilidad.

El análisis fustal se realizó en 12 árboles, tres en cada unidad muestral (UM), que fueron seleccionados aleatoriamente. Estas unidades muestrales estaban elegidas



**TABLA 1. CLASIFICACION DE CALIDADES DE FUSTE Y DE COPA PARA  
Acacia melanoxylon R. Br.**

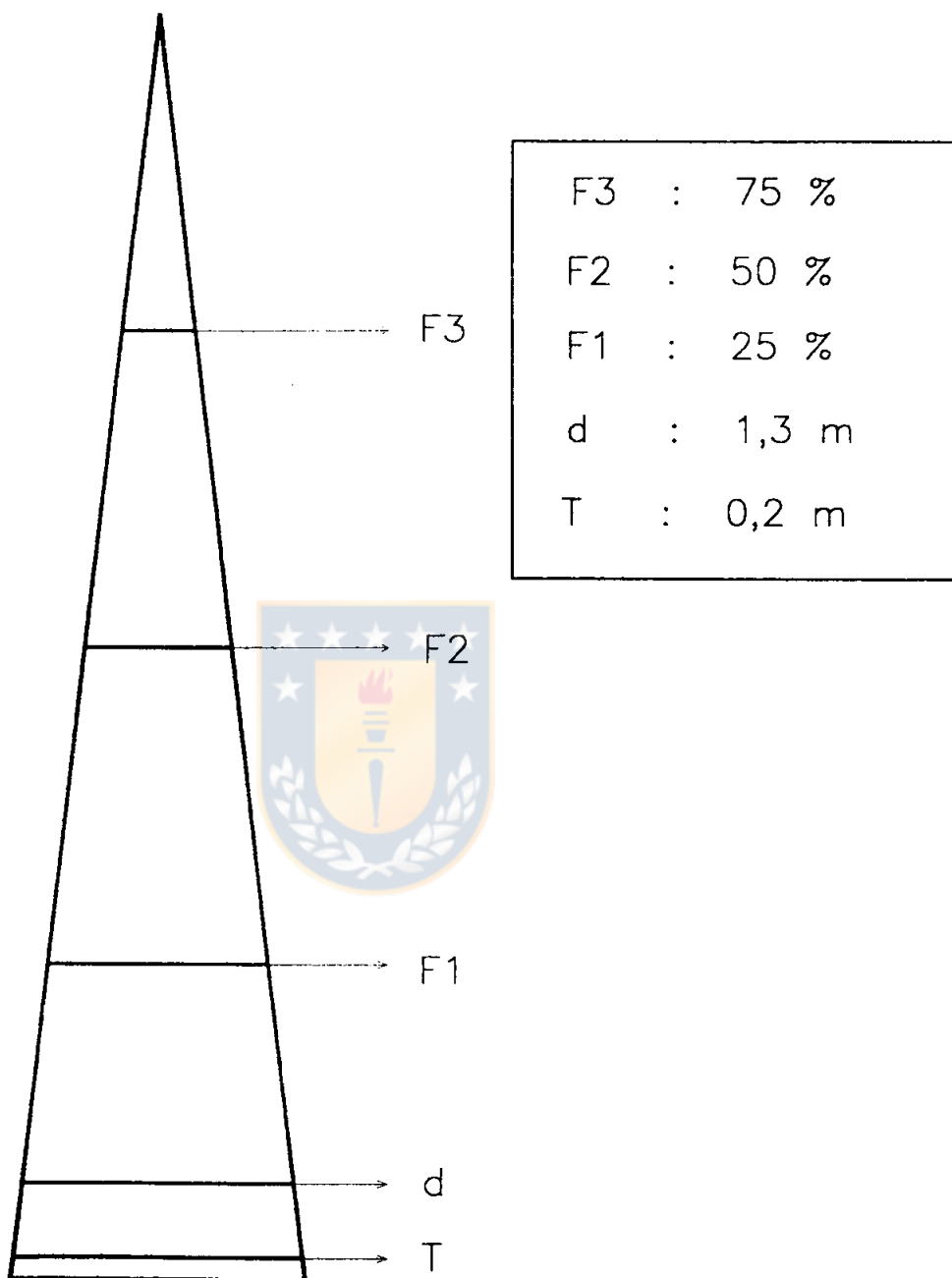
<b>CALIDAD DE FUSTE</b>	
<b>BUENA</b>	<b>: FUSTES RECTOS Y VERTICALES</b>
<b>REGULAR:</b>	<b>FUSTES TORCIDOS, CURVADOS O INCLINADOS LEVEMENTE</b>
<b>MALA</b>	<b>: FUSTES BIFURCADOS CON INCLINACIÓN O RAMIFICACION EXCESIVA</b>
<b>CALIDAD DE COPA</b>	
<b>BUENA</b>	<b>: COPA SIMETRICA, ABUNDANTE, POR LO MENOS COMPLETA EN SUS 2/3.</b>
<b>REGULAR:</b>	<b>NO CUMPLE CON CARACTERISTICAS DE LAS CALIDADES "BUENA" Y "MALA".</b>
<b>MALA</b>	<b>: ASIMETRICA, POCO ABUNDANTE O MENOS DE 1/3 COMPLETA.</b>

previamente para la evaluación de las otras variables.

Previo al volteo se registró el Dap; una vez en el suelo el árbol, se procedió a medir su longitud total. Se cortaron cinco discos de 2 a 4 cm de espesor, en el tocón a 0.2 m desde el suelo (T), al 25% de la altura total (F1), a la altura del pecho (d), al 50% de la altura total (F2) y al 75% de la altura total (F3) (Figura 1). La altura alcanzada por el árbol a través del tiempo se obtuvo a partir del promedio de las dos mediciones (perpendiculares entre si) por anillo, utilizando el modelo de Lenhart (Rayner, 1991).

Del análisis fustal se generó la información altura-edad, diámetro a la altura del pecho-edad, área basal-edad y volumen-edad utilizada para elaborar las curvas de crecimiento e incremento corriente.

La madera y el volumen total del fuste fueron calculados a partir de las mediciones en terreno; las formas geométricas del fuste consideradas fueron las descritas por Husch et al. (1972). El volumen del tocón como un **cilindro**, a partir de aquí hasta el 75% de la altura total, como un tronco de **paraboloide** (fórmula de Smalian), y la sección de la porción más alta de la copa como un **cono** (Figura 2).



**FIGURA 1:** Alturas y porcentajes de la altura total de los distintos cortes para realizar el análisis fustal.

### 3.5 Análisis de los datos.

Para la comparación de DAP, área basal, longitud de copa y altura total promedio entre sectores, se empleó análisis de varianza (Steel y Torrie, 1988) para decidir si se aceptaba la hipótesis nula o la hipótesis alterna.

Las hipótesis son:

$H_0$  = Existe igualdad entre las medias.

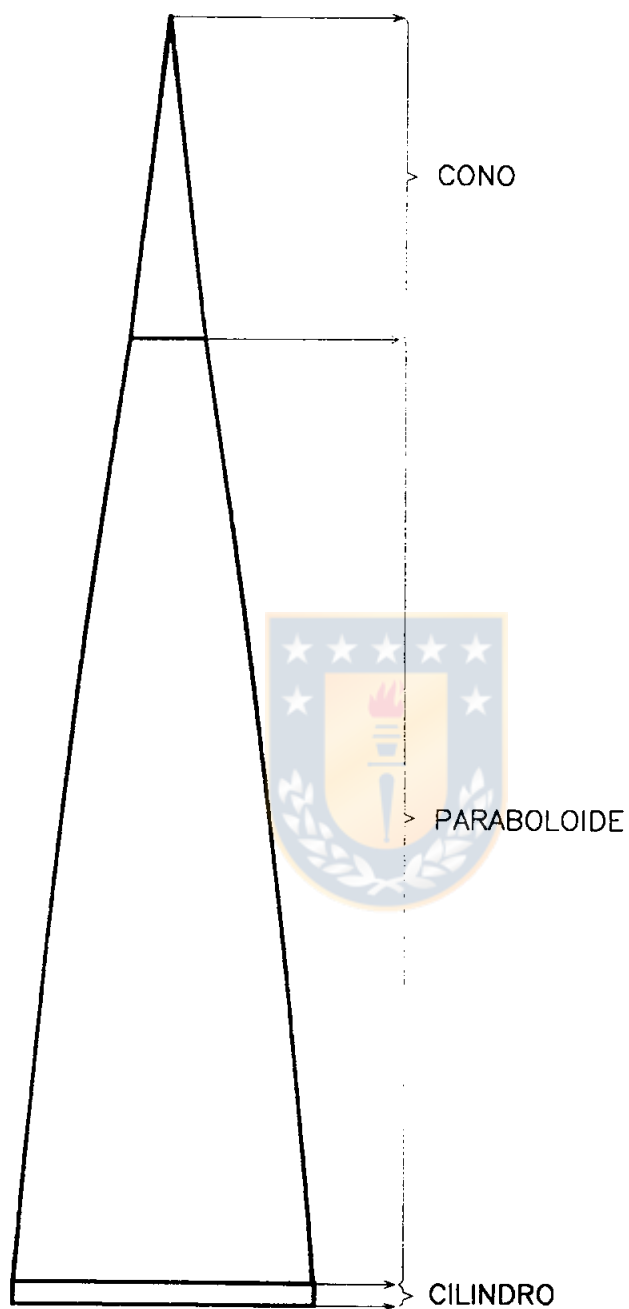
$H_1$  = No existe igualdad entre las medias.

Decisión:

Si  $F$  calculado  $>$   $F$  tabulado, se rechaza  $H_0$ , se acepta  $H_1$ .

Si  $F$  calculado  $<$   $F$  tabulado, se acepta  $H_0$ , se rechaza  $H_1$ .

En el caso de que se acepte la hipótesis alterna se realiza el procedimiento de **w de Tukey** (comparaciones múltiples) la cual es aplicable a pares de medias; necesita de un solo valor para juzgar la significancia de todas las diferencias, y por lo tanto es rápido y fácil de usar (Steel y Torrie, 1988). Su objetivo es determinar cuál de las variables es significativamente mejor en relación a la misma



**FIGURA 2:** Forma geométrica que adoptan las porciones del fuste (Husch et al., 1972).

variable de otro sector.

La morfología de las copas de los árboles se estudió basado en las siguientes medidas descriptivas (Assmann, 1970), originadas de los valores promedios de Dap, longitud de copa, altura total y ancho de copa (Figura 3).

- Relación  $\text{Altura/DAP}$  (Grado de esbeltez).
- Relación  $\text{Longitud de copa/Altura total}$  (Relación copa viva).
- Relación  $\text{Ancho de copa/Altura total}$  (Grado de expansión de la copa).
- Relación  $\text{Ancho de copa/Longitud de copa}$  (Relación de abundancia de copa).
- Relación  $\text{Ancho de copa/DAP}$  (Relación de proyección de copa).

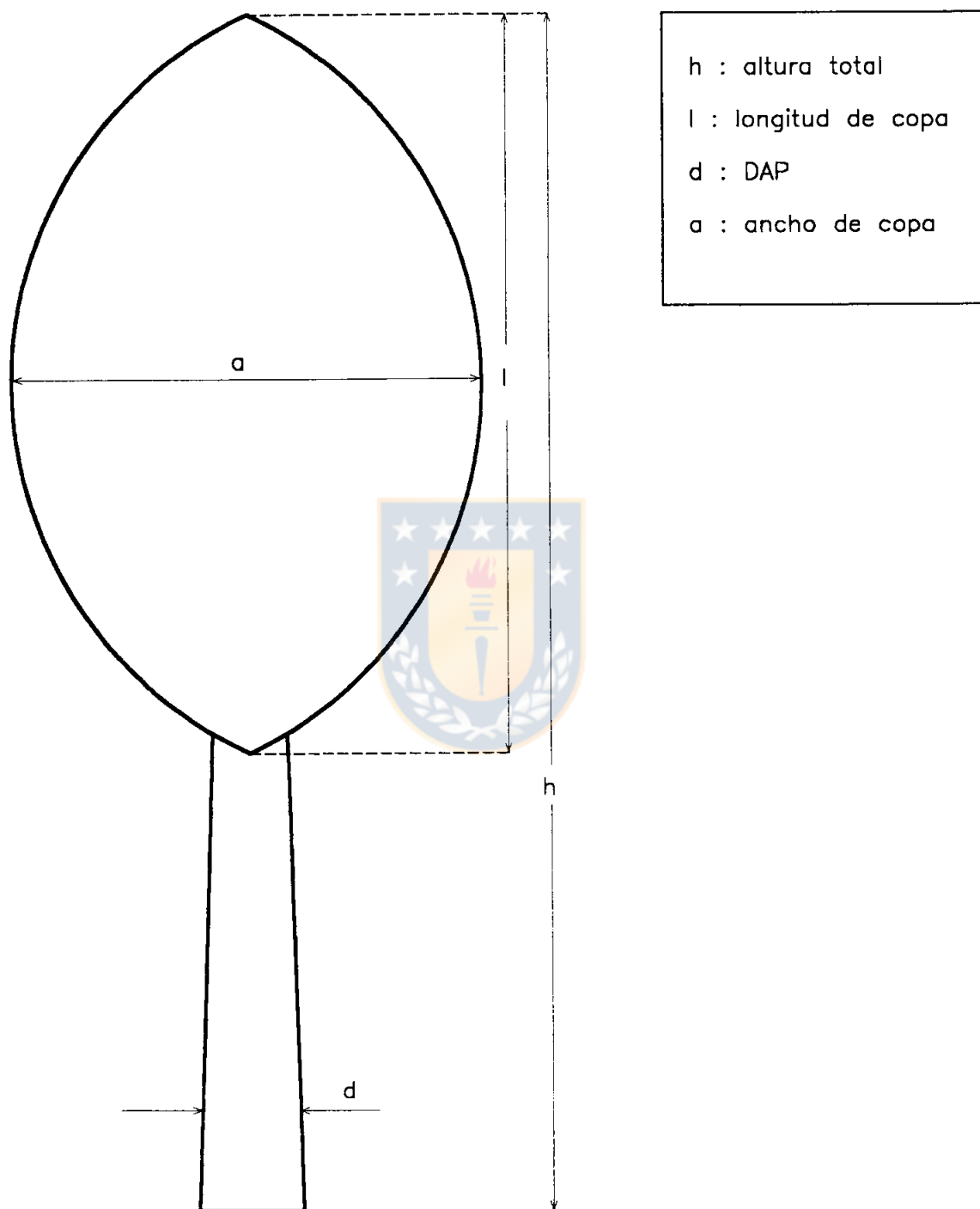


FIGURA 3: Descripción de las medidas de la copa y el fuste.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSION.

##### 4.1 Estado actual de las plantaciones en cada uno de los sectores estudiados.

En el Apéndice 1, Tabla 1A se entregan los valores promedios para las variables evaluadas en cada unidad muestral y sector.

La comparación estadística (Apéndice 1, Tabla 2A), indica que no existe igualdad entre medias por sector de las variables DAP, área basal, altura total y longitud de copa. En la Tabla 2 se puede observar que el sector Punta de Cortés presenta valores superiores en relación a las variables ya mencionadas, respecto a los otros sectores. El sector Maitenes Bajo presenta los valores más reducidos.

Los antecedentes del contraste de medias (w de Tukey) se entrega en el Apéndice 1, Tabla 3A.

El sector Punta de Cortés presenta una mayor área basal (9.6 m<sup>2</sup>/ha) a pesar de presentar una menor densidad que la encontrada en los restantes sectores estudiados, producto del mayor tamaño de los árboles.



**TABLA 2. VALORES PROMEDIOS DE SUPERVIVENCIA, DAP, AREA BASAL, ALTURA TOTAL, LONGITUD DE COPA Y COBERTURA DE COPA POR SECTOR.**

SECTOR	SUPERV. (%)	DAP (cm)	AREA BASAL (m <sup>2</sup> /ha)	ALT. TOTAL (m)	LONGIT. DE COPA (m)	COBERT. DE COPA (%)
SMB	80.50	4.66c	1.51c	3.46c	0.57b	36.82
SPC	76.40	11.51a	8.74a	9.61a	2.13a	72.83
SHL	85.00	8.76b	5.63b	5.86b	0.91b	69.27

SMB : SECTOR MAITENES BAJO

SPC : SECTOR PUNTA DE CORTES

SHL : SECTOR HACIENDA LONCHA

NOTA: Valores promedios representados por letras minúsculas distintas difieren entre sí a nivel de significancia de (0.05).

### Supervivencia

La supervivencia en los sectores estudiados oscila entre el 76 y 85%. En el sector Hacienda Loncha esta variable es 10% mayor que el sector Punta de Cortés y 5% mayor que el sector Maitenes Bajo (Tabla 2; Figura 4).

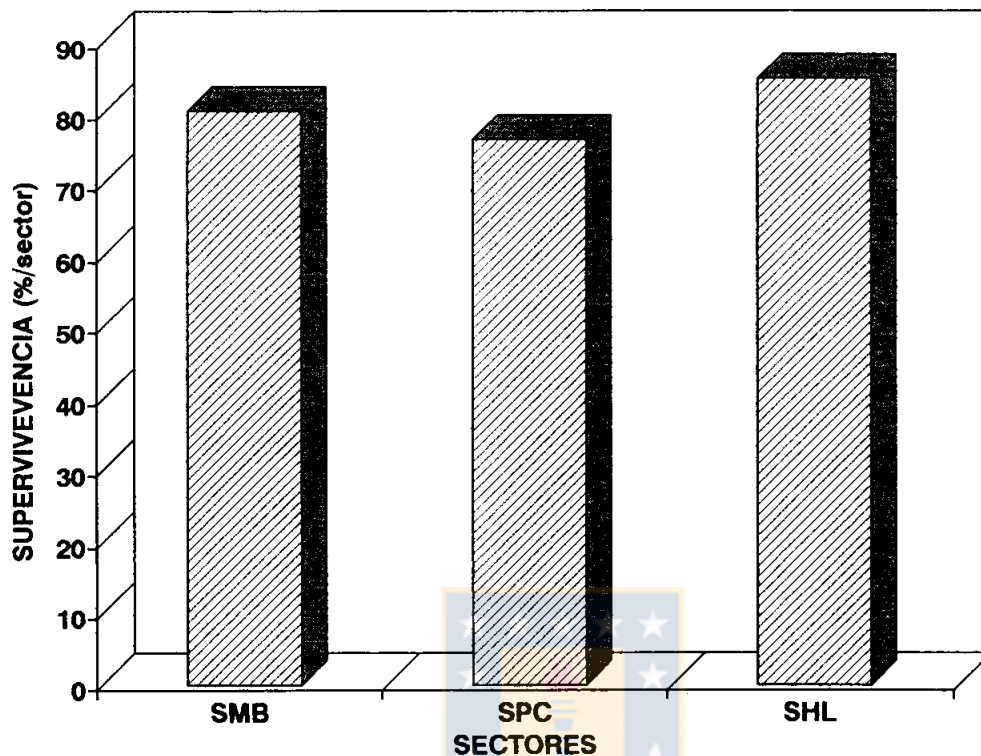


FIGURA 4 : Porcentaje de supervivencia por sector.

La similitud en los valores de supervivencia registrados en los diferentes sectores podría deberse a algunas características que posee la especie Acacia melanoxylon tales como: resistencia a los vientos, a los cambios extremos de temperatura y a su vigoroso sistema radicular (Junge, 1969; citado por Torrealba, 1987). Lo más probable es que en este caso se deba al riego, que se hace a las plantaciones en la zona, para asegurar supervivencia y desarrollo. El riego se extiende por un periodo de cinco a seis meses cada año y atendiendo a las condiciones de topografía, recursos

hídricos naturales y posibilidades existentes en los distintos sectores, se utilizan diversos sistemas de conducción de agua tales como: motobombas, canales de regadío y camiones aljibes (CONAF, 1991). Aunque las distintas plantaciones son regadas con un mismo volumen de agua por árbol (25 litros/árbol), la periodicidad de esta acción no es la misma puesto que en el sector Maitenes Bajo se riega cada 30 días y en los otros sectores cada 15 días. En virtud de estos antecedentes es probable esperar que en las plantaciones con menor crecimiento, una mayor frecuencia de riego se traduciría en una mejoría de algunas características de los árboles.



### Cobertura de Copa

Los sectores Punta de Cortés y Hacienda Loncha presentan los mayores valores de cobertura de copa, con un 72.8 y 69.3%, respectivamente. El sector Maitenes Bajo muestra un valor de sólo 36.8% producto de un menor desarrollo de los árboles (Tabla 2; Figura 5).

Según lo observado en terreno el efecto protector de la vegetación con respecto al suelo se verifica claramente en la plantación con mayor cobertura de copa.

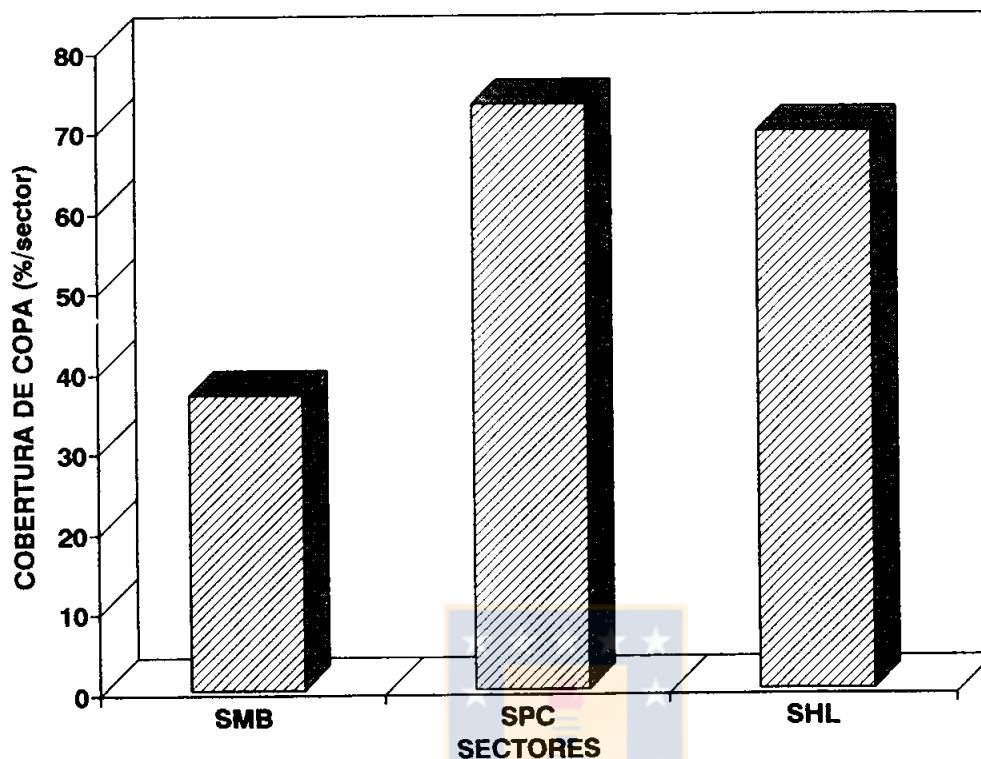


FIGURA 5 : Porcentaje de cobertura de copa por sector.

El efecto positivo de tener vegetación en un área descubierta cumple los objetivos de detener la degradación, específicamente la erosión (hídrica y eólica) (CONAF, 1991).

#### Calidad de Fuste y Copa.

En los tres sectores estudiados, un porcentaje considerable de los árboles presenta fustes clasificados como "malos", especialmente en el sector Maitenes Bajo con un 71.13%. En el

sector Hacienda Loncha es donde se concentra el mayor porcentaje de árboles clasificados como "regulares" con un 38%. Referente a la clasificación de árboles como "buena", el sector Punta de Cortés muestra el mayor porcentaje con un 22.20% y tan sólo un 6.34% el sector Maitenes Bajo, lo que indica lo defectuoso de los fustes en casi todos los árboles (Tabla 3).

**TABLA 3. VALORES PROMEDIO DE CALIDAD DE FUSTE Y DE COPA POR SECTOR.**

SECTOR	CALIDAD(%)					
	BUENA		REGULAR		MALA	
	FUSTE	COPA	FUSTE	COPA	FUSTE	COPA
SMB	6.34	15.50	22.53	42.95	71.13	41.55
SPC	22.20	26.66	31.11	44.44	46.70	28.90
SHL	14.66	11.33	38.00	67.34	47.34	21.33

**SMB: SECTOR MAITENES BAJO**

**SPC: SECTOR PUNTA DE CORTES**

**SHL: SECTOR HACIENDA LONCHA**

Respecto a la calidad de copa, el sector Maitenes Bajo muestra un mayor porcentaje de árboles clasificados como

"malos" con un 41.55%. Los árboles clasificados como "regulares" están presentes en un gran porcentaje en los tres sectores, siendo el sector Hacienda Loncha el que muestra un mayor porcentaje con un 67.34%. El sector Punta de Cortés registra el mayor porcentaje de árboles clasificados con calidad de copa "buena" con un 26.66%, en tanto el sector Hacienda Loncha es el que presenta el menor porcentaje en esta clasificación con sólo un 11.33% (Tabla 3).

#### Relaciones Descriptivas de la Copa.

Las distintas medidas descriptivas de la copa de los árboles muestran que en el sector Punta de Cortés éstas alcanzan valores inferiores al resto de los sectores, con excepción del grado de esbeltez. En el sector Maitenes Bajo la totalidad de los valores de las medidas descriptivas son superiores a los registrados en los sectores restantes. Los árboles creciendo en el sector Punta de Cortés son proporcionalmente menores en DAP que en altura total y proporcionalmente mayores en altura total que en longitud y ancho de copa y proporcionalmente mayores en longitud de copa y DAP que en ancho de copa. Por el contrario, en el sector Maitenes Bajo los árboles son proporcionalmente mayores en DAP que en altura total y proporcionalmente menores en altura total que en longitud y ancho de copa y

proporcionalmente menores en longitud de copa y DAP que en ancho de copa (Tabla 4).

**TABLA 4. RELACIONES QUE DESCRIBEN LA MORFOLOGIA DE LA COPA.**

RELACIONES	SMB	SPC	SHL
h/d	0.74	0.83	0.67
l/h	0.84	0.78	0.84
a/h	0.62	0.33	0.51
a/l	0.74	0.42	0.60
a/d	0.46	0.27	0.34

**SMB: SECTOR MAITENES BAJO**  
**SPC: SECTOR PUNTA DE CORTES**  
**SHL: SECTOR HACIENDA LONCHA**  
**h : ALTURA TOTAL**  
**d : DIAMETRO ALTURA PECHO**  
**l : LONGITUD DE COPA**  
**a : ANCHO DE COPA**

Las medidas descriptivas de las copas de los árboles indican que éstos difieren marcadamente entre los sectores Punta de Cortés y Maitenes Bajo; en el primero, los árboles presentan copas alargadas y cónicas; y en el segundo éstas son de forma algo achaparrada.

### Distribución Diamétrica.

La distribución diamétrica de los árboles para cada uno de los sectores se presenta en la Figura 6.

La curva de frecuencia diamétrica correspondiente al sector Punta de Cortés tiene una forma casi simétrica, la que se caracteriza porque las observaciones que equidistan del máximo valor central tienen aproximadamente la misma frecuencia. Para el sector Hacienda Loncha la curva presenta una desigualdad más notoria respecto a la frecuencia de las observaciones que equidistan del máximo valor central. El sector Maitenes Bajo muestra una curva en forma de J invertida, acumulando un gran número de árboles en clases diamétricas inferiores.

En el sector Punta de Cortés el rango diamétrico oscila entre 4 y 20 cm, con una mayor concentración entre los diámetros 10-14 cm, representando el 71% del total de árboles. En el sector Hacienda Loncha la mayor concentración de árboles ocurre entre los diámetros 6-10 cm (82% del total); con un rango diamétrico que varía entre 4 y 16 cm. En el sector Maitenes Bajo la dispersión diamétrica es menor, variando entre 2 y 10 cm, con una mayor concentración de árboles en los diámetros 2-6 cm (84% del total) (Apéndice 1, Tabla 4A).



En general, la plantación situada en el sector Punta de Cortés presenta mejores resultados para las variables medidas, en relación a las plantaciones ubicadas en los sectores Maitenes Bajo y Hacienda Loncha.

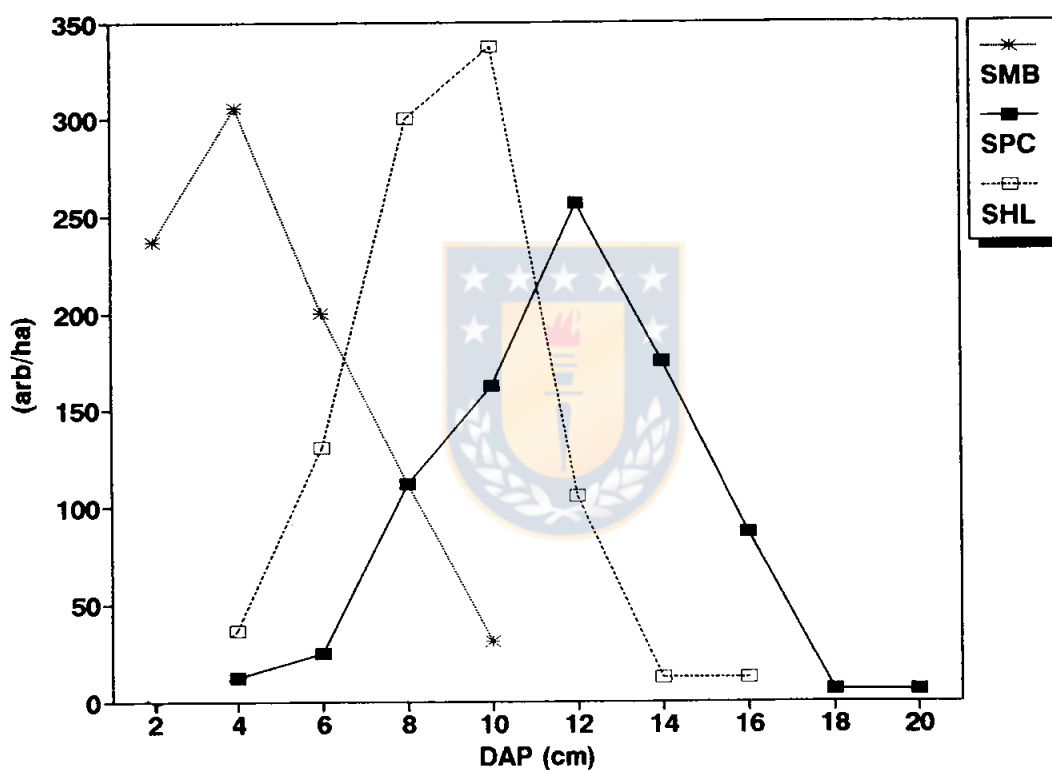


Figura 6 : Distribución diamétrica por sectores.

Estas diferencias se deberían a las condiciones que presenta un sector con respecto a otro, condiciones relacionadas directamente con los factores limitantes de suelo, clima y altitud. El sector Punta de Cortés posee un suelo de mayor

calidad que el resto de las plantaciones (capacidad de uso IV), y sus condiciones climáticas son algo más benignas ya que posee una mayor cantidad de lluvias y no se verifican temperaturas muy extremas.

#### **4.2 Desarrollo Histórico de la Plantación del Sector Punta de Cortés.**

Los antecedentes de los 12 árboles seleccionados como representativos en las cuatro unidades muestrales del sector Punta de Cortés se presentan en el Apéndice 1, Tabla 5A.

**Crecimiento en Altura.** El crecimiento en altura (Figura 7-a) presenta una curva ascendente especialmente desde el año dos, para empezar a declinar levemente a partir del año cuatro, llegando a una altura sobre los 10 metros en el año siete.

El Incremento Corriente en altura (Figura 7-b) culmina a los cuatro años, con un valor de 1.97 m, luego de lo cual decae lentamente hasta los cinco años, para posteriormente hacerlo abruptamente.

El crecimiento acumulado en altura para Acacia melanoxylon en el sector Punta de Cortés, a los siete años es superior a los

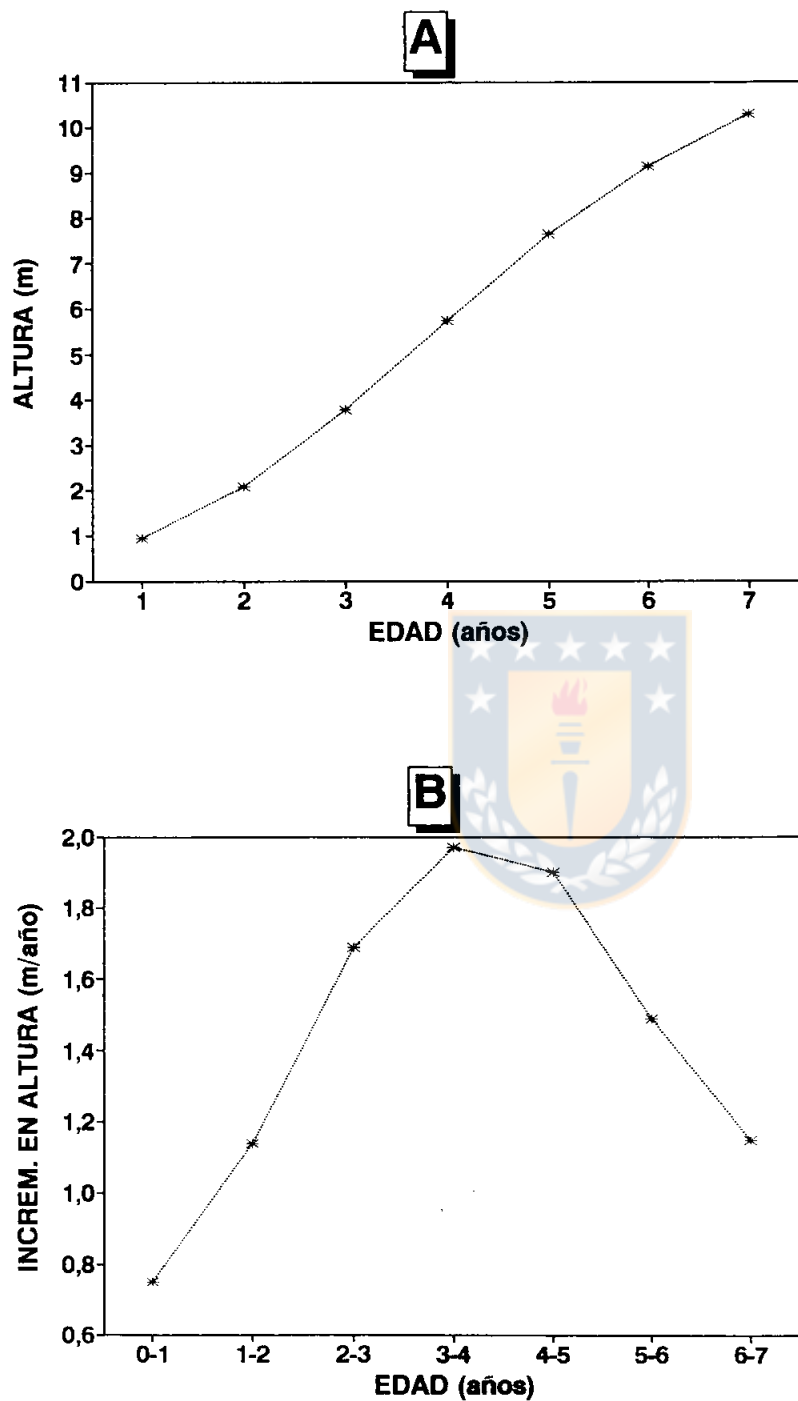


FIGURA 7 : Crecimiento en altura (A) e incremento corriente anual en altura (B) de los árboles seleccionados en el sector Punta de Cortés.

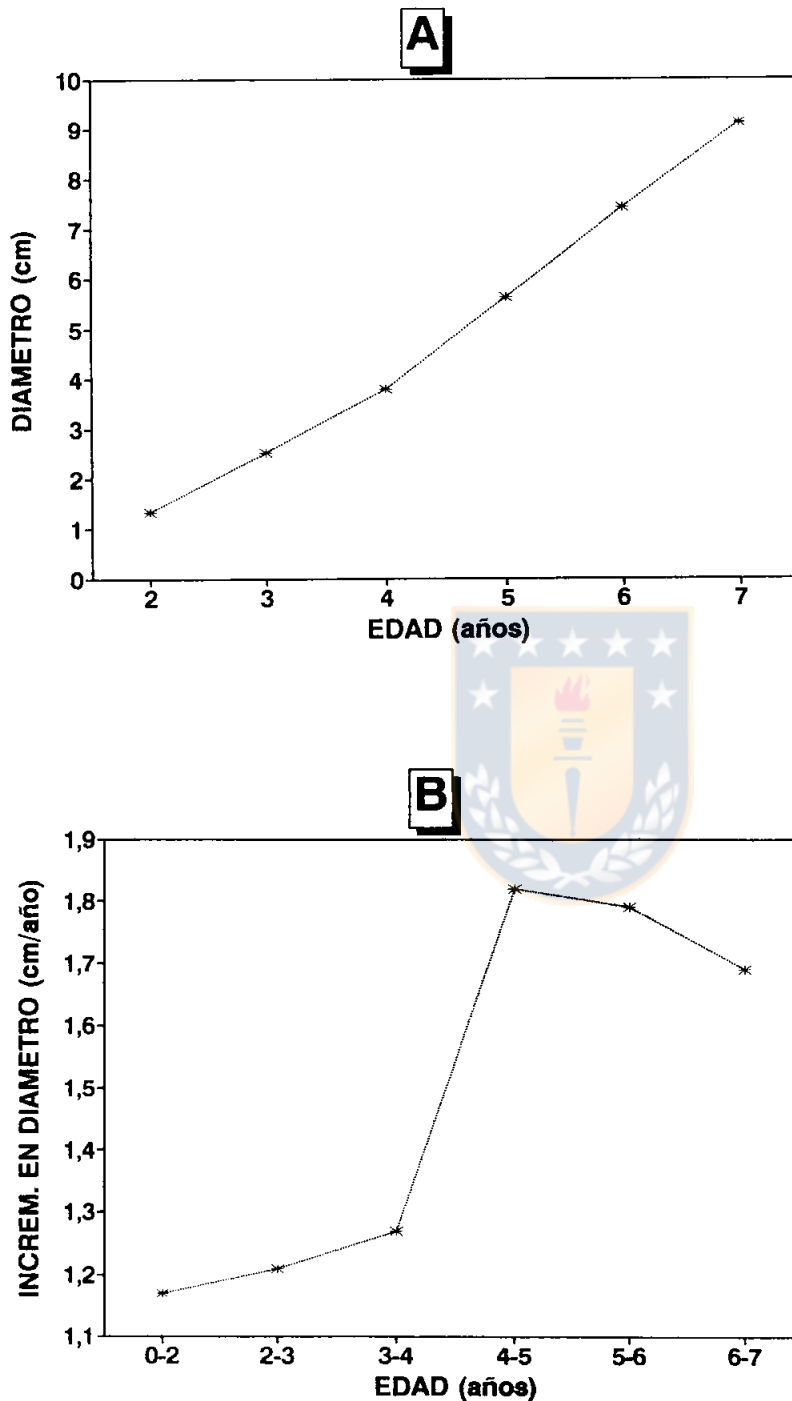
10 metros, altura similar a la de una plantación de esta especie situada en la zona de Lanco, con una edad de 8 años donde también se obtuvieron alturas superiores a los 10 metros (Siebert y Cerda, 1994). Asimismo se compara con el crecimiento de una plantación de Pinus radiata, situada en la comuna de Pichilemu (VI región) en la que se registraron alturas superiores a los 7.46 metros a la edad de 7 años, valor inferior al encontrado en este estudio.

**Crecimiento en Diámetro.** La curva de crecimiento en diámetro (Figura 8-a) presenta un rápido crecimiento con un cambio leve de pendiente en el año cuatro.

El Incremento Corriente en diámetro (Figura 8-b) muestra un lento incremento en los primeros cuatro años, crece rápidamente hasta el año quinto, año de su culminación y luego decae lentamente.

**Crecimiento en Área Basal.** El crecimiento en área basal (Figura 9-a) es relativamente lento al inicio, para incrementar aceleradamente desde el año cuatro.

El Incremento Corriente en área basal (Figura 9-b) presenta un lento incremento en los primeros cuatro años luego de lo cual crece aceleradamente.



**FIGURA 8 : Crecimiento en diámetro (A) e incremento corriente anual en diámetro (B) de los árboles seleccionados en el sector Punta de Cortés.**

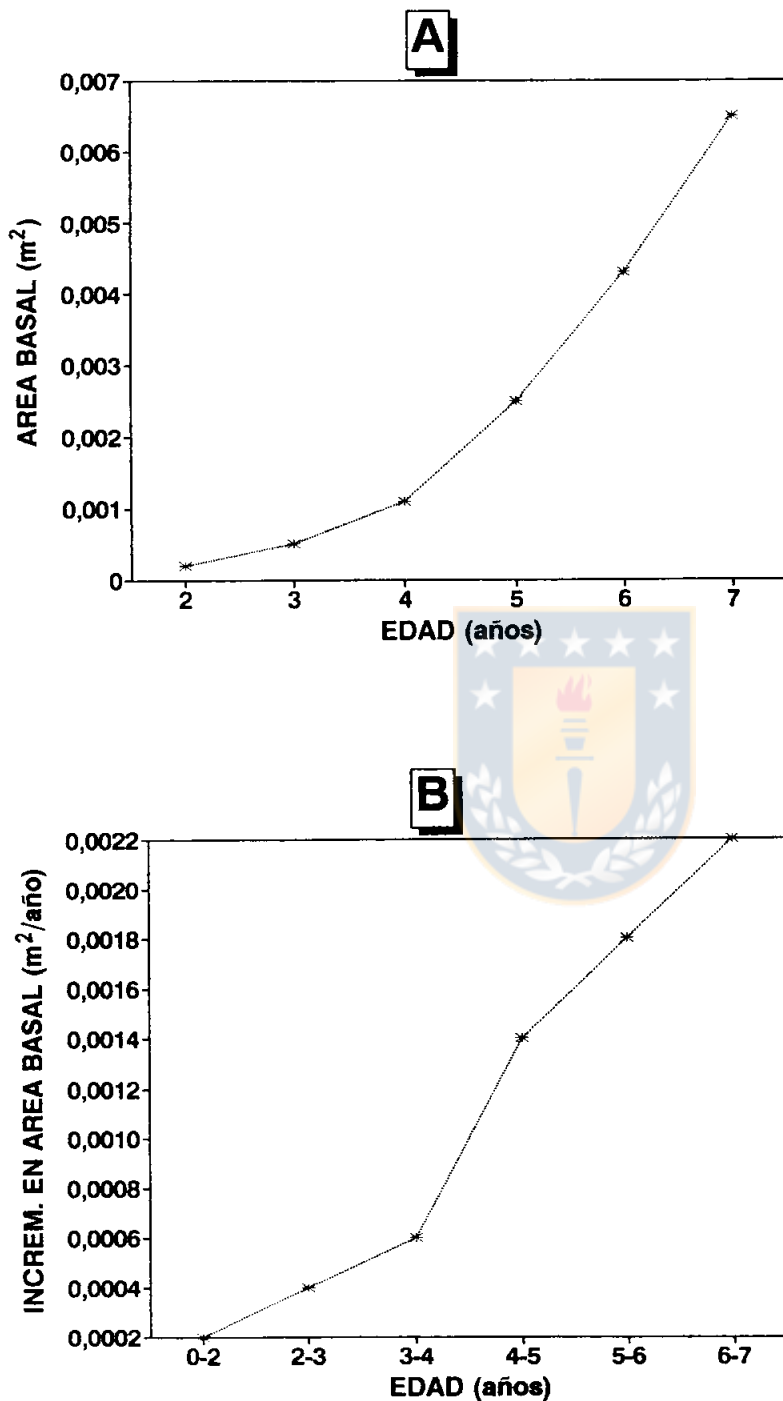


FIGURA 9 : Crecimiento en área basal (A) e incremento corriente anual en área basal (B) de los árboles seleccionados en el sector Punta de Cortés.

**Crecimiento en Volumen.** El crecimiento en volumen (Figura 10-a) es relativamente lento hasta el año cuatro, para luego aumentar sostenidamente.

El Incremento Corriente en volumen (Figura 10-b), muestra un incremento relativamente lento hasta el año cuatro, para luego aumentar rápidamente.



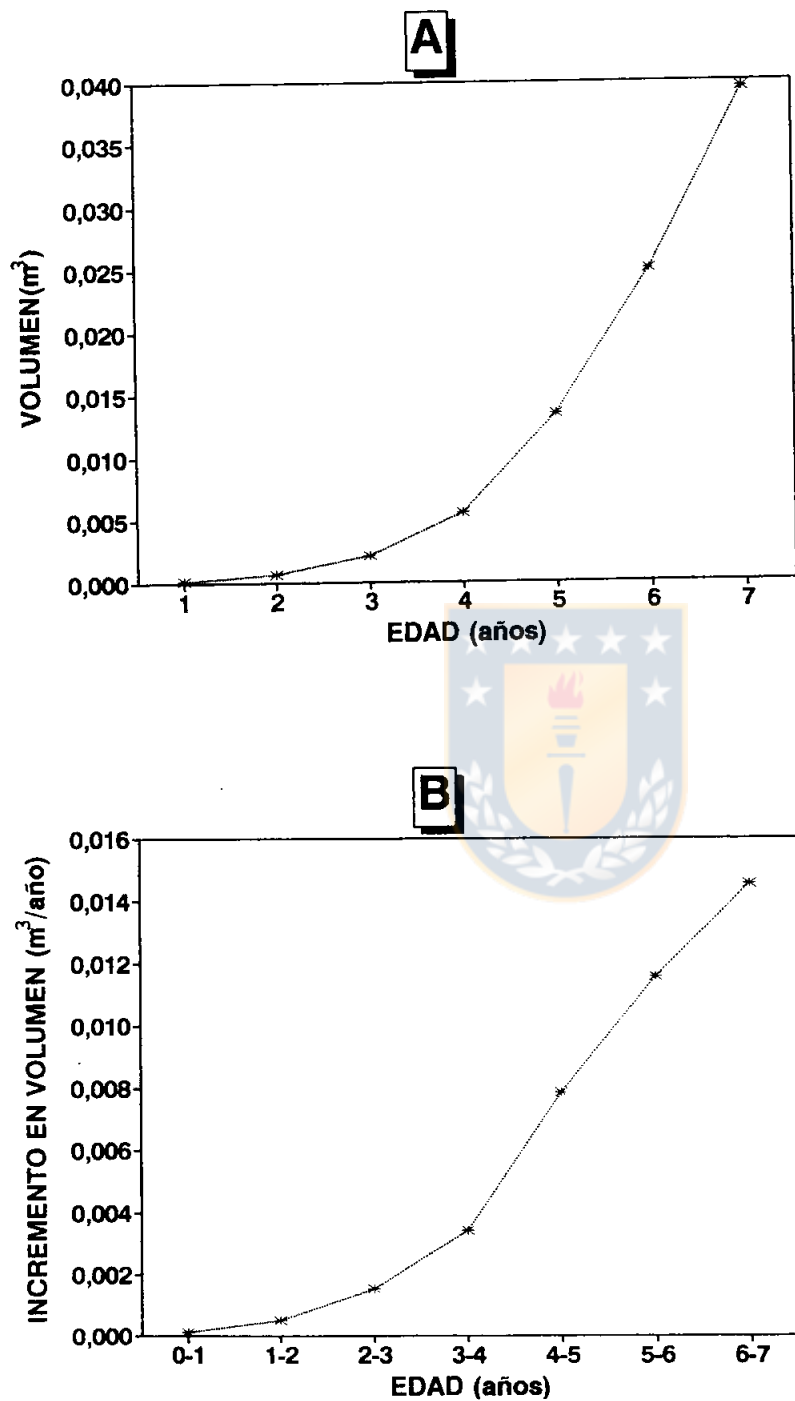


FIGURA 10 : Crecimiento en volumen (A) e incremento corriente anual en volumen (B) de los árboles seleccionados en el sector Punta de Cortés.



## V. CONCLUSIONES

### 5.1 Estado actual de las plantaciones en los sectores en estudio.

- La plantación establecida en el sector Punta de Cortés es la que presenta valores de DAP, área basal, altura total y longitud de copa significativamente mayores a los sectores Hacienda Loncha y Maitenes Bajo.
- De acuerdo a la clasificación de calidades de Copa y Fuste utilizada, los mayores porcentajes de árboles en los tres sectores fueron clasificados con calidad "regular" y "mala" respectivamente.

### 5.2 Estudio de crecimiento en el sector Punta de Cortés.

- La culminación del crecimiento en altura se produce a la edad de cuatro años, alcanzando un valor de 1.97 m.
- La culminación del crecimiento en diámetro se produce a la edad de cinco años, con un valor de 1.82 cm.

- A la edad de 7 años la plantación presenta un sostenido crecimiento en área basal y volumen.



## VI. RESUMEN.

Mediante el empleo de variables como DAP, longitud de copa, altura total, área basal, cobertura de copa, supervivencia y calidades de fuste y de copa, se estudió el comportamiento de tres plantaciones de Acacia melanoxylon R. Br ubicadas en las regiones sexta y metropolitana. Además, mediante un análisis de tallo, se evaluó el crecimiento histórico de la plantación de mejor desarrollo.

La plantaciones ubicadas en los distintos sectores presentan diferencias en casi todas las variables mencionadas, siendo aquella situada en el sector Punta de Cortés la que presenta en general valores promedios significativamente superiores al resto de las plantaciones.

En el sector Punta de Cortés se produce la culminación del incremento corriente anual en altura y diámetro a los cuatro y cinco años respectivamente con un sostenido crecimiento en área basal y volumen al año de medición (1994).

## VII. SUMMARY.

By the use of variables such as D.B.H., top length, total height, basal area, top coverage, survival, trunk and top qualities, it is studied the behaviour of three plantations of Acacia melanoxylon R. Br., which are located on the sixth and metropolitan regions.

Moreover, by means of stem analysis, it is evaluated the historical increase of the plantation having better growth.

Plantations located on different areas show differences in almost all variables mentioned above, being the Punta de Cortes variety, the one which presents, generally, meaningful average figures, that is superior to the rest of plantations.

In the Punta de Cortes sector takes place the ending of the annual current increase in height and diameter at the age of four and five years respectively, with sustained volume and basal area growth during the year of measurement (1994).

## VIII. BIBLIOGRAFIA.

1. **Abuter, R. A.** 1989. Variabilidad de la densidad básica y la contracción en madera de Aromo Australiano (Acacia melanoxyton). Ciencia e Investigación Forestal. 3: 118-130.
2. **Assmann, E.** 1970. The principles of forest yield study. Pergamon Press. Oxford, U.S.A.
3. **CIREN-CORFO.** 1984. Materiales y símbolos. Estudios agrológicos VI región. Chile.
4. **Conaf.** Dirección regional. 1991. Informe de actividades Hacienda Loncha en el marco del convenio División el Teniente de Codelco-Chile y la Corporación Nacional Forestal. Rancagua, VI región, Chile.
5. **Daniel, T. W, J. A. Helms y F. S. Baker.** 1982. Principios de silvicultura. (2a. ed.). McGraw-Hill. México, D.F.
6. **Drawn, T. and F.S. Butterfield.** 1986. Blackwood (Acacia melanoxyton). Forestry Commision Tasmania.

Forest tree series.

7. De Zwaan, J. G. 1982. The silviculture of blackwood (Acacia melanoxylon). South African For. J. 121: 38-43.
8. Dimitri, M. J. 1978. Enciclopedia Argentina de agricultura y jardinería. Descripción de las plantas cultivadas. Tomo I. Acme S. A. C. I. Buenos Aires, Argentina.
9. Diaz, P. C. 1992. Estudio comparativo de plantaciones de Robinia pseudoacacia L., en la precordillera de los Andes de la provincia de Cachapoa, VI región. Tesis de grado. Universidad Austral de Chile. Fac. de Cs. For. Valdivia, Chile.
10. Donoso, C. 1990. Ecología Forestal. El bosque y su medio ambiente. (2a.ed.). Editorial Universitaria. Santiago, Chile.
11. Farrel, T. P. and D. H. Asthon. 1978. Population studies on Acacia melanoxylon R. Br. Variation in seed and vegetative characteristics. Aus. J. Bot. 26: 356-379.

12. FICHA DESCRIPTIVAS Y PLANOS DE UBICACION DE LOS DISTRITOS AGROCLIMATICO PARA LA VI REGION. 1989. Producto CIREN N° 14. CIREN-CORFO, Santiago, Chile.
13. Forest Research Institute. 1982. Australian Blackwood (Acacia melanoxylon). What's new in Forest Research. N° 105. For. Res. Int. Rotorua, New Zealand.
14. Gleason, C. D. 1986. Tasmanian Blackwood. It's potential as a timber especie. New Zealand For. 31: 6-12.
15. Grey, D. C. and G. I. Taylor. 1983. Site requeriments for comercial afforestation in the cape. South African For. J. 125: 35-38.
16. Grosse, W y U. Kannegiesser. 1989. Silvicultura del Aromo australiano (Acacia melanoxylon R. Br). Instituto Forestal, Concepción, Chile.
17. Hall, G. S. 1965. Wood increment and crown distribution relationship in red pine. For. Sci. 11: 438-448.
18. Hall, N., R.D. Johnston and G.M. Chippendale. 1970.

Forest trees of Australia. Aust. Govt. Publ. Serv.  
Canberra. 268-269.

19. Hawley, R. C. y D. M. Smith. 1972. Silvicultura  
práctica. Omega. Barcelona, España.

20. Hoffman, A. 1983. El árbol urbano de Chile. Editorial  
Fundación Claudio Gay. Hemisferio. Santiago,  
Chile.

21. Hush, B., C. I. Miller and T. W. Beers. 1972. Forest  
Mensuration (2a. ed.). John Wiley and Sons. New York  
U. S. A.

22. Kannegiesser, U. 1987. Evaluación de biomasa y boldina  
en boldo (Peumus boldus Mol.), VII región. Tesis de  
grado. Universidad de Chile. Fac. de Cs. Agr. y  
For. Santiago, Chile.

23. Kannegiesser, U. 1989. Antecedentes generales sobre  
Acacia melanoxylon. Ciencia e Investigación  
Forestal 2: 90-96.

24. Lastra, B. G. 1992. Indices de sitio y crecimiento de  
plantaciones de Pinus radiata D. Don ubicadas en



suelos de arena del cono aluvial del río Laja. Tesis de grado. Universidad de Concepción. Fac. de Cs. Agr. Vet. y For. Chillán, Chile.

25. Najera, F. y V. Lopez. 1969. Estudio de las principales maderas comerciales de frondosas peninsulares. Inst. For. de Invest. y Exp. Madrid, España.
26. PROTECCION AMBIENTAL AL INTERIOR DE LA DIVISION EL TENIENTE, LA. 1991. Convenios CONAF-División el Teniente. CONAF, Rancagua, Chile.
27. Quintana, M. 1971. Pulpaje de madera de Aromo Australiano mediante el proceso Kraft. Memoria de Título. Universidad de Concepción. Concepción, Chile.
28. Rayner, M. E. 1991. Estimation of true height from karri (Eucaliptus diversicolor) stem analysis data. Department of Forestry Australian National University. Aust. For. 54: 105-108.
29. Siebert, H. W. y J.P. Cerda. 1994. Aspectos prácticos de la silvicultura de Aromo australiano. pp 5-16. En:

Tercer Taller Silvícola. Diversificación y silvicultura. Nuevas experiencias. Octubre. Fundación Chile, Grupo Silvícola, CONAF. Concepción, Chile.

30. SIMBOLOS DE SUELO. 1984. Material Didáctico N° 1. Universidad de Concepcion, Fac. Cs. Agrop. y For. Dept. de Agr. Chillán, Chile.
31. Spurr, S. H y B. V. Barnes. 1982. Ecología Forestal A. G. T. México, D.F.
32. Steel, R. G. y J. H. Torrie. 1988. Bioestadística: principios y procedimientos. McGraw-Hill/Interamericana. México, D.F.
33. Streets, R. J. 1962. Exotic Forest Trees in The British Commonwealth. Clarendon Press. Oxford, England.
34. Torrealba. S. R. 1987. Estudio de tratamientos pregerminativos en Acacia melanoxylon R. Br y ensayos de germinación en seis procedencias de Chile central. Tesis de grado. Universidad Austral de Chile. Fac. de Cs. For. Valdivia, Chile.



**IX. APENDICES.**



**APENDICE 1: TABLAS**

**TABLA 1A. VALORES PROMEDIOS DE COBERTURA DE COPA, DAP, LONGITUD DE COPA Y ALTURA TOTAL POR UNIDAD MUESTRAL Y POR SECTOR.**

<b>SECTOR MAITENES BAJO</b>				
<b>PARCELA</b>	<b>COBERT. DE COPA</b>	<b>DAP</b>	<b>LONGIT. DE COPA</b>	<b>ALTURA TOTAL</b>
<b>Nº</b>	<b>(m<sup>2</sup>/ha)</b>	<b>(cm)</b>	<b>(m)</b>	<b>(m)</b>
1	48.09	3.95	0.48	3.16
2	42.62	5.26	0.63	3.83
3	32.62	5.88	0.61	3.91
4	23.93	3.55	0.56	2.93
<b>SECTOR PUNTA DE CORTES</b>				
1	76.80	12.12	1.85	9.94
2	70.66	10.51	1.79	9.63
3	79.06	12.32	2.87	9.54
4	64.84	11.11	2.00	9.35
<b>SECTOR HACIENDA LONCHA</b>				
1	56.11	7.3	1.03	5.55
2	64.87	9.48	0.71	5.61
3	65.56	8.86	1.09	5.84
4	90.56	9.41	0.83	5.87

**TABLA 2A. RESULTADOS DEL ANALISIS DE VARIANZA PARA LAS VARIABLES DAP, AREA BASAL, LONGITUD DE COPA Y ALTURA TOTAL PROMEDIO ENTRE SECTORES.**

<b>VARIABLES</b>	<b>VALORES DE F (CALCULADOS)</b>	<b>VALORES DE F (TABULADOS)</b>
<b>DAP MEDIO</b>	<b>48.57</b>	<b>4.26</b>
<b>AREA BASAL</b>	<b>48.07</b>	<b>4.26</b>
<b>MEDIA</b>		
<b>LONG. DE COPA</b>	<b>29.66</b>	<b>4.26</b>
<b>MEDIA</b>		
<b>ALTURA TOTAL</b>	<b>256.80</b>	<b>4.26</b>
<b>MEDIA</b>		

**NIVEL DE PROBABILIDAD 0.05 (95%)**

**TABLA 3A. RESULTADOS DEL TEST DE TUKEY (COMPARACIONES MULTIPLES) PARA LAS VARIABLES DAP, AREA BASAL, LONGITUD DE COPA Y ALTURA TOTAL PROMEDIO ENTRE SECTORES.**

VALOR DE DIFERENCIA		W (DAP)	SIGNIFICANCIA
(3-1)= 6.85	>	1.93	S
(2-1)= 4.10	>	1.93	S
(3-2)= 2.75	>	1.93	S
VALOR DE DIFERENCIA		W (A. BASAL)	SIGNIFICANCIA
(3-1)= 0.008	>	1.54E-6	S
(3-2)= 0.004	>	1.54E-6	S
(2-1)= 0.005	>	1.54E-6	S
VALOR DE DIFERENCIA		W (ALT. TOT)	SIGNIFICANCIA
(3-1)= 6.15	>	0.75	S
(3-2)= 3.75	>	0.75	S
(2-1)= 2.40	>	0.75	S
VALOR DE DIFERENCIA		W (LONG. COPA)	SIGNIFICANCIA
(3-1)= 1.59	>	0.59	S
(3-2)= 1.22	>	0.59	S
(2-1)= 0.34	<	0.59	NS

1 : SECTOR MAITENES BAJO

2 : SECTOR PUNTA DE CORTES

3 : SECTOR HACIENDA LONCHA

S : EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA ENTRE LAS MEDIAS

NS: NO EXISTE DIFERENCIA SIGNIFICATIVA ENTRE LAS MEDIAS

**TABLA 4A. DISTRIBUCION DIAMETRICA DE LAS PLANTACIONES DE Acacia melanoxylon POR SECTOR.**

DAP (cm)	SMB	SPC (ARB/HA)	SHL
2	237	-	-
4	306	12	37
6	200	25	131
8	112	112	300
10	31	162	337
12	-	256	106
14	-	175	12
16	-	87	12
18	-	6	-
20	-	6	-

**SMB : SECTOR MAITENES BAJO**  
**SPC : SECTOR PUNTA DE CORTES**  
**SHL : SECTOR HACIENDA LONCHA**



**TABLA 5A. ANTECEDENTES DE LOS ARBOLES SELECCIONADOS PARA EL ANALISIS FUSTAL EN EL SECTOR PUNTA DE CORTES.**

ARBOL Nº	DIAMETRO (S/C) (cm)	ALTURA (m)	AREA BASAL (m <sup>2</sup> )	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )
1	9.80	10.85	0.0075	0.04431
2	15.30	13.30	0.0184	0.11589
3	7.90	10.60	0.0049	0.02907
4	5.80	12.40	0.0026	0.07796
5	13.40	8.30	0.0141	0.01141
6	9.20	11.40	0.0066	0.04208
7	5.40	8.08	0.0023	0.00726
8	6.20	9.65	0.0030	0.01450
9	10.50	10.41	0.0087	0.03938
10	12.10	11.20	0.0115	0.05932
11	8.00	9.20	0.0050	0.02288
12	5.60	8.10	0.0025	0.00945



**APENDICE 2: FIGURAS**

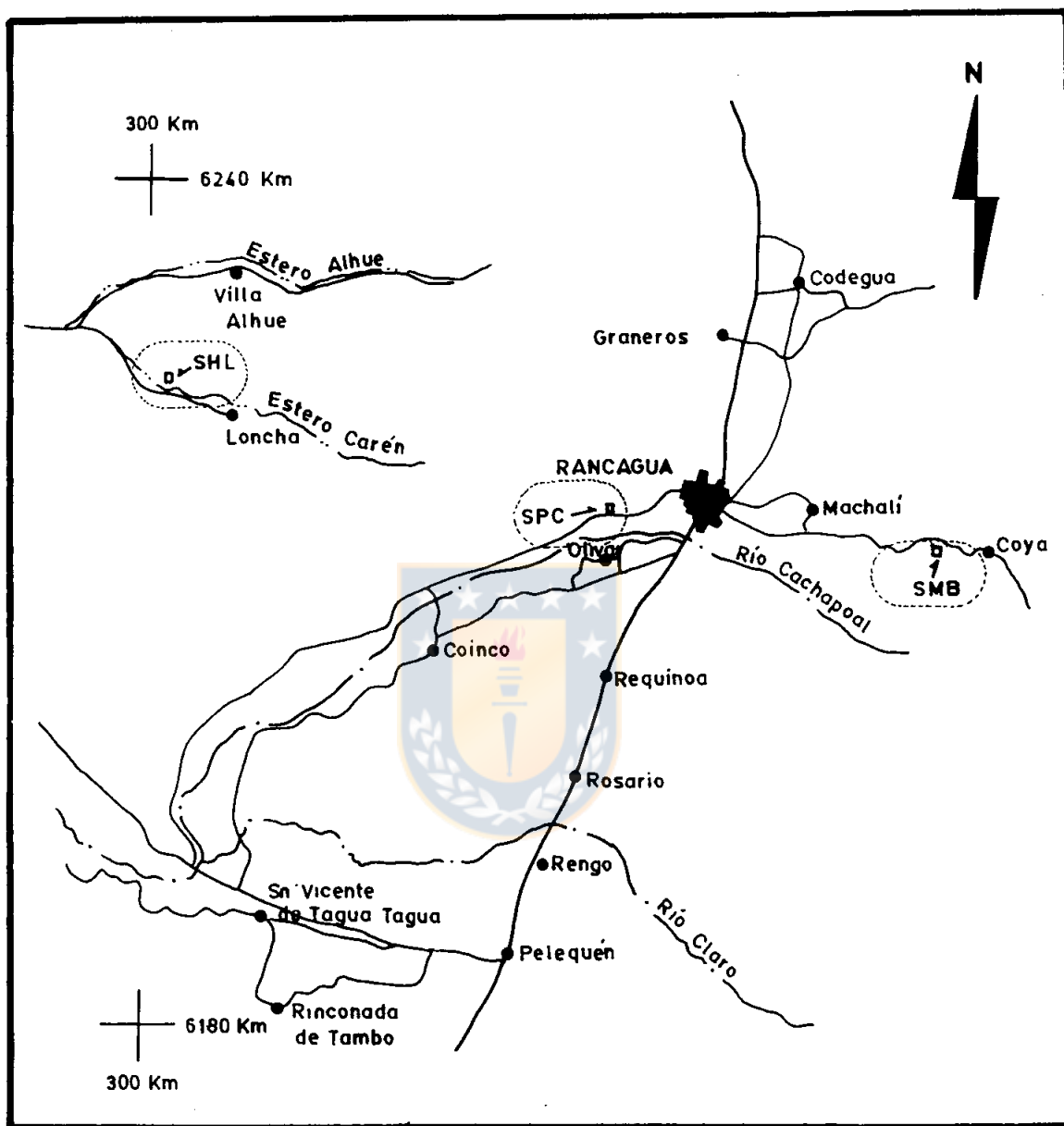


FIGURA 1B: Plano de ubicación de la zona de estudio