(48)

INFOR
Instituto Forestal

95FO-11

INVESTIGACION MANEJO SILVICOLA DE ESPECIES DEL GENERO EUCALYPTUS

INFORME FINAL

ANEXOS

1.- Publicación Ensayo Pantanillo

2.- Documento Ensayo Pantanillo

3.- Antecedentes Parcelas Permanentes Instaladas por INFOR.

CONCEPCION, enero 1998

777.04
S049
1998

INVESTIGACION MANEJO SILVICOLA DE ESPECIES DEL GENERO EUCALYPTUS

INFORME FINAL

ANEXOS

1.- Publicación Ensayo Pantanillo

2.- Documento Ensayo Pantanillo

3.- Antecedentes Parcelas Permanentes Instaladas por INFOR.

CONCEPCION, enero 1998

ANEXO 1

PUBLICACION ENSAYO PANTANILLO

PRIMEROS RESULTADOS EN UN ENSAYO DE ESPACIAMIENTO, PODA Y RALEO CON *Eucalyptus globulus* EN CONSTITUCIÓN (VII REGION).

JUAN CARLOS PINILLA SUÁREZ

División Ord. Forestal e Inventarios. Instituto Forestal - Concepción.

RESUMEN

*En el estudio se presentan los primeros resultados de un ensayo de 7 años de Espaciamiento, Poda y Raleo con E. **globulus**, realizado en el secano costero de la VII Región, utilizando distintas densidades iniciales y finales. Se observó que no existian diferencias estadisticas significativas entre las alturas de los distintos espaciamientos, lo que confirmaria que la densidad inicial no influiria sobre la altura que alcanzan los árboles dominantes. Sin embargo, se aprecia que en el crecimiento inicial el espaciamiento si tiene un efecto sobre la altura total del rodal. A una mayor densidad inicial se obtiene un menor DAP en los árboles. La mayor cantidad de área basal se obtuvo en las parcelas con una densidad intermedia de 1667 árboles por hectárea, lo que puede ser un indicador para una adecuada ocupación del sitio por parte del E. **globulus**, en las condiciones donde se ubica el ensayo. La disminución del número de árboles en algunas parcelas es un factor que debe incorporarse en cualquier análisis futuro del ensayo. Las relaciones funcionales obtenidas presentaron coeficientes de correlación aceptables, usando como variables independientes el DAP, la edad del rodal y la densidad del rodal.*

***Palabras claves:** E. **globulus**, Densidad, Raleos, Correlaciones*

ABSTRACT

*The initial results of a 7 years old trial with different initial density and thinning treatments in **Eucalyptus** globulus are showed. This study was carried out at the Pantanillo Farm, in the VII Region (Chile), using different initial and final densities. There was not significant growth differences in the dominant height between the different densities after the second thinning. This results confirm that the initial density does not have effect in the dominant height. However, in the initial growth, after the thinning, the density had an effect on the total height of the stand. With a high initial density (2.000 trees/ha without thinning) was found the lowest d.b.h. (diameter breast height). The higher basal area was found in the treatment with an initial density of 1.667 trees/ha and a final density of 300 trees per hectar. This number of trees could indicate an adequate occupation of the site by E. **globulus** in the conditions where the trial is placed. The relations obtained had high correlations, using the d.b.h., the age and the density as independent variables.*

***Keywords:** **Eucalytus globulus**, Density, Thinning, Correlations.*

INTRODUCCIÓN

Dentro del proyecto Manejo Silvícola de Especies del Género **Eucalyptus**, la División Ordenación Forestal e Inventarios de INFOR ha continuado la investigación destinada a incorporar distintos tipos de manejo en el cultivo del eucalipto.

El ensayo ubicado en el predio Pantanillo, perteneciente a la Universidad de Chile, es parte importante de este proyecto ya que en él se ensayan distintos tipos de espaciamientos, podas y raleos aplicados en **E. globulus**. Además, el predio se ubica en un área de alto interés forestal, tanto a nivel de empresas como de propietarios particulares.

Los esfuerzos dedicados a intentar definir las labores de manejo que optimicen los objetivos de producción forestal requieren del análisis y utilización de la valiosa e interesante información que desde estos tipos de ensayo se puede extraer, incluso hasta después de la explotación del bosque, al analizar las características físicas y tecnológicas de los productos a obtener.

Los resultados son evaluados a través de las respuestas obtenidas en las variables más representativas del rodal, intentando definir y obtener las relaciones funcionales que entre ellas existen. Se intenta además obtener datos que permitan la construcción de funciones de ahusamiento y volumen aplicables a esta especie en las condiciones de sitio del ensayo.

En este trabajo se presentan los primeros resultados, para lo cual se evaluó el desarrollo actual del rodal bajo los distintos espaciamientos iniciales y el efecto de dos raleos recientes sobre él.

OBJETIVOS

Objetivo General del Ensayo

Este ensayo se enmarca dentro del proyecto Manejo Silvícola de Especies del Género **Eucalyptus**, cuyos objetivos principales son:

- Determinar las respuestas al manejo y los esquemas silviculturales adecuados para las especies de **Eucalyptus** de rápido crecimiento, en función de los objetivos de producción y las características de cada zona edafoclimática del país.
- Obtener datos de crecimiento y respuesta al manejo de **Eucalyptus**, su análisis, formulación de funciones de crecimiento y rendimiento, y su posterior aplicación práctica.

Objetivo Específico del

Probar distintos esqu
globulus ssp globulus d
de árboles, decidido con

MATERIAL Y MÉTO

Área de Estudio

El ensayo se localiza
Chile, ubicado en la provi

Diseño Experimental

Este ensayo se estab
utilizando un diseño expe
utilizaron plantas de **E. gl**
predio.

El diseño experimental
con un número variable
utilizado.

Al inicio del ensayo s
ensayar, cuya aplicación s
dominante predeterminada
producción, en el cual seg
número de árboles a ralea
tratamiento.Al combinar l
poda y raleo se definieron

La distribución del ensa

Objetivo Específico del Ensayo en el Predio Pantanillo

Probar distintos esquemas de espaciamiento, poda y raleo en una plantación de **E. globulus ssp globulus** de acuerdo a un esquema predeterminado basado en el número de árboles, decidido con anterioridad, que llegará a la edad de cosecha final.

MATERIAL Y MÉTODO

Área de Estudio

El ensayo se localiza en el predio Pantanillo perteneciente a la Universidad de Chile, ubicado en la provincia del Maule, VII Región (Figura N°1.).

Diseño Experimental

Este ensayo se estableció durante la temporada de plantación del año 1988, utilizando un diseño experimental completamente aleatorizado con tres repeticiones. Se utilizaron plantas de **E. globulus** a raíz desnuda, con un año de vivero, producidas en el predio.

El diseño experimental consiste de 36 parcelas, cada una de 1.936 m^2 (44 x 44 m), con un número variable de árboles en cada una, de acuerdo al espaciamiento inicial utilizado.

Al inicio del ensayo se establecieron los distintos regímenes de raleo y podas a ensayar, cuya aplicación se efectuaría al momento de alcanzar los árboles una altura dominante predeterminada. Este diseño se definió de acuerdo con un objetivo de producción, en el cual según el producto a obtener es el régimen a aplicar, siendo el número de árboles a ralear y la altura de poda los factores que variaban en cada tratamiento.Al combinar los distintos espaciamientos iniciales con los esquemas de poda y raleo se definieron 11 tratamientos, los que se presentan en el Cuadro N°1.

La distribución del ensayo en el terreno y esquema se presentan en la Figura N°2.

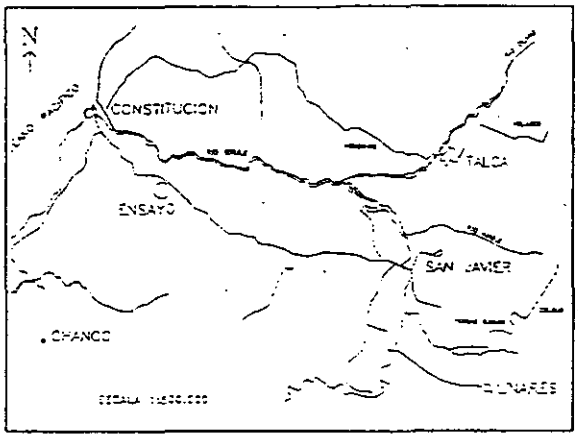


Figura Nº 1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA ENSAYO PANTANILLO

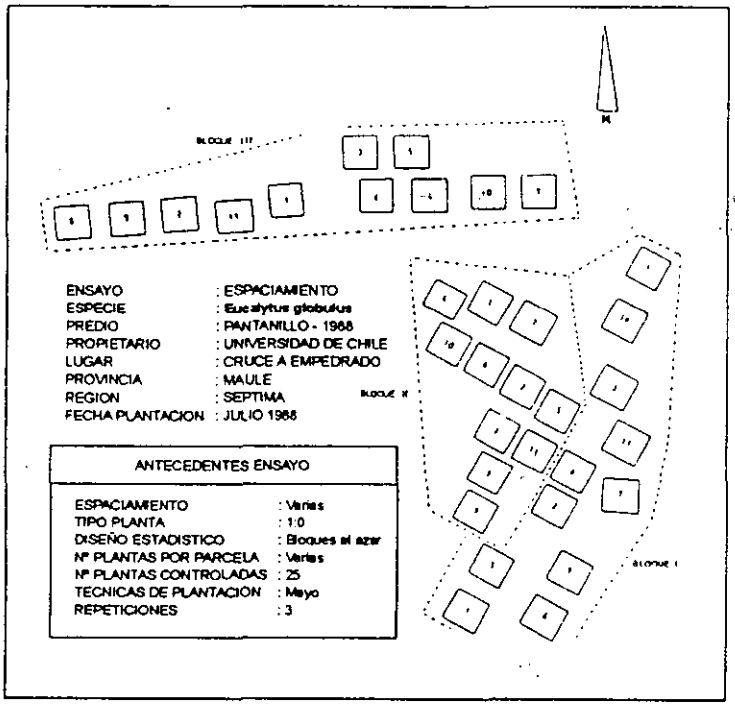


Figura Nº 2. DISTRIBUCIÓN DE TRATAMIENTOS

Raleos Realizados

En el ensayo se han
acuerdo con las alturas al
futuro, se deberán reali
contempla.

ENSAYO DE REGIMEN

Objetivos Producción	Parce (Nº
Pulpa-Astillas	1
Pulpa-Leña	2
Pulpa-Mad. aserrada	3
Pulpa-Mad. aserrada	4
Trozas exportación	5
Madera clear	6
Madera clear	7
Chapas	8
Pulpa-Astillas	9
Madera clear	10
Chapas	11

D/R : Número de árboles después
PD1 : Número de árboles con altur
PD2: Número de árboles con altur
(*) : Densidad inicial menos la m

Metodología de Análisis

Con las mediciones efe
calculó por tratamiento y b
(cm), Altura (m), Altura d

Obtenidas las variables
varianza por tratamiento.
uno de los análisis de varia

En las tres primeras
correspondía) y altura a 2
DAP a todos los árboles de
sanos y sin defectos, tratan
muestra se incluyó a 4 árbo

Raleos Realizados

En el ensayo se han realizado dos raleos hasta el momento, en 1992 y 1994, de acuerdo con las alturas alcanzadas por las parcelas y el esquema del experimento. En el futuro, se deberán realizar las intervenciones finales que el diseño experimental contempla.

Cuadro N°1.

ENSAYO DE REGIMENES DE MANEJO PARA *Eucalyptus globulus* FUNDO PANTANILLO.

Objetivos Producción	Parcela (N°)	Densidad Inicial (Arb/ha)	Altura Media (m)				
			10.5	10.5	13.5	13.5	40.0
			(Arb/ha)				
			D/R	PD1	D/R	PD2	Cosecha
Pulpa-Astillas	1	2.500(*)	---	---	---	---	2500
Pulpa-Leña	2	2500	1.500	---	400	---	400
Pulpa-Mad. aserrada	3	2500	1.000	600	300	300	300
Pulpa-Mad. aserrada	4	1667	1.000	600	300	300	300
Trozas exportación	5	1.250(*)	---	---	---	---	1.250
Madera clear	6	1250	800	500	300	300	300
Madera clear	7	1250	400	400	200	200	200
Chapas	8	833	500	500	300	300	300
Pulpa-Astillas	9	625(*)	---	---	---	---	625
Madera clear	10	625	300	300	200	200	200
Chapas	11	625	300	300	300	100	100

D/R : Número de árboles después del raleo.
PD1: Número de árboles con altura de poda a los 3 a 4 m.
PD2: Número de árboles con altura de poda hasta 7.5 m.
(*) : Densidad inicial menos la mortalidad.

Metodología de Análisis

Con las mediciones efectuadas en los años 1988; 1989; 1990; 1992; 1993 y 1994 se calculó por tratamiento y bloque las siguientes variables de estado para el ensayo: DAP (cm), Altura (m), Altura de Copa (m) y Area Basal (m^2/ha).

Obtenidas las variables de estado, se realizó para cada una de ellas un análisis de varianza por tratamiento. Al mismo tiempo se efectuó una prueba de Tukey, para cada uno de los análisis de varianza que mostraron significación.

En las tres primeras evaluaciones se midió el diámetro de cuello (o DAP si correspondía) y altura a 25 árboles por parcela. En 1992; 1993 y 1994 se les midió el DAP a todos los árboles de cada parcela y la altura a una muestra de 12 árboles, rectos, sanos y sin defectos, tratando que se distribuyeran de a 2 por clase diamétrica. En esta muestra se incluyó a 4 árboles de las clases diamétricas más altas.

RESULTADOS

Las variables de estado promedio por tratamiento registradas en los distintos años de medición se presentan en el Cuadro N°2.

Cuadro N°2.

VARIABLES DE ESTADO PROMEDIO POR TRATAMIENTO

TRATAMIENTO	AÑOS	DAP MEDIO (cm)	ALTURA MEDIA (m)	ALTURA COPA (m) (1)	AREA BASAL (m^2/ha)
1	1988	0,31	0,21	—	0,0189
	1989	1,7	1,08	—	0,687
	1990	4,45	3,05	—	3,923
	1992	8,67	9,80	3,62	14,759
	1993	9,13	14,15	4,44	16,367
	1994	9,88	15,58	7,83	19,167
2	1988	0,29	0,19	—	0,0165
	1989	1,41	0,87	—	0,390
	1990	4,35	4,89	—	3,715
	1992	8,73	9,94	3,59	14,964
	1993	9,80	12,56	3,42	7,543
	1994	10,66	14,28	7,53	8,925
3	1988	0,30	0,20	—	0,0177
	1989	1,53	0,89	—	0,46
	1990	3,91	3,95	—	3,002
	1992	8,63	10,20	3,65	14,624
	1993	10,58	12,12	3,39	8,791
	1994	11,32	13,95	6,64	10,064
4	1988	0,30	0,20	—	0,0118
	1989	1,36	0,83	—	0,242
	1990	5,41	4,78	—	3,83
	1992	10,29	10,44	3,51	13,855
	1993	12,21	14,60	4,09	19,507
	1994	13,63	16,35	6,21	24,308
5	1988	0,27	0,19	—	0,0072
	1989	2,02	1,07	—	0,401
	1990	3,76	3,88	—	1,388
	1992	11,03	10,44	3,56	11,944
	1993	11,52	13,48	3,61	13,029
	1994	12,39	14,66	6,29	15,071
6	1988	0,33	0,21	—	0,0107
	1989	1,74	1,04	—	0,297
	1990	4,64	4,49	—	2,114
	1992	11,00	10,50	3,32	11,879
	1993	12,47	13,53	4,05	9,160
	1994	13,83	14,59	6,52	11,267
7	1988	0,29	0,20	—	0,0083
	1989	1,68	0,95	—	0,277
	1990	5,42	4,78	—	2,884
	1992	11,06	10,88	3,81	12,009
	1993	15,25	14,24	4,95	13,699
	1994	17,24	15,91	6,43	17,508
8	1988	0,33	0,21	—	0,0071
	1989	1,67	0,96	—	0,182
	1990	5,10	4,83	—	1,702
	1992	10,38	9,79	3,95	7,049
	1993	12,98	12,22	4,27	11,022
	1994	14,43	13,92	5,48	13,623
9	1988	0,32	0,21	—	0,0050
	1989	1,66	0,96	—	0,135
	1990	3,89	3,62	—	0,743
	1992	9,75	8,68	3,71	4,666
	1993	12,47	12,24	2,54	7,633
	1994	14,05	13,39	4,86	9,690
10	1988	0,33	0,22	—	0,0053
	1989	1,93	1,00	—	0,183
	1990	5,25	4,26	—	1,353
	1992	12,21	9,63	3,67	7,318
	1993	13,87	13,71	4,26	7,555
	1994	18,19	15,43	5,33	12,993
11	1988	0,28	0,19	—	0,0038
	1989	1,64	0,91	—	0,132
	1990	5,28	4,19	—	1,368
	1992	12,58	10,60	3,75	7,768
	1993	17,04	14,32	4,60	6,841
	1994	19,00	15,05	5,96	8,506

(1) : En las 3 primeras mediciones no se evaluó esta variable.

Al mismo tiempo, en
y áreas basales, según ca

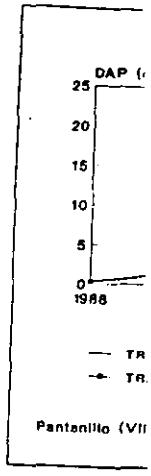


Figura N° 3. D

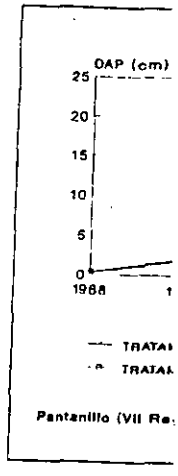


Figura N° 4. DAP

radas en los distintos años

'AMIENTO

ALTURA COPA (m) (1)	AREA BASAL (m^2/ha)
---	0,0189
---	0,687
---	3,923
3,62	14,759
4,44	16,367
7,83	19,167
---	0,0165
---	0,390
---	3,715
3,59	14,964
3,42	7,543
7,53	8,925
---	0,0177
---	0,46
---	3,002
3,65	14,624
3,39	8,791
6,64	10,064
---	0,0118
---	0,242
---	3,83
3,51	13,855
4,09	19,507
6,21	24,308
---	0,0072
---	0,401
---	1,388
3,56	11,944
3,61	13,029
6,29	15,071
---	0,0107
---	0,297
---	2,114
3,32	11,879
4,05	9,160
6,52	11,267
---	0,0083
---	0,277
---	2,884
3,81	12,009
4,95	13,699
6,43	17,508
---	0,0071
---	0,182
---	1,702
3,95	7,049
4,27	11,022
5,48	13,623
---	0,0050
---	0,135
---	0,743
3,71	4,666
2,54	7,633
4,86	9,690
---	0,0053
---	0,183
---	1,353
3,67	7,318
4,26	7,355
5,33	12,993
---	0,0038
---	0,132
---	1,368
3,75	7,768
4,60	6,841
5,96	8,506

Al mismo tiempo, en las Figuras N^{os} 3; 4; 5; 6; 7 y 8 se presentan los DAP, alturas y áreas basales, según cada año de evaluación y por tratamientos utilizados.

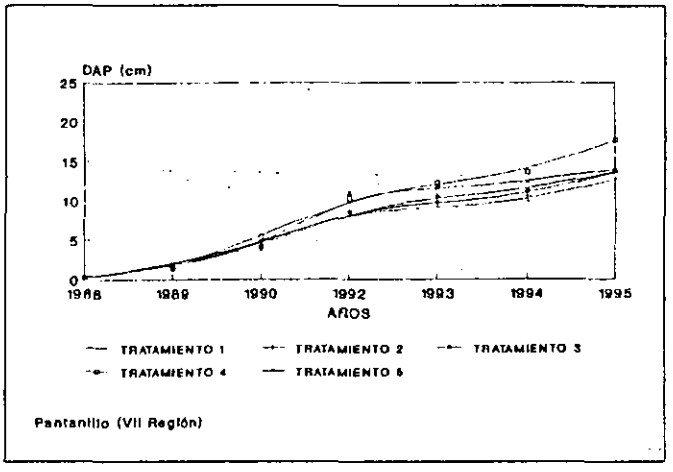


Figura N° 3. DAP MEDIO TRATAMIENTOS 1 A 5 *Eucalyptus globulus*

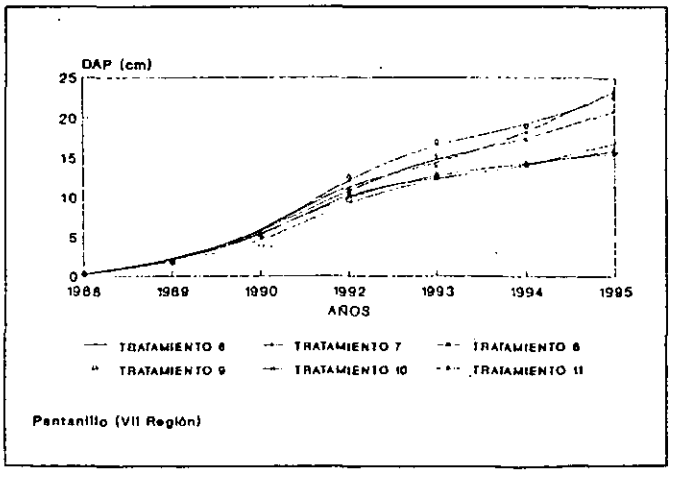


Figura N° 4. DAP MEDIO TRATAMIENTOS 6 A 11 *Eucalyptus globulus*

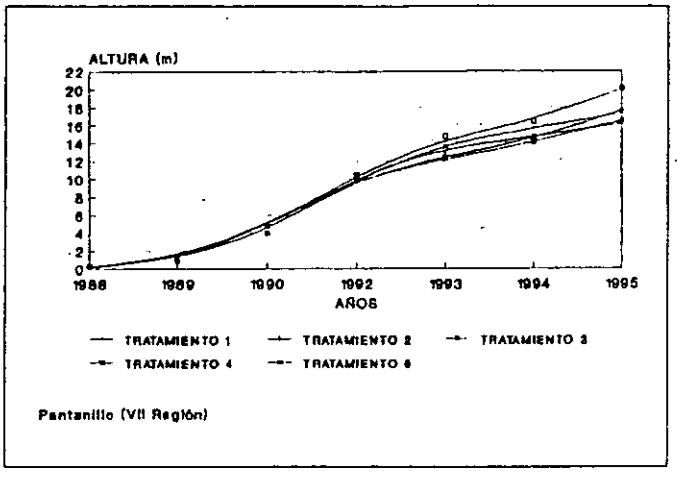


Figura Nº 5. ALTURA TRATAMIENTOS 1 A 5 *Eucalyptus globulus*

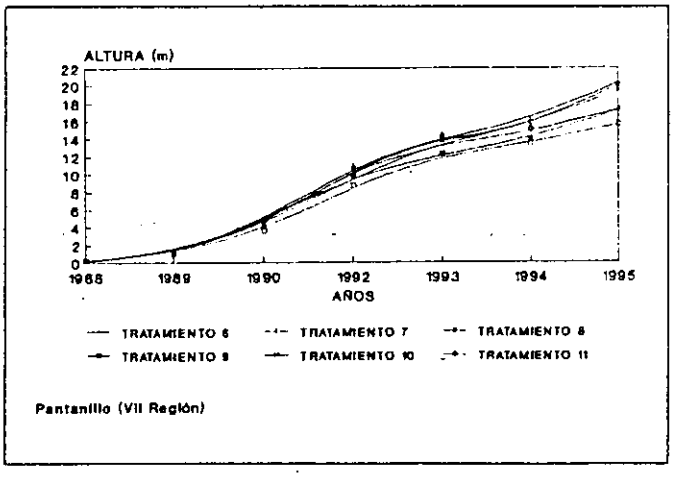


Figura Nº 6. ALTURA TRATAMIENTOS 6 A 11 *Eucalyptus globulus*

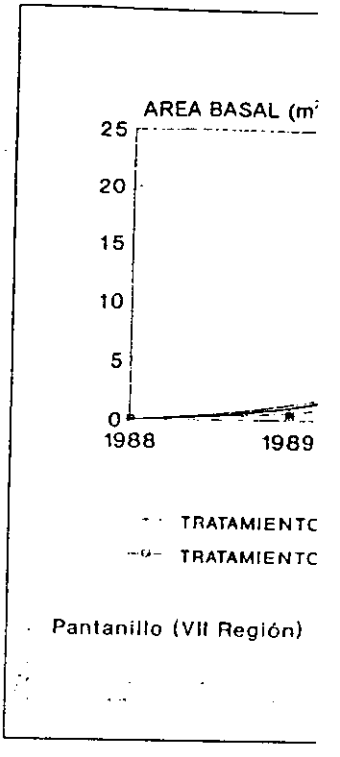


Figura Nº 7. ÁR

Hasta la fecha se ha eval
y 1994. Los resultados obte
analizando además el posib
resultados son los siguientes

Altura

En 1992 los menores cre
de mayor espaciamiento (4x
que se presentan en el re
incrementos en altura lo pres
los que, sin embargo, no son

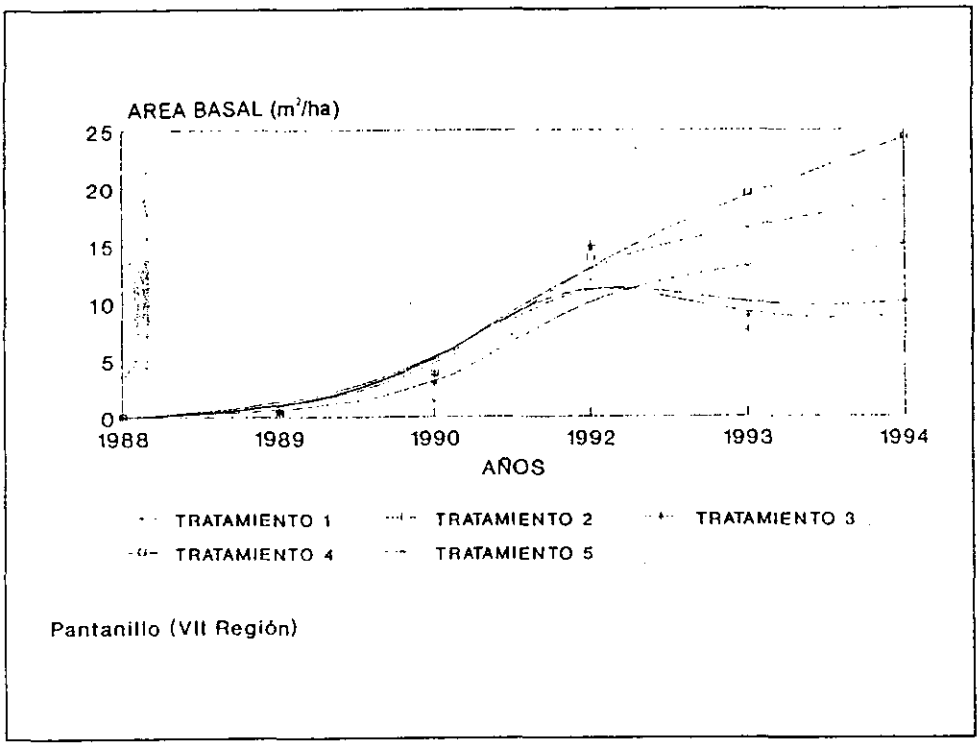


Figura Nº 7. ÁREA BASAL TRATAMIENTOS 1 A 5 *Eucalyptus globulus*

Hasta la fecha se ha evaluado la información proveniente de las mediciones de 1992 y 1994. Los resultados obtenidos fueron sometidos a un análisis estadístico preliminar, analizando además el posible efecto de los recientes raleos sobre los tratamientos. Los resultados son los siguientes:

Altura

En 1992 los menores crecimientos en altura media se observan en los tratamientos de mayor espaciamiento (4x4 m y 4x3 m), no siendo significativamente diferentes a los que se presentan en el resto de los tratamientos. Por el contrario, los mayores incrementos en altura lo presentan los tratamientos con espaciamientos de 3x2 y 4x2 m los que, sin embargo, no son significativamente diferentes al resto de los tratam[illegible]

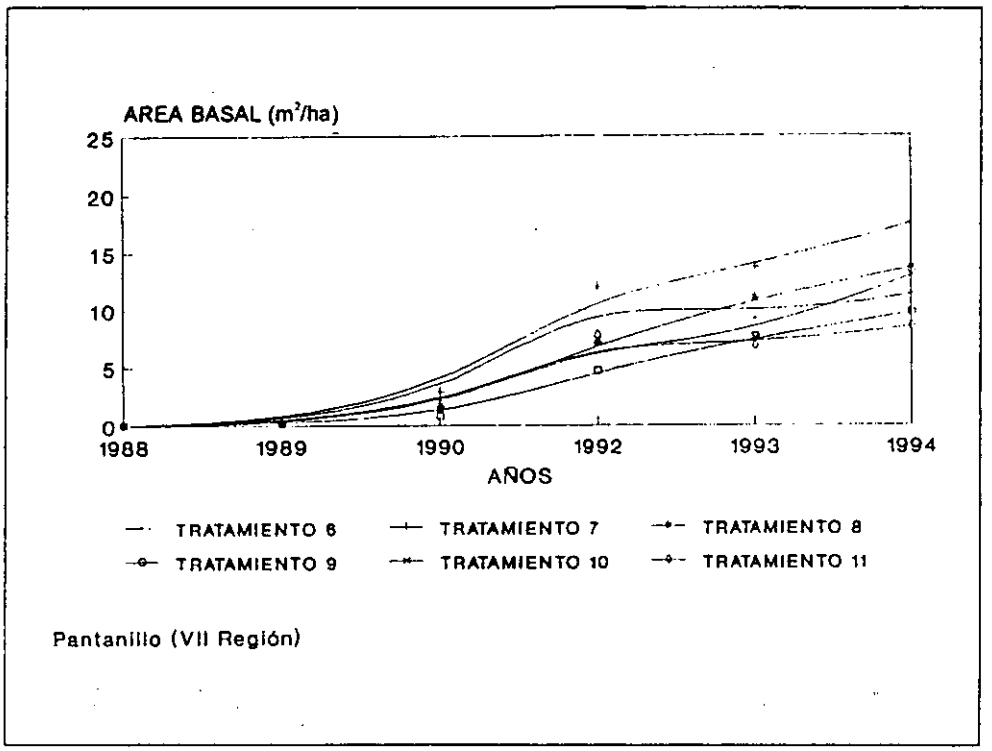


Figura N° 8. ÁREA BASAL TRATAMIENTOS 6 A 11 *Eucalyptus globulus*

En la medición de 1994 (Cuadro N°3.), luego del raleo de 1992, se aprecia que el tratamiento 4 (1667 árboles por hectárea densidad inicial, 300 árboles por hectárea densidad final) es estadísticamente distinto en altura que los tratamientos 9 (625 árboles por hectárea densidad inicial, sin raleo), 8 (833 árboles por hectárea densidad inicial y 300 árboles por hectárea densidad final) y 3 (2.500 árboles por hectárea densidad inicial con 300 árboles por hectárea densidad final).

Este resultado, unido al efecto de una baja densidad inicial, podría ser un indicador del efecto del raleo de 1992 sobre el incremento en la altura media de los árboles, generando un mayor valor de esta variable en las parcelas intervenidas.

En el caso del eucalipto, es interesante determinar si la altura dominante es afectada significativamente por la densidad del rodal, a diferencia de lo observado en **Pinus radiata** en donde esta variable no es afectada por el número de árboles.

Tratamiento	D
1	9,88
2	10,66
3	11,32
5	12,39
4	13,63
6	13,83
9	14,05
8	14,43
7	17,24
10	18,19
11	19,01

(1) :Tratamientos con igual letra n

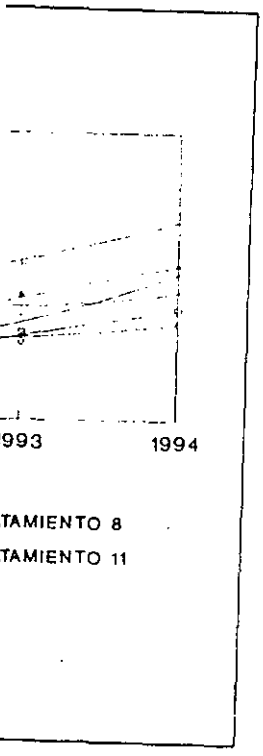
En este sentido, en es
existían diferencias estac
espaciamientos, lo que cor
que alcanzan los árboles c
significativas entre las altu
que la altura media esta de
se demuestra al examinar
registraron diferencias sign

Estos resultados indican
o en las parcelas con una
velocidad en el incremento

Como la evaluación dc
después), es posible supone
magnitud, o bien, que esta
futuro, requiriendo de nueva

Diámetro a la Altura del P

Con respecto a esta vari
ensayo a una mayor densid
como el tratamiento con la
en DAP en la evaluación
tratamientos. El mayor incr



us globulus

92, se aprecia que el
árboles por hectárea
ientos 9 (625 árboles
ea densidad inicial y
r hectárea densidad

lría ser un indicador
edia de los árboles,
das.

ominante es afectada
bservado en **Pinus**
les.

Cuadro N°3.

RESULTADOS EVALUACIÓN 1994

Variables					
Tratamiento	DAP (cm)(1)		Tratamiento	Altura (m)(1)	
1	9,88	a	9	13,30	a
2	10,66	b	8	13,92	ab
3	11,32	b	3	13,95	ab
5	12,39	c	2	14,28	abc
4	13,63	d	6	14,59	abc
6	13,83	d	5	14,66	abc
9	14,05	d	11	15,05	abc
8	14,43	d	10	15,43	abc
7	17,24	e	1	15,57	abc
10	18,19	ef	7	15,91	bc
11	19,01	f	4	16,35	c

(1) :Tratamientos con igual letra no presentan diferencias significativas al nivel del 95%.

En este sentido, en estas parcelas se observó que en la evaluación de 1992 no existían diferencias estadísticas significativas entre las alturas de los distintos espaciamientos, lo que confirmaría que la densidad inicial no influiría sobre la altura que alcanzan los árboles dominantes en estos rodales. Si bien no existen diferencias significativas entre las alturas alcanzadas por los árboles del estrato dominante, es claro que la altura media esta definida por la competencia con ejemplares vecinos (luz). Esto se demuestra al examinar los resultados de la evaluación de 1994, en donde si se registraron diferencias significativas como consecuencia de la abertura del dosel.

Estos resultados indican que en los raleos que dejaron un menor número de árboles, o en las parcelas con una baja densidad inicial, se produjo en los árboles una mayor velocidad en el incremento de la altura de los árboles dominantes.

Como la evaluación del raleo de 1992 se realizó en 1994 (menos de dos años después), es posible suponer que el resultado del raleo aún no se manifiesta en toda su magnitud, o bien, que estas diferencias producidas se pueden mantener o no en el futuro, requiriendo de nuevas y sucesivas mediciones para establecer su real efecto.

Diámetro a la Altura del Pecho

Con respecto a esta variable es posible afirmar que luego de 6 años de iniciado el ensayo a una mayor densidad inicial se obtiene un menor DAP en los árboles. Es así como el tratamiento con la mayor densidad (2x2 m) presenta los menores incrementos en DAP en la evaluación de 1992 y es estadísticamente diferente al resto de los tratamientos. El mayor incremento diametral, en 1992, lo presentó el tratamiento con

una menor densidad (4x4 m), el que no presenta diferencias significativas respecto a los espaciamientos de 4x2, 4x3 y 3x2 metros.

En la medición de 1994 el DAP presentó diferencias altamente significativas entre los distintos tratamientos. El menor valor se presentó en el tratamiento 1 (2500 árboles por hectárea densidad inicial sin raleo), mientras que el mayor valor estuvo en el tratamiento 11 (625 árboles por hectárea densidad inicial y 100 árboles por hectárea densidad final). En el resto de los tratamientos se presentaron valores intermedios, presentando diferencias estadísticas entre los distintos valores.

Esta mayor respuesta encontrada en los rodales de menor densidad es producto del mayor espacio con que cuentan estos individuos para la obtención de agua y nutrientes, a la mayor cantidad de luz que reciben sus copas y al mayor largo de copa registrado en estos árboles. Además se detectó una relación entre el incremento diametral y la cantidad de follaje foliar.

Esta situación podría estar significando que en las más altas densidades la competencia ya ha comenzado, estableciendo la alta concentración de DAP en las clases menores debido a la mayor cantidad de árboles presente en los tratamientos más densos.

Los resultados registrados hasta esta etapa del ensayo hacen posible concluir que a una menor densidad inicial los árboles desarrollan un mayor DAP.

Un resumen de estos resultados con su significación estadística se presentan en el Cuadro N°3.

Altura de Copa

Esta variable, definida como la distancia entre la base del árbol y el inicio de su copa, presenta un comportamiento similar al de la altura total, encontrándose su mayor valor en el tratamiento con el menor espaciamiento y el menor valor en los tratamientos con la menor densidad.

El aumento o disminución de la altura de copa con respecto al DAP de los árboles permite conocer que porción del árbol (fuste o copa) influye mayormente en el crecimiento en altura, proporcionando un parámetro de apreciación sobre la aptitud comercial del árbol.

Es posible concluir, al igual que en otros estudios, que la altura de copa disminuye con el aumento del DAP, lo cual significa que la mayor proporción del incremento en altura se explica por el incremento del fuste, y que a consecuencia de ello, la contribución del fuste en la biomasa total del árbol es creciente.

El valor alcanzado por la menor densidad es producto de la menor competencia que presentan estos individuos, ya que al contar con un mayor espaciamiento reciben una mayor cantidad de luz lo que les permite una elongación de sus copas y una menor

altura de copa. Lo contra
del menor espaciamiento
en comparación a la sit
competencia, no prese
presentando de este mod

Area Basal

La mayor área basal
hectárea, con un valor d
obtuvo en las parcelas co
de esperarse. Quizás este
adecuada ocupación del s
obtuvo en las parcelas co
m^2/ha.

Es interesante el estud
óptima dentro del manej
combinación de máxima á
anuales en diámetro.

Es por ello que el trat
valor en área basal no es
presenta un alto número
contrario, las parcelas cor
basal y número de árboles.

Este óptimo de comb
incremento depende a su v
Este conjunto será diferen
cualquier otro producto.

Si el objetivo es produc
tratamientos con un menc
1667 árboles por hectárea
con un alto número de árl
volumen total por hectárea

Por otra parte, si se de
necesario lograr una adec
número de árboles por unic

altura de copa. Lo contrario ocurre en las parcelas más densas, en las cuales producto del menor espaciamiento la cantidad de luz que pueden recibir los árboles es reducida en comparación a la situación anterior, por lo que sus copas, al existir una mayor competencia, no presentan la capacidad de alargarse en forma tan marcada, presentando de este modo una mayor altura de copa.

Area Basal

La mayor área basal se registró en 1994 en las parcelas con 1667 árboles por hectárea, con un valor de 24.308 m^2/ha, siendo interesante este dato ya que no se obtuvo en las parcelas con una mayor densidad (2.500 árboles por hectárea), como era de esperarse. Quizás este número de árboles por superficie sea un indicador para una adecuada ocupación del sitio por parte del **E. globulus**. Por otro lado, el menor valor se obtuvo en las parcelas con un mayor espaciamiento en donde la cifra llegó a los 8,506 m^2/ha.

Es interesante el estudio de esta variable ya que es un indicador para una situación óptima dentro del manejo silvocultural del eucalipto, en la búsqueda de la adecuada combinación de máxima área basal, mínimo número de árboles y máximos incrementos anuales en diámetro.

Es por ello que el tratamiento con la mayor densidad, a pesar de presentar una alto valor en área basal no es el óptimo desde el punto de vista del manejo forestal, ya que presenta un alto número de árboles y un DAP menor a los otros tratamientos. Por el contrario, las parcelas con el mayor espaciamiento presenta las menores cifras de área basal y número de árboles, pero sus DAP son los más altos dentro del ensayo.

Este óptimo de combinación entre número de árboles, área basal y máximo incremento depende a su vez de los productos que se quieran generar de estos bosques. Este conjunto será diferente según sea el objetivo producir madera pulpable, aserrada o cualquier otro producto.

Si el objetivo es producir madera pulpable en rotaciones cortas, no cabe duda que los tratamientos con un menor espaciamiento son los más aconsejables (alrededor de los 1667 árboles por hectárea), ya que en ellos se produce la máxima ocupación del sitio con un alto número de árboles, obteniéndose así la mayor producción de área basal y volumen total por hectárea.

Por otra parte, si se desea obtener madera aserrada en rotaciones más largas será necesario lograr una adecuada relación entre un máximo incremento en diámetro y el número de árboles por unidad de superficie.

Funciones Predictoras

Con los resultados obtenidos hasta el momento se intentó definir algunas relaciones funcionales que permitan predecir el comportamiento de alguna variable en función de otra. Es así como se probaron diferentes modelos para cada una de las variables de interés, como son el DAP y la altura, obteniéndose coeficientes de correlación aceptables. Estos modelos usan como variable independiente el DAP y la edad del rodal. Algunos de estos resultados se presentan en el cuadro N°4.

Al intentar relacionar el espaciamiento inicial con las variables descriptoras no se obtuvieron mejores ajustes significativos. Posiblemente al agregar en este análisis el efecto futuro de los raleos sobre el desarrollo del rodal se pueda obtener alguna relación con un adecuado grado de ajuste, con el objetivo de predecir el comportamiento del DAP y de la altura en función de las variables de rodal y de la densidad.

Cuadro N°4.

FUNCIONES PROBADAS EN LOS RESULTADOS DE PANTANILLO

Variable Dependiente	Variables Independientes	Coeficiente de Correlacion
Altura	Cte., DAP, LN DAP	0,94
DAP	Cte., Edad, 1/Edad	0,89
LN Altura	1/DAP, DAP, $DAP^{1/2}$, Densidad	0,97
DAP	Edad, 1/Edad	0,94
LN DAP	Cte., Edad, 1/Edad, 1/Densidad	0,94
$DAP^{1/2}$	Edad, 1/Edad, $(Edad)^{1/2}$, 1/Densidad	0,98
DAP	Cte., Edad, 1/Edad, 1/Densidad	0,89
LN Altura	DAP, 1/Densidad, $D^{1/2}$, 1/DAP	0,97
LN Altura	Cte., 1/Edad, LN DAP, Edad, DAP^2, DAP, 1/DAP	0,99
Altura	Cte., DAP, 1/Densidad, DAP^2	0,93
Altura	Cte., DAP, $DAP^{1/2}$, 1/DAP	0,92
Altura	Cte., DAP, 1/Densidad, 1/DAP	0,84
Altura	Cte., DAP, 1/Densidad, DAP^2	0,93
LN Altura	LN DAP, DAP, 1/DAP, DAP^2, $DAP^{1/2}$, 1/Densidad	0,99

Donde: Cte. : Constante de la función.
LN : Logaritmo natural.
DAP : Diámetro a la altura del pecho.
Densidad : Densidad del rodal (arb/ha).
D : (DAP/(DAP + 20)).
Edad : Edad en años.

Altura

- Altura según Edad, Der

Al intentar relacionar
a la altura del pecho y la
que luego del análisis c
basado en el DAP y el efe

La expresión del mod

$$LN\,H = 0,188 * (...$$

$$1,514 * (L...$$

r = 0,986
$E.S.$ = 1,34

Donde:

H = Altura (m
DAP = Diámetro
LN = Logaritmo
$DENSIDAD$ = Densidad

El modelo tiene como
altura alcanzada, hasta la
incorpora el efecto del es
afectada por la densidad,
crecimiento inicial el espac

Si a este análisis se l
mayor número de variable
aumento en el grado de aju

$$LN\,H = 0,2...$$

$$62,813*(1/DENSIDAL...$$

r = 0,978
$E.S.$ = 1,3

definir algunas relaciones
na variable en función de
una de las variables de
ficientes de correlación
el DAP y la edad del
4.

ables descriptoras no se
egar en este análisis el
obtener alguna relación
el comportamiento del
ensidad.

NTANILLO

Coeficiente de Correlacion
0,94
0,89
0,97
0,94
0,94
0,98
0,89
0,97
0,99
0,93
0,92
0,84
0,93
0,99

Altura

- Altura según Edad, Densidad y DAP.

Al intentar relacionar el total de las alturas de los árboles del ensayo con el diámetro a la altura del pecho y la densidad, se generaron una serie de funciones predictoras, las que luego del análisis correspondiente permiten seleccionar un modelo preliminar basado en el DAP y el efecto de la densidad.

La expresión del modelo preliminar seleccionado corresponde a:

$$LN\,H = 0,188 * (DAP) - 99,491 * (1/DENSIDAD) - 0,758 * (DAP)^{1/2} + 1,514 * (LN\,DAP) + 0,197 * (1/DAP) - 0,005 * (DAP)^2$$

r = 0,986
$E.S.$ = 1,34

Donde:

H = Altura (m).
DAP = Diámetro a la altura del pecho (cm).
LN = Logaritmo natural.
$DENSIDAD$ = Densidad del rodal (arb/ha).

El modelo tiene como principal componente el resultado del DAP para explicar la altura alcanzada, hasta la última evaluación, por los árboles en el ensayo, al que se le incorpora el efecto del espaciamiento. Si bien la altura dominante que resulta no es afectada por la densidad, transcurridos siete años de este ensayo se aprecia que en el crecimiento inicial el espaciamiento sí tiene un efecto sobre la altura total del rodal.

Si a este análisis se le incorpora la variable edad se obtienen funciones con un mayor número de variables predictoras en su estructura, pero sin que ello signifique un aumento en el grado de ajuste. Un ejemplo de ello es la siguiente función:

$$LN\,H = 0,27*EDAD-0,735*(1/EDAD)-0,418*(EDAD^{1/2})-62,813*(1/DENSIDAD)+1,118*(LN\,DAP)+0,196*(1/DAP)-0,002*(DAP^2)$$

r = 0,978
$E.S.$ = 1,3

- Altura según DAP.

Con la información obtenida hasta el año 1994 se desarrolló una función preliminar para la estimación de la altura, basada únicamente en el DAP de los árboles, la cual se determinó según la siguiente relación:

$$LN\,H = -3,109-0,418*DAP+2,993*(DAP)^{1/2}+0,002*(DAP)^2$$

r = 0,98
$E.S.$ = 1,3

Al examinar el comportamiento de este modelo en relación con las diferentes densidades utilizadas, se consideró necesario ajustar funciones según cada tratamiento, obteniendo con este procedimiento significativos ajustes. Las funciones obtenidas correspondieron a un modelo general con la altura o el logaritmo natural de la altura como variable dependiente y el DAP, o una de sus transformaciones, como variable independiente. La estructura general del modelo correspondió a:

$$H(LN\,H) = a+b*DAP+c*DAP^{1/2}+d*LN(DAP)+e*DAP^2+f*(1/DAP)$$

Los modelos obtenidos junto con sus respectivos coeficientes en cada tratamiento se presentan en el Cuadro N°5.

Cuadro N°5.

COEFICIENTES DE LOS MODELOS SEGUN TRATAMIENTO.

T	VAR.	a	Coeficientes de cada Variable					r	E.S.
			DAP	$DAP^{1/2}$	LN DAP	DAP^2	1/DAP		
1	LN H	-2,907	-0,139	2,421	0	-0,007	0	0,99	1,2
2	LN H	-3,328	-0,553	3,475	0	0,004	0	0,98	1,3
3	LN H	-3,097	-0,298	2,831	0	-0,003	0	0,98	1,3
4	LN H	-2,624	-0,295	2,522	0	0	-0,078	0,99	1,3
5	LN H	-2,535	-0,288	2,472	0	0	-0,083	0,98	1,3
6	LN H	-3,007	-0,337	2,781	0	0	0	0,99	1,3
7	LN H	-2,611	-0,268	2,405	0	0	-0,062	0,99	1,2
8	H	-1,318	1,698	0	-0,879	-0,037	0	0,97	1,3
9	H	-0,874	1,476	0	-0,879	-0,037	0	0,96	1,3
10	LN H	-2,906	-0,363	2,704	0	0,002	0	0,98	1,3
11	LN H	-2,259	-0,220	1,915	0,270	0	0	0,99	1,2

Donde:
T. = Tratamiento.
VAR. = Variable dependiente utilizada en el modelo.
H = Altura (m).
LN H = Logaritmo natural de la altura.

DAP = Diámetro a la altura d
a = Constante del modelo.
r = Coeficiente de correlac
E.S . = Error estandar.

- Altura según Año de Me

Una vez obtenidos estc
medición, con el objetivo
en algunos casos la vari
también con este análisis s

Las funciones obtenida

$$H(LN\,H) =$$
$$(1/DENSIDAD)+e\ *$$

Donde:

H = Altura(m).
DAP = Diámetro
LN = Logaritmo
$DENSIDAD$ = Densidad
D = (DAP/(DA
k = Constante
a,b,c,d,e,f,g,h = Coeficient

Los coeficientes según

Al observar estas funcic
predictora de la altura, la
obtenidos, siendo significa
hasta esta etapa del ensayo.

COEFICI

Año del Ensayo	Variable dependiente utilizada en el modelo	k	a
1	H	0	-2,4
2	H	0,146	0,5
3	H	-12,5	-1,4
5	H	10,208	0,2
6	LNH	0	-0,0
7	LNH	0	-0,1

DAP = Diámetro a la altura del pecho (cm).
a = Constante del modelo.
r = Coeficiente de correlación.
E.S . = Error estandar.

- Altura según Año de Medición

Una vez obtenidos estos modelos se procedió a ajustar funciones según cada año de medición, con el objetivo de relacionar la edad del rodal al momento de la medición, y en algunos casos la variable densidad, con el crecimiento en altura, consiguiendo también con este análisis significativos ajustes.

Las funciones obtenidas correspondieron a un modelo general del tipo:

$$H(LN\,H) = k + a * DAP + b * (LN\,DAP) + c * (DAP^2) + d * (1/DENSIDAD) + e * (DAP^{1/2}) + f * (1/DAP) + g * (DENSIDAD) + h * (D^{1/2})$$

Donde:

H = Altura(m).
DAP = Diámetro a la altura del pecho(cm).
LN = Logaritmo natural.
$DENSIDAD$ = Densidad del rodal (arb/ha).
D = (DAP/(DAP + 20)).
k = Constante del modelo.
a,b,c,d,e,f,g,h = Coeficientes de regresión del modelo.

Los coeficientes según cada año de medición se presentan en el Cuadro N°6

Al observar estas funciones se aprecia que además del DAP como principal variable predictora de la altura, la densidad esta involucrada en la mayoría de los modelos obtenidos, siendo significativa para determinar el crecimiento en altura de los árboles hasta esta etapa del ensayo.

Cuadro N°6.

COEFICIENTES DE LAS VARIABLES SEGÚN LA EDAD.

Año del Ensayo	Variable dependiente utilizada en el modelo	Coeficientes de las Variables									Coeficiente de correlación
		k	a	b	c	d	e	f	g	h	
1	H	0	-2,408	0,898	2,065	0	0	0	0	0	0,99
2	H	0,416	0,550	0	0,02	-19,003	0	0	0	0	0,93
3	H	-12,5	-1,481	0	0	0	10,72	3,644	0	0	0,92
5	H	10,208	0,292	0	0	-1421,87	0	-17,49	0	0	0,84
6	LNH	0	-0,087	0	0	0	0	1,014	0,006	0,948	0,99
7	LNH	0	-0,113	0	0	-69,802	0	3,273	0	1,099	0,99

- Altura según Tratamiento y Edad

En relación con la edad del ensayo no fue posible obtener ajustes significativos al relacionar la altura de los árboles únicamente con la edad del ensayo, debido posiblemente al efecto de las densidades iniciales utilizadas. Se emplearon modelos lineales y no lineales para describir esta relación entre la edad y la altura, los que presentaron ajustes significativos, pero luego del análisis de su comportamiento se concluyó que no eran explicativos del comportamiento de la altura. Una de las relaciones de forma no lineal obtenidas correspondió a:

$$H = 14{,}99 / (1 + 57{,}315 * EXP(-1{,}026 * E))$$

r = 0.95
$E.S.$ = 0.993
Donde:

H = Altura (m).
E = Edad (años).

En este mismo sentido, en el análisis se intentó relacionar la altura con la edad del rodal, ajustando funciones según el tratamiento, considerando las diferentes densidades iniciales y raleos realizados. El resultado de este procedimiento fue una función general para los 11 tratamientos, cuya estructura es:

$$H = a + b * (Edad) + c * (1/Edad)$$

Los coeficientes resultantes en cada tratamiento se presentan en el cuadro N° 7.

Cuadro N°7.
COEFICIENTES SEGÚN TRATAMIENTOS

Tratamientos	Coeficientes de Regresión			Coeficiente de Correlación	Error Standar
	a	b	c		
1	-4.353	2.883	1.524	0.95	1.5
2	-4.532	2.765	1.775	0.94	1.6
3	-4.718	2.729	2.024	0.95	1.6
4	-6.834	3.348	3.552	0.97	1.4
5	-6.160	3.069	3.182	0.96	1.6
6	-3.771	2.724	1.087	0.95	1.6
7	-4.824	3.037	1.826	0.96	1.6
8	-3.926	2.609	1.354	0.95	1.6
9	-5.181	2.731	2.562	0.94	1.6
10	-5.962	3.074	3.001	0.96	1.6
11	-5.543	3.064	2.526	0.97	1.5

Diámetro a la Altura del

Al intentar relaciona
una serie de funciones
establecer cierto grado d
del ensayo correspondió

$$0{,}777*(1/EDA$$

r = 0.979
$E.S.$ = 0,46

Donde:

DAP = Diámetro
$EDAD$ = Edad (añ
$DENSIDAD$ = Densidad

- Area Basal

Esta variable se relac
forma preliminar para est

$$AB = -0$$

r = 0.80
$E.S.$ = 0.0047

Donde:

AB = Area basa
$EDAD$ = Edad (año
$DENSIDAD$ = Densidad

- Altura de Copa.

El comportamiento de
densidad y su disminución

Diámetro a la Altura del Pecho

Al intentar relacionar esta variable con la edad y densidades del ensayo se obtuvo una serie de funciones, las cuales si bien no presentaron altos ajustes, permiten establecer cierto grado de correlación. El modelo preliminar seleccionado en esta etapa del ensayo correspondió a la siguiente expresión:

$$DAP^{1/2} = 0,186*(EDAD)- 0,777*(1/EDAD)+0,962*(EDAD^{1/2})+150,035*(1/DENSIDAD)$$

r = 0,979
$E.S.$ = 0,46

Donde:

DAP = Diámetro a la altura del pecho (cm).
EDAD = Edad (años).
DENSIDAD = Densidad del rodal (arb/ha).

- Area Basal

Esta variable se relacionó con la edad y densidad del ensayo seleccionándose en forma preliminar para esta etapa del proyecto el siguiente modelo:

$$AB = -0,0103+0,0041*EDAD+0,0081*(1/EDAD)- 0,00000138*(DENSIDAD)$$

r = 0,80
$E.S.$ = 0,0047

Donde:

AB = Area basal (m^2/ha).
EDAD = Edad (años).
DENSIDAD = Densidad del rodal (arb/ha).

- Altura de Copa.

El comportamiento de esta variable en relación a su mayor valor al aumentar la densidad y su disminución al aumentar el DAP, podría indicar su dependencia de estas

dos variables. Sin embargo, al realizar el análisis respectivo se encontró que sólo la altura y el logaritmo natural de ella, eran estadísticamente significativas para predecir la altura de copa.

El modelo general seleccionado en forma preliminar en el ensayo correspondió a:

$$HC = .0,140412*(H) + 0,830584*(LN\,H)$$

r = 0,94
$E.S.$ = 1,4

Donde:

HC = Altura de copa (m).
H = Altura Total (m).
LN = Logaritmo natural.

CONCLUSIONES

Luego de transcurridos 7 años de establecido el ensayo se pueden obtener algunas conclusiones a nivel preliminar, sin considerar el real efecto del raleo sobre el desarrollo de los árboles. Estas corresponden a:

Los menores crecimientos en altura media se observan en los tratamientos de mayor espaciamiento (4x4 m y 4x3 m), no siendo significativamente diferentes a los que se presentan en el resto de los tratamientos.

Los mayores incrementos en la altura media de los árboles, en la evaluación de 1992, lo presentan los tratamientos con espaciamientos de 3x2 y 4x2 m los que, sin embargo, no son significativamente diferentes al resto de los tratamientos.

En la evaluación de 1994, luego del raleo de 1992, se aprecia que el tratamiento 4 (1667 árboles por hectárea densidad inicial, 300 árboles por hectárea densidad final) es superior y estadísticamente distinto en altura que el resto de los tratamientos, incluidos los de un mayor espaciamiento final..

Este resultado, unido al efecto de una baja densidad inicial, podría ser un indicador del efecto del raleo de 1992 sobre el incremento en la altura media de los árboles, generando un mayor valor de esta variable en las parcelas intervenidas hasta esta etapa del ensayo.

En estas parcelas se observó que no existían diferencias estadísticas significativas entre las alturas de los distintos espaciamientos, lo que confirmaría que la densidad inicial no influiría sobre la altura que alcanzan los árboles dominantes en estos rodales. Como la evaluación del raleo de 1992 se realizó en 1994 (dos años después), es posible suponer

que el resultado del raleo aún no se manifiesta en toda su magnitud, requiriendo de nuevas y sucesivas mediciones para establecer su real efecto.

Luego de 7 años de iniciado el ensayo a una mayor densidad inicial se obtiene un menor DAP en los árboles.

El tratamiento con la mayor densidad, (tratamiento 1, 2x2 m), presenta los menores incrementos en DAP y es estadísticamente diferente al resto de los tratamientos.

El mayor valor en diámetro lo presentó el tratamiento con una menor densidad (4x4 m), el que no presenta diferencias significativas respecto a los espaciamientos de 4x2, 4x3 y 3x2 metros, siendo un resultado importante en la definición de densidades óptimas para la utilización del sitio.

En el resto de los tratamientos el DAP presentó valores intermedios, mostrando diferencias estadísticas significativas entre los distintos valores. Esta mayor respuesta encontrada en los rodales de menor densidad puede ser producto del mayor espacio con que cuentan estos individuos para la obtención de agua y nutrientes; a la mayor cantidad de luz que reciben sus copas y al mayor largo de copa registrado en estos árboles.

Es posible concluir que en los tratamientos con las mayores densidades la competencia ya ha comenzado, debido a la mayor concentración de DAP en las clases menores, al menor largo de copa registrado y al cierre de copas producido.

Los resultados registrados hasta esta etapa del ensayo hacen posible concluir que a una menor densidad inicial los árboles desarrollan un mayor DAP.

La altura de copa presenta un comportamiento similar al de la altura total, encontrándose su mayor valor en el tratamiento con el menor espaciamiento y el menor valor en los tratamientos con un menor número de árboles.

Es posible concluir que la altura de copa disminuye con el aumento del DAP, lo cual significa que la mayor proporción del incremento en altura se explica por el incremento del fuste. El valor alcanzado por la menor densidad es producto de la menor competencia que presentan estos individuos, ya que al contar con un mayor espaciamiento reciben una más alta cantidad de luz lo que les permite una elongación de sus copas.

La mayor área basal se encuentra en las parcelas con 1667 árboles por hectárea. Posiblemente, este número de árboles por superficie sea un indicador para una adecuada ocupación del sitio por parte de E. **globulus**. Por otro lado, el menor valor se obtuvo en las parcelas con un mayor espaciamiento. El tratamiento con la mayor densidad a pesar de presentar una alto valor en área basal no es el óptimo desde el punto de vista del manejo forestal, ya que se presenta en una situación de alto número de árboles con DAP menores en relación a otras densidades.

Hasta esta etapa del ensayo se puede concluir que los tratamientos con un menor espaciamiento (alrededor de los 1667 árboles por hectárea) son los más aconsejables para producir madera pulpable en rotaciones cortas, ya que en ellos se produce la máxima ocupación del sitio con un adecuado número de árboles.

Las relaciones funcionales obtenidas presentaron coeficientes de correlación aceptables, usando como variables independientes el DAP, la edad del rodal y la densidad del rodal.

Es posible que al agregar en este análisis el efecto de los raleos sobre el desarrollo del rodal se pueda obtener alguna relación con un adecuado grado de ajuste, entre el comportamiento del DAP y de la altura en función de las variables de rodal y de la densidad.

Si bien la altura dominante que resulta no es afectada por la densidad, transcurridos siete años de este ensayo se aprecia que en el crecimiento inicial el espaciamiento si tiene un efecto sobre la altura total del rodal.

Estos resultados corresponden a una fase intermedia del ensayo, por lo que si bien pueden ser utilizados como una descripción de la situación actual del experimento, deberán ser complementados con el análisis del efecto de los raleos sobre las variables descriptoras de rodal. La disminución del número de árboles en algunas parcelas es un factor que debe incorporarse en cualquier análisis futuro del ensayo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FAO., 1980. Estimación del Volumen Forestal y Predicción del Rendimiento. Vol. 22/1 y 22/2. Roma. 80 p..

Hughell, D., 1990. Modelos para La Predicción del Crecimiento y Rendimiento de **Eucalyptus camaldulensis** en América Central. CATIE, 1990. Boletín Técnico N°22.

INFOR., 1991. Eucalyptus, Principios de Silvicultura y Manejo. CORFO-INFOR, Santiago. 197 p.

INFOR., 1994. Informe de Avance Ensayo Espaciamiento, Poda y Raleo con **Eucalyptus globulus**. División Ordenación Forestal e Inventarios: Documento Interno. 13 p.

Kerruish, C., and Rawlins, W., 1991. The Young Eucalypt Report. CSIRO, Australia, 272 p.

Ostle, B., 1973. Estadistica Aplicada. México. Ed. Limusa-Willey. 629 p.

COMPARACIÓ
ASERRADA D
SECUENCIAL,

JAVIER GONZÁLEZ MC
BUSTAMANTE FERRAI

(*) Departamento de Te
(**) Ingenieros Forestale

RESUMEN

*El presente estudio tie
radiata, en tres categorías
esta clasificación se esta
utilizaron las normas de
piezas aptas para el uso e
su aptitud, para la confecc*

*Como organización de
base de variables de entr
diamétrica, se pueden esta
esta manera, los productos*

Palabras clave: *Clasificac*

ABSTRACT

*The objective of this stu
especifically A, B and C a
relationship between the pr
visual procedures for estruc
to be used in houses's cc
classification, in order to m*

*In order to canalize the
known variables, dominancy
of the logs and it's later cla*

Keywords: *Wood classificat*

ANEXO 2

DOCUMENTO ENSAYO PANTANILLO

INFOR

INFORME DE AVANCE

ENSAYO ESPACIAMIENTO, PODA Y RALEO

EUCALYPTUS GLOBULUS

PREDIO PANTANILLO

CONVENIO INFOR/UNIVERSIDAD DE CHILE

CONSTITUCIÓN (VII REGIÓN)

OCTUBRE 1997

I. INTRODUCCIÓN

Dentro del proyecto ***Manejo Silvícola de Especies del Género Eucalyptus***, la Gerencia de Investigación de INFOR ha continuado la investigación destinada a incorporar distintos tipos de manejo en el cultivo del **Eucalyptus**.

El aspecto más relevante, en este sentido, tiene relación con la obtención de información presente y futura desde los ensayos, su análisis y utilización para definir las óptimas combinaciones de manejo que permitan alcanzar los objetivos de producción. Esta investigación se refiere principalmente a los distintos productos que se pretenda obtener en cuanto al tipo, tamaño, calidad, uso, etc.

El ensayo ubicado en el predio Pantanillo, perteneciente a la Universidad de Chile, es parte importante de este proyecto ya que en él se prueba distintos tipos de espaciamientos, podas y raleos, al mismo tiempo que se ubica en una zona de alto interés forestal.

II. OBJETIVOS

1. Objetivo General del Ensayo

- Determinar la tecnología silvicultural más conveniente para las especies de **Eucalyptus** de rápido crecimiento, en este caso **E. globulus**, en función de los objetivos de producción y las características de cada zona edafoclimática.

- Obtención de datos de crecimiento y respuesta al manejo del **Eucalyptus globulus**, su análisis, formulación de funciones de crecimiento y rendimiento.

2. Objetivo Específico del Ensayo en el Predio Pantanillo

- Probar distintos esquemas de espaciamiento, poda y raleo en una plantación de **E. globulus ssp globulus**, de acuerdo a un esquema predeterminado basado en el número de árboles que llegará al final de la cosecha.

III. MATERIAL Y MÉTODO

1. Área de Estudio

El ensayo se estableció en el predio Pantanillo, ubicado en la provincia del Maule, VII Región, cuyas coordenadas aproximadas son 745,758E y 6074,437N.

2. Ensayo Experimental

El ensayo se estableció durante la temporada de plantación del año 1988, utilizando un diseño experimental completamente aleatorizado con tres repeticiones. Se utilizaron plantas de E. **globulus** a raíz desnuda, con un año de vivero, producidas en el predio.

En 1988 se establecieron los distintos regímenes de raleo y podas a ensayar, cuya aplicación se efectuaría al momento de alcanzar los árboles una altura dominante predeterminada. Al combinar los distintos espaciamientos iniciales con los esquemas de poda y raleo se definieron 11 tratamientos.

El ensayo consiste de 36 parcelas, con un número variable de árboles en cada una, de acuerdo al espaciamiento utilizado.

Los tratamientos utilizados se presentan en el Cuadro N°1.

CUADRO N°1. ENSAYO DE REGÍMENES DE MANEJO *Eucalyptus globulus* PREDIO PANTANILLO

OBJETIVO PRODUCCIÓN	PARCELA N°	DENSIDAD INICIAL	ALTURA MEDIA (m)				
			10,5	10,5	13,5	13,5	40
			NUMERO ÁRBOLES/ha				
			DR	PD1	DR	PD2	EXPL
PULPA/ASTI	1	2.500(*)	----	----	----	----	2500
PULPA/ESTR	2	2.500	1500	----	400	----	400
PULPA/ASER	3	2.500	1000	600	300	300	300
PULPA/ASER	4	1.667	1000	600	300	300	300
EXPO/TROZA	5	1.250(*)	----	----	----	----	1250
ASER/SNUDO	6	1.250	800	500	300	300	300
ASER/SNUDO	7	1.250	400	400	200	200	200
CHAP/SNUDO	8	833	500	500	300	300	300
PULPA/ASTI	9	625(*)	----	----	----	----	625
ASER/SNUDO	10	625	300	300	200	200	200
CHAP/SNUDO	11	625	300	300	300	100	100

NOTA : DR : Número de árboles después del raleo.
PD1 : Número de árboles con altura de poda a los 3 a 4 m.
PD2 : Número de árboles con altura de poda hasta 7,5 m.
(*) : Densidad inicial menos la mortalidad.

3. Metodología de Análisis

Durante el mes de julio del presente año se realizó la medición correspondiente al año 1997. En esta ocasión, en cada tratamiento y bloque, se midieron las siguientes variables de estado: DAP (cm), Altura (m), Altura de Copa (m), y se calculó el área basal (m^2/ha).

En la evaluación se midió el DAP a todos los árboles de cada parcela y la altura a una muestra de 12 árboles por parcela, rectos, sanos y sin defectos. En esta última muestra se incluyó a 4 árboles de las clases diamétricas más altas.

IV. EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS

Las variables de estado promedio por tratamiento registradas en la evaluación de 1997 se presentan en el Cuadro N°2.

CUADRO N°2. RESULTADOS SEGÚN TRATAMIENTO, EVALUACIÓN 1997.

TRATAMIENTO	DAP (cm) PROMEDIO	ALTURA (m) PROMEDIO	AREA BASAL (m^2/ha) PROMEDIO
1	10,50 d	18,34 a	21,89 a
2	13,25 cd	20,14 a	5,56 cd
3	15,30 cd	19,34 a	5,53 cd
4	18,65 bc	24,56 a	8,21 bc
5	15,40 cd	18,77 a	23,28 a
6	18,60 bc	20,64 a	8,30 bc
7	24,35 ab	24,03 a	9,32 bc
8	17,25 c	21,12 a	7,02 c
9	19,10 bc	18,45 a	18,00 ab
10	25,55 a	24,30 a	10,28 bc
11	26,65 a	24,58 a	16,83 abc

Nota : Letras iguales indican que no existen diferencias estadísticamente significativas al nivel del 95%.

Al mismo tiempo, en los Gráficos N°1; 2; 3; 4; 5 y 6, se presentan los DAP, altura y área basal, según cada año de evaluación y por tratamientos utilizados.

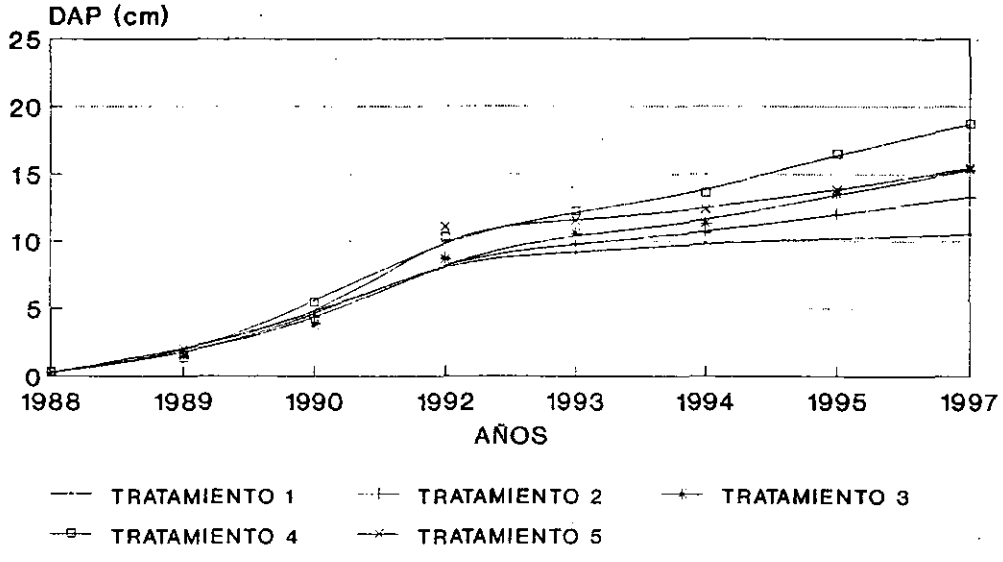
Se ha evaluado la información proveniente de la medición de 1997, en la cual son analizados los parámetros altura (m), diámetro a la altura del pecho (DAP) (cm) y área basal (m^2/ha) según tratamiento. Los resultados obtenidos fueron sometidos a un análisis preliminar estadístico obteniéndose los siguientes resultados:

a) En 1997 los menores crecimientos en altura media se observan en los tratamientos de mayor espaciamiento (4x4 m y 4x3 m), no siendo significativamente diferentes a los que se presentan en el resto de los tratamientos. Por el contrario, los mayores incrementos en altura lo presentan los tratamientos con espaciamientos de 3x2 y 4x2 m los que, sin embargo, tampoco presentan diferencias estadísticamente significativas en relación al resto de los tratamientos.

GRAFICO Nº1

DAP MEDIO TRATAMIENTOS 1 A 5

Eucalyptus globulus

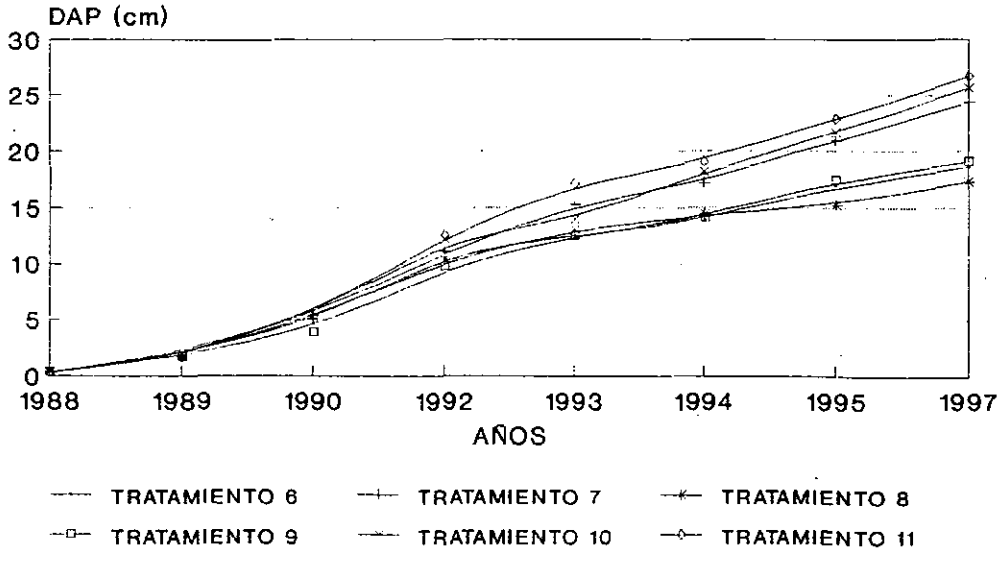


Pantanillo (VII Región)

GRAFICO Nº2

DAP MEDIO TRATAMIENTOS 6 A 11

Eucalyptus globulus

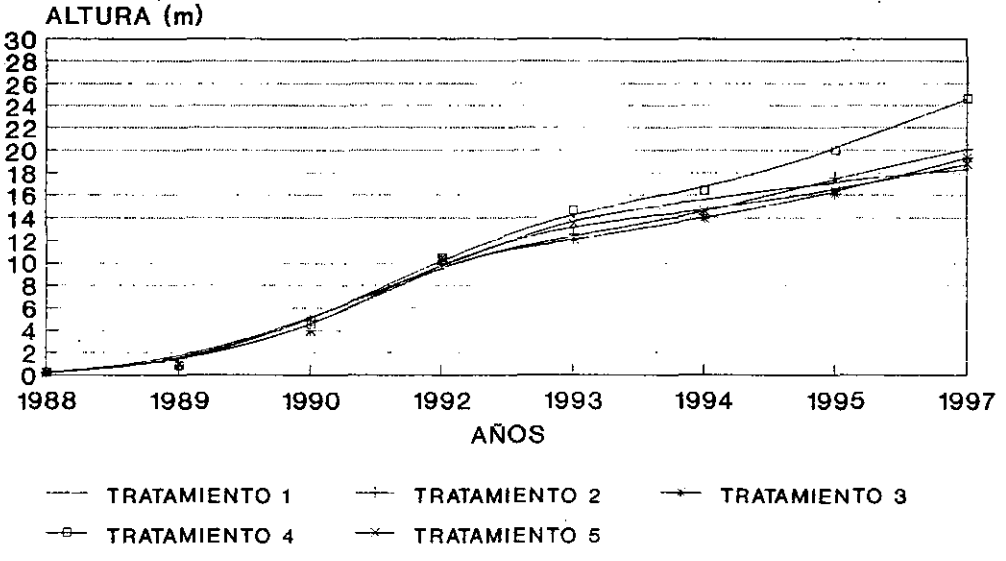


Pantanillo (VII Región)

GRAFICO Nº3

ALTURA TRATAMIENTOS 1 A 5

Eucalyptus globulus

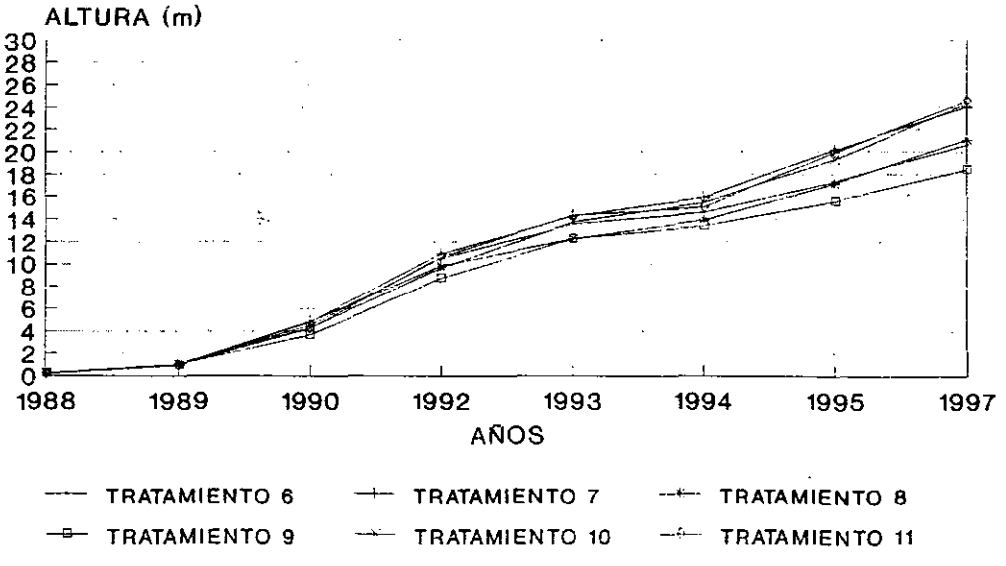


Pantanillo (VII Región)

GRAFICO Nº4

ALTURA TRATAMIENTOS 6 A 11

Eucalyptus globulus

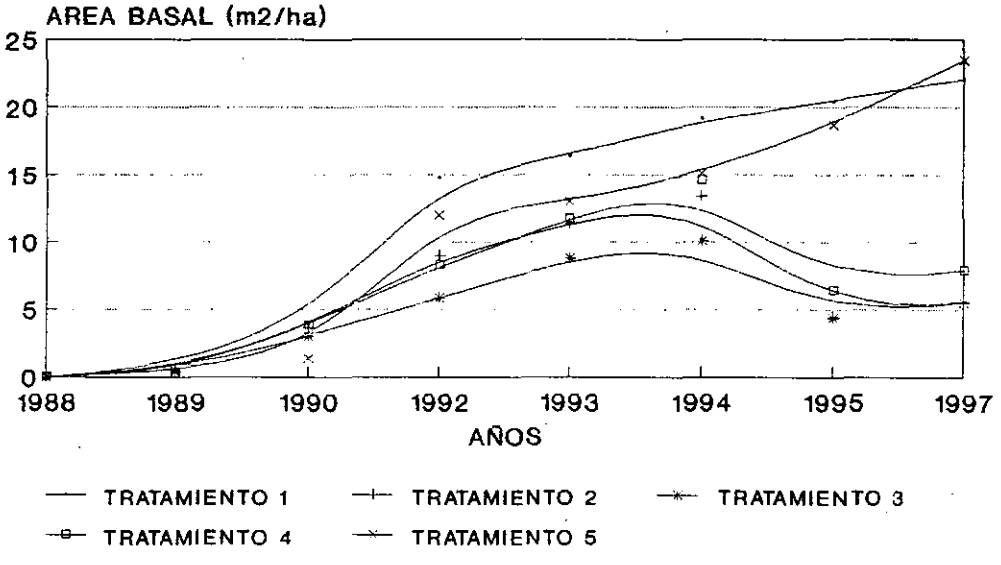


Pantanillo (VII Región)

GRAFICO Nº5

AREA BASAL TRATAMIENTOS 1 A 5

Eucalyptus globulus

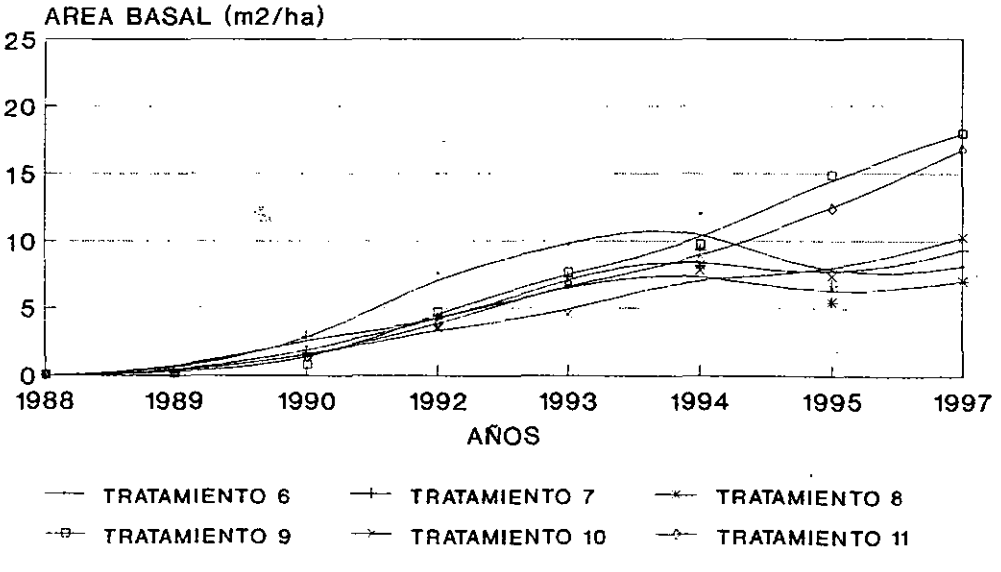


Pantanillo (VII Región)

GRAFICO Nº6

AREA BASAL TRATAMIENTOS 6 A 11

Eucalyptus globulus



Pantanillo (VII Región)

b) El tratamiento con la mayor densidad, (2x2 m), es el que presentan los menores incrementos en DAP en la evaluación de 1997 (10,5 cm), y es estadísticamente diferente a los tratamientos con una menor densidad. El mayor incremento diametral lo presentan los tratamientos con una densidad final de 300 a 200 árb/ha (4x2, y 4x4 metros, respectivamente) los que no presentan diferencias significativas entre ellos.

c) En la medición de 1997 se aprecia que no existen diferencias significativas en la altura media de los árboles, por lo que las distintas densidades no están afectando el desarrollo de esta variable, correspondiendo los valores observados a las condiciones de sitio existente.

d) En esta misma medición, el DAP presentó diferencias altamente significativas entre los distintos tratamientos. El menor valor se presentó en el tratamiento 1 (2500 arb/ha densidad inicial sin raleo), mientras que el mayor valor estuvo en el tratamiento 11 (625 arb/ha densidad inicial y 300 arb/ha densidad final). En el resto de los tratamientos se presentaron valores intermedios, presentando diferencias estadísticas entre los distintos valores. En general, se confirma que a una menor densidad inicial se obtienen mayores DAP.

V. SITUACIÓN ACTUAL DEL ENSAYO PANTANILLO

En general el ensayo presenta un buen desarrollo y condición, con las parcelas claramente identificadas, y un adecuado acceso por caminos interiores del predio.

Sería aconsejable realizar algunas labores en el ensayo para su adecuada mantención en el tiempo. Las principales medidas sugeridas se refieren a:

- Remoción en las parcelas de todo el rebrote originado en los tocones de los árboles extraídos por un raleo anterior.
- Reposición de los letreros identificatorios de las parcelas en los casos que sea necesario.
- Planificar y construir un sendero de observación a través del ensayo.
- Realizar la marcación de los DAP de los árboles de cada parcela y estudiar un método práctico de identificación de cada uno de ellos.
- Reemplazar las estacas delimitadoras de las parcelas, en el caso que estas ya no existan o presenten un evidente deterioro.

Este ensayo, como se mencionó en un principio, es parte importante del Proyecto ***Manejo de Especies del Género Eucalyptus*** por los valiosos e interesantes antecedentes que se pueden obtener desde él, incluso hasta después de la explotación del bosque al analizar las características físicas y tecnológicas de los productos a obtener.

VI. ACTIVIDADES FUTURAS

Se continuará con el análisis de la información recogida hasta el momento, con el objetivo de establecer los efectos de los distintos tipos de manejo sobre el crecimiento y desarrollo del **Eucalyptus globulus** en la zona donde se ubica el ensayo.

Además, se intentará obtener datos que permitan la construcción de funciones de ahusamiento y volumen aplicable a esta especie en las condiciones de sitio actual.

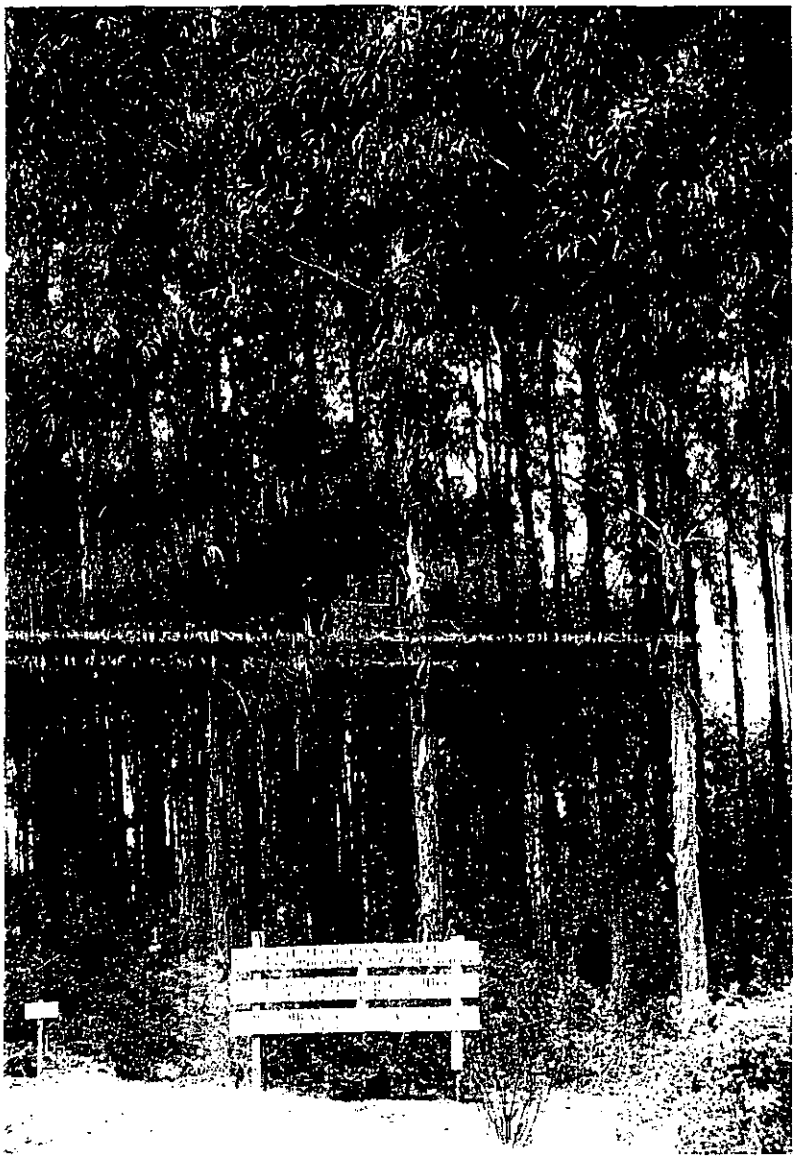


FOTO N°1. **Vista general del ensayo de espaciamiento y raleo de *Eucalyptus globulus* en Pantanillo (VII Región)**

FOTO N°2. **Vista general de una parcela del ensayo de espaciamiento y raleo de *Eucalyptus globulus* en Pantanillo (VII Región)**

ANEXO 3

ANTECEDENTES PARCELAS PERMANENTES
INSTALADAS POR INFOR

PROPIETARIOS PARTICULARES PARCELAS PERMANENTES DE EUCALIPTO

ENS	EMP	PARC	ESP	F_INSTA	PROPIET	AÑO	AREA	TRATSILV	PREDIO	REGIÓN	FOTOAEREA	CARTAIGM	COORDX	COORDY
110	15	06	53	22/05/95	CRISTIAN RUGGERI	88	500,0	Su,RI	El Pulmodon	VII	7615/SAF78	F41	288,60	6118,70
110	15	07	53	23/05/95	DANTE DEVABLOVIC	91	500,0		Los Queñes	VII	723-SAF78C	F34,43	334,20	6124,10
110	15	08	53	23/05/95	DANTE DEVABLOVIC	89	500,0	Ro	Los Queñes	VII	735/SAF78C	F34	330,00	6126,00
110	15	09	53	24/05/95	AGR. Y FOR. S. JOSÉ	90	500,0	Ri,S	Chica Estancia	VI	7608/SAF78	F50	289,30	6094,30
110	15	11	53	26/05/95	INMOBILIARIA CAREN	90	1000,0	Ri,Pr	Caren	VI	L35-4768-3	E75	350,30	6243,50
110	15	12	53	26/05/95	INMOBILIARIA CAREN	89	500,0	Ri,Pr	Caren	VI	L35-4768-3	E75	350,40	6243,50
110	15	13	53	07/06/95	SOC.FOR.CANELILLOS	88	1000,0	S,F	Canelillos 2	VII	L13B-3254/	F38	225,50	6105,70
110	15	14	53	07/06/95	SOC.FOR.CANELILLOS	88	500,0	S,F	Canelillo 1	VII	L12B-3241/	F38	225,00	6106,90
110	15	15	53	08/06/95	SOC.FOR.CANELILLO	90	500,0	S,F	La Montaña	VII	L13B-3253/	F38	225,50	6108,20
110	15	16	53	08/06/95	SOC.FOR.CANELILLOS	88	1000,0	S,F	La Montaña	VII	L13B-3254/	F38	226,20	6108,40
110	15	17	53	10/06/95	SOC.FOR.CANELILLOS	89	500,0	S,F	Los Quillayes	VII	L9B-3075/S	F38	209,20	6094,60
110	15	18	53	12/06/95	SOC.FOR.CANELILLOS	88	500,0	S,F	Las Corrientes	VII	L7B-2998/S	F46	198,80	6090,00
110	15	19	53	12/06/95	SOC.FOR.CANELILLOS	87	1000,0	S,F	La Aguada	VII	L7B-2997/S	F46	198,50	6090,20
110	15	20	53	13/06/95	SOC.FOR.CANELILLOS	91	500,0	S,F	Maromillo	VII	L7B-2997/S	F46	199,20	6093,30
110	15	21	53	13/06/95	SOC.FOR.CANELILLOS	90	500,0	S,F	.....	VII	L7B-2996/S	F46	198,70	6093,50
110	15	22	53	14/06/95	RENATO GUERRA	89	1000,0	S,F	La Entrada	VII	3489/SAF78	F49	258,10	6091,10
110	15	23	53	27/06/95	LICANCEL	85	500,0		Totorilla	VII	L4-213401/	F29	225,10	6144,90
110	15	24	53	27/06/95	LICANCEL	90	500,0		.....	VII	L7-213512/	F30	241,50	6138,70
110	15	25	53	28/06/95	SOC.HUERTOS VIEJOS	88	500,0	Ri,F	.....	VII	5029/SAF78	F42	298,30	6110,80
110	15	26	53	28/06/95	LICANCEL	90	1000,0		Budeo	VII	L8-213541/	F30	242,90	6133,30
110	15	27	53	29/06/95	ROGELIO FALCON	90	500,0		Monteflor	VII	L13C-4636-	F29	232,70	5894,50
110	15	28	53	30/06/95	VÍCTOR FLORES	89	1000,0		La Poza	VII	L3B-2875/S	F65	178,50	6015,80
110	15	29	53	30/06/95	RUPERTO PINOCHET	89	1000,0		San Luis	VII	L8B-3031/S	F77	202,20	6001,20
110	15	30	53	03/07/95	ARTURO FLORES	90	1000,0		El Peral	VII	L5B-2949/S	F66	187,10	6015,10
110	15	31	53	03/07/95	WHITTLE-LETELIER	89	1000,0		San Nicolas	VII	4982/SAF79	F70	293,80	6031,70
110	15	32	53	04/07/95	FOR.Y AGR.SN JOSÉ	91	500,0	Ri,S	Chica Estancia	VII	7608/SAF79	F50	290,40	6094,60
110	15	33	53	05/07/95	JULIO ACUÑA	90	500,0	A,RiF	Pichivoque	VII	L16B-/3405	F58	243,30	6053,30
110	15	34	53	06/07/95	LUMIE ZUÑIGA	88	1000,0		La Quebrada	VII	L15B-3363/	F58	237,90	6063,10
110	15	35	53	07/07/95	INMOBILIARIA CAREN	91	500,0	Ri,Pr	Caren	VI	L35-4768-3	E75	351,60	6245,10
110	15	36	53	09/08/95	SOC. AG. SAETA	92	500,0	Riest,S	Torremontalvo	V	L-5' 20050	E63	271,70	6280,10
110	15	37	53	09/08/95	ALFREDO SCHMIDT	85	1000,0		El Cheuque	V	L-5' 20053	E63	273,80	6269,90
110	15	38	53	08/08/95	RAMÓN VALENZUELA	90	500,0	SU,Ri	El CulÚn	V	L-5 19475	E41	271,20	6356,10
110	15	39	53	10/09/95	AG. ARIZT-A LTDA.	92	500,0	SU	Vista Hermosa	V	L-3' 19996	E62	258,60	6269,40
110	15	40	53	10/08/95	AG. ARIZT-A LTDA.	91	500,0		Sto.Tomás(Leyda	V	L-5' 20051	E63	274,10	6277,90
110	15	41	53	11/09/95	AG. ARIZT-A LTDA.	91	500,0		Las Lajas	V	L-4' 20017	E62	262,80	6279,20

PROPIETARIOS PARTICULARES PARCELAS PERMANENTES DE EUCALIPTO

110	15	42	53	15/08/95	FRANCISCO URENDA	92	500,0	A.SU,Riest	Pantanal	V	L-5 19468	E34	276,20	6381,00
110	15	43	53	15/08/95	FRANCISCO URENDA	90	500,0	A,SU,Riest	Pantanal	V	L-5 19468	E34	276,40	6380,70
110	15	44	53	16/08/95	SOC.AG. LAS LOICAS	91	500,0		Las Salinas	V	L-5 19461	E28	275,30	6415,30
110	15	45	53	16/08/95	RAMÓN VALENZUELA	91	500,0		La Puntilla	V	L-5 19469	E34	277,10	6378,80
110	15	46	53	17/08/95	INST.EDUC.AGRÍCOLA	84	1000,0		Fundo San Miguel	V	L-6 19496	E28	277,80	6412,90
110	15	47	53	17/08/95	SERGIO BARRA	88	500,0		LoteA Reserva 6	V	L-7 19529	E42	298,80	6365,60
110	15	48	53	18/08/95	RAMÓN VALENZUELA	91	500,0	SU	Melosilla Norte	V	L-5 19471	E41	273,30	6371,90
110	15	49	53	29/08/95	MARIO GONZÁLEZ	82	500,0		Las Vertientes	VIII	5114	G5	715,60	5900,60
110	15	50	53	30/08/95	EDUARDO GUZMÁN	92	500,0	Ri,F(úrea)	La Higuera	VIII	5717	G28	736,40	5832,30
110	15	51	53	31/08/95	EDUARDO GUZMÁN	91	500,0	F(úrea),A	La Higuera	VIII	5717	G28	737,30	5832,40
110	15	52	53	01/09/95	JOSÉ SEPÚLVEDA	90	500,0		Los Ajos	VIII	17813	G57	634,20	5753,20
110	15	53	53	04/09/95	MARCOS CANESE	87	500,0		La Cuesta	VIII	3688	F106	682,60	5908,40
110	15	54	53	04/09/95	JACQUES ESQUERRÉ	91	500,0		S.Juan Collicura	VIII	5461	G4	677,50	5889,50
110	15	55	53	06/09/95	FERNANDO MAY	89	500,0		San Ramón	VIII	4565	F100	757,80	5933,40
110	15	56	53	06/09/95	RAÚL MONTECINOS	89	1000,0	F	P48 Collico	VIII	12414	F102	793,00	5950,40
110	15	57	53	07/09/95	RODOLFO GREZ	89	500,0		Santa Juana	VIII	LA-32 7277	G9	789,80	5899,60
110	15	58	53	27/09/94	LUIS VALENZUELA	92	500,0	Ri(2años),	Santa Cristina	IX	L-209 5168	G38	708,30	5814,70
110	15	59	53	28/09/95	OCTAVIO SCHNEIDER	90	500,0	F(salitre,	El Tesoro	IX	L-208 5241	G38	702,70	5798,20
110	15	60	53	28/09/95	ENRIQUE MAHUZIER	89	500,0	Ri(3años),	Santa Rita	IX	L-209 5168	G38	709,60	5816,20
110	15	61	53	29/09/95	SERGIO POOLEY	89	1000,0	F(NPK)	Tereña	IX	L-210 5143	G38	716,40	5814,30
110	15	62	53	30/09/95	HERNÁN GOTHLICH	91	1000,0		San Francisco	IX	L-10A 4754	G70	683,50	4725,10
110	15	63	53	02/10/95	JAIME MURO	91	500,0		Dinamarca	IX	L-61 9464	G69	656,10	5725,00
110	15	64	53	03/10/95	PATRICIO GASALLY	89	500,0		Fdo.La Esperanza	IX	L-201' 123	G95	774,40	5672,30
110	15	65	53	04/10/95	JUAN PICASSO	90	500,0	Ra	San José	IX	L-15A 4772	G92	704,60	5673,60
110	15	66	53	04/10/95	ANTONIO MALUF	91	500,0	F(salitre,	San José	IX	L-13 2843	G92	698,90	5675,20
110	15	67	53	05/10/95	RENÉ PAULSEN	91	1000,0	F(NPK),S	Quintralcura	IX	L-15 3092	G60	708,80	5739,70
110	15	68	53	19/10/95	S.A.C. TREIMUN	92	500,0	F(NPK),D	Cheuquemó	X	L-60B 2812	H31	635,80	5481,90
110	15	69	53	19/10/95	JORGE UBILLA	92	500,0	F(NPK)	Los Hualles	X	L-59A 2805	H22	632,20	5499,70
110	15	70	48	23/10/95	AFODECH	92	500,0	F(NPK),P,D	El Refugio	X	L-62B 2816	H22	643,60	5494,20
110	15	71	53	23/10/95	AFODECH	92	500,0	F(NPK)	El Refugio	X	L-62B 2816	H22	643,40	5494,30
110	15	72	53	24/10/95	JUAN PEDRO ANHUEZ	91	500,0	Ro	El Retiro	X	L-11 3014	G100	687,50	5628,60
110	15	73	48	25/10/95	S.FOR.MANANTIALES	91	500,0	F(NPK)	Lumaco	X	L-62A 3342	G117	647,70	5571,80
110	15	74	53	25/10/95	S.FOR.MANANTIALES	91	500,0	F(NPK)	Lumaco	X	L-62A 3342	G117	647,60	5572,10
110	15	75	53	26/10/95	FORESTAL CUDICO	92	500,0	SU	Chicura	X	L-75A 3375	G110	714,00	5617,10
110	15	76	48	27/10/95	MAURICIO SAGARDÍA	91	500,0	D	El Traro	X	L-66B 3015	G118	667,50	5571,20
110	15	77	48	27/10/95	MAURICIO SAGARDÍA	88	500,0		El Traro	X	L-66B 3015	G118	667,20	5571,30

PARCELA	PREDIO	PROPIETARIO	DIRECCION	FONO
6	EL PULMODÓN	CRISTIAN RUGGERI	Casilla 585 CURICÓ	312976
7	LOS QUEÑES	DANTE DEVABLOVIC	Membrillar 845 CURICÓ	313924 314910 A.F.Montegrande
8	LOS QUEÑES	DANTE DEVABLOVIC	Membrillar 845 CURICÓ	313924 314910 A.F.Montegrande
9	CHICA ESTANCIA	AGR.Y FOR.SAN JOSÉ	Membrillar 845 CURICÓ	313924 314910 A.F.Montagrande
11	CARÉN	INMOBILIARIA CARÉN	Fundo Carén	72 - 471041
12	CARÉN	INMOBILIARIA CARÉN	Fundo Carén	72 - 471041
13	CANELILLOS 2	SOC.FOR.CANELILLOS	3 Oriente 1436 TALCA	232616 (Pablo Wenke)
14	CANELILLOS 1	SOC.FOR.CANELILLOS	3 Oriente 1436 TALCA	232616 (Pablo Wenke)
15	LA MONTAÑA	SOC.FOR.CANELILLOS	3 Oriente 1436 TALCA	Fono Santiago: 2280064
16	LA MONTAÑA	SOC.FOR.CANELILLOS	3 Oriente 1436 TALCA	Fax: 2467731
17	LOS QUILLAYES	SOC.FOR.CANELILLOS	3 Oriente 1436 TALCA	232616 (Pablo Wenke)
18	LAS CORRIENTES	SOC.FOR.CANELILLOS	3 Oriente 1436 TALCA	232616 (Pablo Wenke)
19	LA AGUADA	SOC.FOR.CANELILLOS	3 Oriente 1436 TALCA	Fono Santiago: 2280064
20	MONMEROMILLO	SOC.FOR.CANELILLOS	3 Oriente 1436 TALCA	Fax: 2467731
21	MONMEROMILLO	SOC.FOR.CANELILLOS	3 Oriente 1436 TALCA	232616 (Pablo Wenke)
22	LA ENTRADA	RENATO GUERRA	3 Sur 951 Depto.104 TALCA	232730
23	TOTORILLA	LICANCEL	LICANTÉN	460029 460033
24	.....	LICANCEL	Hablar con Pablo Mira o	Claudio Castillo
25	LAS MERCEDES	SOC.HUERTOS VIEJOS	Inversiones Río Claro (MOLINA)	491201 Fax 491099
26	BUDEO	LICANCEL	Idem #23	
27	MONTEFLOR	ROGELIO FALCÓN	San Martín 518 PARRAL	(73)461531-462549
28	LA POZA	VICTOR FLORES	Servicentro Shell CAUQUENES	511372 512394
29	SAN LUIS	RUPERTO PINOCHET	Catedral s/n frente Plaza c.153	511671 CAUQUENES
30	EL PERAL	VICTOR FLORES	Servicentro Shell CAUQUENES	511372 512394
31	SAN NICOLÁS	WHITTLE-LETELIER	Prieto 80 CONSTITUCIÓN	(71)671598 672464
32	CHICA ESTANCIA	AGR.Y FOR.SAN JOSÉ	Membrillar 845 CURICÓ	313924 314910
33	PICHIVOQUE	JULIO ACUÑA	Balmaceda 555 SAN JAVIER	322470 321164
34	LA QUEBRADA	LUMIE ZUÑIGA	3 Sur 638 TALCA	(71)234678 097427496
35	CARÉN	INMOBILIARIA CARÉN	Fundo Carén	72 - 471041
36	TORREMONTALVO	SOC. AG. SAETA	Barros Luco 1401 SAN ANTONIO	212629 Fax 212798
37	EL CHEUQUE	ALFREDO SCHMIDT	Ricardo Lyon 1531 SANTIAGO	2740008 Fax 2234391
38	EL CULÉN	RAMÓN VALENZUELA	Chacabuco 1850 VALPARAISO	213818 093242434
39	VISTA HERMOSA	AG. ARIZTÍA LTDA.	Los Carrera 444 MELIPILLA	8328169
40	STO.TOMÁS(LEYDA)	AG. ARIZTÍA LTDA.	Los Carrera 444 MELIPILLA	8328169
41	LAS LAJAS	AG. ARIZTÍA LTDA.	Los Carrera 444 MELIPILLA	8328169
42	PANTANAL	FRANCISCO URENDA	Ahumada 179 piso 10 SANTIAGO	6968262 Fax 6994079
43	PANTANAL	FRANCISCO URENDA	Ahumada 179 piso 10 SANTIAGO	6968262 Fax 6994079
44	LAS SALINAS	SOC.AG. LAS LOICAS	Adm. Ignacio Allende	(33)711112 Fax711340 092221461
45	LA PUNTILLA	RAMÓN VALENZUELA	Chacabuco 1850 VALPARAISO	213818 093242434
46	SAN MIGUEL	INST.EDUC.RURAL	Casilla 70 LA LIGUA Km 163	Panamericana Adriana Arancibia
47	LOTEA RESERVA 6	SERGIO BARRA	Crescente Errázuriz 350 Stgo.	5380605
48	MELOSILLA NORTE	RAMÓN VALENZUELA	Chacabuco 1850 VALPARAISO	213818 093242434
49	LAS VERTIENTES	MARIO GONZÁLEZ	Gleisner 1702 casilla 376	226577 CONCEPCIÓN
50	LA HIGUERA	EDUARDO GUZMÁN	Juan Antonio Coloma 202	323429 LOS ANGELES
51	LA HIGUERA	EDUARDO GUZMÁN	Juan Antonio Coloma 202	323429 LOS ANGELES
52	LOS AJOS	JOSÉ SEPÚLVEDA	Asesor Raúl Muñoz 611080CAÑETE	222329 CONCEPCIÓN
53	LA CUESTA	MARCOS CANESE	O'Higgins 564 depto.4	230379 CONCEPCIÓN
54	S.JUAN COLLICURA	JACQUES ESQUERRE	Barros Arana 171 CONCEPCIÓN	225192 228959 228950 237804
55	SAN RAMÓN	FERNANDO MAY .	Yerbas Buenas 550 CHILLÁN	
56	P48 COLLICO	RAÚL MONTECINOS	18 de Sept.671 Dpt502 CHILLÁN	226134 213672
57	SANTA JUANA	RODOLFO GREZ	Maipón 450 CHILLÁN	221501 Fax 214854
58	SANTA CRISTINA	LUIS VALENZUELA	Moneda 1160 piso 8 SANTIAGO	
59	EL TESORO	OCTAVIO SCHNEIDER	La Verbena 5143 SANTIAGO	2774260 - 094530325
60	SANTA RITA	ENRIQUE MAHUZIER	Casilla 39 ANGOL	712169 - Fax 711877
61	TERENA	SERGIO POOLEY	Arturo Prat 395 ANGOL	712159
62	SAN FRANCISCO	HERNAN GOTHLICH	Prat 712 of.10 TEMUCO	212075 Fax 236062(AF Quilahue)
63	DINAMARCA	JAIME MURO	Manuel Bulnes 314 of.25 TEMUCO	215591 Fonofax 213309
64	LA ESPERANZA	PATRICIO GASALLY	Antonio Varas 920 31-A TEMUCO	215286 - 094531764
65	SAN JOSÉ	JUAN PICASSO	Prat 780 of. 303 TEMUCO	210623
66	SAN JOSÉ	ANTONIO MALUF	Lautaro 951 TEMUCO	211484
67	QUINTRALCURA	RENE PAULSEN	El Escorial 350 TEMUCO	245821 - 094532942
68	CHEUQUEMÓ	S.A.C. TREIMÚN	Manuel Rodríguez 942 OSORNO	234507 (Günther Riegel)
69	LOS HUALLES	JORGE UBILLA	Martínez de Rosas 560 of.3	239111 OSORNO
70	EL REFUGIO	AFODECH	Cochrane 586 of.1 casilla 9-0	Fono/fax 234780 OSORNO
71	EL REFUGIO	AFODECH	Cochrane 586 of.1 casilla 9-0	Fono/fax 234780 OSORNO
72	EL RETIRO	JUAN PEDRO ANHUEZA	Fdo.El Retiro cas.51 MARIQUINA	
73	LUMACO	S.FOR.MANANTIALES	Independencia 521 VALDIVIA	224344 224244 (Marcelo Parra)
74	LUMACO	S.FOR.MANANTIALES	Perez Rosales 619 of.204	215380
75	CHINURA	A.y F.CUDICO LTDA.	Cas. 12 LANCO (Robert Leslie)	Fono/fax (63) 441388
76	EL TRARO	MAURICIO SAGARDÍA	Las Pataguas 375 VALDIVIA	212822
77	EL TRARO	MAURICIO SAGARDÍA	Las Pataguas 375 VALDIVIA	212822

Ubicación de Ensayos INFOR de *Eucalyptus globulus*

Región	Latitud Aproximada	Longitud Aproximada
5	32°22'	71°23'
5	32°23'	71°22'
5	32°41'	71°23'
5	32°42'	71°22'
5	32°46'	71°25'
5	32°49'	71°08'
5	32°54'	71°26'
5	33°35'	71°28'
5	33°36'	71°33'
5	33°37'	71°26'
5	33°41'	71°26'
5	33°41'	71°36'
6	33°55'	70°36'
6	33°55'	70°37'
6	34°40'	71°48'
7	34°33'	72°02'
7	34°48'	72°00'
7	34°52'	71°49'
7	34°55'	71°49'
7	34°59'	70°52'
7	35°01'	70°49'
7	35°03'	71°19'
7	35°07'	71°13'
7	35°08'	72°00'
7	35°08'	72°01'
7	35°09'	72°01'
7	35°14'	72°11'
7	35°15'	72°18'
7	35°15'	72°19'
7	35°16'	71°18'
7	35°16'	71°19'
7	35°17'	71°40'
7	35°17'	72°19'
7	35°32'	71°53'
7	35°38'	71°50'
7	35°50'	71°17'
7	35°56'	72°34'
7	35°57'	72°28'
7	36°05'	72°18'
8	36°32'	71°43'

Región	Latitud Aproximada	Longitud Aproximada
8	36°43'	72°07'
8	36°57'	72°56'
8	37°00'	71°44'
8	37°01'	72°34'
8	37°03'	72°00'
8	37°07'	73°00'
8	37°37'	72°19'
8	38°21'	73°28'
9	37°46'	72°37'
9	37°47'	72°32'
9	37°47'	72°38'
9	37°56'	72°41'
9	38°28'	72°36'
9	38°36'	73°12'
9	38°36'	72°53'
9	39°02'	72°42'
9	39°03'	71°49'
9	39°04'	72°38'
10	39°28'	72°49'
10	39°34'	72°30'
10	39°59'	73°16'
10	40°38'	73°26'
10	40°41'	73°18'
10	40°48'	73°23'

Ubicación de Ensayos Empresas de *Eucalyptus globulus*

Región	Empresa	Latitud Aproximada	Longitud Aproximada
5	Ace	32°58'	71°27'
6	Gafonac	33°56'	70°37'
6	Gafonac	34°40'	71°48'
6	Gafonac	34°40'	71°50'
6	Gafonac	34°35'	72°01'
8	Angol	37°50'	72°07'
8	Angol	37°52'	72°07'
8	BASA	37°22'	73°16'
8	BASA	37°24'	73°22'
8	BASA	37°29'	73°23'
8	BASA	37°29'	73°31'
8	BASA	37°29'	73°32'
8	BASA	37°35'	73°21'
8	Bío-Bío	36°36'	71°43'

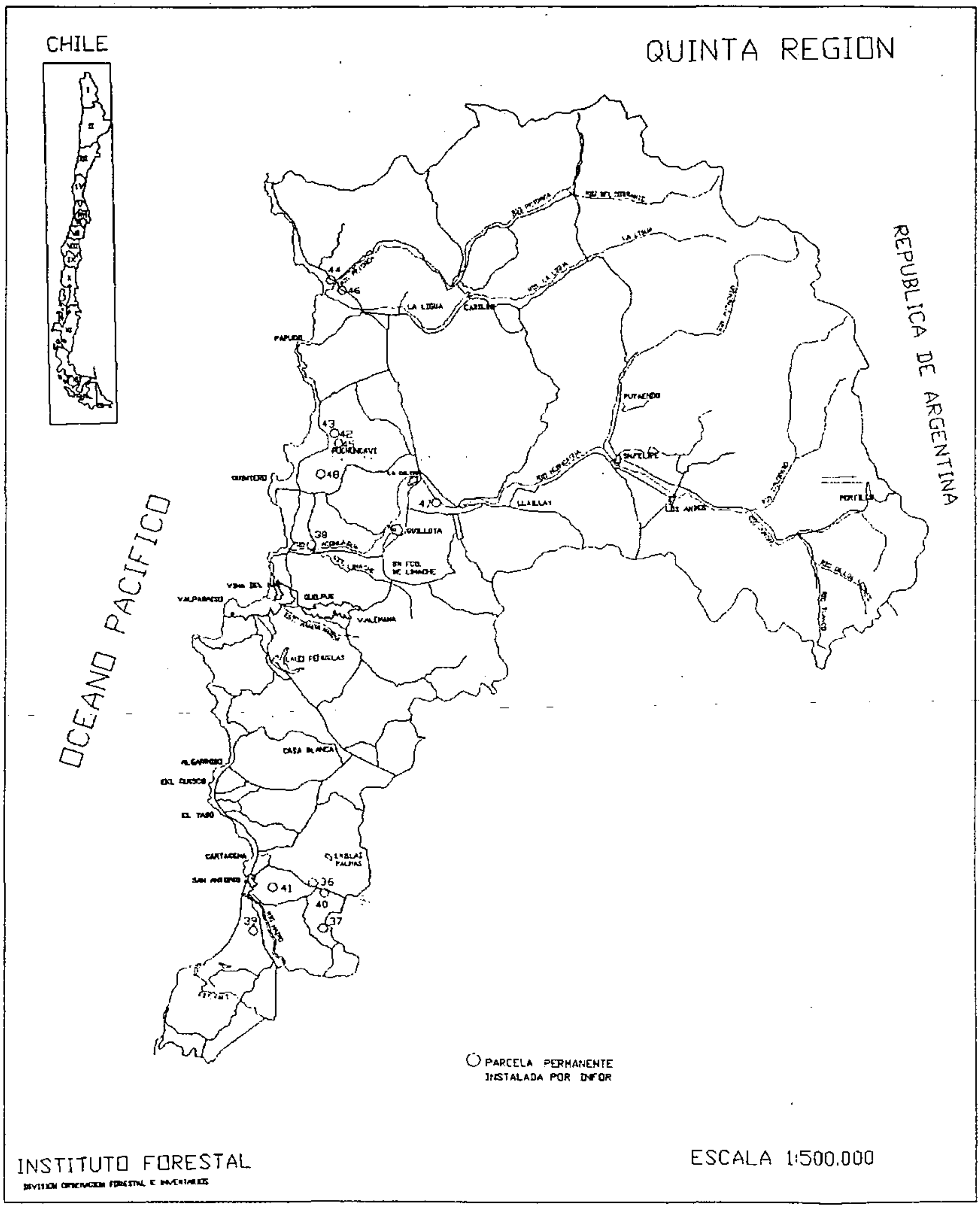
Región	Empresa	Latitud Aproximada	Longitud Aproximada
8	Bío-Bío	36°37'	71°43'
8	Bío-Bío	36°37'	72°41'
8	Bío-Bío	36°37'	72°55'
8	Bío-Bío	36°48'	72°56'
8	Bío-Bío	37°05'	72°59'
8	Cholguán	36°24'	71°41'
8	Cholguán	36°25'	71°40'
8	Cholguán	36°28'	72°28'
8	Cholguán	36°33'	72°32'
8	Cholguán	36°34'	72°29'
8	Cholguán	36°45'	72°07'
8	Cholguán	37°52'	72°09'
8	Cholguán	37°52'	72°10'
8	Millalemu	36°08'	72°43'
8	Millalemu	36°17'	72°25'
8	Millalemu	36°17'	72°26'
8	Millalemu	36°35'	72°52'
8	Millalemu	36°46'	72°11'
8	Mininco	36°53'	73°05'
8	Mininco	36°54'	73°04'
8	Mininco	36°55'	73°04'
8	Mininco	37°30'	72°43'
8	Mininco	37°30'	72°44'
8	Probosque	37°57'	71°59'
8	Probosque	37°58'	72°05'
8	Tierra Chilena	37°38'	73°25'
8	Tierra Chilena	37°41'	73°13'
8	Tierra Chilena	37°42'	73°23'
9	Angol	37°56'	72°12'
9	Angol	38°07'	72°04'
9	Mininco	37°52'	72°25'
9	Mininco	37°56'	72°22'
9	Millalemu	38°08'	72°21'
9	Millalemu	38°27'	73°01'
9	Millalemu	38°46'	73°09'
9	Millalemu	38°48'	72°29'
9	Millalemu	39°05'	72°47'
9	Millalemu	39°24'	72°33'
10	Anchile	39°36'	73°08'
10	Anchile	39°36'	73°11'
10	Anchile	39°56'	73°07'
10	Anchile	39°58'	73°06'

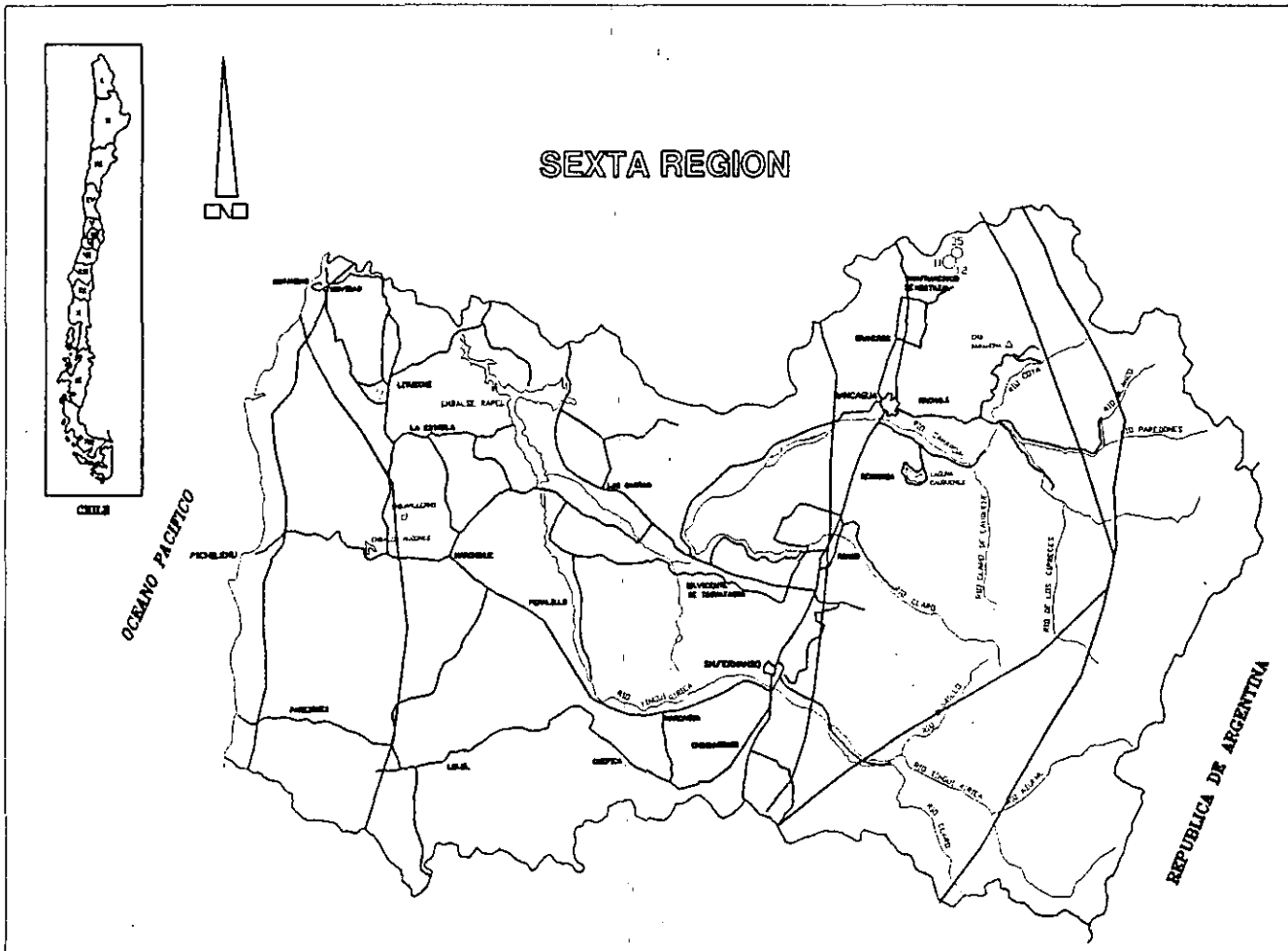
Región	Empresa	Latitud Aproximada	Longitud Aproximada
10	Anchile	39°58'	73°08'
10	Anchile	40°05'	72°59'
10	Anchile	40°05'	73°00'
10	Anchile	40°35'	73°23'
10	Anchile	41°03'	73°31'
10	Anchile	41°04'	73°31'
10	Dos Alamos	39°51'	72°47'
10	Dos Alamos	39°52'	72°50'
10	Tornagaleones	39°25'	72°49'
10	Tornagaleones	39°44'	73°09'
10	Tornagaleones	39°48'	72°47'
10	Tornagaleones	39°54'	72°28'
10	Tornagaleones	40°08'	72°56'
10	Tornagaleones	40°09'	72°59'
10	Tornagaleones	40°13'	73°08'

Ubicación de Ensayos Empresas de *Eucalyptus nitens*

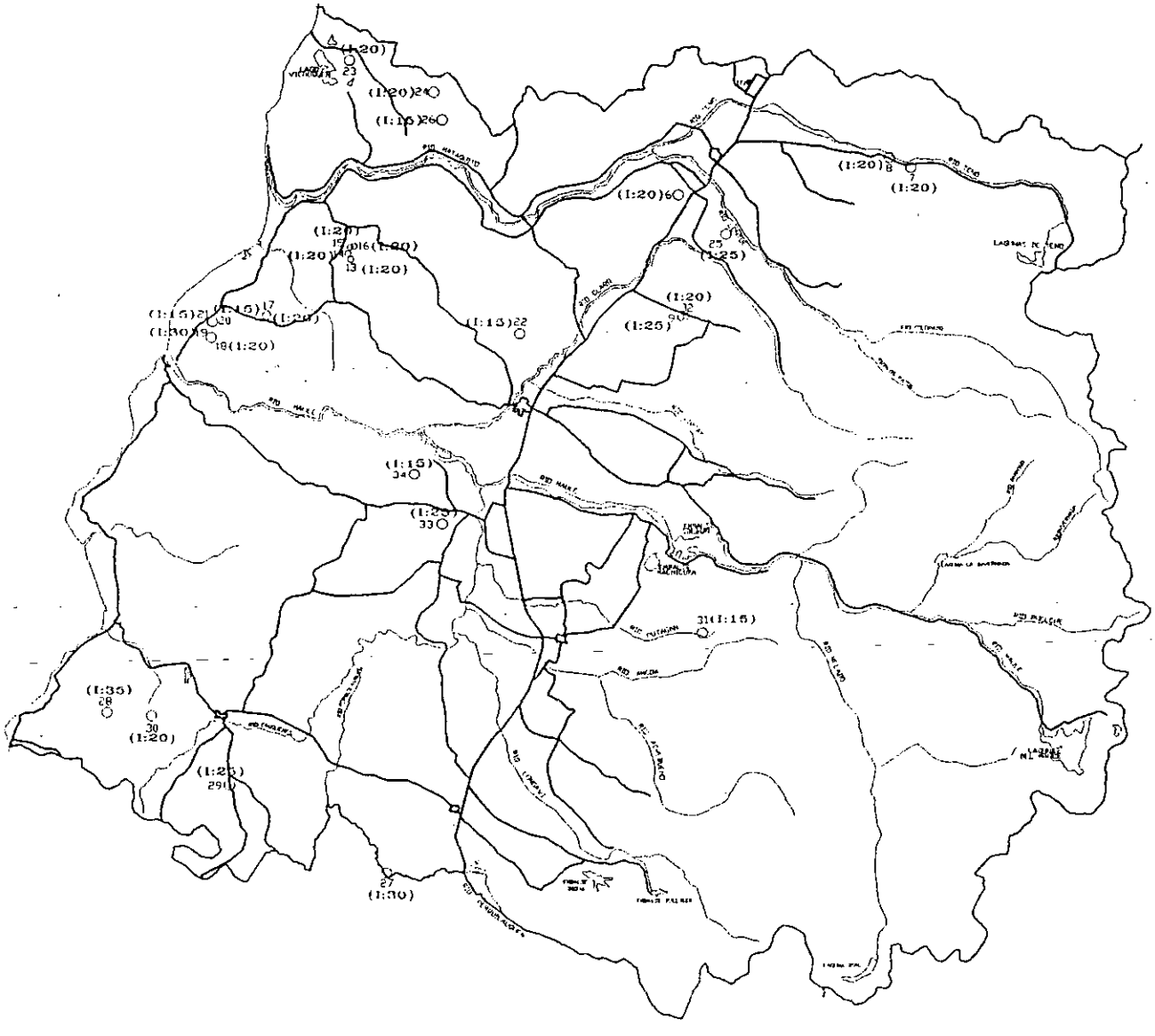
Región	Empresa	Latitud Aproximada	Longitud Aproximada
8	Angol	37°52'	72°07'
8	BASA	37°29'	73°23'
8	BASA	37°47'	73°08'
8	BASA	37°49'	73°08'
8	Mininco	36°58'	72°04'
8	Mininco	36°59'	71°56'
8	Mininco	37°12'	71°57'
8	Mininco	37°22'	71°48'
8	Mininco	37°23'	71°49'
8	Mininco	37°29'	71°43'
8	Mininco	37°36'	71°59'
8	Mininco	37°50'	72°10'
9	Angol	38°05'	72°15'
9	Angol	38°06'	72°04'
9	Cca	38°16'	71°52'
9	Cca	38°34'	71°59'
9	Mininco	37°48'	72°28'
9	Mininco	37°54'	72°21'
9	Mininco	37°58'	72°18'
9	Mininco	37°59'	72°14'
9	Mininco	38°01'	72°04'
9	Mininco	38°07'	72°12'
9	Mininco	38°11'	72°21'

Región	Empresa	Latitud Aproximada	Longitud Aproximada
9	Mininco	38°17'	72°08'
9	Mininco	38°18'	72°09'
9	Mininco	38°26'	72°13'
10	Anchile	40°35'	73°28'
10	Anchile	41°04'	73°31'
10	Tornagaleones	39°38'	72°46'
10	Tornagaleones	39°51'	73°05'


CHILE
QUINTA REGION
REPUBLICA DE ARGENTINA
OCEANO PACIFICO
44
46
LA LIGUA
CABILDO
PAPUDO
PUTAENDO
43
42
48
QUINTERO
47
LLAILLAY
LOS ANDES
PORTILLO
39
QUILLOTA
VALPARAISO
QUILPUE
CASA BLANCA
ALGARROBO
EL TABO
CARTAGENA
SAN ANTONIO
41
36
40
37
39
PARCELA PERMANENTE
INSTALADA POR INFOR
INSTITUTO FORESTAL
ESCALA 1:500.000

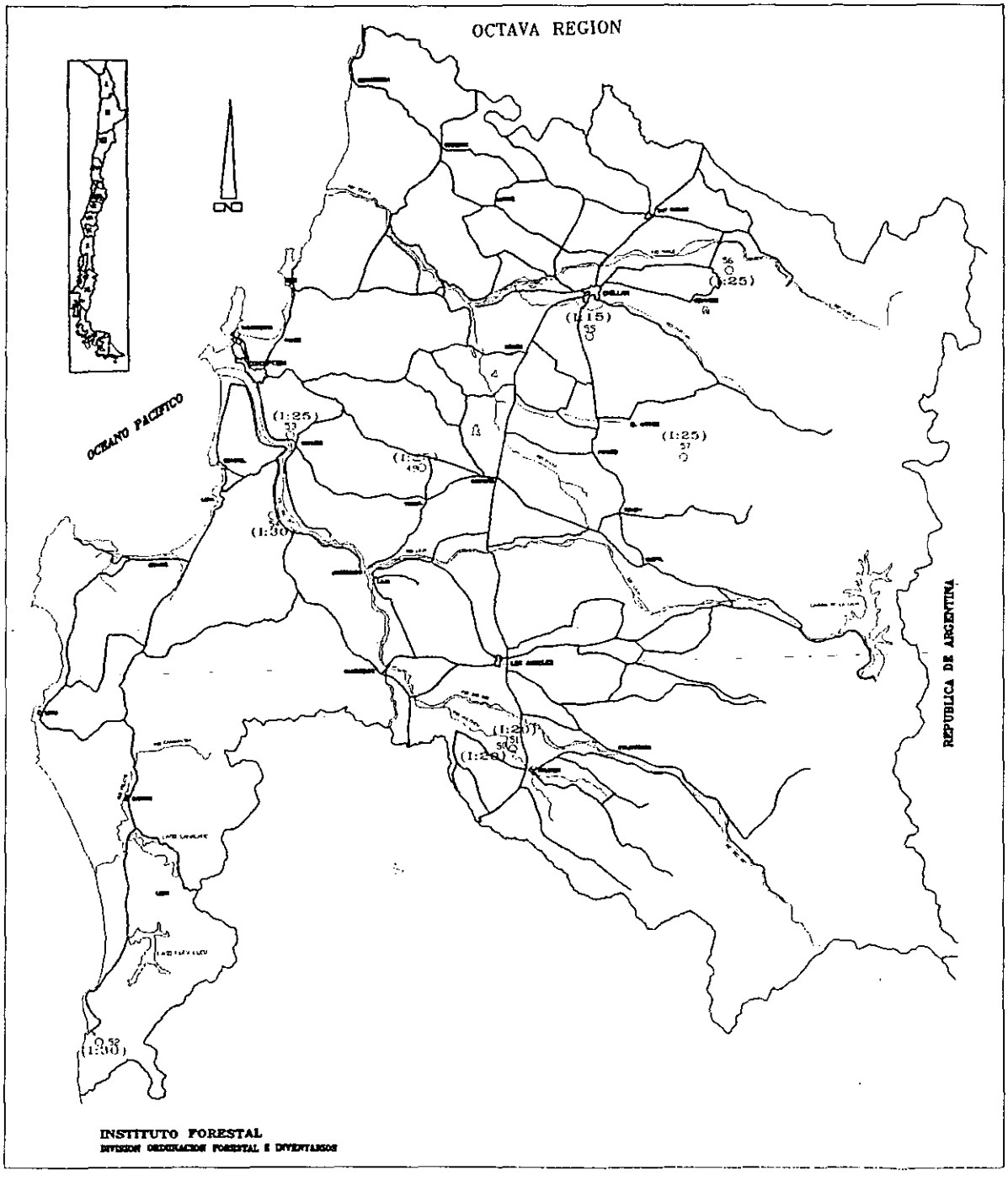

SEXTA REGION
CHILE
OCEANO PACIFICO
REPUBLICA DE ARGENTINA
INSTITUTO FORESTAL
DIVISION ORDENACION FORESTAL E INVENTARIOS
:PARCELA PERMANENTE
(I:30) :INDICE DE SITIO= 30m.

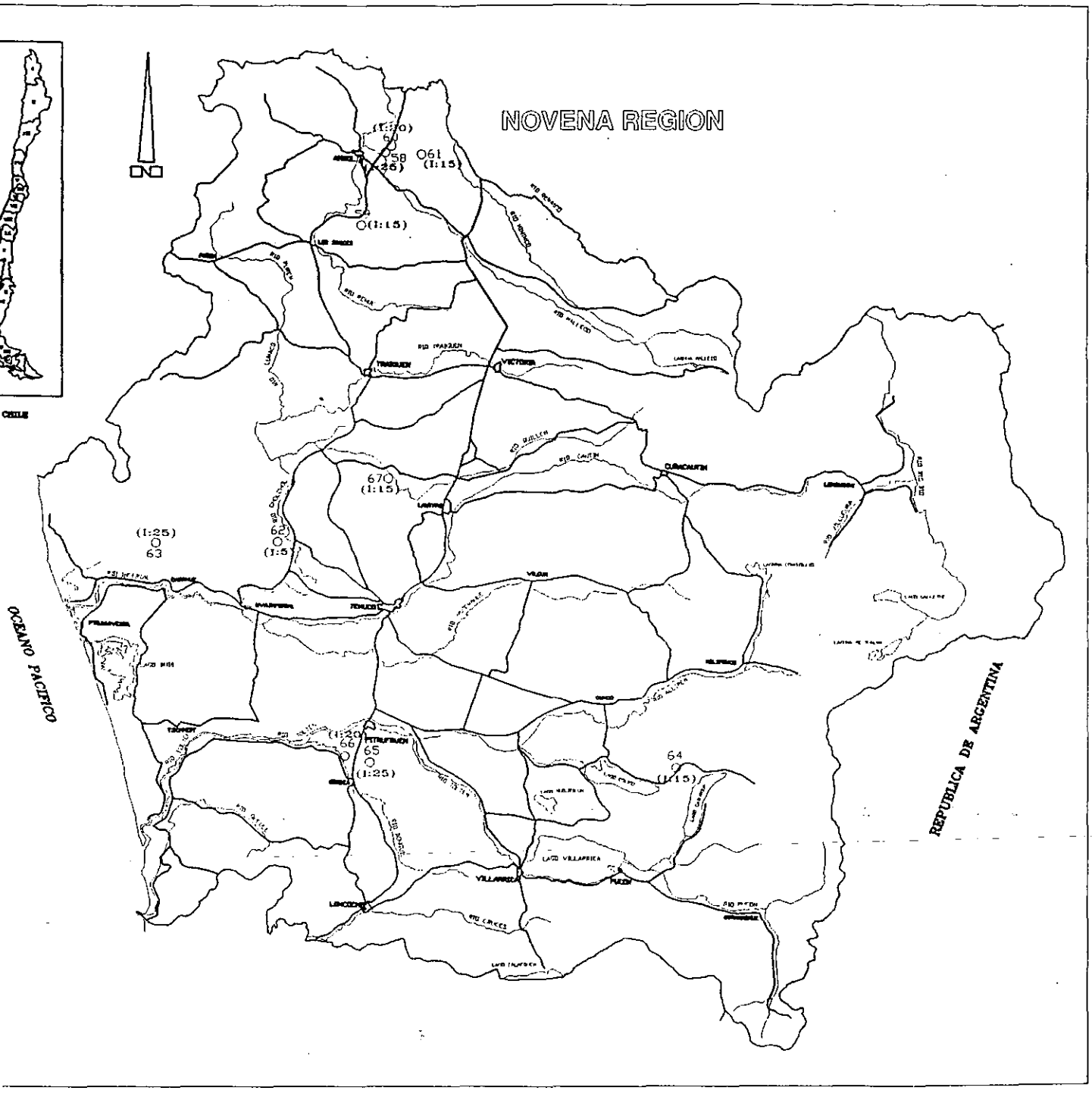
SEPTIMA REGION



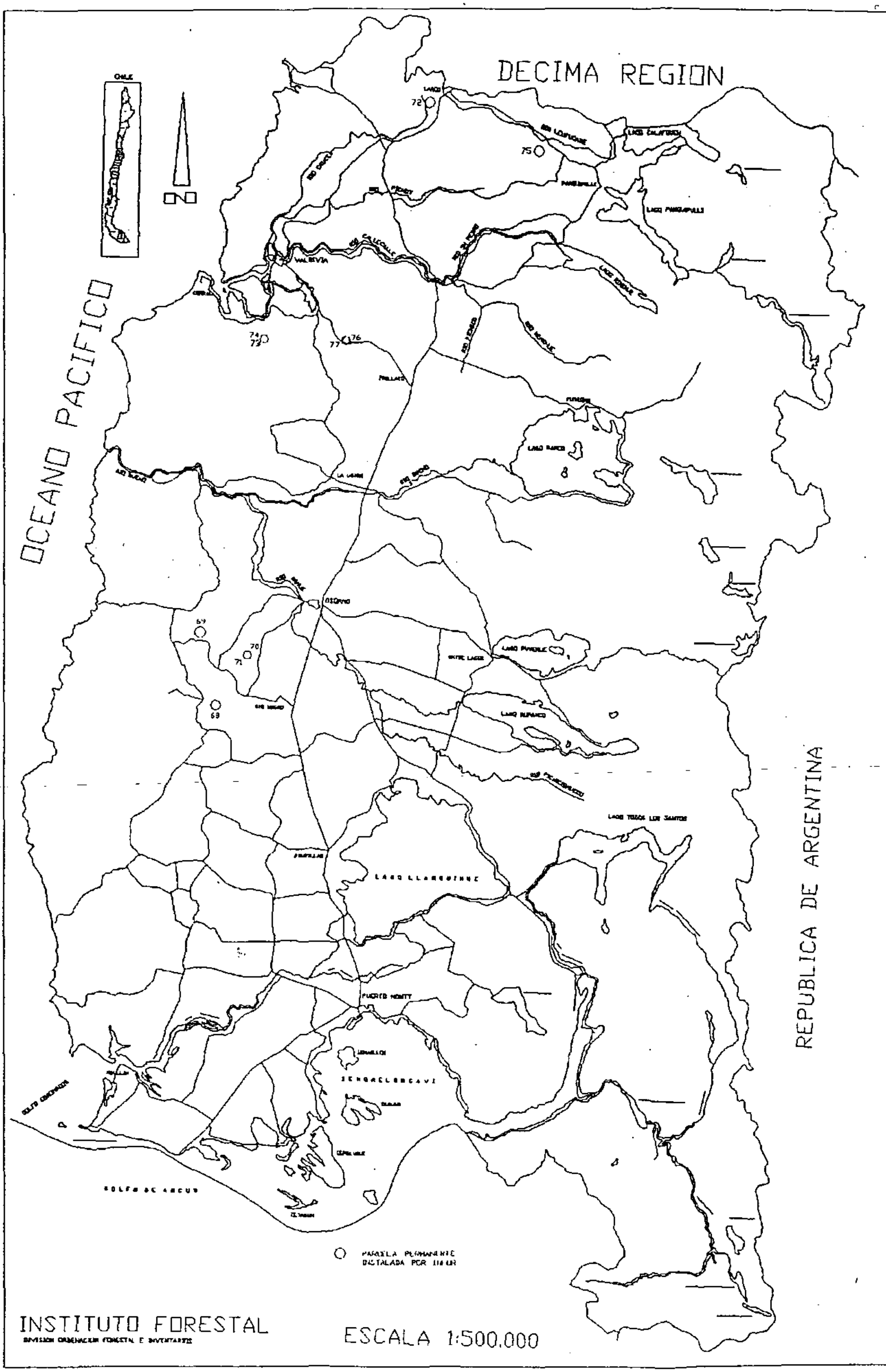
○ :PARCELA PERMANENTE

(I:30) :INDICE DE SITIO= 30 m.


OCTAVA REGION
OCEANO PACIFICO
REPUBLICA DE ARGENTINA
(1:25)
(1:15)
(1:25)
(1:25)
(1:30)
(1:25)
(1:25)
(1:30)
INSTITUTO FORESTAL



ISTITUTO FORESTAL
TISION ORDENACION FORESTAL E INVENTARIOS


DECIMA REGION
OCEANO PACIFICO
REPUBLICA DE ARGENTINA
VALDIVIA
OSORNO
PUERTO MONTT
LAGO RANCO
LAGO PUYEHUE
LAGO RUPANCO
LAGO TODOS LOS SANTOS
LAGO LLANQUIHUE
LAGO PANGUIPULLI
GOLFO DE ANCUD
INSTITUTO FORESTAL
ESCALA 1:500.000

Indice

1 Introducción 4

I Instrucciones 7

2 Instalación 9

2.1 Preparación de actividades de terreno y materiales 9

2.1.1 Documentación preliminar 9

2.1.2 Instrumentos y herramientas 9

2.1.3 Material para marcación y monumentación 10

2.1.4 Ubicación preliminar de las parcelas 11

2.2 Localización y demarcación de la parcela 12

2.2.1 Localización del primer vértice 12

2.2.2 Orientación 13

2.2.3 Demarcación 14

2.2.4 Preparación del terreno 16

2.2.5 Marcado y numeración de árboles 16

2.3 Mapeo, coordenadas 19

2.4 Medición inicial 21

2.5 Documentación 21
2.5.1 Punto de referencia 21
2.5.2 Acceso y ubicación 21
2.5.3 Formulario 21

3 Mediciones 22
3.1 Instrumentos y Materiales 22
3.2 Identificación de la parcela y medición 23
3.3 Mediciones en todos los árboles 23
3.3.1 DAP 24
3.3.2 Atributos 24
3.4 Arboles muestra 25
3.4.1 Selección de la submuestra 25
3.4.2 Medición de alturas 25
3.4.2.1 Vara 26
3.4.2.2 Hipsómetro con distancia fija 26
3.4.2.3 Clinómetro o hipsómetro con distancia variable 28
3.5 Control de calidad 29

4 Mantención 30

II Fundamentos y observaciones 31

5 Instalación 33
5.1 Ubicación de las parcelas 33
5.2 Forma, orientación y tamaño de las parcelas 34
5.3 Preparación, demarcación, marcado 35

5.4 Mapeo, coordenadas 36
5.5 Medición inicial 36
5.6 Monte bajo 36

6 Mediciones 38
6.1 Oportunidad de las mediciones, tratamientos 38
6.2 Instrumentos 38
6.3 Variables 39
6.4 Arboles muestra 40
6.5 Cálculo de alturas 40
6.6 Revisión 41

7 Mantención 42

III ANEXO — Formularios y tablas 43

BIBLIOGRAFIA 51

Capítulo 1

Introducción

Las parcelas permanentes son un componente básico del sistema de información de una empresa forestal. Sirven para controlar las condiciones, tratamientos, respuesta y crecimiento de los rodales (posiblemente como parte de un inventario forestal continuo), para monitorear las proyecciones utilizadas en los ejercicios de planificación estratégica, y para obtener datos usados en la evaluación, construcción y validación de modelos de crecimiento y rendimiento.

En este informe se entregan recomendaciones para la instalación y medición de parcelas permanentes en plantaciones de eucaliptos. Además de satisfacer las necesidades de planificación y control, estas normas tienen la intención de estandarizar y facilitar las comparaciones y el uso de datos en el proyecto de Biometría de Eucaliptos.

Aparte de las experiencias personales, las referencias bibliográficas citadas han sido útiles en la elaboración de la metodología. En especial, algunos de los procedimientos son similares a los descritos en el manual del *Modelo Nacional de Simulación de Pino Radiata*, anticipando que en muchos casos se utilizará personal ya familiarizado con las parcelas de ese proyecto. En general, sin embargo, se ha tendido en una mayor medida a simplificar y reducir costos, con el fin de posibilitar el establecimiento de un mayor número de parcelas con una inversión dada. En todo caso, éstas son recomendaciónes de normas mínimas, y podrán aumentarse con mediciones adicionales si se estima necesario.

Con el fin de facilitar su uso este informe está dividido en dos partes. La

primera, *Instrucciones*, puede ser usada por el personal que realizará el trabajo de terreno y contiene la descripción detallada de los procedimientos a seguir. Justificaciones, discusión y observaciones se incluyen en la segunda parte, *Fundamentos y Observaciones*.

Capítulo 2

Instalación

2.1 Preparación de actividades de terreno y materiales

Las parcelas pueden ser instaladas por una brigada de dos, o preferiblemente tres personas.

2.1.1 Documentación preliminar

1. Mapa predial que contenga el área seleccionada con indicaciones claras de vías de acceso.
2. Juego de fotos aéreas. Fotos recientes de vuelo SAF escala 1:20.000, si se tienen disponibles. En lo posible además fotos color (no necesariamente métricas) con una escala no menor a 1:10.000.

2.1.2 Instrumentos y herramientas

- Brújula de precisión.
- Prisma de ángulo recto con plomada.
- Huincha de distancia (mínimo 50 m).
- Clinómetro o hipsómetro.

- **Metro carpintero, plegable o cinta metálica.**
- **5 jalones de 1,3 m de largo, de color visible en el bosque.**
- 1 Dado (ver Sección 2.2.1).
- Cordel (140 m).
- Machete.
- Hacha.
- Pala.
- Combo.
- Formularios PP–1.
- Porta papeles.
- Lápiz grafito.
- Goma de borrar.
- Regla graduada.
- Tiza.

Los formularios se muestran en el Anexo.

2.1.3 Material para marcación y monumentación

- Pintura de color naranja, amarillo y blanco. Pinceles. Se recomienda usar óleo.
- 4 estacas de 1 a 1,2 m de largo por 3" de grosor, de madera resistente o impregnada.

Para la marcación de los cuatro vértices de la parcela se utilizan estacas de color naranja. Las estacas deben ser preparadas con anticipación de manera de hacer más expedita la instalación de las parcelas.

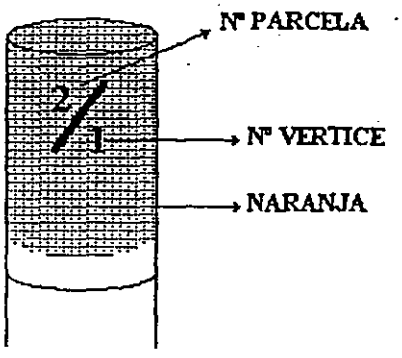


Figura 2.1: Marcación de estacas.

Las estacas se marcan con dos números separados por una línea. El primer dígito es el número que identifica a la parcela, el segundo dígito es el número del vértice que representa la estaca. Los números de las estacas se marcan con pintura de color blanco a un lado de la cabeza de la estaca. Los vértices se numeran siguiendo el sentido de las agujas del reloj.

Ocasionalmente se podrán necesitar dos estacas para los vértices 3 o 4. cuando el vértice coincida con la posición de un árbol. Al número del vértice se le agregarán las letras A y B.

2.1.4 Ubicación preliminar de las parcelas

Para cada parcela, el supervisor designado por la empresa identifica el rodal y ubicación tentativa de acuerdo a las pautas establecidas. El supervisor indica además el tamaño de la parcela, 500 m^2 o 1000 m^2. Se identifican las vías de acceso principales y alternativas.

En las fotos aéreas se marcan uno o más puntos de referencia, que son objetos o elementos claramente identificables tanto en la fotografía aérea como en terreno. También se marca el punto de ubicación inicial (PUI) de la parcela. y se señalan los rumbos y distancias desde los puntos de referencia hacia el PUI.

2.2 Localización y demarcación de la parcela

Las parcelas son cuadradas, de 500 o 1000 m^2. Con el fin de evitar sesgos el primer vértice se ubica a cierta distancia del PUI determinada al azar. Luego se determina la orientación, y se establecen los límites.

2.2.1 Localización del primer vértice

Usando las fotos aéreas y los puntos de referencia, rumbos y distancias, se determina en el terreno el punto de ubicación inicial (PUI) especificado por el supervisor. Se pone una marca provisoria en el PUI.

Se procede a ubicar el primer vértice de la siguiente forma (este procedimiento puede ser modificado de acuerdo a instrucciones del supervisor):

1. Se lanza un dado, y con el número obtenido y la siguiente tabla se determina el rumbo respecto al norte magnético que se deberá seguir para localizar el vértice.

Número	Rumbo
1	60°
2	120°
3	180°
4	240°
5	300°
6	360°

2. Se lanza el dado nuevamente, y se determina la distancia a la que se ubicará el vértice con la siguiente tabla:

Número	Distancia
1	3 m
2	6 m
3	9 m
4	12 m
5	15 m
6	18 m

3. Se mide el rumbo y distancia desde el PUI, y exactamente en el punto alcanzado se estaca el vértice 1. En caso de que exista un árbol a menos de 30 cm de ese punto, el vértice se desplazará la distancia más corta para quedar a 30 cm del árbol. Se marcan los tres árboles más cercanos al vértice con una línea vertical de pintura color naranja, a una altura de 1,5 a 2 m mirando hacia la estaca.

2.2.2 Orientación

Si no hay hileras claramente visibles, el primer lado de la parcela (del vértice 1 al 2) se dirige hacia el norte magnético.

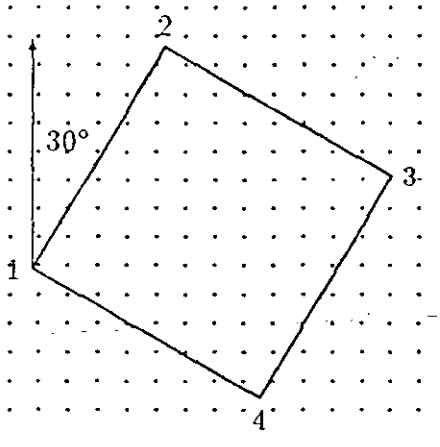


Figura 2.2: Orientación de la parcela cuando hay hileras visibles.

Si hay hileras visibles, se orienta el lado a 30° de las hileras (figura 2.2) del siguiente modo :

1. Se determina el rumbo *Rh* de las hileras de plantación.

2. Se suman o restan, dependiendo de la orientación de las hileras, 30° al rumbo *Rh* acercándose al norte. El valor *Rl* obtenido es el rumbo para el lado 1 – 2 (ver figura 2.3).

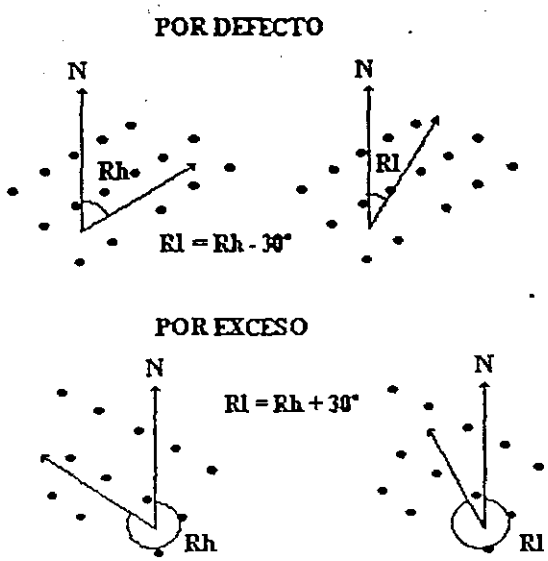


Figura 2.3: Rumbo del primer lado por defecto o por exceso

2.2.3 Demarcación

Las longitudes de los lados de la parcela (22,36 m para parcelas de 500 m^2 y 31,62 m para parcelas de 1000 m^2) son distancias horizontales. La distancia a medir con la huincha de distancia dispuesta a lo largo del suelo se da en la tabla del Anexo, de acuerdo a la pendiente medida en porcentaje o en grados.

Alternativamente, la distancia a medir se puede obtener con una calculadora como $D/\cos\alpha$, donde D es la distancia horizontal (22,36 o 31.62) y α es el ángulo de la pendiente. Si la pendiente P se mide en porcentaje, $\alpha = \arctan(P/100) = \tan^{-1}(P/100)$.

Para medir la pendiente se puede usar la escala de porcentaje o grados del hipsómetro o clinómetro. Un ayudante se desplaza en la dirección de la pendiente, y se visa con el instrumento a la altura de sus ojos. Hacer tres lecturas, descartando las dos extremas y tomando el valor central (mediana). Nótese que si las dos primeras lecturas coinciden la tercera no es necesaria. Nota: Si el hipsómetro tiene solo escalas de altura, se obtiene la pendiente en porcentaje multiplicando la lectura por 100 dividido por la distancia correspondiente a la escala (usar la escala que más facilite este cálculo).

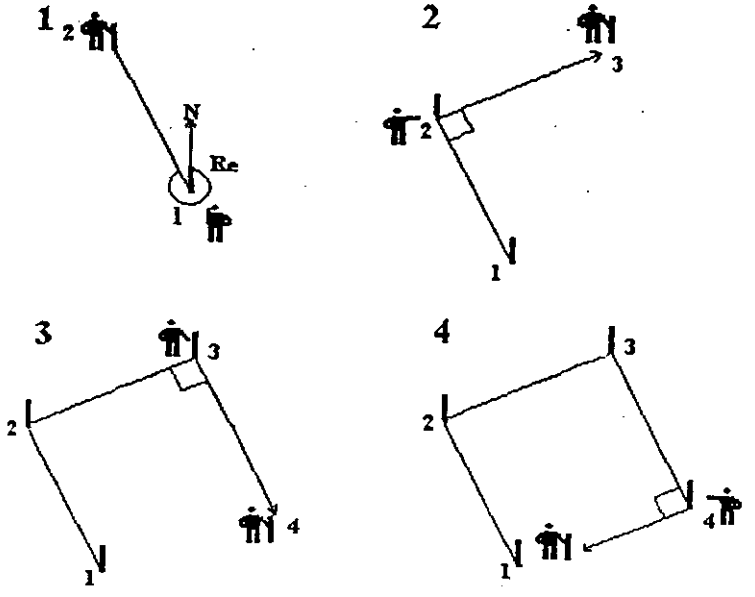


Figura 2.4: Pasos a seguir en la demarcación de la parcela.

1. Un integrante del grupo, persona A, se posiciona en el vértice 1. Sujeta un extremo de la huincha de distancia y, visando en la brújula, guía a la persona B a lo largo del primer lado de la parcela. No acercar mucho la huincha (metálica) a la brújula. Se mide la pendiente y se determina la longitud a medir como se indicó arriba. La persona B, llevando la huincha de distancia, ubica el vértice 2 y lo marca con la estaca correspondiente. Ver figura 2.4. El rumbo podrá alterarse ligeramente desplazando la posición de la estaca en unos 30 cm para evitar que ésta coincida con la posición de un árbol.

2. La persona A se posiciona en el vértice 2 sujetando el extremo de la huincha. Con el prisma de ángulo recto visando el vértice 1, guía a la persona B a lo largo del lado 2–3, 90 grados hacia la derecha de la dirección 1–2. Se mide la pendiente y se determina la distancia a medir. La persona B ubica el vértice 3 usando la huincha de distancia, y lo marca. En caso de que la posición del vértice coincidiese con un árbol, éste deberá señalizarse con dos estacas, una estaca $3A$ a 50 cm pasado el vértice en la dirección 2–3, y una estaca $3B$ a 50 cm antes del vértice en la dirección 3–4.

3. Se repite el procedimiento del punto anterior para el lado 3–4, usando el vértice 2 como referencia para el ángulo recto. Se marca el vértice 4.

4. Para comprobar la posición de los vértices se repite el procedimiento, ahora para el lado 4–1. La distancia entre la ubicación del vértice siguiente obtenida de esta manera y la posición de la estaca 1 no debe exceder 30 cm. En caso contrario se repite la demarcación desde el punto 1.

2.2.4 Preparación del terreno

Antes de marcar los árboles de la parcela se realizan las siguientes operaciones:

1. Eliminar ramas secas hasta 2 metros de altura. Por ningún motivo se deben sacar ramas verdes.

2. Eliminar la corteza que se esté desprendiendo del fuste 50 cm sobre y bajo la altura de 1,3 m. La operación debe hacerse con cuidado, sin herramientas cortantes, de tal forma de no dañar el árbol.

3. En general la vegetación arbustiva o herbácea presente en la parcela no debe dañarse ni removerse para no alterar el desarrollo del rodal. En casos extremos sin embargo, previa autorización del supervisor, puede despejarse con cuidado algún material para facilitar el tránsito y la visión.

2.2.5 Marcado y numeración de árboles

Se consideran todos los árboles dentro de la parcela, en pie y vivos al momento de la marcación. En el caso de árboles en el límite, se consideran dentro de la parcela aquellos cuyo centro de la base se encuentre dentro de la parcela. Si hay árboles dudosos se incluyen alternadamente.

1. Con ayuda de una vara o jalón de 1,3 m de largo, se marca el árbol, con tiza o con un punto de pintura, a la altura de 1,3 m sobre el nivel del suelo. En caso de haber pendiente la altura se mide en el lado superior de ésta. Esta marca es la altura de medición del DAP.

2. Se pinta una banda horizontal de unos 2 cm de ancho alrededor del diámetro del árbol, con pintura de color blanco. El borde superior debe quedar a la altura del DAP.

3. Sobre la marca del DAP se numera el árbol con pintura de color blanco. El número debe ser visible al avanzar en la secuencia de marcado y medición. Se recomienda seguir el orden de las hileras, o avanzar en fajas en caso que no se distingan hileras (figura 2.5).

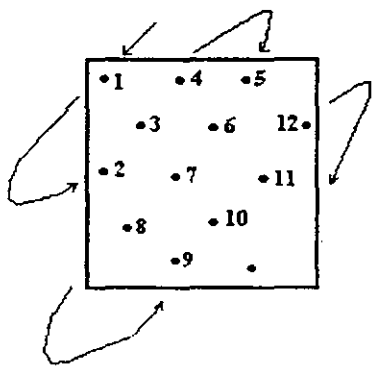


Figura 2.5: Marcado y numeración.

Se debe verificar por lo menos dos veces el conteo de los árboles para asegurarse que no se ha omitido ninguno.

Algunos casos especiales de marcación del DAP (figura 2.6):

Arboles inclinados. El DAP para los árboles que tengan el fuste inclinado se marca perpendicularmente al eje del árbol, con 1,3 m como la distancia más corta sobre el suelo paralela al fuste.

Doble flecha. Cuando la bifurcación ocurra por debajo de la altura del DAP, las ramas se consideran como dos árboles separados y se marcan individualmente.

Engrosamientos. Si se presenta una anormalidad en el fuste a la altura del DAP (ensanchamiento, tumor, bifurcación), se marca a la altura inmediatamente inferior en que la sección transversal es mínima.

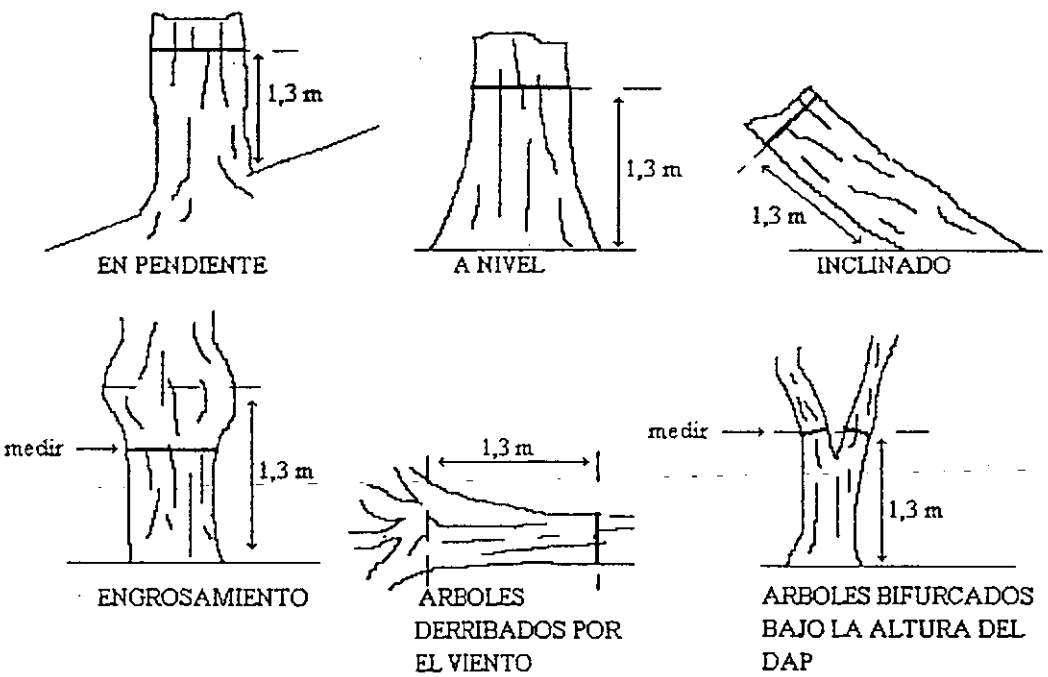


Figura 2.6: Medición del DAP.

2.3 Mapeo, coordenadas

Se determina la posición de todos los árboles de la parcela de la siguiente manera.

1. Se instala una cordel a lo largo del perímetro de la parcela, entre las estacas de los vértices.
2. Con la huincha de distancia se localizan los puntos centrales de cada lado de la parcela, y se marcan con jalones.
3. Si no hay una visión libre entre jalones opuestos, estos se desplazan en distancias iguales a lo largo de los lados correspondientes.
4. Se comprueba la perpendicularidad de los jalones:

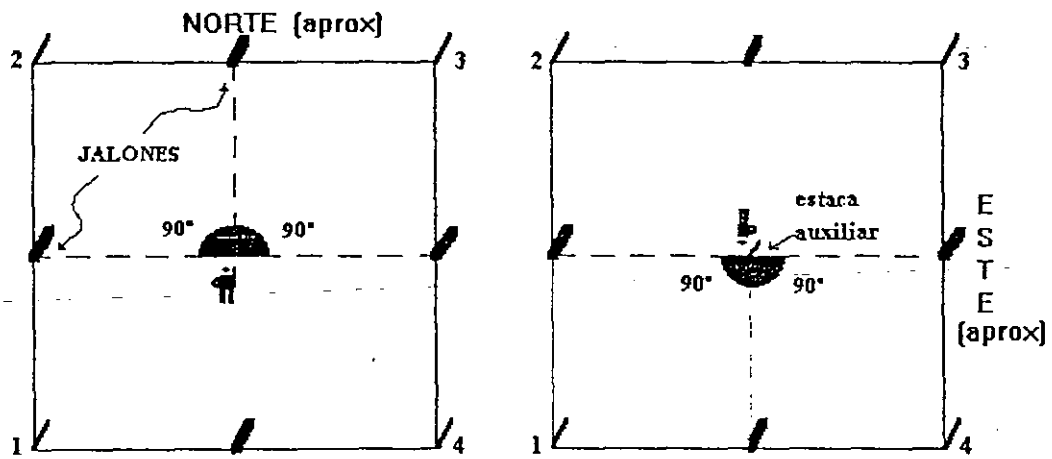


Figura 2.7: Perpendicularidad de los ejes

(a) Con el prisma de ángulo recto se posiciona en el punto en el cual se logran visar los tres jalones, como se observa en la figura 2.7. Este punto se marca con una estaca auxiliar.

(b) Desde la estaca auxiliar marcada se visa hacia el jalón opuesto, tratando de alinear los tres jalones en la visada. Si esto no se logra es porque no están dispuestos en forma perpendicular. Por lo tanto el jalón entre los vértices 2 y 3 debe relocalizarce hasta

lograr visarlos simultáneamente. Si para esto se necesitara un desplazamiento de más de 30 cm se revisa la ubicación de los jalones, y si es necesario la demarcación de la parcela.

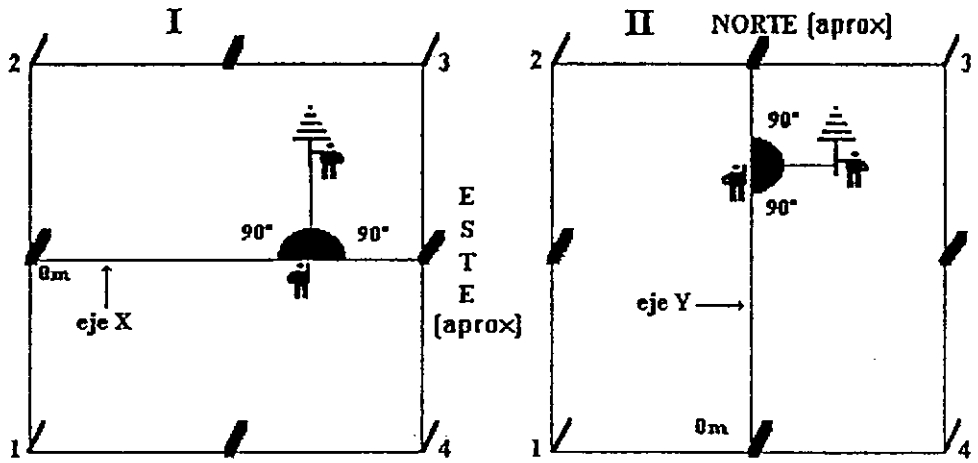


Figura 2.8: Mapeo de los árboles.

5. Se instala una huincha de distancia que una los jalones de los puntos centrales de los lados 1–2 y 3–4 (eje X), con el punto cero de la huincha sobre el lado 1–2. Ver la figura 2.8.

6. Se mide la pendiente del eje X y se registra en el formulario . Se registra también la lectura de la huincha sobre el lado 3–4.

7. Una persona A, equipada con el prisma de ángulo recto, se mueve a lo largo de la huincha. Una persona B va ubicándose en cada uno de los árboles de la parcela, marcando con un jalón la posición de visada en frente del árbol. Cuando la persona A logra alinear con el prisma los jalones laterales y el jalón del árbol está en posición para leer la distancia en la huincha (ésta es indicada por la plomada que cuelga del prisma, y se registra en el formulario). Ver figura 2.8. En caso de falta de visibilidad, B desplaza hacia un lado el jalón una distancia determinada, y A hace la corrección correspondiente.

8. Se repiten los pasos 5, 6 y 7, pero con los lados 1–4 y 2–3 (eje Y). El cero de la huincha va sobre el lado 1–4 (figura 2.8).

2.4 Medición inicial

Se realiza una primera medición inmediatamente luego de la instalación.

El procedimiento es el mismo que para las mediciones posteriores, descrito en el capítulo 3.

2.5 Documentación

2.5.1 Punto de referencia

Se selecciona un punto claramente identificable en el camino de acceso (roca visible, árbol permanente) el que servirá de referencia para la ubicación de la parcela. Este punto se marca con una doble franja de pintura naranja y amarilla de 10 cm de ancho cada una, de preferencia a una altura de 1,5 a 2 m. Una descripción exacta de este punto debe figurar finalmente en el croquis y en el reverso de la fotografía aérea.

2.5.2 Acceso y ubicación

Se deben marcar en el plano las vías de acceso principales y el área donde se ubica la parcela. Se marca y describe exactamente el punto de referencia en el croquis y en el reverso de la fotografía aérea. Se indican además en el croquis y foto la ubicación y disposición exactas de la parcela.

2.5.3 Formulario

Se debe revisar la información en el formulario, asegurándose que sea consistente y que no falte nada. El supervisor deberá completar los datos sobre características generales del rodal, especie, técnicas de establecimiento, tratamientos, y otras observaciones.

Capítulo 3

Mediciones

La medición puede ser hecha por una brigada de dos personas.

3.1 Instrumentos y Materiales

Cada brigada debe contar con el siguiente material:

- Huincha diamétrica de metal.
- Clinómetro o hipsómetro Suunto, Haga o Blume Leiss.
- Vara para medición de alturas (cuando se use).
- Brújula.
- Huincha de distancia.
- Pintura blanca (óleo).
- Lápiz grafito.
- Goma de borrar.
- Tablero porta papeles.
- Fotos aéreas del sector.

- Plano del sector de la cartografía actual de la empresa.
- Plano de ubicación de las parcelas.
- Formularios PP-1 y PP-2 para el registro de datos.

Los formularios PP-1 podrán tener pre-impresos el número y coordenadas X e Y de cada árbol.

3.2 Identificación de la parcela y medición

Se registrará en los Formularios PP–1 y PP–2:

- Nombre de la empresa o institución.
- Nombre del predio.
- Numero de la parcela.
- Fecha de medición.
- Identificación de la brigada.
- Observaciones.

3.3 Mediciones en todos los árboles

Para todos los árboles en pie en la parcela se registrará en el formulario PP–1:

- Número (si no está pre-impreso).
- DAP, diámetro a la altura del pecho, en milímetros.
- Código(s) de atributo, si corresponde.
- Observaciones.

El formulario incluye una columna en blanco para el caso de que se incluya alguna variable adicional. Se utilizarán tantos formularios como sea necesario.

A continuación se detallan los procedimientos de medición.

3.3.1 DAP

Se utiliza una huincha de diámetro de acero, graduada en milímetros. Observar las siguientes precauciones:

Previo a la medición se desprenderá cualquier corteza suelta a la altura del DAP, cuidando de no dañar el árbol. Repintar la marca del DAP y número del árbol si es necesario (con una mantención adecuada como se indica en el capítulo 4 esto debería ocurrir con poca frecuencia).

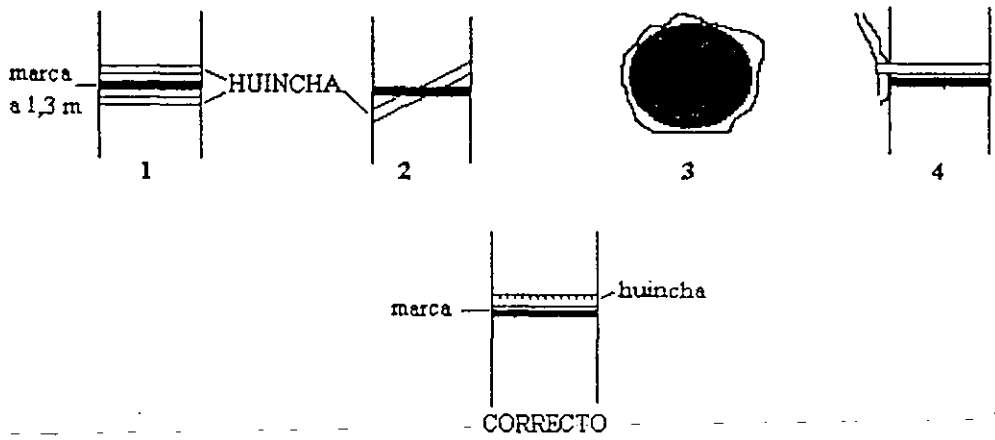


Figura 3.1: Errores en el uso de la huincha diamétrica.

La huincha se posicionará perpendicularmente al eje del fuste, exactamente sobre la marca del DAP. Deberá tensionarse bien, y cuidar de que no hayan elementos extraños (ramas, etc.) entre la huincha y el árbol. Ver figura 3.1. Se medirá y registrará el valor en milímetros, cuidando de no cometer errores sobre la posición del cero en la huincha.

3.3.2 Atributos

Se usarán los siguientes códigos:

- c árbol cortado/extraido
- d doble flecha o ápices múltiples
- i inclinado
- m muerto (mortalidad natural, por competencia)
- q quebrado
- r rebrote
- v caído por viento

Puede ingresarse más de un código a la vez. Anormalidades o circunstancias que no correspondan a ninguno de los códicos deberán notarse en la columna de Observaciones.

Si "aparecen" nuevos árboles no registrados en mediciones anteriores, se deben incorporar al final del registro de árboles, indicando la posible explicación del caso.

3.4 Arboles muestra

La altura, y posiblemente otras variables a especificar en cada caso, se medirán en una submuestra de los árboles de la parcela ("árboles muestra"). Se utilizará el formulario PP-2. En el formulario se incluyen columnas en blanco para posibles variables adicionales a las aquí descritas.

3.4.1 Selección de la submuestra

Se seleccionarán 16 árboles muestra. Se tomarán los 4 árboles de la parcela más cercanos a cada vértice. Se excluirán árboles muertos, quebrados, o con doble flecha u otras anormalidades, reemplazándolos por el siguiente árbol más cercano. Por lo tanto, la submuestra no será necesariamente la misma en cada medición. Se encierra en un círculo en el formulario PP-1 el número de cada árbol seleccionado, y se registra en la primera columna del formulario PP-2.

3.4.2 Medición de alturas

En los árboles muestra se medirá la altura vertical desde el suelo hasta el ápice del árbol. Idealmente el nivel de referencia en el suelo coincidirá con

el usado para determinar el DAP, de modo que el DAP esté a una altura de 1,3 m.

Se medirá con vara en rodales con alturas menores de 10 m, y preferentemente en aquellos con alturas mayores. Cuando esto no sea practicable se usará un clinómetro o hipsómetro Suunto, Haga o Blume Leiss, utilizando uno de los procedimientos descritos a continuación. Indique el instrumento y el procedimiento usado en el formulario PP–2. La exactitud de estos instrumentos, especialmente el Haga y Blume Leiss, debe verificarse periódicamente, recalibrando en caso necesario.

3.4.2.1 Vara

Las mediciones con vara son más precisas que el uso de hipsómetros. Se usan dos clases de instrumentos de este tipo.

La vara telescópica retráctil es similar a una antena, con una serie de segmentos de diferente diámetro que se introducen uno dentro de otro. Permite hacer mediciones hasta 20, 30 o más metros de altura. Es fácil de utilizar y muy precisa, ya que las lecturas se realizan en la base de la vara con una graduación en centímetros.

La vara desmontable es de construcción más artesanal. Consta de una serie de segmentos de aluminio que se montan en forma similar a una caña de pescar. Típicamente los segmentos son de 2 m de largo, pudiendo contar con hasta 5 segmentos, alcanzando alturas de 8 a 10 m.

Se registrará la altura medida en la columna *Altura* del formulario PP–2, en metros con dos decimales. Ignorar las entradas para distancias, unidades, etc., en el formulario.

3.4.2.2 Hipsómetro con distancia fija

Para ciertas distancias entre observador y árbol los hipsómetros entregan directamente valores en términos de altura (con una corrección final por pendiente en caso necesario). El procedimiento es como sigue.

1. Considerando la visibilidad y la altura de los árboles elija una de las distancias para las cuales existen escalas en el hipsómetro. La precisión

es más alta cuando la distancia se acerca a la altura del árbol. Con copas redondeadas sin un ápice bien definido es preferible usar una distancia mayor para evitar medir una altura falsa.

2. Colocarse a la distancia dada, preferiblemente pendiente arriba, en un lugar donde se pueda ver claramente tanto la punta del árbol como su base. Comprobar que el ángulo a la punta del árbol no sea mucho mayor de 45°. En caso contrario usar una distancia mayor. La distancia puede medirse:

   (a) Con el telémetro que traen muchos hipsómetros. Este consiste en un prisma adosado al instrumento, y una mira plegable que se coloca en el árbol. La mira tiene dos marcas separadas por una distancia vertical designada para la distancia elegida. Cuando las marcas coinciden al mirar a través del prisma se está a la distancia correcta. Debe cuidarse que la mira esté en posición vertical, y correctamente tensada en aquellos instrumentos en los que ésta es flexible. La exactitud del telémetro debe haber sido comprobada previamente, ya que es común encontrar variaciónes significativas en ellos.

   Medir la pendiente entre el instrumento y el centro de la mira. Para esto se puede usar la escala de porcentaje o grados del hipsómetro, o se puede leer en metros en la escala que se usará para medir la altura (indicar en la parte superior del formulario). Hacer tres lecturas, descartando las dos extremas y tomando el valor central (mediana; si las dos primeras lecturas coinciden la tercera no es necesaria). Registrar la distancia y la lectura de pendiente en el formulario PP–2.

   (b) Con huincha de distancia, sobre la pendiente (sin corrección por pendiente). Medir la pendiente de la huincha. Para esto se puede usar la escala de porcentaje o grados del hipsómetro, o se puede leer en metros en la escala que se usará para medir la altura (indicar en la parte superior del formulario). Se visa con el instrumento a la altura de los ojos de un ayudante ubicado delante del árbol. Hacer tres lecturas, descartando las dos extremas y tomando el valor central (mediana; si las dos primeras lecturas coinciden la tercera no es necesaria). Registrar la distancia y la lectura de pendiente en el formulario PP–2.

3. Elegir un punto de referencia fácilmente visible a una altura conocida sobre la base del árbol. Este puede ser la base del árbol, la mira del telémetro, o un punto en el ayudante parado al lado del árbol. Registrar la altura del punto de referencia en la columna correspondiente, en metros con dos decimales. Leer el instrumento dirigido al punto de referencia en la escala correspondiente a la distancia usada. Hacer tres lecturas y registrar el valor central (mediana) en la columna correspondiente a la lectura inferior (si las dos primeras lecturas coinciden no es necesaria una tercera). Indicar claramente con un signo negativo si el ángulo está por debajo de la horizontal. Esta podrá ser la misma lectura usada para determinar la pendiente de la huincha.

4. Leer el instrumento dirigido al ápice del árbol, en la escala correspondiente a la distancia usada. Hacer tres lecturas y registrar el valor central (mediana) en la columna correspondiente a la lectura superior.

No es necesario llenar la columna *Altura*, pero si se desea se puede calcular como se indica en la sección 6.5.

3.4.2.3 Clinómetro o hipsómetro con distancia variable

A veces puede ser difícil encontrar puntos con buena visibilidad a las distancias fijas implementadas en el hipsómetro. En ese caso es más conveniente elegir primero el punto de observación y luego medir la distancia, que será variable.

El método es similar al anterior, con las siguientes diferencias:

1. La distancia del observador al árbol puede ser qualquiera cercana a la altura del árbol, y se mide con huincha (sin corrección por pendiente). Se registra en metros, con dos decimales. La pendiente se mide y registra como en el caso anterior.

2. Las lecturas del instrumento pueden ser en grados, en porcentaje, o en metros para una escala elegida arbitrariamente. Esto deberá indicarse en la parte superior del formulario PP–2.

3.5 Control de calidad

Una proporción de las parcelas, seleccionada al azar, será re-medida por una brigada independiente.

Capítulo 4

Mantención

Periódicamente se deben realizar las labores necesarias para mantener la marcación de cada parcela.

Estas actividades se deben llevar a cabo en el período estival previo a una medición, de manera que no interfieran con ésta. Los elementos que se deben considerar son:

- Puntos de referencia. Se remarcan o se reestablecen dependiendo del estado en que se encuentren. Si un punto ha desaparecido o se prevee que pueda desaparecer o deteriorarse en el corto plazo, se debe reemplazar por otro que cumpla con los requisitos necesarios. Junto con esto se deben realizar las modificaciones necesarias en la documentación para la ubicación de la parcela.
- Estacas. Se debe tener especial cuidado en la preservación y mantención de la numeración de las estacas, de manera que indiquen claramente el vértice y la parcela a que pertenecen.
- Marcado de árboles. Se debe repasar la numeración y la marca que señala la altura de medición del DAP. Si existe desprendimiento de corteza, debe removerse y remarcar. La remarcación se debe realizar en una forma muy cuidadosa, preocupándose de mantener exactamente la altura de medición.

Las pérdidas de estacas y de identificaciones de árboles pueden corregirse usando el mapa de coordenadas de los árboles.

Parte II

Fundamentos y observaciones

Capítulo 5

Instalación

5.1 Ubicación de las parcelas

La empresa o institución que instala las parcelas deberá designar una persona responsable por este trabajo. Aquí se le identifica como el *supervisor*. Este deberá indicar a la(s) brigada(s) donde instalar las parcelas.

La selección de rodales y ubicación de las parcelas dependerá de los objetivos, y están fuera del alcance de este informe (ver [7]). Si se trata de un inventario forestal continuo, la ubicación de cada parcela normalmente estará dada en forma precisa por el diseño del muestreo. Con parcelas destinadas principalmete a la recolección de datos sobre crecimiento, existe sin embargo cierta flexibilidad. En este caso se recomienda:

- Evitar que la parcela quede a menos de unos 15 metros de caminos, claros o bordes del rodal. En pino el efecto del borde sobre el crecimiento puede extenderse a tres hileras [12]. Algunos autores sugieren alejarse a una distancia igual a la altura del rodal. No parecen haber antecedentes específicos para eucaliptos. Eventualmente los ensayos de espaciamiento proporcionarán información sobre esto.

- Evitar establecer la parcela en lugares excesivamente heterogéneos y/o con espaciamientos irregulares. A menos que un diseño de muestreo lo requiera, parece preferible no introducir mucha variabilidad innecesariamente.

De acuerdo a ésto se elegirá el punto de ubicación inicial (PUI). Si se deja libre la opción de ubicar la parcela con una holgura de algunos metros, existe la posibilidad de que se produzcan sesgos. Estos podrían ocurrir por una tendencia consciente o inconsciente a estacar hacia el centro de los espacios entre árboles, y por la posibilidad de elegir lugares con menos árboles. El método de ubicar el primer vértice estrictamente al azar a partir del PUI tiene por objeto prevenir estas eventualidades. El supervisor podrá indicar modificaciones a este procedimiento si el diseño de muestreo requiere una ubicación predeterminada más precisa, o si esto pudiera resultar en parcelas muy cercanas al borde, etc.

Normalmente las parcelas seran manejadas al igual que el resto del rodal. En ocasiones se pueden ensayar raleos u otras intervenciones experimentales, en cuyo caso hay que extender el tratamiento a un área suficientemente extensa alrededor de la parcela para evitar efectos de borde.

5.2 Forma, orientación y tamaño de las parcelas

Se consideró la posibilidad de usar parcelas circulares, las que tienen la ventaja de ser ligeramente más compactas, y de no presentar problemas de variabilidad excesiva relacionados a la intersección entre lados e hileras. Su delimitación correcta en pendientes es algo más compleja, sin embargo, pudiendo ser circulares en el plano y elípticas sobre la pendiente o viceversa. Podría existir además la posibilidad de sesgo si la estaca central tiende a colocarse alejada de los árboles. En caso contrario habría que idear procedimientos algo engorrosos para cuando la aleatorización del punto central lo hace coincidir con la posición ocupada por un árbol.

Otra alternativa serían parcelas de tamaño variable, con lados a lo largo de las hileras y equidistantes entre dos de ellas. Esto facilitaría la delimitación y visibilidad de los límites, y aseguraría una relación estrecha entre número de árboles y su espacio disponible. El inconveniente es que si las hileras no son perfectas deben deformarse para conseguir rectangularidad, o en caso contrario es difícil determinar su área exacta.

La instalación de parcelas cuadradas es fácil de describir sin ambigüedades, y es relativamente simple. Se decidió no seguir la práctica usual de delimitarlas alrededor de una estaca central, con el fin de simplificar la instalación y mantención y de prevenir posibles sesgos y complicaciones como los descritos

para las parcelas circulares. El prisma de doble ángulo recto usado para los vértices es rápido y preciso (la brújula no es satisfactoria para esto, especialmente en la presencia de huinchas metálicas, etc.).

La orientación de los lados a unos 30° de la hileras reduce la variabilidad en el número de árboles con la ubicación de la parcela. El caso más desfavorable es con lados paralelos a las hileras, donde un desplazamiento puede hacer que se incluya o se excluya una hilera completa. Sigue la inclinación de 45° con espaciamiento cuadrado. Simulaciones realizadas en el INFOR por O. García alrededor de 1970 indicaron que este efecto era pequeño para ángulos de unos 30°.

Se recomiendan parcelas de 1000 m^2 (1/10 Ha) o de 500 m^2 (1/20 Ha), de modo que se tenga siempre al menos 50 árboles en la parcela. Es decir, si se espera tener siempre más de 1000 árboles por hectárea se podría instalar una parcela de 500 m^2, aunque hay que tener en cuenta el costo de re-instalación de una parcela más grande en caso de que la densidad del rodal bajara en el futuro.

Estas parcelas son menores que las de 1600 m^2 del proyecto Radiata [5]. Aparte de que las densidades en eucalipto tienden a ser mayores, se ha preferido priorizar la instalación de más parcelas con un menor costo unitario. Incluso un número algo menor de 50 árboles por parcela podría considerarse acceptable, aunque probablemente a ese nivel el costo marginal de mantener y medir más árboles ya sea reducido en comparación con los costos fijos.

Se sugiere a menudo elegir dimensiones para los lados de la parcela que sean números redondos, en lugar de los 22.36 m y 31,62 m usados aquí. Las posibles ventajas de los números redondos en gran parte desaparecen al introducir la corrección por pendiente.

5.3 Preparación, demarcación, marcado

Debería evitarse el alterar apreciablemente las condiciones de crecimiento a través de la remoción de malezas, etc. Esto es especialmente importante si la parcela debe ser representativa del rodal, como en el caso de inventario continuo.

Exactamente qué colores de pintura usar es un poco arbitrario. Se han seguido las recomendaciones de [5]. Las consideraciones principales deben

ser visibilidad, y el no tener que manejar muchos colores distintos.

Alder [1] recomienda marcar la posición de las estacas también cavando zanjas apuntando a ellas fuera de la parcela, con el fin de re-localizarlas en caso de pérdida. Aquí las posiciones pueden reconstruirse a partir de las coordenadas de los árboles, así que esa precaución se deja como opcional.

5.4 Mapeo, coordenadas

Aunque el trabajo necesario para identificar la posición de todos los árboles con sus respectivas coordenadas es considerable, éste se ha considerado justificado por dos razones. Una es el posible uso futuro de esta información en estudios de competencia y modelos de árboles individuales. La otra es que permite recobrar el planteo de la parcela al perderse estacas o numeración en los árboles.

El método propuesto para determinar las posiciones es similar al de [11]. Es más confiable que el uso de coordenadas polares y presenta menos problemas de visibilidad en rodales densos.

5.5 Medición inicial

La medición inicial al momento de la instalación generalmente no será utilizada en forma directa, ya que en muchos casos habrá sido hecha en plena temporada de crecimiento. Sin embargo, proporciona cierta redundancia y valores de referencia para validar y corregir los datos de la primera medición de la serie. Constituye además una oportunidad para practicar y corregir problemas con la instalación y procedimientos, sin arriesgar la pérdida de información vital.

5.6 Monte bajo

Se espera que la gran mayoría de las parcelas se instalen en plantaciones. Aunque no se ha mencionado específicamente el caso del monte bajo (rodales regenerados por brotes de tocón), no se anticipa la necesidad de introducir diferencias en la descripción de los procedimientos para ese caso. Cada

brote se considerará como un árbol individual, ocurriendo la ramificación por debajo del DAP.

Alguna clarificación de las instrucciones por parte del supevisor podría ser necesaria, por ejemplo en relación al uso de la base del árbol para decidir inclusión en la parcela, etc. Se consideró que la complicación y posibles confusiones causadas al incluir aquí instrucciones específicas para monte bajo no lo justifican.

Aunque en general esto estará claro por la proximidad de las coordenadas, podría ser aconsejable alguna modificación en los procedimientos y formularios de instalación para identificar brotes de un mismo tocón.

Capítulo 6

Mediciones

Los formularios a emplear se encuentran en el Anexo.

6.1 Oportunidad de las mediciones, tratamientos

Para reducir incertidumbres asociadas con las fechas de medición y con el defase de los crecimientos en diámetro y en altura, las mediciones deben hacerse en el período de receso vegetativo o lo más cerca a la fecha de mínimo crecimiento que sea posible. A falta de información específica sobre el crecimiento estacional de los eucaliptos, se recomienda medir en Junio o Julio, y en lo posible no pasar de mediados de Agosto.

Las mediciones se harán anualmente, debido al rápido crecimiento de estas especies. En caso de raleos u otras intervenciones que alteren las variables medidas es necesario conocer sus valores antes y despues de la intervención. En un raleo puede ser suficiente hacer una medición completa inmediatamente antes de éste, y luego identificar los árboles removidos.

6.2 Instrumentos

Se ha decidido estandarizar en la medición del DAP con huincha de diámetro. Se prefiere la de acero, evitando materiales que se puedan deteriorar perjudicando su exactitud. Esto es lo que generalmente se recomienda en

parcelas permanentes, ya que bien usada la huincha de diámetro es el instrumento más consistente. Las mediciones con forcípula varían con su orientación y con la presión aplicada (compresión de la corteza), y se requiere tener mucho cuidado con su calibración y mantenimiento para mantener la exactitud. Además, las mediciones múltiples que se necesitarían para una precisión aceptable tomarían más tiempo que una medición con huincha.

Como ya se indicó, por razones de precisión y exactitud es preferible medir alturas con vara cuando sea posible. En los hipsómetros/clinómetros se ha dejado abierta la opción de emplear varios de éstos. Muchas empresas y contratistas ya poseen ciertos modelos y, usados correctamente, las diferencias en la calidad de las mediciones son pequeñas o inexistentes [2, 13]. Lo más importante es que se tomen las precauciones apropiadas para cada instrumento, y que se cuide su calibración y mantenimiento.

6.3 Variables

Siguiendo con el principio de limitar los costos, se especifica un mínimo de variables a medir: DAP, y alturas totales en una sub-muestra, además de registrar atributos de condición de los árboles. Al tener menos mediciones se puede además poner más cuidado en mejorar su calidad. Se ha evitado la tentación de incluír variables que "algún día podrían servir para algo". A estas alturas de la investigación en eucaliptos parece preferible llevar a cabo estudios especialmente diseñados para contestar preguntas específicas cuando éstas surjan. En todo caso, éstas son recomendaciones de normas mínimas, y se podrán agregar otras variables cuando se juzge necesario. Los formularios contienen columnas en blanco con este fin.

Una variable que se consideró inicialmente es el nivel de copa viva, a medirse en los árboles muestra. Esta puede ser interesante para ciertos tipos de modelos de crecimiento, en la evaluación del nivel de competencia y de aprovechamiento del sitio, y en relación a las podas y la calidad de las trozas para madera aserrada. La idea de especificar la medición de esta variable se desechó a la luz de la poca definición de la base de las copas en muchos rodales de eucalipto. Podría incluírse sin embargo en los rodales más adultos en que la base del dosel esté bien definida.

Se consideran solo parcelas con fines de manejo. medidas con posterioridad a la etapa de establecimiento. Por lo tanto no se mencionan variables tales

como el diámetro a la altura del cuello.

6.4 Arboles muestra

Se consideró que el medir las alturas en una sub-muestra de 16 árboles será suficiente para construír una curva altura–DAP aceptable. Al mismo tiempo permite poner cuidado en la obtención de mediciones de buena calidad.

Una forma común de elegir los árboles muestra es como los más cercanos al centro de la parcela, en preferencia a procedimientos de muestreo más complejos. Ya que no tenemos una estaca central, la selección de los árboles más cercanos a cada esquina es una buena alternativa, incluso superior en su representatividad. Diversos métodos y aspectos de la selección de árboles muestra son analizados en [3].

6.5 Cálculo de alturas

Se han incluido varios métodos alternativos de medición de alturas con el fin de adaptarse a distintas condiciones y a la experiencia e instrumentos del personal que realize la medición.

Se ha preferido registrar todas las observaciones intermedias en un formulario, en lugar de anotar solamente un valor final calculado. Esto debería reducir la ocurrencia de errores de cálculo y procedimiento, aunque implica un cierto riesgo de errores de transcripción. Sería ventajoso si la brigada ejerce la opción de calcular también las alturas en terreno, aunque sea en forma aproximada (sin corrección por pendiente), detectando así a tiempo posibles errores gruesos. Esta es también una ventaja de los hipsómetros con lectura directa (distancia fija).

Los cálculos de altura son similares para todos los métodos. La altura es igual a la tangente del ángulo superior menos la del ángulo inferior (con su signo), multiplicado por la distancia horizontal, y más la altura del punto de referencia. Conviene hacer el cálculo con la distancia en pendiente, y corregir el resultado final (antes de agregar la altura del punto de referencia) multiplicando por el coseno de la pendiente. Habrá que hacer las conversiones

necesarias de acuerdo a las unidades usadas para medir los diversos ángulos. El método de hipsómetro con distancia fija da directamente las alturas parciales (tangente por distancia), de modo que los cálculos se simplifican. La corrección por pendiente es distinta al emplear el telémetro. Debido a la inclinación de la mira con respecto a la visual hay que multiplicar otra vez por el coseno de la pendiente, es decir, para corregir se multiplica por el cuadrado del coseno.

En base a esto, se le podrá entregar a la brigada las fórmulas apropiadas para el instrumento, método y unidades que van a usar.

6.6 Revisión

Luego de la medición el supervisor deberá comprobar que la información en los formularios esté completa.

Puede ser deseable además comparar las cantidades en los formularios con valores de la medición anterior, con el fin de detectar inconsistencias o errores gruesos que aún se puedan corregir. Debe tenerse especial cuidado en no eliminar o alterar registros simplemente por que difieren substancialmente de los anteriores, sin una muy buena explicación o verificación del valor correcto. Errores de medición considerables son una ocurrencia normal, y la medición anterior puede ser la incorrecta. Además el eliminar datos por presentar incrementos negativos introduce sesgos, ya que el caso opuesto de incrementos demasiado altos es más difícil de detectar.

Capítulo 7

Mantención

Es probable que el desprendimiento de la corteza característico de muchos eucaliptos produzca dificultades que no se presenten con otras especies. La mantención de las parcelas deberá hacerse en forma oportuna para evitar problemas con la pérdida de los números y las marcas de DAP.

Parte III

ANEXO — Formularios y tablas

Lados de la parcela, con corrección por pendiente

Pendiente		Distancia		Pendiente		Distancia		Pendiente		Distancia	
%	grds	500m²	1000m²	%	grds	500m²	1000m²	%	grds	500m²	1000m²
0,0	0,0	22,36	31,62	47,5	25,4	24,76	35,01	73,5	36,3	27,75	39,25
6,0	3,4	22,40	31,68	48,0	25,6	24,80	35,08	74,0	36,5	27,82	39,34
8,0	4,6	22,43	31,72	48,5	25,9	24,85	35,15	74,5	36,7	27,88	39,43
10,0	5,7	22,47	31,78	49,0	26,1	24,90	35,22	75,0	36,9	27,95	39,53
12,0	6,8	22,52	31,85	49,5	26,3	24,95	35,28	75,5	37,1	28,02	39,62
14,0	8,0	22,58	31,93	50,0	26,6	25,00	35,36	76,0	37,2	28,09	39,72
16,0	9,1	22,65	32,02	50,5	26,8	25,05	35,43	76,5	37,4	28,15	39,81
17,0	9,6	22,68	32,08	51,0	27,0	25,10	35,50	77,0	37,6	28,22	39,91
18,0	10,2	22,72	32,13	51,5	27,2	25,15	35,57	77,5	37,8	28,29	40,01
19,0	10,8	22,76	32,19	52,0	27,5	25,20	35,64	78,0	38,0	28,36	40,10
20,0	11,3	22,80	32,25	52,5	27,7	25,25	35,72	78,5	38,1	28,43	40,20
21,0	11,9	22,85	32,31	53,0	27,9	25,31	35,79	79,0	38,3	28,50	40,30
22,0	12,4	22,90	32,38	53,5	28,1	25,36	35,86	79,5	38,5	28,57	40,40
23,0	13,0	22,94	32,45	54,0	28,4	25,41	35,94	80,0	38,7	28,64	40,50
24,0	13,5	23,00	32,52	54,5	28,6	25,47	36,01	80,5	38,8	28,71	40,60
25,0	14,0	23,05	32,60	55,0	28,8	25,52	36,09	81,0	39,0	28,78	40,70
26,0	14,6	23,10	32,67	55,5	29,0	25,57	36,17	81,5	39,2	28,85	40,79
27,0	15,1	23,16	32,76	56,0	29,2	25,63	36,24	82,0	39,4	28,92	40,89
28,0	15,6	23,22	32,84	56,5	29,5	25,68	36,32	82,5	39,5	28,99	41,00
29,0	16,2	23,28	32,93	57,0	29,7	25,74	36,40	83,0	39,7	29,06	41,10
30,0	16,7	23,35	33,02	57,5	29,9	25,79	36,48	83,5	39,9	29,13	41,20
31,0	17,2	23,41	33,11	58,0	30,1	25,85	36,56	84,0	40,0	29,20	41,30
32,0	17,7	23,48	33,20	58,5	30,3	25,91	36,64	84,5	40,2	29,27	41,40
33,0	18,3	23,55	33,30	59,0	30,5	25,96	36,72	85,0	40,4	29,35	41,50
33,5	18,5	23,58	33,35	59,5	30,8	26,02	36,80	85,5	40,5	29,42	41,61
34,0	18,8	23,62	33,40	60,0	31,0	26,08	36,88	86,0	40,7	29,49	41,71
34,5	19,0	23,65	33,45	60,5	31,2	26,13	36,96	86,5	40,9	29,57	41,81
35,0	19,3	23,69	33,50	61,0	31,4	26,19	37,04	87,0	41,0	29,64	41,92
35,5	19,5	23,73	33,56	61,5	31,6	26,25	37,12	87,5	41,2	29,71	42,02
36,0	19,8	23,77	33,61	62,0	31,8	26,31	37,21	88,0	41,3	29,79	42,12
36,5	20,1	23,80	33,66	62,5	32,0	26,37	37,29	88,5	41,5	29,86	42,23
37,0	20,3	23,84	33,72	63,0	32,2	26,43	37,38	89,0	41,7	29,93	42,33
37,5	20,6	23,88	33,77	63,5	32,4	26,49	37,46	89,5	41,8	30,01	42,44
38,0	20,8	23,92	33,83	64,0	32,6	26,55	37,54	90,0	42,0	30,08	42,54
38,5	21,1	23,96	33,89	64,5	32,8	26,61	37,63	90,5	42,1	30,16	42,65
39,0	21,3	24,00	33,94	65,0	33,0	26,67	37,72	91,0	42,3	30,23	42,76
39,5	21,6	24,04	34,00	65,5	33,2	26,73	37,80	91,5	42,5	30,31	42,86
40,0	21,8	24,08	34,06	66,0	33,4	26,79	37,89	92,0	42,6	30,38	42,97
40,5	22,0	24,12	34,12	66,5	33,6	26,85	37,98	92,5	42,8	30,46	43,08
41,0	22,3	24,17	34,18	67,0	33,8	26,92	38,06	93,0	42,9	30,54	43,18
41,5	22,5	24,21	34,24	67,5	34,0	26,98	38,15	93,5	43,1	30,61	43,29
42,0	22,8	24,25	34,30	68,0	34,2	27,04	38,24	94,0	43,2	30,69	43,40
42,5	23,0	24,30	34,36	68,5	34,4	27,10	38,33	94,5	43,4	30,77	43,51
43,0	23,3	24,34	34,42	69,0	34,6	27,17	38,42	95,0	43,5	30,84	43,62
43,5	23,5	24,38	34,49	69,5	34,8	27,23	38,51	95,5	43,7	30,92	43,73
44,0	23,7	24,43	34,55	70,0	35,0	27,29	38,60	96,0	43,8	31,00	43,84
44,5	24,0	24,47	34,61	70,5	35,2	27,36	38,69	96,5	44,0	31,07	43,95
45,0	24,2	24,52	34,68	71,0	35,4	27,42	38,78	97,0	44,1	31,15	44,06
45,5	24,5	24,57	34,74	71,5	35,6	27,49	38,87	97,5	44,3	31,23	44,17
46,0	24,7	24,61	34,81	72,0	35,8	27,55	38,97	98,0	44,4	31,31	44,28
46,5	24,9	24,66	34,87	72,5	35,9	27,62	39,06	98,5	44,6	31,39	44,39
47,0	25,2	24,71	34,94	73,0	36,1	27,68	39,15	99,0	44,7	31,47	44,50

PARCELAS PERMANENTES
Formulario PP - 1

Hoja____ de _____

Empresa / Institución :___________
Brigada : ________________

Predio:________________________
Parcela Nº:______________
Fecha (D/M/A): ____/____/____

Arbol número	DAP (mm)	Código de Atributo(s)	X (m)	Y (m)		OBSERVACIONES

Atributos

c - Cortado extraído
d - Doble flecha
i - Inclinado
m - Muerto
q - Quebrado
r - Rebrote
v - Caído por viento

OBSERVACIONES:

PARCELAS PERMANENTES
Formulario PP - 2

Predio:_____
Empresa / Institución :_____
Parcela Nº:_____
Brigada : _____
Fecha (D/M/A): ___/___/___

ARBOLES MUESTRA

Instrumento	Distancia	Pendiente	Lecturas
☐ Vara	☐ Telémetro	☐ Porcentaje	☐ Porcentaje
☐ Suunto	☐ Fija, huincha	☐ Grados	☐ Grados
☐ Haga	☐ Variable	☐ Altura para distancia medida (fija)	☐ Altura para distancia medida (fija)
☐ Blume Leiss		☐ Altura para escala de _____ m	☐ Altura para escala de _____ m

Arbol número	Distancia (m)	Pendiente	Referencia (m)	Lectura Inferior	Lectura Superior	Altura (m)		OBSERVACIONES

Observaciones:_____
_____
_____
_____
_____
_____

Bibliografía

[1] ALDER, D. *Estimación del Volumen Forestal y Predicción del Rendimiento. Vol.2 - Predicción del Rendimiento.* Estudio FAO: Montes 22/2. 1980.

[2] ANDRE, J. G. P. *Measuring tree heights.* N.Z.F.R.I. Forest Products Report No. 189. 1966.

[3] ARABATZIS, A. A. and BURKHART, H. E. *An evaluation of sampling methods and model forms for estimating height-diameter relationships in loblolly pine plantations.* Forest Science 38, 192–198. 1992.

[4] CHAPPELL, H. N., CURTIS, R. O., HYINK, D. M. and MAGUIRE, D. A. *The Pacific Northwest Stand Management Cooperative and its field installation design.* p.1073-1080 in Ek, A.R., Shifley, S.R., and Burk, T.E. (*Eds.*) "Forest Growth Modelling and Prediction". USDA Forest Service, General Technical Report NC-120. 1988.

[5] COX, F. y URRUTIA, M. *Manual de Instalación y Medición de Ensayos Principales y Complementarios.* Proyecto modelo Nacional de Simulación de Pino Radiata. Fundación Chile. 1994

[6] CUTLER, D. D. *A permanent plot system of survey for the continuos inventory of Ponderosa pine stands in the Southwest.* Journal of Forestry 35, 186–189. 1955.

[7] GARCIA, O. *Nueva red de ensayos y parcelas permanentes.* INFOR - FONDEF 2/33. Informe interno TEC01/94.

[8] HAMILTON, G. J. *Forest Mensuration Handbook.* Forestry Commission Booklet No.39. Her Majesty's Stationery Office, London. 1975.

[9] JOHN, H., y TSCHINKEL, H. *Parcelas Forestales Permanentes. Su Establecimiento, Medición y Análisis.* U. Nacional, Fac. de Cs. Agrícolas, Dep. de Rec. Forestales y Centro de Educación e Inv. Forestales (CEIF), Proyecto UNDP / SF–FAO COL 10. Centro de publicaciones, Medellín, Colombia, 1971.

[10] PILAAR, C. H. and DUNLOP, J. D. *The permanent sample plot system of the New Zealand M inistry of Forestry.* In "Forest Growth Data: Capture, Retrieval and Dissemination". Proc. IUFRO Conf., Gembloux, Belgium.

[11] REED, D. D., LEICHTY, H. O. and BURTON, A. J. *A simple procedure for mapping tree locations in forest stands.* Forest Science 35, 657–662. 1989.

[12] VAN LAAR, A. *Edge effects in* Pinus radiata. South African For. J., No.104, p.35–37. 1978.

[13] WARREN, W. G. *Test of some instruments for measuring tree height.* FRI, New Zealand Forest Service. New Zealand Forestry Research Notes 12. 1958.

O. García y S. Salas
22 de Junio de 1994

INFOR
INSTITUTO FORESTAL

GERENCIA DE INVESTIGACIÓN

Concepción, octubre 06 de 1997.

Señor
Eduardo Guzmán
Juan Antonio Coloma N°202
Los Ángeles

Estimado señor Guzmán:

En fecha reciente un equipo de investigadores del Instituto Forestal realizó una visita al predio de su propiedad, denominado **La Higuera**, para la medición correspondiente al año 1997 de 2 parcelas permanentes de eucalipto, dentro del marco del proyecto FONDEF de investigación ***Antecedentes biométricos y modelos de apoyo a la gestión y manejo racional de eucalipto***.

Al mismo tiempo de agradecer las facilidades otorgadas para la realización de esta actividad, aprovecho de enviar a usted un resumen con la información procesada más relevante del estado actual de sus plantaciones de eucalipto. Esta información se presenta en el Cuadro N°1.

Cuadro N°1. Variables de rodal según año de medición.

PREDIO LA HIGUERA (I)						
AÑO	**EDAD (años)**	**DIÁMETRO (cm)**	**ALTURA (m)**	**VOLUMEN (m^3/ha)**	**ÁREA BASAL (m^2/ha)**	**DENSIDAD (árb/ha)**
1995	3,00	5,10	5,42	5,596	3,6720	1.620
1996	4,06	7,65	8,45	24,413	8,4090	1.600
1997	5,00	8,92	11,46	46,582	11,3770	1.580
PREDIO LA HIGUERA (II)						
AÑO	**EDAD (años)**	**DIÁMETRO (cm)**	**ALTURA (m)**	**VOLUMEN (m^3/ha)**	**ÁREA BASAL (m^2/ha)**	**DENSIDAD (árb/ha)**
1995	4,00	6,56	6,51	7,036	3,4520	940
1996	5,06	8,89	7,72	16,973	6,4640	940
1997	6,00	10,50	9,15	28,664	8,6550	920

INFOR
INSTITUTO FORESTAL

Agradecemos a usted, el alto interés demostrado, su colaboración y su valioso compromiso de participar en este proyecto, lo que nos permite propiciar nuevas líneas de investigación, y solicitar, en un futuro cercano, su apoyo para ello y para la continuidad de las mediciones.

A la espera de cualquier consulta que nos desee hacer, saluda atentamente a usted,

JUAN CARLOS PINILLA SUÁREZ
Jefe de Proyectos
INFOR - Sede VIII Región

JCPS/jcps
N°69
c.c. : Archivo

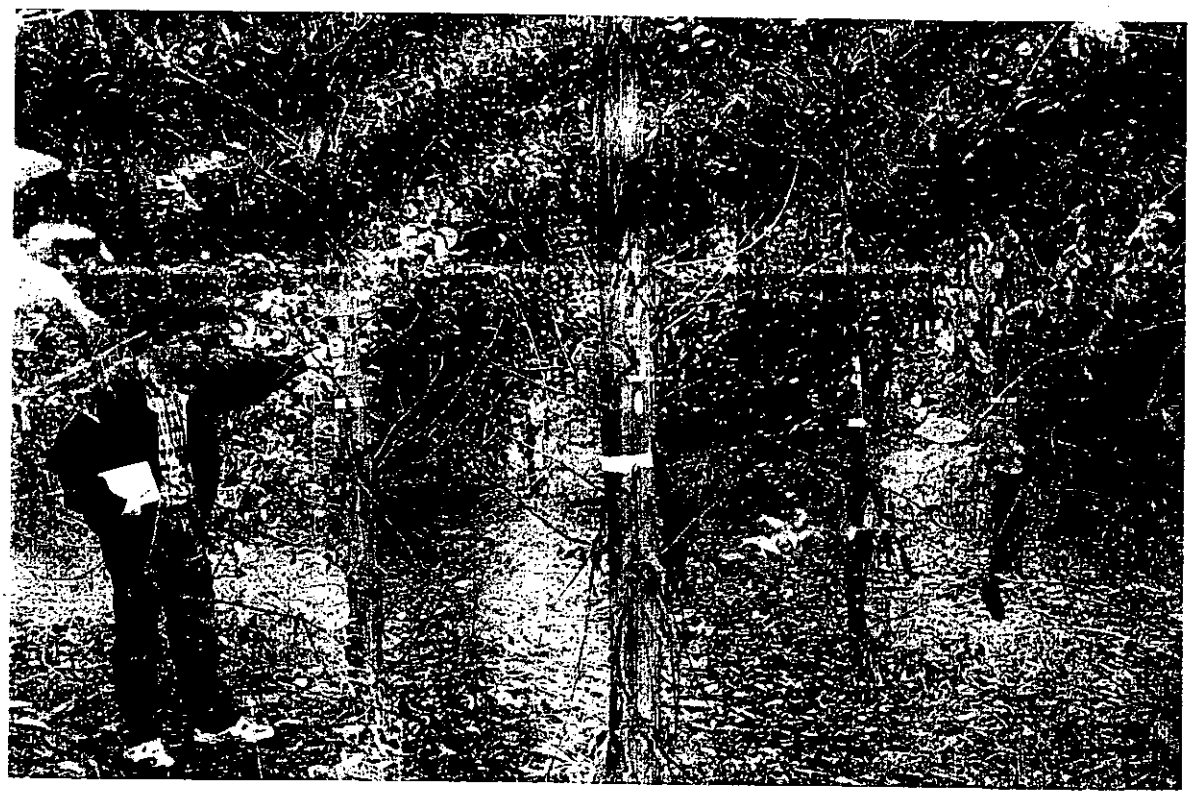


FOTO N°1. **Vista de una parcela permanente de eucalipto (*Eucalyptus globulus*). Edad del rodal: 5 años. Los Angeles, VIII Región.**

FOTO N°2. **Detalle de la parcela permanente de eucalipto (*Eucalyptus globulus*). Edad del rodal: 5 años. Los Angeles, VIII Región.**