

# Regímenes silvícolas con producción de madera libre de nudos en *Pinus elliottii* Engelm en la zona central de la provincia de Corrientes.

## Primer informe de avance: el control del diámetro sobre muñón en 15 cm con tratamientos directos, en dos operaciones de poda

HUGO ENRIQUE FASSOLA (1)

### RESUMEN

Cinco tratamientos silvícolas, orientados a la producción de madera libre de nudos, están siendo ensayados en *P. elliottii* Engelm, en la zona central de la provincia de Corrientes. Dos de ellos incluyen producciones intermedias y los restantes son tratamientos directos.

Las operaciones de poda y raleo son analizadas considerándolas como porcentajes de remoción de copa verde, ya que se utilizó la longitud de copa verde como expresión de la densidad y la altura de la poda. En todos los casos se aplican dos levantes de poda variando la oportunidad y cuantía de los raleos de acuerdo con el tratamiento.

Como resultado en la primera medición posterior al inicio del ensayo se constató una reducción en el incremento en área basal casi proporcional al porcentaje de reducción de la longitud de copa verde de la masa en los diferentes tratamientos en relación al testigo.

Respecto de los tratamientos es posible establecer como conclusión general, en el caso de que se apliquen los directos, que efectuando la primera poda hasta 3 m sobre 400 árboles/ha., cuando la masa principal

constituida por 200 árboles/ha, alcanza los 6 m de altura, raleando el resto a fin de evitar caídas en la tasa de crecimiento sin producir un descontrol del diámetro sobre muñones (DMSM) y efectuando la segunda poda hasta 5,5 o 6 m de altura sobre 200 árboles por hectárea cuando estos alcancen 8,5 m de altura, raleando el resto es posible obtener un DMSM de 15 cm.

*Palabras claves:* Silvicultura, poda, raleo, diámetro sobre muñones, *Pinus elliottii* Engelm.

### SUMMARY

Five silviculture treatments, oriented to clearwood grades production, are been tested in *P. elliottii* Engelm, in Corrientes province Central Region. Intermediate productions are included in two of its and the others are direct treatments.

Pruning and thinning operations are considered as green crown percentages removal, (g.c.) length was used as stocking and pruning height expression. In all the cases two pruning lift were or will be applied changing the opportunity and intensity of the thinning operation.

At the first evaluation after the trial was established as result of it was obtained an almost proportional reduction in basal area increment in relation with the green crown removal percentage between the different treatments and the witness.

(1) Técnico del ex Instituto Forestal Nacional. Convenio con COFIRENE.

In relation with the direct methods it can be established as general conclusion, for this area, that with a pruning up to 3 mts height, at the first lift over 400 s.p. Ha., when the best 200 s.p.Ha. reach at 6 m height, thinning the other stems with the purpose of maintaining the growth rate and the diameter over stubs (D.O.S.) under control and doing another pruning lift up to 5,5 or 6 m height over 200 s.p.Ha. thinning the rest, when it reach 8,5 m height, it is possible to obtain a pruned log with a D.O.S. up to 15 cm.

*Key words:* Silviculture, pruning, thinning, diameter over stubs, *Pinus elliottii* Engelm.

### 1. INTRODUCCION Y ANTECEDENTES

Desde los comienzos del empleo de especies de rápido crecimiento por parte de los forestales en la Argentina, ha existido una tendencia hacia la maximización volumétrica independientemente de la calidad. Esta situación puede hacerse extensible a las coníferas resinosas, las de mayor difusión, por ende a *Pinus elliottii* Engelm, y si observamos en el cuadro N° 1 las anomalías más comunmente detectadas en el aserrado de estas, tendremos como conclusión la falta de aplicación de tratamientos silvícolas con objetivos determinados.

**Cuadro N° 1:** Anomalías más comunmente detectadas en madera aserrada de coníferas resinosas en la Argentina. (% en tablas examinadas) (Tinto, 1987).

Anomalía	P. resinosos
1. Nudos muertos	64,08%
2. Nudos vivos	88,78%
3. Nudos en racimo	1,02%
4. Nudos en grupos	4,08%
5. Médula	29,60%

Más aún, es factible que en la corta final de un rodal de coníferas resinosas se obtengan las cuatro clases de rollizos establecidas en el Cuadro N° 2, lo cual no signifi-

fica que la calidad de ellos difiera sustancialmente.

**Cuadro N° 2:** Grados de calidad de rollizos de *P. elliotti* en Misiones. (Mariot, 1982).

Diámetro menor (cm)	Destino
7 a 14	Celulosa
14 a 22	Aserrable fino
22 a 30	Aserrable mediano
30 o más	Aserrable grueso o laminable

Una situación totalmente diferente se presenta en Nueva Zelanda, donde en las plantaciones de *Pinus radiata* d Don., a partir de esta década será factible de obtener en un sitio de corta de 4 a 7 grados de calidad de rollizo, tipificados no sólo por su tamaño sino también por el tamaño de las ramas, ovalidad, curvatura, con o sin poda etc. (Twaddle et al, 1989). Ello obedece a que años atrás comenzó la aplicación de "Tratamientos directos", que desechan producciones intermedias en interés de un rápido crecimiento de las mejores clases de rollizo, los podados, maximizando el rendimiento de madera libre de nudos, la de mayor valor y manteniendo controlado el "Cilindro defectuoso" dentro de límites prefijados. Este cilindro contiene los muñones de las ramas, la oclusión de la herida y las sinuosidades del fuste al momento de la poda (Fenton, 1972; Park, 1980; Olivares et al, 1985; Fassola, 1989). (Fig. N° 1)

### 2. OBJETIVOS

A fin de poder analizar y comparar tratamientos silvícolas que atiendan a las producción de madera libre de nudos y también lograr mayor "flexibilidad" en el manejo de nuestras plantaciones de *P. elliotti* Engelm, dado que la información existente es escasa o bien tiene carácter preliminar (Day et al, 1987), se implementó un ensayo en la Pcia. de Corrientes. Aspirando a que los grados de calidad de rollizos a obtener satisfagan no sólo los requerimientos de la demanda interna sino también de la externa. En él se aplicaron "tra-



tamientos directos" y tratamientos que contemplan producciones intermedias, realizando observaciones del "Diámetro máximo sobre muñones" (DMSM) (Olivares et al, 1985) resultante en cada levante de poda, a fin de determinar la oportunidad de la misma. Siendo este un informe preliminar referido a los 2 primeros años.

Resumiendo, los objetivos del ensayo son los siguientes:

\* Maximizar el rendimiento de madera libre de nudos.

\* Comparar tratamientos silvícolas directos con otros que prevean producciones intermedias.

\* Mantener controlado el DMSM dentro de límites prefijados (< a 15 cm).

### 3. MATERIAL Y METODO

#### 3.1. Ubicación del lugar de ensayo

En ensayo fue llevado a cabo en una plantación de *P. elliottii* Engelm, ubicada a unos 7 km al este de la localidad de Santa Rosa, Provincia de Corrientes, siendo las coordenadas geográficas 28°13' de Latitud Sur y 58°13' de Longitud Oeste.

La altura sobre el nivel del mar es de 70 m.

#### 3.2. Descripción del sitio

La plantación se encuentra ubicada en el valle del río Santa Lucía que atraviesa la provincia en sentido NE-SO desde su nacimiento en el Departamento San Miguel hasta la desembocadura en las cercanías de la localidad de Goya. En este valle, el sector medio que es donde se encuentra la plantación, presenta un relieve plano aunque ligeramente inclinado hacia el cauce del Santa Lucía. Siendo la exposición general de la misma O-NO.

Estos suelos de origen aluvial se clasifican taxonómicamente como: Entisoles, Regosoles (R. Capurro, et al 1978).

El clima varía entre semitropical continental y pampeano subtropical. El invierno es suficientemente benigno aunque no está libre de heladas (Papadakis, 1974).

En el Cuadro N° 3 se dan los datos climáticos de la localidad de General Paz ubicada en las cercanías.

La plantación fue realizada en el año 1982, utilizándose plantines provenientes de semilla de origen comercial.

Las características de la masa previa a la intervención silvícola se resumen en el Cuadro N° 4.

Una descripción más detallada del estado inicial de la masa para cada tratamiento se encuentra en el Cuadro N° 7.

**Cuadro N° 3:** Datos climáticos de la localidad de General Paz, Corrientes. (Fuente: SMM)

Temp. x °C	Temp. Máx. Abs °C	Temp. Máx. °C	Temp. Min. Abs °C	Temp. Min. °C	Prec. Anual mm	Prec. Mes más húm	Prec. Mes más seco	Nº medio de los días c/ heladas
21	41,4	27,3	-0,6	15,9	1510	195 marzo	53 julio	0,3 (julio)

**Cuadro N° 4.** Existencias de la masa previo a la intervención.

Edad Años	Dist. inic. de plant. m	Nº arb/ ha	AB m <sup>2</sup> / ha	DAP cm	H m	H dom m	Vol. tot. 5 cm 0 m.s.c. m <sup>3</sup> /ha	Long copa Verde km/ha	Indice Espac. %
5	2,9 x 2,9	1133	6,09	8,2	5,2	6,13	17,841	5,832	48,9

### 3.3. *Diseño experimental y establecimiento del ensayo*

Las parcelas de ensayo fueron instaladas en esta plantación, utilizándose un diseño completamente aleatorizado, aplicándose cinco tratamientos y dos repeticiones por cada uno de ellos. El bajo número de repeticiones utilizado fue consecuencia de restricciones presupuestarias.

La superficie de cada parcela es de 841 m<sup>2</sup>, estos cuentan con una faja de seguridad de 5,8 m de ancho a la que se le aplicó el mismo tratamiento que fue practicado en la parcela correspondiente. Todo el ensayo está rodeado de una faja de seguridad perimetral de un ancho de 5,8 m, a la que no se aplicó tratamiento.

La superficie total del ensayo es de 1,99 has.

### 3.4. *Tratamientos a aplicar*

#### 3.4.1. Descripción general de los tratamientos a aplicar

Como se mencionó anteriormente, los tratamientos consistirán en la reducción de la longitud de copa verde en distintas magnitudes y oportunidades durante el lapso en que se apliquen podas y/o raleos a la masa en consideración, a fin de determinar el efecto de la misma sobre el incremento de ésta.

Dado que la reducción de copa equivale a la aplicación de diferentes combinaciones de podas y raleos, en este caso se podrá obtener información sobre la reacción de la masa a la aplicación de tratamientos silvícolas directos y tratamientos en que a la par de obtener madera libre de nudos se obtengan producciones intermedias, tratándose de mantener el DMS controlado a 15 cm y obteniendo clases de rollizos podados de 5-6 m de altura y de un diámetro menor a la utilización como mínimo 3 veces el diámetro del cilindro defectuoso.

La razón por la cual se adoptó un DMSM < a 15 cm como máximo es que como se verá más adelante, al proceder a identificar a los individuos que llegarían a la corta final en el primer levante de poda, el DMSM que exhibía en esa oportunidad en varios

casos arrojó valores superiores a 12,5 cm, que es otro valor comúnmente deseado de obtener, lo cual motivó el tener como objetivo el que ya se mencionó. Se adoptó también un esquema de dos levantes de podas para todos los tratamientos, que es el de mayor difusión en todo el país.

Los raleos tienen carácter comercial o no, dependiendo este del tratamiento y la edad.

Los esquemas silvícolas propuestos son los descritos en el Cuadro N° 5.

En el presente informe se analiza la evolución de la masa posterior al momento en que se aplicó la 1ra. intervención hasta el momento previo en que se aplicó la 2da., 2 años después.

El análisis del DMSM y del DMR se efectúa solo para dos tratamientos 2º, 3º, 4º y 5º, ya que en el 1º no se ejecutó aún la 2da. poda, considerando los valores obtenidos al momento de 1er. y 2do. levante realizados en estos tratamientos.

La reducción de longitud de copa resultante de las dos intervenciones realizadas hasta el momento se detalla en el Cuadro N° 6.

En la figura N° 2 se esquematizan los tratamientos aplicados. La identificación de los árboles a podar en los tratamientos 2, 3, 4 y 5 se efectuó priorizando la forma y la dominancia, independientemente del espaciamiento.

### 3.5. *Toma de datos*

En cada parcela los ejemplares fueron numerados y mapeados, procediendo a tomar el DAP, altura, la altura del 1er. vertilicio verde y el diámetro de copa. La altura del 1er. verticilo verde se tomó como indicador de la base de la copa verde, la distancia entre este punto y el ápice es la expresión de la longitud de la copa verde. La altura de poda se estimó considerando la distancia desde el suelo hasta el 1er. vertilicio verde resultante de la poda.

El diámetro máximo sobre muñón (DMSM) y el diámetro máximo de ramas (DMR) se tomó de aquellos árboles de cada parcela que se determinaron como parte de una muestra al azar. También se determinó la altura sobre el fuste en que el diámetro

**Cuadro N° 5.- Esquemas silvícolas propuestos**

Tratamiento	Densidad inicial N° / Arb.	Podas			N° ejemplares Podados		Raleos		Corta final											
		N°	Características	1° Pod	2° Pod	No comerciales	Comer	N°	N° ejempl											
										N°										
TRATAMIENTOS QUE PREVEN LAS PRODUCCIONES INTERMEDIAS	1 (testigo)	1100	2	1ra. poda de altura fija 2,1 m 2da. poda 5-6 m	1100	500 apr.	1	al momento de la 2da. poda	2	300										
											3	1100	2	50% de la copa verde	500	200	1	al momento de la poda	1	200
TRATAMIENTOS DIRECTOS	4	1100	2	Idem	300	300	1	Idem	—	300										
											5	1100	2	Idem	200	200	1	Idem	—	200

Cuadro Nº 6.- Tratamientos aplicados a las 2 primeras intervenciones

	Trat. Nº	Reducción de la long. de copa verde en relac. al testigo (%)	Equivalencia		
			Nº árb. en pie/ha. aproximada	Nº árb. podados/ha	Altura de poda metros
1ra. INTER-VENCION	Test. 1	—	1100 (S/R)	1100	2.1
	2	43	700	700	50% LCV
	3	66	500	500	60% LCV
	4	75	300	300	50% LCV
	5	81	200	200	50% LCV
2da. INTER-VENCION	Test. 1	—	1100 (S/R)	S.P.	—
	2	89	200	200	5-6
	3	58	500	200	5-6
	4	82	300	300	5-6
	5	89	200	200	5-6

S.R.: Sin raleo  
S.P.: Sin poda

máximo sobre muñón se producía (HDMSM).

De cada árbol se registraron aspectos concernientes a estado sanitario y forma.

Los códigos utilizados fueron:

SBF = sano bien formado

SMF = sano mal formado (B = bifurcado en el ápice) (t = fuste torcido)

E = enfermo

M = muerto

Los volúmenes, hasta tanto se cuente con funciones validadas se estimarán utilizando la siguiente función:

$$\text{Vol. m}^3 \text{ S/C 5 cm.d.m.} = 0,0000954 + \text{DAP} \times 2,42 \quad R^2 = 0,97$$

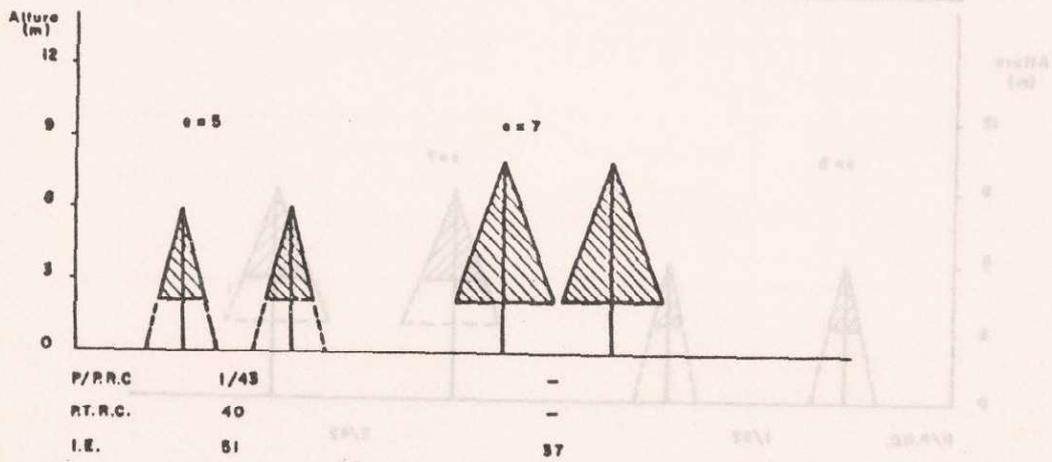
Los volúmenes son expresados en metros cúbicos sin corteza hasta 5 cm de diámetro menor.

### 3.6. Variables analizadas

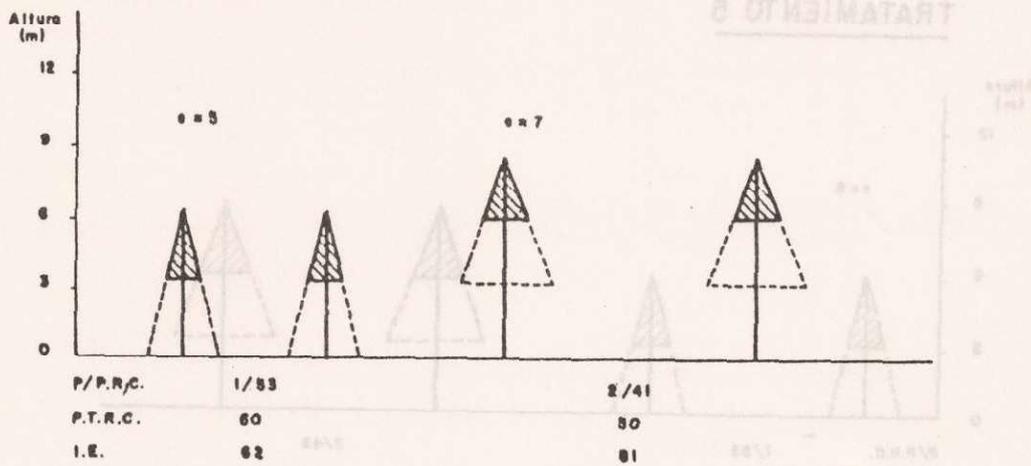
El análisis de la evolución de la masa, a fin de determinar la respuesta a la aplicación de diversos tratamientos silvícolas que modificarán su estructura de copas, se efectuó considerando el período que medió entre la primera intervención, principios de setiembre de 1987, y previo a la segunda intervención, setiembre de 1989.

Se determinó los incrementos corrientes, promedios y tasas relativas de creci-

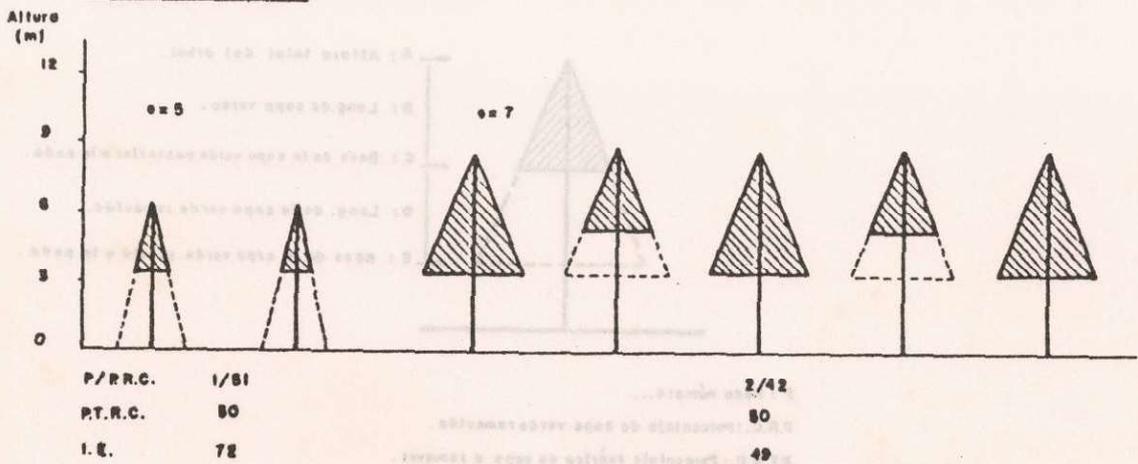
**TRATAMIENTO 1**



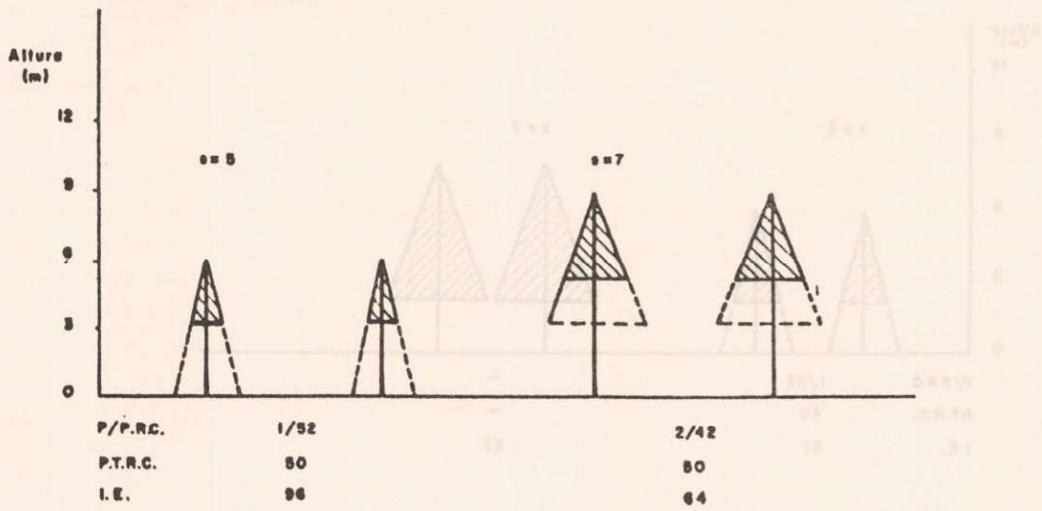
**TRATAMIENTO 2**



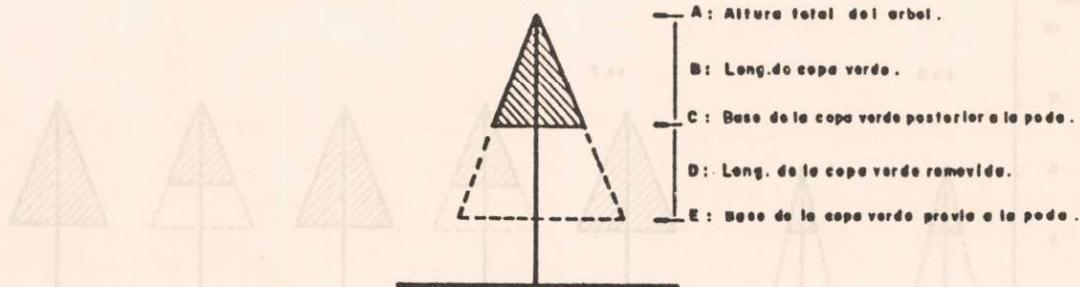
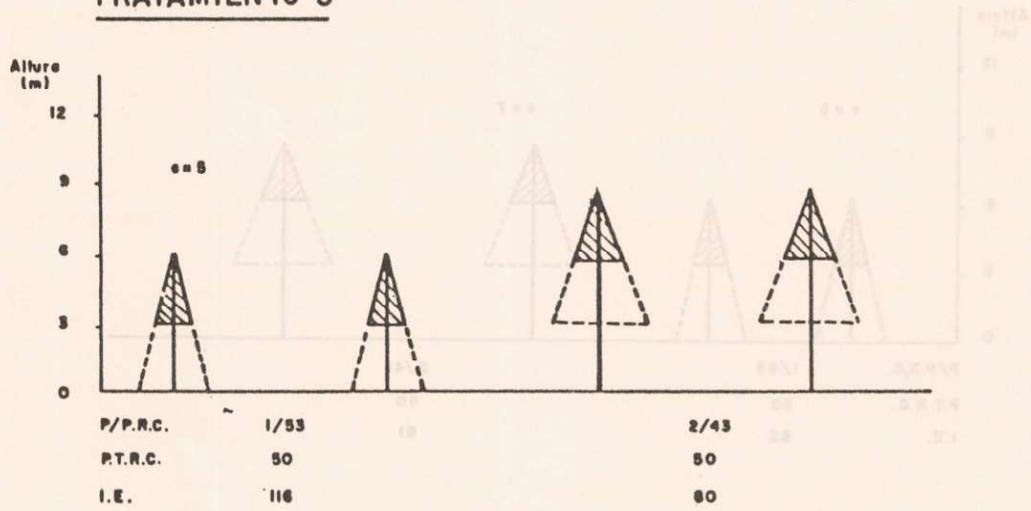
**TRATAMIENTO 3**



**TRATAMIENTO 4**



**TRATAMIENTO 5**



- A : Altura total del arbol.
- B : Long.do copa verde.
- C : Base de la copa verde posterior a la poda.
- D : Long. de la copa verde removida.
- E : Base de la copa verde previa a la poda.

P : Poda número...  
 P.R.C.: Porcentaje de copa verde removida.  
 P.T.R.C.: Porcentaje teórico de copa a remover.  
 I.E.: Índice de Espesamiento.  
 e : edad.

miento de área basal, diámetro a la altura del pecho, altura, longitud de copa verde, tamaño del árbol promedio y volumen de la masa.

La evolución del diámetro máximo sobre muñón se estableció mediante los DMSM resultantes de cada levante de poda, excepto en el testigo ya que en él aún no se efectuó el 2º levante. De igual manera se procedió con los diámetros máximos de ramas. En ambos casos se estableció el incremento corriente, el periódico y la tasa relativa de incremento. Se utilizó para ello la "masa principal real".

Como uno de los objetivos es concentrar el crecimiento en los mejores árboles de la masa, aquellos que han sido podados, a fin de establecer una base comparativa uniforme y determinar si se alcanza dicho objetivo, para todos los tratamientos se consideró como "masa principal" los mejores 200 árboles por ha y de este modo poder establecer la evolución de las mismas variables que en el caso de la masa total. En la 1ra. intervención la "masa principal" fue determinada teóricamente, excepto en el tratamiento 5; en el caso de la medición previa a la 2da. intervención se consideró para los tratamientos 2, 3 y 5 aquellos que fueran selectos para podar a posteriori, en los tratamientos 1 y 4 fue determinado teóricamente.

### 3.7. Análisis estadístico

Para determinar si existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos se realizó el análisis de la varianza de las tasas de crecimiento relativo de cada una de las variables analizadas.

En caso de existir diferencias significativas se empleó el test de Tuckey a fin de determinar cuáles tratamientos imponen las diferencias.

Los porcentajes de las tasas de crecimiento fueron transformados a arcoseno para su análisis estadístico.

### 3.8. Cuadros de estado de la masa y planillas de extracciones

Se detallan a continuación los estados previos y posteriores a las dos intervencio-

nes realizadas, adjuntándose las correspondientes planillas de extracciones donde se describen las operaciones de poda y raleo y sus equivalencias en reducción de longitud de copa verde (Ver Cuadros 7, 8, 9, 10, 11 y 12).

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION

Los valores de incremento en área basal, obtenidos a partir de las mediciones efectuadas en el período de dos años transcurridos desde que se efectuó la primera intervención hasta el momento previo a la segunda intervención, resultantes de la reducción de copa verde en distintas proporciones son analizadas en primer término. Dado que, como se aclaró previamente, cada porcentaje de reducción de copa equivale en este caso a un tratamiento silvícola específico, se analiza seguidamente el efecto que ha tenido sobre otras características de la masa como el DAP, altura, volumen y longitud de la copa verde. Este análisis se realiza sobre la masa total y también, dado que se busca concentrar el incremento en los mejores árboles, sobre una porción de ésta a la que se considera "masa principal supuesta", constituida por los 200 árboles dominantes.

Posteriormente se analizan los resultados de los valores de DMSM y DMR promedios obtenidos como consecuencia de la poda en los tratamientos 2, 3, 4 y 5, como también la altura en que se produjo el DMSH (HDMSM) en cada levante, considerando la "masa principal real" de cada tratamiento mencionado.

Por último para estos mismos tratamientos se exhibe un cuadro comparativo donde se analiza la forma o aceptabilidad de los ejemplares seleccionados.

### 4.1. El incremento en el área basal

La existencia de una relación estrecha entre la longitud de copa verde, que expresa tanto los efectos del raleo como de la poda o ambos combinados y el incremento en área basal, hace que su análisis adquiera singular importancia, ya que nos permitirá determinar qué efecto ha tenido sobre el incremento.

Obviamente la reducción de la longitud

Cuadro N° 7: Estado inicial previo a la intervención silvícola (1987)

Trat. N°	Long. de copa verde km/ha	Edad años	Arb/Ha N°	AB m <sup>2</sup> /ha	DAP cm	H. prom. m	H. dom. m	Vol. Tot. 5 cm d.m.s.c. m <sup>3</sup> /Ha	Crec. prom. m <sub>3</sub> /ha/año	I Espacia- miento %
1	5,547	5	1100	5,60	8,05	5,15	5,90	16,344	3,269	50,97
2	6,225	5	1153	7,00	8,75	5,40	6,15	21,100	4,220	47,95
3	6,065	5	1153	6,41	8,35	5,20	6,25	19,370	3,874	47,14
4	5,916	5	1135	6,06	8,05	5,21	6,05	16,835	3,367	49,05
5	5,405	5	1124	5,39	7,80	5,04	6,00	15,554	3,111	49,40

H dom. = H árbol AB media de los 100 árboles/ha de mayor diámetro

Cuadro N° 8: Planilla de extracciones 1ª intervención (1987)

Trat. N°	RALEO						PODA							
	Arboles		AB		vol		Long. copa verde km/ha	Long. copa verde removida km/ha	Altura prom. poda m	% de H	Long. copa verde removida		Total copa verde removida	
	N°	%	m <sup>2</sup> /ha	%	m <sup>3</sup> /ha	%					en pie	% masa tot.	km/ha	%
1	—	0,00	—	0,00	—	0,00	0	2,18	42,58	2,385	43,00	43,00	2,385	43
2	451	39,11	2,39	34,14	6,814	32,290	35,47	3,07	45,63	2,157	52,84	34,66	4,365	70,13
3	654	57,72	2,90	45,24	8,342	43,066	48,59	3,04	51,26	1,159	50,85	25,04	4,466	73,63
4	933	82,20	3,95	65,18	10,227	60,748	56,56	2,97	48,29	0,885	52,49	14,87	4,226	71,43
5	922	82,03	3,93	72,91	10,938	70,320	76,74	3,20	53,07	0,647	53,18	11,97	4,795	88,71

Cuadro N° 9: Estado de la masa posterior a la 1ª intervención (1987)

Trat N°	Long. copa verde km/ha	Edad años	Arb/ha N°	AB m <sup>2</sup> /ha	DAP cm	H prom m	DMSM cm	DMR cm	HDMSM m	Vol. arb. prom m <sup>3</sup>	Vol. Total 5 cm d.m.s.c. m <sup>3</sup> /ha	I Espacia- miento %
1	3,255	5	1100	5,60	8,05	5,15	10,71	0,79	0,44	0,0148	16,344	50,97
2	1,86	5	702	4,61	9,10	5,80	11,22	1,43	1,01	0,0203	14,286	61,47
3	1,435	5	499	3,51	9,42	6,00	12,15	1,75	0,72	0,0221	11,028	71,67
4	0,81	5	297	2,11	9,50	6,15	13,13	1,14	0,49	0,0225	6,608	95,91
5	0,61	5	202	1,33	9,60	6,00	12,01	1,71	0,61	0,0228	4,616	116,55
MASA PRINCIPAL												
1	2,910	5	202	1,66	10,2	5,90	13,17	0,81	0,38	0,0263	5,260	31,28
2		5	202	1,79	10,6	6,15	13,06	1,88	0,85	0,0291	5,820	
3		5	202	1,81	10,65	6,25	13,21	1,82	0,58	0,0297	5,895	
4		5	202	1,59	10	6,05	13,48	1,27	0,48	0,0251	5,030	
5		5	202	1,46	9,6	6,00	12,01	1,71	0,61	0,0228	4,616	

Cuadro N° 10: Estado de la masa 5 años después (1988)

Cuadro N° 10: Estado de la masa 2 años después (1989)

Trat N°	Long. copa verde km/ha	Edad años	Arb/ha N°	AB m <sup>2</sup> /ha	DAP cm	H prom m	DMSM cm	DMR cm	HDMSM m	Vol. arb. prom m <sup>3</sup>	Vol. Total 5 cm d.m.s.c. m <sup>3</sup> /ha	I Espacia- miento %
1	5,670	7	1100	14,51	12,95	7,3	10,71	0,79	0,44	0,0469	51,603	37,38
2	3,791	7	702	11,18	14,2	8,5	11,22	1,43	1,01	0,0589	42,190	43,83
3	2,869	7	499	9,23	15,2	8,8	12,15	1,75	0,72	0,695	35,038	48,90
4	1,731	7	297	6,01	16,05	8,8	13,13	1,14	0,49	0,0789	23,448	63,87
5	1,130	7	202	4,02	15,9	8,8	12,01	1,71	0,61	0,0770	15,564	80,13
MASA PRINCIPAL												
1			202	3,71	15,2	8,1	13,17	0,81	0,38	0,0697	15,760	
2			202	3,44	14,7	9,22	13,06	1,88	0,85	0,064	13,010	
3			202	3,97	15,35	8,8	13,21	1,82	0,58	0,072	14,503	
4			202	4,07	16,35	9,1	13,48	1,27	0,48	0,0849	16,545	
5			202	4,02	15,90	8,8	12,01	1,71	0,61	0,07705	15,564	

H masa principal = H dom. masa total

**Cuadro Nº 11: Planilla de extracciones 2ª intervención (1989)**

Trat. Nº	RALEO						PODA						Total copa verde removida		
	Arboles		AB		vol		Long. copa verde	Altura prom. poda m	% de H	Long. copa verde removida			Total copa verde removida		
	Nº	%	m <sup>2</sup> /ha	%	m <sup>3</sup> /ha	%				km/ha	% masa tot.	km/ha	% masa en pie	% masa tot.	km/ha
							Nº	%	m <sup>2</sup> /ha						
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	500	71,22	7,731	69,26	29,170	69,19	2,597	68,5	5,75	62,36	0,492	41,20	12,97	3,089	81,48
3	—	—	—	—	—	—	—	—	5,40	61,60	0,488	41,71	17,01	0,488	17,05
4	—	—	—	—	—	—	—	—	5,50	62,61	0,732	42,29	42,29	0,732	42,29
5	—	—	—	—	—	—	—	—	5,58	63,49	0,481	42,57	42,57	0,481	42,57

Cuadro No. 11: Planilla de extracciones 2ª intervención (1989)

Cuadro N° 12: Estado de la masa total posterior a la 2ª intervención (1989)

Trat N°	Long. copa verde km/ha	Edad años	Arb/ha N°	AB m²/ha	DAP cm	H prom m	DMSM cm	DMR cm	HDSM m	Vol. arb. prom m³	Vol. Total 5 cm d.m.s.c. m³/ha	I Espacia- miento %
1	5,670	7	1100	14,51	12,95	7,3	10,71	0,79	0,44	0,047	51,603	37,38
2	0,624	7	202	3,44	14,7	9,22	14,90	3,02	3,68	0,064	13,020	81,24
3	Masa s/poda											
	1,717		297	5,37	15	8,8	12,15	1,75	0,72	0,067	20,107	
	2,398	7	499	9,34	15,15	8,8				0,069	34,43	48,90
	Masa c/poda											
	0,681		202	3,97	15,35	8,8	15,07	3,68	3,46	0,072	14,503	
4	1,015	7	297	6,01	16,05	8,8	16,15	3,55	3,20	0,080	23,448	63,87
5	0,645	7	202	4,02	15,90	8,8	16,72	4,11	3,64	0,077	15,564	80,13
MASA PRINCIPAL												
1			202	3,71	15,2	8,1	13,17	0,81	0,38	0,070	15,760	
2			202	3,44	14,7	9,22	14,90	3,02	3,68	0,0640	13,020	
3			202	3,97	15,35	8,8	15,07	3,68	3,46	0,072	14,503	
4			202	4,07	16,35	9,1	16,54	3,68	3,41	0,085	16,545	
5			202	4,02	15,90	8,8	16,72	4,11	3,64	0,077	15,564	

H masa principal = H dom. masa total

de copa verde ha traído como consecuencia una reducción del incremento corriente en área basal, en valores absolutos, tal como se visualiza en la planilla de incrementos de la masa, Cuadro N° 16. Aunque si consideramos la tasa relativa de crecimiento no sucede lo mismo, tanto que el análisis de la varianza (Cuadro N° 15) no ha arrojado diferencias significativas entre los tratamientos al 95% de probabilidad. En el Cuadro N° 13 observamos la reducción porcentual del incremento corriente en área basal, la tasa relativa anual y el porcentaje de reducción de longitud de copa verde correspondiente a cada tratamiento en relación con el testigo.

**Cuadro N° 13:** Porcentajes de reducción de L.C.V., incremento corriente en AB y tasa relativa de incremento del AB

Trat. N°	Porcent. reduc. long. de copa verde en relac. al testigo %	Porcent. reduc. incr. corriente en AB en relac. al testigo %	Tasa relativa de crecim. %
1	—	—	61,30
2	43	27	69,05
3	66	36	63,55
4	75	66	69,15
5	81	71	66,50

Si por medio de análisis de regresión establecemos la relación existente entre la longitud de copa verde y el incremento corriente en área basal, vemos que la misma es de carácter lineal (Ver gráfico N° 1).

Esto indica que la reducción de copa verde, tanto por poda como por raleo, por debajo los 3 km aproximadamente resultó en una reducción casi proporcional del incremento corriente en área basal, lo cual explica también que no haya existido diferencias significativas entre las tasas relativas de los tratamientos.

También se puede apreciar el carácter casi proporcional de la reducción progresiva del incremento corriente en área basal si consideramos la relación entre la reducción del incremento en área basal por tratamiento, la unidad de reducción de longitud

de copa verde, entendiéndose a ésta como la relación entre la longitud de copa verde del testigo (LCVT) y la del tratamiento en consideración (LCVT N°). Esta relación ha arrojado como resultado una reducción casi constante del incremento de área basal 0,6-0,7 m<sup>2</sup>/ha/año ó 15-13% anual, del incremento en área basal, por unidad de reducción de longitud de copa verde (U.R.L.C.V.), (Cuadro N° 14).

**Cuadro N° 14:** Reducción del incremento corriente en AB en relación con la unidad de reducción de longitud de copa verde

Trat. N°	U.R.L.C.V. (LCVT/ LCVT N°)	Red. Inc. Corr. AB m <sup>2</sup> /ha/año	Red. Inc. Corr. AB/U.R.L.C.V. m <sup>2</sup> /ha/año	%
2	1,75	1,18	0,67	15
3	2,26	1,60	0,70	16
4	4,02	2,51	0,62	14
5	5,34	3,18	0,59	13

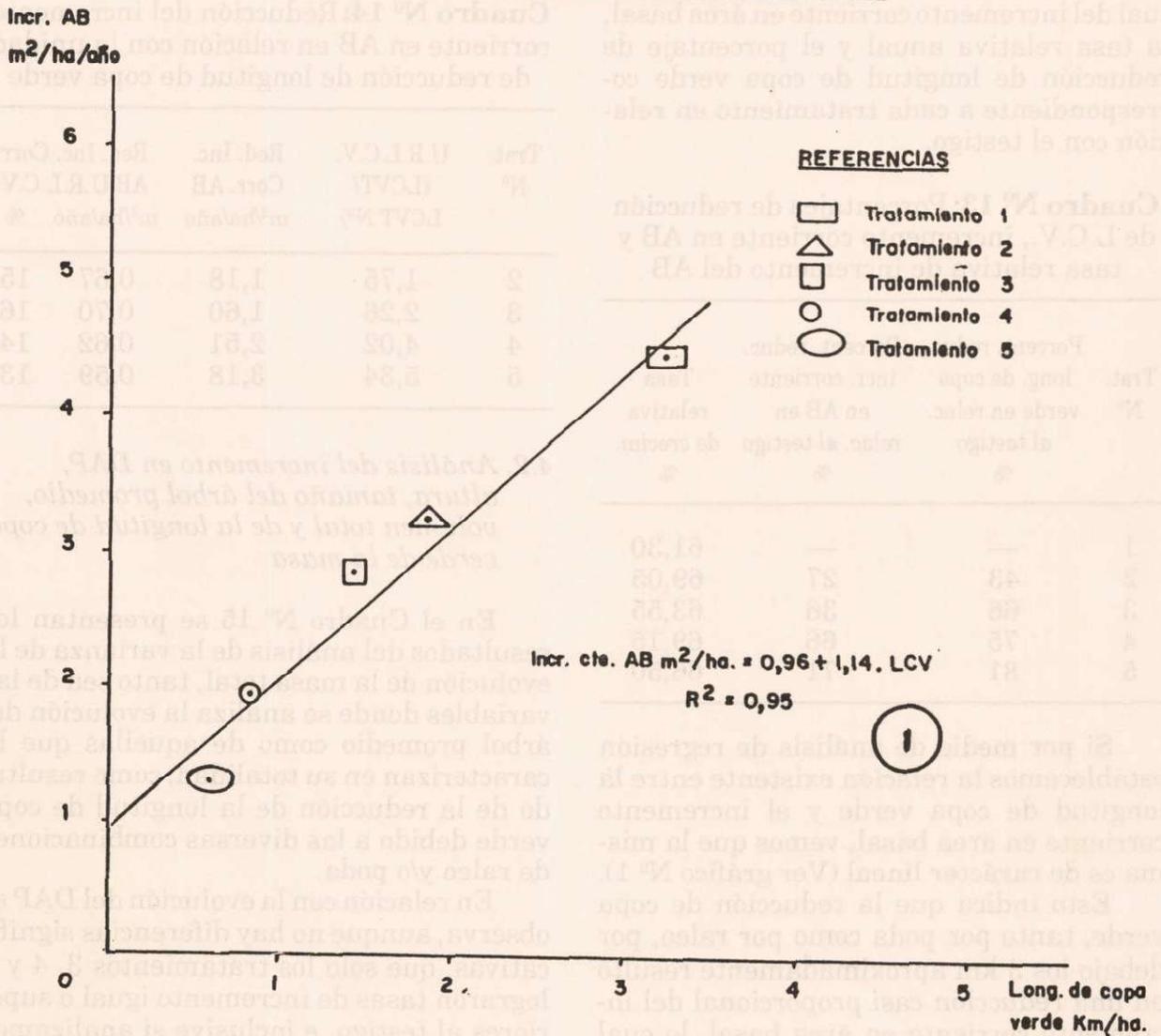
#### 4.2. Análisis del incremento en DAP, altura, tamaño del árbol promedio, volumen total y de la longitud de copa verde de la masa

En el Cuadro N° 15 se presentan los resultados del análisis de la varianza de la evolución de la masa total, tanto sea de las variables donde se analiza la evolución del árbol promedio como de aquellas que la caracterizan en su totalidad, como resultado de la reducción de la longitud de copa verde debido a las diversas combinaciones de raleo y/o poda.

En relación con la evolución del DAP se observa, aunque no hay diferencias significativas, que solo los tratamientos 3, 4 y 5 lograron tasas de incremento igual o superiores al testigo, e inclusive si analizamos en el Cuadro N° 16 las relaciones entre incremento corriente y promedio veremos que sólo en esos casos se supera la existente en el testigo. Este aspecto adquiere importancia dado que determina el tiempo que requerirá ocluir la herida provocada por la poda.

La evolución del crecimiento en altura muestra una leve superioridad de todos los

GRAFICO N° 1 : Relación Incremento AB/LCV



**Cuadro N° 15:** Análisis de la varianza y Test de Tuckey en las variables de la masa total

Trat. N°	ARBOL PROMEDIO			MASA		
	T. rel. In. anual DAP %	T. rel. In. anual H %	T. rel. In. anual Vol. 5 cm dmsc %	T. rel. In. anual AB %	T. rel. In. anual Vol. 5 cm dmsc %	T. rel. In. anual Long. copa verde %
1T	27,00	19,00	78	61	78	32 a
2	25,00	21,00	72	69	72	43 ab
3	27,00	21,00	79	63	80	41,5 ab
4	30,00	21,00	89	69	89	46 b
5	29,00	21,00	85	66	85	36 ab
F cal	0,644	0,570	0,660	0,303	0,617	5,642
N.S.	0,6546	0,6486	0,6457	0,8650	0,6697	0,0427

T = Testigo

a y b = Datos acompañados por esta letra no tienen diferencias significativas al 5%.

tratamientos en relación con el testigo, que también se manifiesta en la relación incremento corriente/promedio.

La tasa de crecimiento del volumen del árbol promedio muestra al igual que en los casos anteriores, diferencias no significativas, aunque en el tratamiento N° 2 es el menor. Pero analizando las relaciones entre incremento corriente y promedio vemos que en todos los casos se evidencia un mayor vigor en relación con el testigo. A la misma conclusión se arriba si analizamos la evolución volumétrica de la masa.

La tasa de crecimiento relativo de la longitud de copa verde muestra diferencias significativas entre los tratamientos. Independientemente del orden, en todos los casos es mayor que en el testigo, reflejando este comportamiento una tendencia de la masa que ha sido podada en mayor grado y raleada al mismo momento a recuperar más aceleradamente su capacidad fotosintética.

#### 4.3. De la "masa principal"

Dado que el objetivo del ensayo es

maximizar la producción de madera "libre de nudos", es de suma importancia conocer la evolución de aquellos individuos que llegarán a la corta final y determinar la reacción que han tenido con la apertura del vuelo y la práctica de podas en los distintos tratamientos a fin de detectar si se ha producido una concentración del crecimiento en estos árboles selectos.

Como el número de ejemplares con que se piensa llegar a la corta final difiere con los tratamientos, se partió del supuesto de que la "masa principal" está compuesta de 200 ejemplares, base sobre la cual se efectuaron las comparaciones.

Como se observa en el Cuadro N° 17 no existen diferencias significativas al 95% de probabilidad entre las tasas relativas de incremento en área basal, diámetro, altura, tamaño del árbol promedio y volumen de la masa.

De todas maneras, a pesar que los incrementos no muestran diferencias, se visualiza que las tasas relativas de los tratamientos 2 y 3 para las variables AB, DAP y volúmenes son inferiores a las del testigo; inclusive si nos remitimos al análisis de la

Cuadro Nº 16: Planilla de incrementos de la masa

Trat Nº	Edad años	DAP		H		Vol. arb. prom.		AB		Vol		Long. copa verde							
		cte cm/año	prom. cm/año	%	cte m/año	prom. m/año	%	cte m³/año	prom. m³/año	%	cte m²/ha/año	prom. m²/ha/año	%	cte km/ha/año	prom. km/ha/año	%			
1	7	2,45	1,85	26,8	1,06	1,04	19	0,014	0,007	78	4,46	2,07	61,30	17,629	7,372	78	1,21	3,25	32
2	7	2,55	2,03	25,1	1,33	1,20	21	0,019	0,008	72	3,28	1,60	69,05	13,952	6,027	72	0,965	1,86	43
3	7	2,89	2,17	27,3	1,40	1,25	21	0,024	0,010	79	2,86	1,32	63,55	12,005	5,005	80	0,717	1,43	41,5
4	7	3,27	2,29	30,0	1,33	1,25	20	0,028	0,011	89	1,95	0,86	69,15	8,420	3,350	89	0,461	0,81	46
5	7	3,15	2,27	28,9	1,38	1,25	21	0,027	0,011	85	1,28	0,57	66,50	5,474	2,223	85	0,260	0,61	36

Cuadro Nº 17: Análisis de la varianza y Test de Tuckey del incremento relativo del DAP, H, AB, tamaño del árbol promedio y volumen de la masa principal

Trat. Nº	T. rel.		T. rel.		T. rel.		T. rel.	
	In. anual DAP %	In. anual H %	In. anual AB %	In. anual Vol. Prom. 5 cm dm sc %	In. anual DAP %	In. anual H %	In. anual AB %	In. anual Vol. total 5 cm dm sc %
1T	24,6	16,5	49,5	62,5	24,6	16,5	49,5	63,0
2	17,5	22,5	38,0	48,5	17,5	22,5	38,0	49,5
3	20,0	18,5	43,0	56,5	20,0	18,5	43,0	58,0
4	24,0	22,5	64,0	81,7	24,0	22,5	64,0	81,5
5	29,0	20,5	66,5	84,5	29,0	20,5	66,5	85,0
N.S.	0,075	0,062	0,0594	0,0846	0,075	0,062	0,0594	0,0942
F. cal	4,160	2,55	4,736	3,884	4,160	2,55	4,736	3,648

T = testigo

a, b y c = Datos acompañados de esta letra no difieren significativamente al 95% de probabilidad.

**Cuadro Nº 18: Planilla de incrementos de la masa principal**

Trat Nº	Area Basal (1)		DAP (2)		H (3)		Vol. arb. prom. (4)		Vol. tot. 5 cm d.m.s.c.	
	I cte. m <sup>2</sup> /Ha/año	I prom. Tasa rel m <sup>2</sup> /Ha/año anual %	I cte. cm/año	I prom cm/año	I cte m/año	I prom m/año	I cte. m <sup>3</sup> /año	I prom m <sup>3</sup> /año	I cte. m <sup>3</sup> /Ha/año	I prom. Tasa rel m <sup>3</sup> /Ha/año anual %
1	1,02	0,53	2,52	2,17	1,07	1,15	0,0217	0,0099	4,373	2,001
2	0,82	0,49	2,05	2,11	1,53	1,32	0,0175	0,0091	3,600	1,860
3	0,92	0,51	2,37	2,20	1,26	1,25	0,0209	0,0102	4,285	2,066
4	1,32	0,60	3,17	2,33	1,52	1,30	0,0286	0,0118	5,73	2,3571
5	1,27	0,57	3,15	2,27	1,38	1,25	0,0270	0,110	5,4739	2,2234

relación entre el incremento promedio para cada una de las mencionadas de las tratamientos, vemos que son menores al tratamiento Nº 1, evidenciándose el contrario ocurre al ser los tratamientos 4 y 5 en los que la concentración del crecimiento es superior a la de los otros. Entre las razones atribuidas a este hecho se menciona que los tratamientos 4 y 5 que los tratamientos 2 y 3 la característica de la poda es que el ser de altura ligera en menor medida la evolución dominante. Por otro lado la reducción de espaciamiento. Cuadro Nº 18 muestra el caso de los tratamientos 2 y 3 man a niveles cercanos al del indicador que se escarta establecido en el nivel de competencia en el que impedita mantener un crecimiento superior al testigo para la poda afectado por la poda. El Cuadro Nº 18 muestra el incremento de la masa principal de los tratamientos 2 y 3. 4.4 Análisis de los DMSM DMR promedios y de la aceptabilidad de los árboles. 4.1.1 Evolución del DMSM De los 4 tratamientos se analiza la evolución que ha tenido el promedio vemos que sólo en

relación entre el incremento corriente y promedio para cada una de las variables mencionadas de los tratamientos en cuestión, vemos que son menores que las del tratamiento N° 1, evidenciando un menor vigor. Lo contrario ocurre si se consideran los tratamientos 4 y 5 en relación con el testigo, lo cual muestra en estos casos una concentración del crecimiento en los mejores árboles.

Entre las razones atribuibles a que el testigo haya tenido mejor comportamiento que los tratamientos 2 y 3 puede señalarse la característica de la poda aplicada al primero, que al ser de altura fija haya afectado en menor medida la evolución del estrato dominante.

Por otro lado la reducción de los índices de espaciamiento, Cuadros N° 9 y 10, que en el caso de los tratamientos 2 y 3 se aproximan a niveles cercanos al del testigo, podría indicar que se estaría estableciendo un nivel de competencia en esos tratamientos que impediría mantener un ritmo de incremento superior al testigo que ha sido menos afectado por la poda.

El Cuadro N° 18 muestra la planilla de incremento de la masa principal.

#### 4.4. Análisis de los DMSM, HDMSM y DMR promedios y de la forma o aceptabilidad de los árboles seleccionados

##### 4.4.1. Evolución del DMSM promedio

De los 4 tratamientos en los que se analiza la evolución que ha tenido el DMSM promedio vemos que sólo en el N° 2 y en el

N° 3 se lo ha podido mantener controlado en 15 cm o por debajo. Esto lo podemos observar en el Cuadro N° 19, donde se dan los valores alcanzados por esta variable en ambas podas.

En la columna correspondiente a los valores alcanzados en la 1ra. poda podemos observar que excepto en el tratamiento N° 5, en el resto superaban los 12,5 cm de diámetro razón por la cual se adoptó el criterio de mantenerlo controlado en 15 cm o por debajo.

Dado que todos los tratamientos exhiben un nivel similar de remoción de copa verde en ambas operaciones de poda y aplicadas en el mismo momento, el descontrol del tamaño del DMSM en los tratamientos 4 y 5 es atribuible a la menor densidad que exhiben, motivada por raleos más enérgicos. Determinando los incrementos periódico, corriente y tasas relativas anuales de incremento de dicha variable de la masa y estableciendo la relación de estos dos últimos y el tamaño del DMSM logrado en la 2da. poda, con la densidad se puede confirmar dicha apreciación (Cuadro N° 20 - Gráfico N° 2).

Como se puede visualizar en el gráfico, si para rodales de similares características aplicamos similares tratamientos de poda variando sólo la densidad, el tamaño del DMSM promedio de la masa se incrementa con cierta proporcionalidad con la disminución de la misma. La tasa anual y el incremento corriente aumentan en forma potencial bajo las mismas condiciones.

Este aspecto debe ser considerado si se reduce la densidad drásticamente, ya que a

**Cuadro N° 19:** Valores promedios del DMSM

Trat N°	1ra. PODA			2da. PODA		
	% remoc. de copa	DAP cm	DMSM cm	% remoc. de copa	DAP cm	DMSM cm
2	50	10,60	13,06	40	14,7	14,9
3	50	10,65	13,21	40	15,35	15,07
4	50	9,5	13,13	40	16,05	16,15
5	50	9,60	12,01	40	15,9	16,72

**Cuadro Nº 20:** Cuadro de incrementos DMSM

Trat. Nº	Inc. Periódico cm/año	Inc. Corriente cm/año	T. Relativa anual %	Densidad Nº árb/ha
2	1,84	0,92	6,8	700
3	1,86	0,93	6,9	500
4	3,02	1,51	10,5	300
5	4,71	2,35	18	200

la reacción natural que experimentaban los árboles podados a concentrar el crecimiento en los verticilos próximos a la base de la copa verde (Larson, 1965) debe sumársele el efecto mencionado, a fin de poder realizar un control preciso sobre el DMSM, que como veremos afecta también el diámetro de las ramas, parámetro estrechamente vinculado con el diámetro del verticilo.

El DMSM también está estrechamente ligado al DAP y la altura (H), Gráfico Nº 3, estableciéndose una relación de tipo lineal. La mayor dispersión que se observa en la relación DMSM/H, específicamente en los datos correspondientes a la 2da. poda, es atribuible al menor efecto que han tenido los tratamientos silvícolas sobre este

parámetro, estando por lo tanto el tamaño del DMSM más influenciado por el DAP que es más afectado al reducir la densidad.

El efecto de la densidad en esa relación se puede esclarecer si establecemos las relaciones entre los incrementos del DMSM y los incrementos del DAP y H para cada una de las densidades empleadas. En el Cuadro Nº 21 vemos que hay una tendencia a ser mayor la magnitud del incremento del DMSM por cada centímetro o metro de incremento del DAP o la altura respectivamente.

Establecida la relación Inc. corr. DMSM/ Inc. corr. DAP ó H con la densidad, Gráfico Nº 4, vemos que las variables empleadas presentan un alto grado de asociación, ajustándose una curva de tipo potencial.

**Cuadro Nº 21:** Relación entre los incrementos corrientes del DMSM con los incrementos corrientes en DAP y H

Trat. Nº	DMSM D	DAP Inc. Corr. cm/año	Relac. Inc. Inc. Corr. cm/año	H DMSM/DAP cm/cm	Relac. Inc. Inc. Corr. m/año	DMSM/H cm/m
2	700	0,92	2,05	0,45	1,53	0,60
3	500	0,93	2,37	0,39	1,26	0,74
4	300	1,51	3,27	0,46	1,33	1,13
5	200	2,35	3,15	0,75	1,38	1,38

D = Densidad

**GRAFICO N°2 = Relación entre el tamaño, la tasa anual e incremento corriente del DMSM y la Densidad**

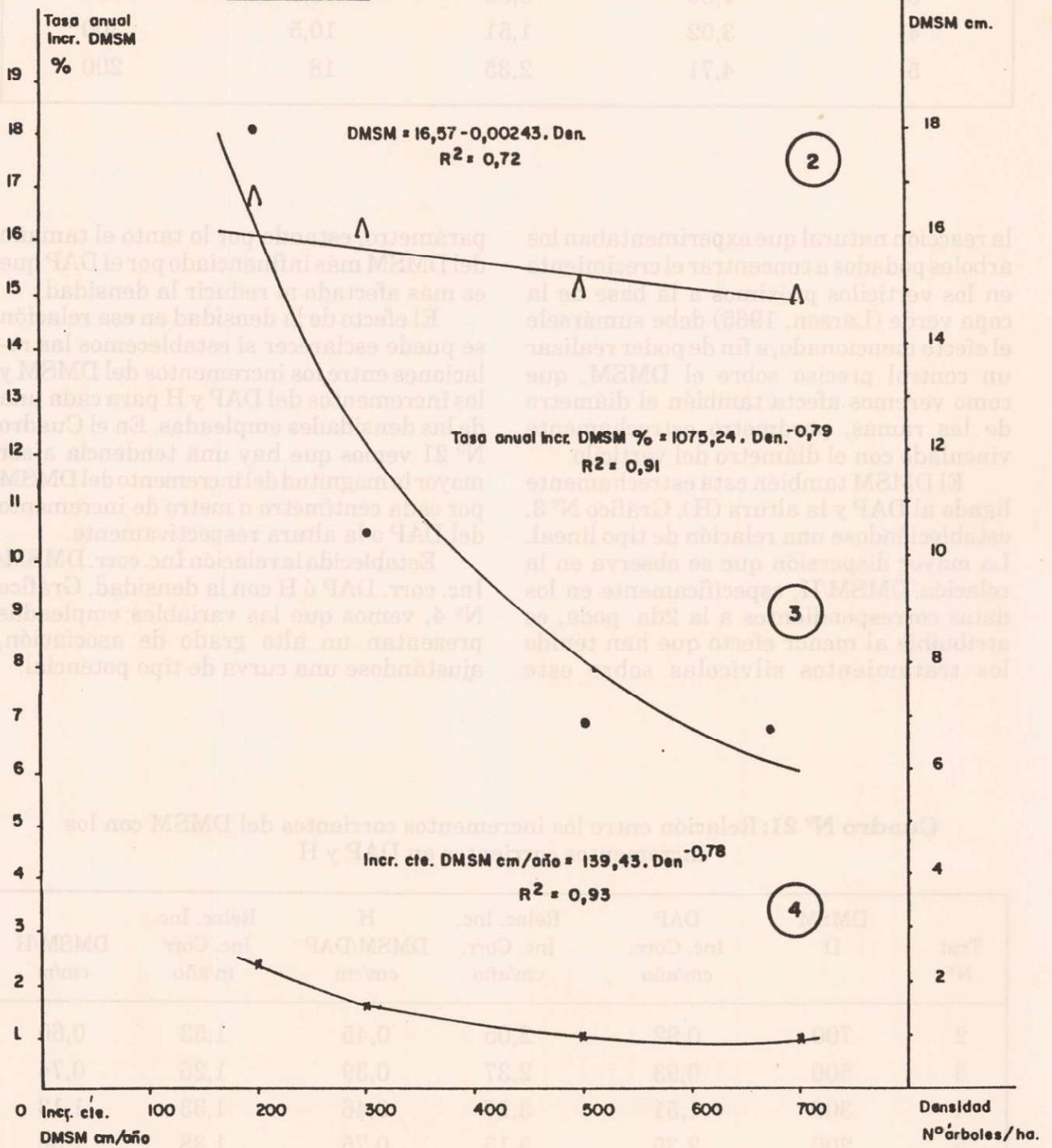


GRAFICO N° 3 : Relación entre el DMSM el DAP y la altura

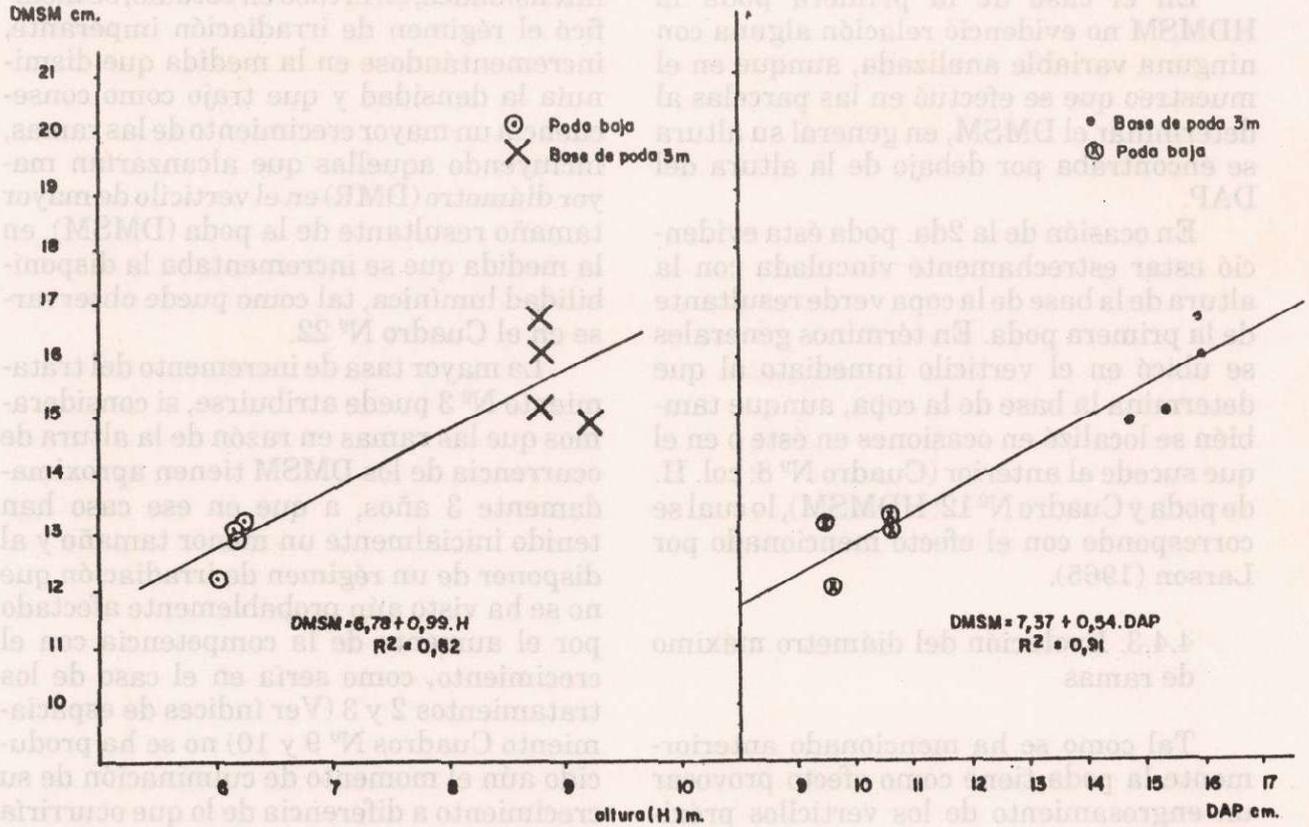
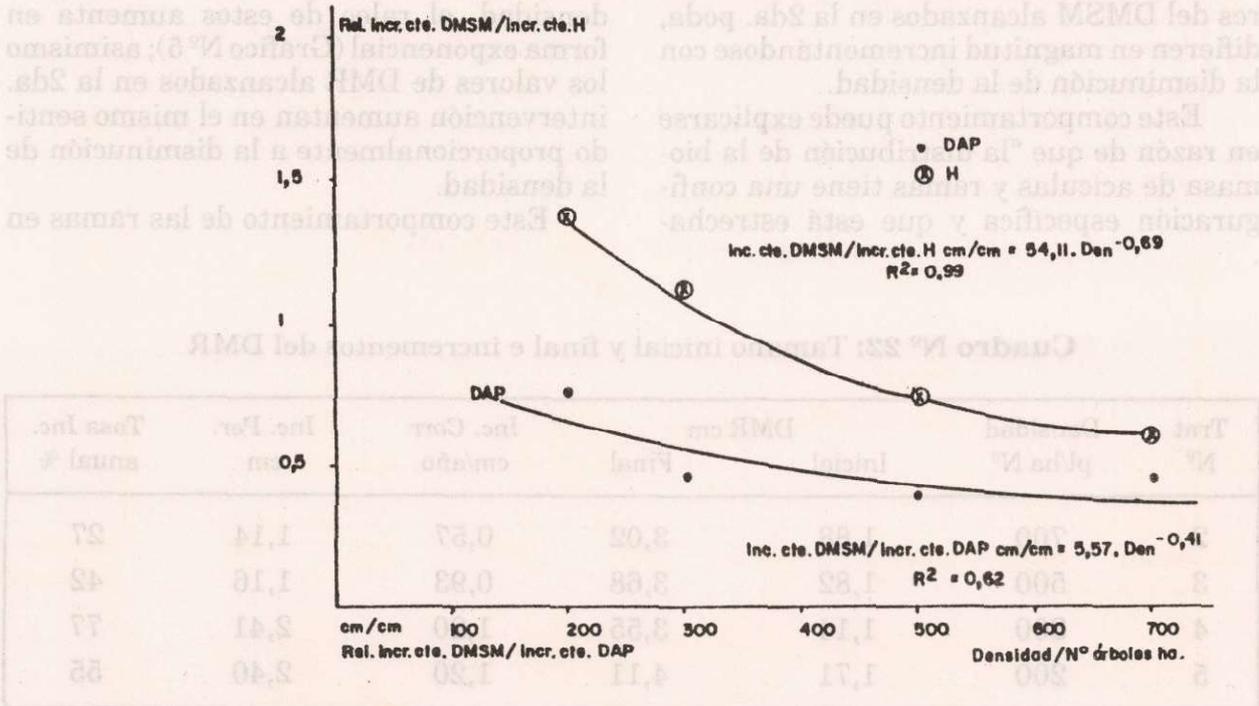


GRAFICO N° 4 : Relación del incremento cte. DMSM/Incremento cte. DAP o H



#### 4.4.2. Altura de ocurrencia del DMSM (HDMSM)

En el caso de la primera poda la HDMSM no evidenció relación alguna con ninguna variable analizada, aunque en el muestreo que se efectuó en las parcelas al determinar el DMSM, en general su altura se encontraba por debajo de la altura del DAP.

En ocasión de la 2da. poda ésta evidenció estar estrechamente vinculada con la altura de la base de la copa verde resultante de la primera poda. En términos generales se ubicó en el verticilo inmediato al que determina la base de la copa, aunque también se localizó en ocasiones en éste o en el que sucede al anterior (Cuadro N° 8: col. H. de poda y Cuadro N° 12: HDMSM), lo cual se corresponde con el efecto mencionado por Larson (1965).

#### 4.4.3. Evolución del diámetro máximo de ramas

Tal como se ha mencionado anteriormente la poda tiene como efecto provocar un engrosamiento de los verticilos próximos a la base de la copa verde, aunque en el presente caso a pesar de haberse aplicado similares niveles de poda, el engrosamiento de los mismos tal como lo reflejan los valores del DMSM alcanzados en la 2da. poda, difieren en magnitud incrementándose con la disminución de la densidad.

Este comportamiento puede explicarse en razón de que "la distribución de la biomasa de acículas y ramas tiene una configuración específica y que está estrecha-

mente relacionada con el régimen de irradiación solar" (Kurachi et al, 1986). Al promover la apertura del vuelo en distintas intensidades, en el caso en estudio, se modificó el régimen de irradiación imperante, incrementándose en la medida que disminuía la densidad y que trajo como consecuencia un mayor crecimiento de las ramas, incluyendo aquellas que alcanzarían mayor diámetro (DMR) en el verticilo de mayor tamaño resultante de la poda (DMSM), en la medida que se incrementaba la disponibilidad lumínica, tal como puede observarse en el Cuadro N° 22.

La mayor tasa de incremento del tratamiento N° 3 puede atribuirse, si consideramos que las ramas en razón de la altura de ocurrencia de los DMSM tienen aproximadamente 3 años, a que en ese caso han tenido inicialmente un menor tamaño y al disponer de un régimen de irradiación que no se ha visto aún probablemente afectado por el aumento de la competencia con el crecimiento, como sería en el caso de los tratamientos 2 y 3 (Ver índices de espaciamiento Cuadros N° 9 y 10) no se ha producido aún el momento de culminación de su crecimiento a diferencia de lo que ocurriría en el resto de los tratamientos.

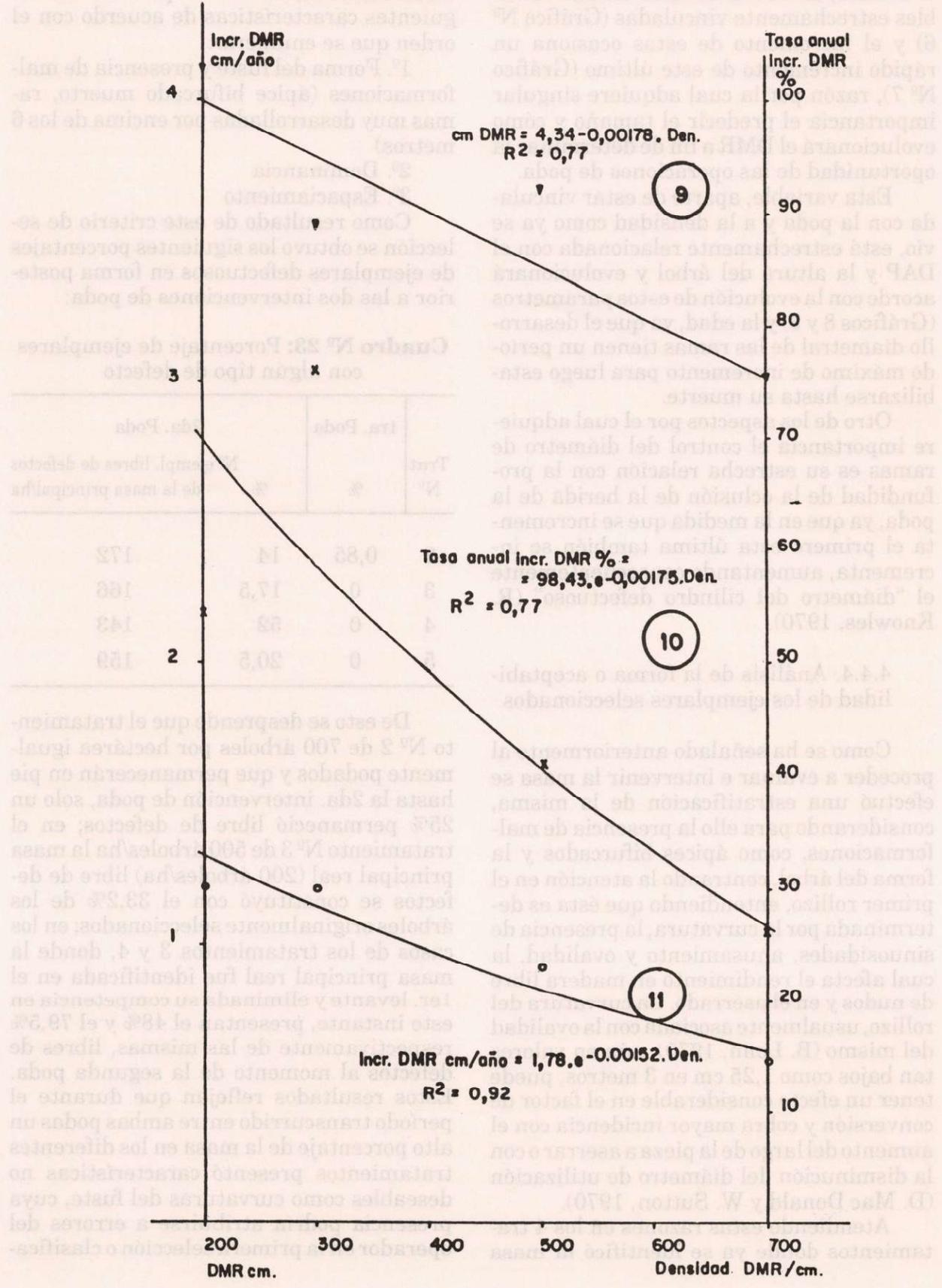
Al establecer la relación existente entre los incrementos del DMR y la densidad vemos que en la medida que disminuye la densidad, el raleo de estos aumenta en forma exponencial (Gráfico N° 5); asimismo los valores de DMR alcanzados en la 2da. intervención aumentan en el mismo sentido proporcionalmente a la disminución de la densidad.

Este comportamiento de las ramas en

**Cuadro N° 22:** Tamaño inicial y final e incrementos del DMR

Trat N°	Densidad pl/ha N°	DMR cm		Inc. Corr cm/año	Inc. Per. cm	Tasa Inc. anual %
		Inicial	Final			
2	700	1,88	3,02	0,57	1,14	27
3	500	1,82	3,68	0,93	1,16	42
4	300	1,14	3,55	1,20	2,41	77
5	200	1,71	4,11	1,20	2,40	55

**GRAFICO N° 5 : Relación entre la tasa anual, el incremento corriente y el tamaño alcanzado por el DMR con la densidad**



relación con la disponibilidad de luz ha tenido efecto sobre el tamaño alcanzado por el DMSM, en virtud de estar ambas variables estrechamente vinculadas (Gráfico N° 6) y el incremento de estas ocasiona un rápido incremento de este último (Gráfico N° 7), razón por la cual adquiere singular importancia el predecir el tamaño y cómo evolucionará el DMR a fin de determinar la oportunidad de las operaciones de poda.

Esta variable, aparte de estar vinculada con la poda y a la densidad como ya se vio, está estrechamente relacionada con el DAP y la altura del árbol y evolucionará acorde con la evolución de estos parámetros (Gráficos 8 y 9) y la edad, ya que el desarrollo diametral de las ramas tienen un período máximo de incremento para luego estabilizarse hasta su muerte.

Otro de los aspectos por el cual adquiere importancia el control del diámetro de ramas es su estrecha relación con la profundidad de la oclusión de la herida de la poda, ya que en la medida que se incrementa el primero esta última también se incrementa, aumentando consecuentemente el "diámetro del cilindro defectuoso" (R. Knowles, 1970).

#### 4.4.4. Análisis de la forma o aceptabilidad de los ejemplares seleccionados

Como se ha señalado anteriormente al proceder a evaluar e intervenir la masa se efectuó una estratificación de la misma, considerando para ello la presencia de malformaciones, como ápices bifurcados y la forma del árbol, centrando la atención en el primer rollizo, entendiendo que ésta es determinada por la curvatura, la presencia de sinuosidades, ahusamiento y ovalidad, la cual afecta el rendimiento en madera libre de nudos y en el aserrado. La curvatura del rollizo, usualmente asociada con la ovalidad del mismo (B. Lonn, 1970), aún en valores tan bajos como 1,25 cm en 3 metros, puede tener un efecto considerable en el factor de conversión y cobra mayor incidencia con el aumento del largo de la pieza a aserrar o con la disminución del diámetro de utilización (D. Mac Donald y W. Sutton, 1970).

Atendiendo estas razones en los 4 tratamientos donde ya se identificó la masa

principal real, (tratamientos 2, 3, 4 y 5) se empleó un criterio de selección, en las dos intervenciones, donde se priorizó las siguientes características de acuerdo con el orden que se enumeran.

1°. Forma del fuste y presencia de malformaciones (ápice bifurcado muerto, ramas muy desarrolladas por encima de los 6 metros)

2°. Dominancia

3°. Espaciamiento

Como resultado de este criterio de selección se obtuvo los siguientes porcentajes de ejemplares defectuosos en forma posterior a las dos intervenciones de poda:

**Cuadro N° 23:** Porcentaje de ejemplares con algún tipo de defecto

Trat N°	1ra. Poda		2da. Poda	
	%	N°	%	N°
2	0,85	14	17,5	172
3	0	17,5	52	166
4	0	52	143	143
5	0	20,5	159	159

De esto se desprende que el tratamiento N° 2 de 700 árboles por hectárea igualmente podados y que permanecerán en pie hasta la 2da. intervención de poda, solo un 25% permaneció libre de defectos; en el tratamiento N° 3 de 500 árboles/ha la masa principal real (200 árboles/ha) libre de defectos se constituyó con el 33,2% de los árboles originalmente seleccionados; en los casos de los tratamientos 3 y 4, donde la masa principal real fue identificada en el 1er. levante y eliminada su competencia en este instante, presentan el 48% y el 79,5% respectivamente de las mismas, libres de defectos al momento de la segunda poda. Estos resultados reflejan que durante el período transcurrido entre ambas podas un alto porcentaje de la masa en los diferentes tratamientos presentó características no deseables como curvaturas del fuste, cuya presencia podría atribuirse a errores del operador en la primera selección o clasificación.

GRAFICO N° 6 : Relación DMR / DMSM

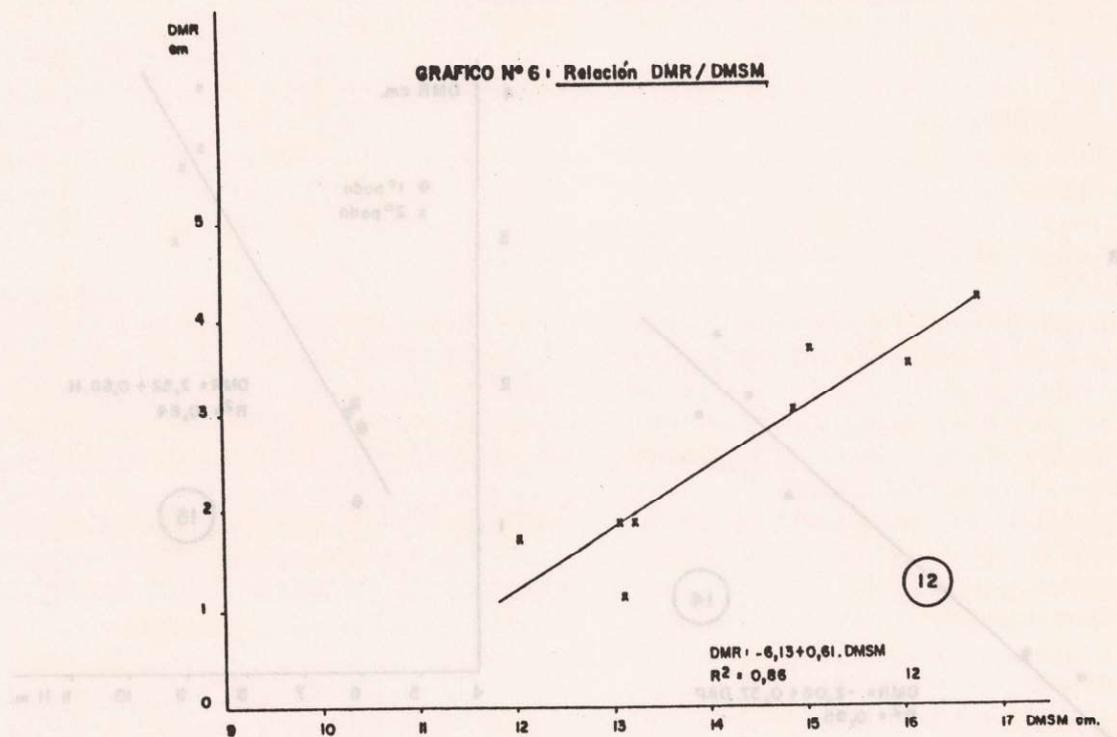


GRAFICO N° 7 : Relación entre el incremento del DMR y el incremento del DMSM

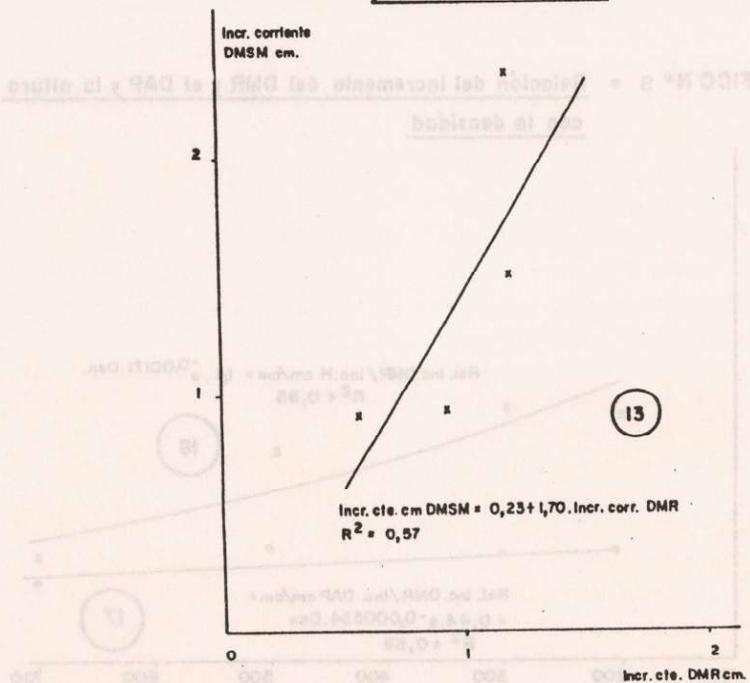


GRAFICO N° 8 = Relación del DMR con el DAP y la altura.

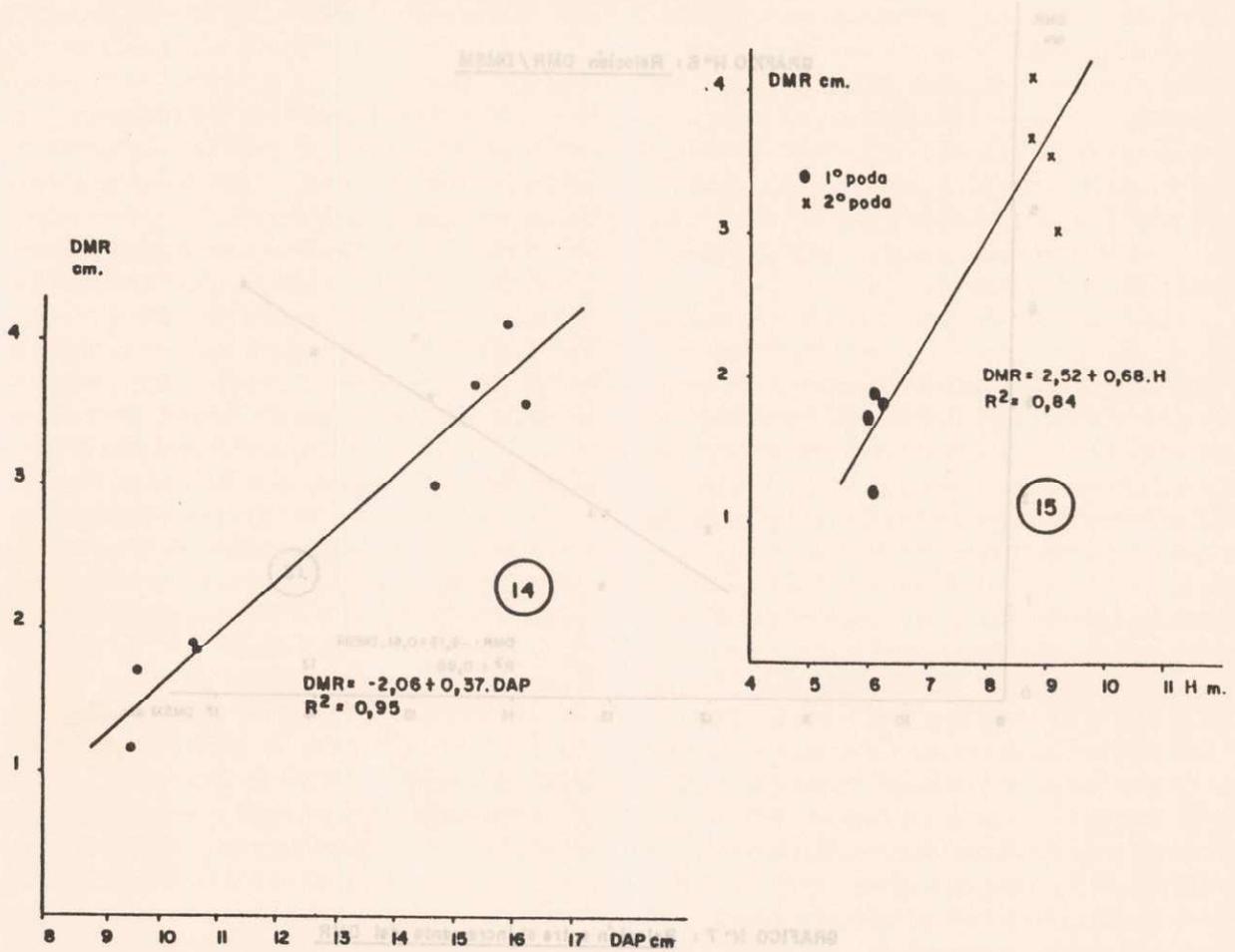
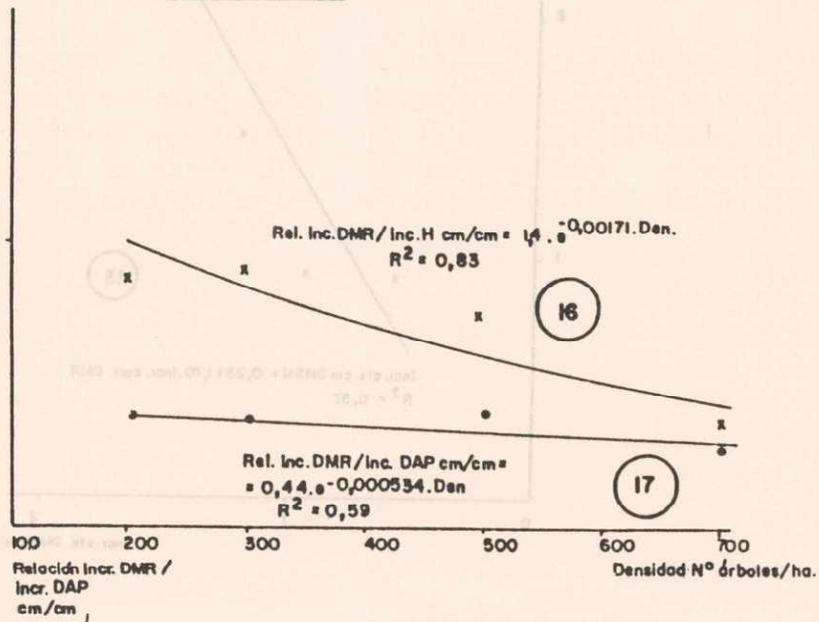


GRAFICO N° 9 = Relación del incremento del DMR y el DAP y la altura con la densidad



ción o a agentes como el viento (K. Chandler, 1970) etc. aunque su causa es incierta, ápices bifurcados o la presencia de ramas laterales de gran tamaño por encima de los 6 metros, lo cual evidencia que en ninguno de los tratamientos con el sistema de selección establecido fue posible garantizar el logro de la identificación de la masa principal con el número de árboles deseado totalmente libre de defectos.

La causa principal radica en haber priorizado al mismo nivel tanto la forma del fuste, como la presencia de ápices bifurcados o de ramas laterales de gran tamaño; ya que el primer defecto es permanente y los otros pueden subsanarse mediante una poda correctiva o bien la evolución misma de la masa puede provocar la superación de estos problemas, que por otra parte en el caso de ramas de gran desarrollo, están afectando la 2da. troza, que no tiene el valor de la primera. M. Valentine y J. Tustin (1970) sostienen como criterio de aceptabilidad para la selección de árboles, en primer término la rectitud del fuste, en segundo término el vigor y en tercer término la presencia de bifurcaciones del ápice o ápice muerto. Sin embargo, dado que el vigor puede manejarse con el espaciamiento, es factible utilizar como criterios: 1º) la forma; 2º) ápices bien formados y 3º) el vigor.

Para completar el número de árboles deseado para arribar a la corta final se utilizó el criterio sustentado por M. Valentine y J. Tustin.

En cuanto al espaciamiento en el primer levante de poda y raleo se actuó independientemente de él, Valentine y Tustin (1970) para *P. radiata* D. Don, señalan que durante los primeros años de desarrollo este aspecto no tiene la importancia que se le dio en el pasado. Al proceder a efectuar el 2do. levante de poda se continuó actuando en forma independiente del espaciamiento a fin de poder captar todos los árboles de mejor forma existentes en la masa, aunque lo deseable hubiera sido efectuar la selección utilizando un criterio sistemático, a fin de lograr un espaciamiento homogéneo que permita prevenir efectos de competencia con la futura evolución del rodal.

Considerando que no se poseen evidencias de que el estrés provocado por la poda

actúe como factor que aumente o disminuya la presencia de anomalías, ni que tampoco la zona está constantemente azotada por fuertes vientos, estas pueden ser atribuibles a la calidad genética del material, semilla de origen comercial proveniente de plantaciones del país. Este inconveniente debe ser subsanado en un futuro cercano con material proveniente de huertos semilleros de orígenes selectos que también garanticen mayores tasas de crecimiento. También la apertura violenta del vuelo pudo haber provocado el engrosamiento exacerbado de algunas ramas. Otra de las causas ya mencionada pudo estar originada en una mala interpretación del personal involucrado en la selección de las prioridades, errores en la determinación de malformaciones, dudas al seleccionar entre árboles de similar estatus o diferencias de criterio en la jerarquía asignada al tipo de malformación. Este tipo de inconvenientes fueron identificados en Nueva Zelanda trabajando con *P. radiata* D. Don (W. Sutton y Drewett, 1970; R. Wylie, 1970) lo que originó una serie de ensayos y cursos que permitieron precisar con mayor claridad los límites de aceptabilidad de una característica específica del árbol.

En el presente caso dado que el ensayo no fue realizado a fin de ajustar técnicas de selección no permite extraer recomendaciones concluyentes en este aspecto, pero considerando que la selección fue realizada independientemente del esparcimiento, por la cual el mejor material fue cortado, y la experiencia del personal actuante, que induce a pensar que el factor humano tuvo menor incidencia, podemos presuponer: 1º) La calidad del material genético empleado permite obtener entre 150 a 170 árboles/ha de buena forma y sin la presencia de ápices bifurcados u otro defecto, dominantes o codominantes; 2º) no sería conveniente invertir en la poda alta de un número muy superior a 200 árboles por hectárea ya que se deberá incluir porcentajes crecientes de árboles cuyos fustes presenten curvaturas; dado que la vaina de madera libre de nudos que recubre el cilindro defectuoso estará repartida en un mayor número de árboles, será menor el rendimiento individual (considerando turnos si-

milares) y mayores las pérdidas en el aserrado debido a esos defectos, aparte del mayor costo de la poda. El tratamiento N° 4, donde la masa principal es de 300 árboles/ha presenta casi el 50% de sus ejemplares con algún tipo de defecto. En Nueva Zelanda para los regímenes directos, que buscan maximizar el rendimiento de madera libre de nudos en *P. radiata* D. Don, se ha indicado la densidad final de 200 árboles/ha luego de exhaustivos análisis económicos (D. O'Brien, 1980), concentrando en ellos el crecimiento.

## 5. CONCLUSIONES

### 5.1. Relación entre el incremento en área basal y la longitud de copa verde

La estructura de copa de la masa, que en el presente caso ha sido expresada en km de copa verde por hectárea (L.C.V.), dada la simpleza de su medición en contraste con la determinación del volumen de copas o su densidad u otra medida que la exprese, tiene un alto grado de asociación con el incremento corriente en área basal. Resultando por lo tanto en una expresión práctica para estimar la respuesta a tratamientos de raleo y poda, que son modificaciones de la estructura de la canopia (H. Fassola, 1988).

El tipo de relación existente entre la L.C.V. y el A.B. ha sido de carácter lineal. Dicho tipo de relación sucede en rodales jóvenes o adásicos con relativamente escasa biomasa foliar, pudiendo tornarse curvilínea con el incremento de esta (P. Comeau et. al., 1986).

Esta linealidad indica ante una reducción de la L.C.V. o viceversa que el incremento en área basal disminuirá o aumentará en determinada proporción. También se puede interpretar que por debajo de los 3,2 km/ha de L.C.V. los árboles se han desarrollado en condiciones prácticamente de libre crecimiento aunque para rodales de características similares a los estudiados, dichas condiciones, si nos basamos en la evolución de las ramas, se producirían en los tratamientos 4 y 5.

Mayor información permitirá en el futuro implementar modelos de crecimiento a

nivel rodal, utilizando este parámetro para predecir el crecimiento, que ayuden a una toma de decisiones correcta en cuanto a oportunidad y cuantía de las intervenciones silvícolas tempranas como las podas, a fin de obtener el máximo de beneficio.

### 5.2. Efecto de los tratamientos en los principales parámetros de masa (A.B., D.A.P., Tamaño del árbol promedio, volumen total, L.C.V.)

El tratamiento N° 1 (testigo), donde no se aplicó raleo al momento de la 1ra. poda y esta fue de altura fija (2,10 m) si es analizado tomando en consideración la totalidad de la masa podríamos afirmar que ha tenido una evolución menos satisfactoria que la del resto de los tratamientos.

Pero si consideramos que todos los ejemplares no han de llegar al turno y efectuamos un análisis de una "masa principal supuesta", en este caso compuesta de los 200 ejemplares dominantes/ha, veremos que en ese tratamiento en los dos años subsiguientes a su implementación ha tenido mejor comportamiento que el tratamiento N° 2 y levemente superior al tratamiento N° 3. Debe hacerse la excepción al considerar la evolución de la longitud de copa verde y la altura total, tanto de la totalidad de la "Masa principal supuesta", ya que todos los tratamientos con podas al 50% de la altura del árbol han exhibido mejores tasas de recuperación de la copa y de la altura que el testigo aunque no significativas, pudiendo atribuir este comportamiento a la poda de carácter más enérgico que en ellos fue aplicado (H. Fassola, 1988).

El mejor comportamiento de la "masa principal" del tratamiento N° 1, en relación con los tratamientos 2 y 3, surgiría del tipo de poda aplicado. Esta al ser de "altura fija" ha afectado en mayor medida a los ejemplares de los estratos más bajos, mientras que los dominantes o codominantes se han visto menos alterados o beneficiados por el efecto que ha tenido la poda en los estratos inferiores (S. Brandan, y H. Fassola, informe en preparación).

De acuerdo con los resultados obtenidos si se desea arribar a un rollizo podado de más de 5 m de longitud en dos operaciones

de poda la primera afectando un 50% de la L.C.V. cuando la altura de la masa identificada para arribar a corta final tiene una altura de 6 m, es conveniente aplicar en ese momento un raleo, reduciendo el número de árboles por hectárea a valores situados por debajo de 500 árboles hasta unos 400 árboles por hectárea, a fin de evitar eventuales pérdidas de crecimiento y mantener un mejor control del diámetro de ramas y permitir una mejor selección en la 2da. poda.

### 5.3. Métodos de selección de árboles aceptables

Aunque este ensayo no fue realizado para evaluar métodos de selección, basándonos en la experiencia recogida, se entiende que se deberían ensayar los siguientes criterios:

- a) 1. Forma del fuste
  2. Vigor
  3. Apice bien formado, características de las ramas
  4. Espaciamiento
- b) En segundo lugar priorizar la forma del ápice y en tercero el vigor.

Con respecto al primer punto debe recordarse que dicho aspecto es el más importante ya que es permanente, y podar árboles que por debajo de los 6 m presentan curvaturas afecta en diverso grado la rentabilidad.

En relación con la dominancia sería necesario efectuar estudios a fin de determinar si se producen cambios en la misma y en qué proporción ello ayudaría en la tarea de selección ya que ante un codominante que presente mejor forma que un dominante se podría optar por el primero, pues existirían posibilidades, si los estudios así lo revelan, que con la evolución del rodal un porcentaje de ellos pase al estrato superior.

La característica de las ramas debe considerarse por encima de la altura de la poda, al igual que en el caso del ápice bifurcado cabe la posibilidad que con la evolución del rodal el problema sea subsanado o actuar preventivamente.

En cuanto al espaciamiento sería con-

veniente actuar en forma independiente de él con el objeto de captar los mejores ejemplares de la masa en la 1ra. poda; en la 2da. poda a fin de evitar posteriores efectos de competencia, contribuir con el desarrollo de ejemplares de menor vigor; en el caso que sean seleccionados por su forma y evitar grandes claros en el bosque es preferible adoptar un sistema de selección sistemático.

En relación con el número de ejemplares en los que se ha de practicar poda alta, de acuerdo con los resultados obtenidos en cuanto a cantidad de árboles bien formados existentes por ha, preventivamente no sería recomendable superar los 200 árboles/ha. En caso de superar esa densidad debe analizarse cuidadosamente la posibilidad de invertir en esta actividad, de costo elevado, en árboles cuyo rendimiento en madera libre de nudos se vea afectado. En el caso de los tratamientos directos deberían realizarse estudios con densidades menores que permitan cumplimentar sistemas silvopastoriles en forma permanente.

Una densidad de 200 árboles/ha lo permitirá aproximadamente hasta que la masa tenga una altura dominante cercana a 14-16 m, con un índice de espaciamiento de alrededor de 50%, momento en que se comenzaría a cerrarse el vuelo.

### 5.4. Control del DMSM, altura de ocurrencia y DMR

Con el tratamiento N° 2 se podría considerar que fue posible controlar el DMSM en los valores establecidos al igual que el tratamiento N° 3 que exhibe valores cercanos. Estos resultados serían satisfactorios, si a la par de maximizarse el crecimiento en esos tratamientos, el valor del DMSM obtenido reflejara el diámetro del "Cilindro Defectuoso". Este, por definición, a la vez de estar supeditado al DMSM que define el diámetro del "Cilindro Nudoso", también depende de las curvaturas del fuste y de la profundidad de la oclusión de la herida de la poda, la cual dependerá del diámetro de las ramas, la eficiencia del operario que efectúe la poda y del instrumento con que se la ejecute. Siendo por lo tanto necesario iniciar estudios acerca de estos aspectos.

El DMSM es la variable sobre la que se puede ejercer control y mensurar fácilmente aspectos sumamente importantes tanto para definir tratamientos silvícolas como para efectuar correctas valoraciones del monte si esta variable fue registrada al tiempo de la poda.

En relación con la predicción del tamaño del DMSM, como se ha visto, está estrechamente vinculado con el DAP, altura, altura de poda, y al DMR, siendo este último un elemento de gran importancia ya que también refleja el efecto de la densidad, amén de influir en la cicatrización de la herida. La determinación del incremento de esta variable es un parámetro valioso a fin de determinar el momento oportuno para aplicar la poda.

La altura de ocurrencia del DMSM está estrechamente ligada a la altura de poda, excepto en la primera poda que por lo general está por debajo de 1,3 m.

### 5.5. De los tratamientos aplicados

#### 5.5.1. Tratamientos con producciones intermedias (Nº 1 y 3)

Dado el estado en que se encuentran no es factible brindar recomendaciones definitivas, aunque se puede efectuar las siguientes consideraciones:

##### Tratamiento Nº 1 (testigo):

Este tratamiento, que ha sido adoptado por la empresa propietaria del monte donde se efectuó el ensayo, propone efectuar un raleo a desecho al momento de la segunda poda, la cual, independientemente de la oportunidad, sería una decisión acertada ya que la zona no ofrece mercado para ubicar pequeños diámetros, permitiendo un mejor desarrollo de los ejemplares de mayor vigor. La oportunidad en que se aplicará el raleo obviamente incrementará el costo de la operación en relación a si se hubiera aplicado en la primera poda, aunque permite una mejor selección de árboles a podar y también inferir el comportamiento de un tratamiento directo si en el mismo es supuesto hasta la última poda.

##### Tratamiento Nº 3:

En el presente caso, donde se planeó la

primera poda en 500 árboles/ha raleando el resto y la segunda poda selectiva sobre 200 árboles/ha, permaneciendo la masa complementaria en pie hasta ser realizada en cortas intermedias comerciales, se puede considerar que con ligeras variaciones en la densidad se podía mantener la tasa de incremento de la masa principal posterior a la remoción del 50% de la L.C.V. por encima de la del testigo. En cuanto al control del tamaño del "Cilindro Defectuoso" sería necesario anticipar la segunda poda. De cualquier modo no es recomendable aplicar un esquema como el propuesto hasta tanto no se conozca la reacción de los árboles podados en la segunda ocasión, ya que es presumible que se vea afectado su crecimiento debido a la competencia de la masa complementaria y al nivel de poda aplicado, pudiéndose prolongar por lo tanto el turno.

#### 5.5.2. Tratamientos directos

Con estos tratamientos, en sitios similares de la zona central de la provincia de Corrientes, si se emplea un esquema de 2 levantes de poda es posible mantener controlado el DMSM en 15 cm o menos y concentrar el crecimiento de la masa principal siguiendo estas recomendaciones generales:

Primera poda sobre 400 ejemplares, raleando el resto, hasta 3 metros de altura, cuando la masa principal, estimada en 200 árboles/ha tienen 6 m de altura (DMSM = 13 cm; DMR = 1,6 cm) 50% de la remoción de L.C.V.

Segunda poda sobre 200 ejemplares, raleando el resto, hasta una altura de 5,5 m o 6 m, cuando la masa principal tiene una altura de 8,5 m (DMSM = 15 cm; DMR = 3 cm) 45% o 50% de remoción de L.C.V.

Estos valores fueron estimados utilizando las funciones 5, 12 y 8, las que habrá de perfeccionar en el futuro.

Dado que la distribución del crecimiento en altura no es uniforme a lo largo del año, se puede mejorar el control del DMSM verificando el DMR.

Operando con este esquema si nos guiamos por la ecuación Nº 1 surge una gran concentración del crecimiento en los mejores pies, lo cual implicaría una maxi-

mización del rendimiento libre de nudos en turnos cortos. De cualquier modo es necesario obtener mayor información y establecer los estudios de rentabilidad correspondientes; debiéndose considerar en ellos no sólo la actividad silvícola, sino también los costos de aprovechamiento e industrialización.

La alternativa de obtener DMSM menores al prefijado, en este caso como límite superior, i.e.: 12,5 cm, trae aparejado mayor número de levantes de poda ya que la intervención debe realizarse en forma más temprana. Si bien esto supuestamente encarece la operación, debe considerarse que se cortan ramas más finas y el volumen de copa removido en cada operación es menor y por lo tanto mayor el incremento. Por lo que una diferencia de costo pequeña si es acompañada de un mejor rendimiento puede ser una mejor alternativa económica. W. Sutton (1972) en estudios de rendimiento en madera libre de nudos estableció que para 1 cm de incremento del DMSM es necesario incrementar en 2,5 cm el DAP final a fin de obtener el mismo rendimiento en madera libre de nudos. Nuevos ensayos podrán arrojar luz sobre el tema.

Otra alternativa a estudiar es retrasar la primera poda y arribar a los 5,5 o 6 m en un solo levante, pero no sería recomendable para la zona.

Un efecto que puede provocar la apertura violenta del vuelo y la poda es la aparición de brotes epicórmicos, a los cuales conviene eliminar.

Por último hay que destacar que estos tratamientos no están basados en una concepción que busca reducir los costos sino por el contrario, a fin de aumentar los beneficios, éstos se incrementan. Si bien las prácticas silvopastoriles que los pueden acompañar en forma intermitente o permanente ayudan a contrarrestar los gastos que originan la poda y los raleos, a los que hay que retirar o chipear para incorporar M.O. al suelo. Personal mal entrenado o con instrumentos de poda deficientes pueden hacer fracasar los objetivos en la producción forestal.

#### COLABORADORES

Colaboradores en tareas de campo: Ingenieros forestales: P. Delvalle; H. Iza; H.

Reboratti e Ingeniero agrónomo J. Aparicio; Licenciado C. Patiño

Colaboradora en tareas de gabinete: Ingeniera agrónoma S. Brandan

#### AGRADECIMIENTOS

Sr. Manfredo Zechs (propietario del monte); COFIRENE S.A.; Sector Estadística (IFONA); Srta. Elena Zivelonghi y Sr. Carlos Cabrera, dactilógrafos (IFONA) y Mirta Medvescig y Mabel Strada, dibujantes (IFONA)

#### BIBLIOGRAFIA

COMEAU P. y KIMMINS J. The relationship between net primary production and foliage nitrogen content, and its implications in the modelling of forest ecosystems: R. study of logdepole pine. Crown and canopy structure in relation to productivity Pág. 202 - 1986. IUFRO.

CHANDLER, K. Site limitation on pruning and thinning. Pruning and thinning practice. FRI Symposium N° 12 - Vol. 2. Pág 18 pp. 85 - 1970.

DAY, R y GONDA, H. The crop planning method to improve the yield of slash pine plantations in Misiones.

FASSOLA, H. Respuesta del *P. caribaea* var. *caribaea* a la aplicación de tratamientos silvícolas directos. IFONA - 1989. Inédito.

FENTON, R. New approaches in softwood silviculture. Tomo II. Acta VII Congreso Forestal Mundial. Pág. 1568/72. Buenos Aires 1972.

KNOWLES, R. Oclusion Defect in pruned *P. radiata* logs. - P.T.P. FRT Symp. N° 12. Vol. 12. P. N° 33. Pág. 145 - 1970.

KURACHI, M.; AKIO, H. y KAZUD, H. Distribution of leaf and branch biomass density within a crown of japanese larch and its relationships to primary production analysis by sainomecutting. Crown and canopy structure in relation to productivity. Pág. 308. IUFRO - 1986.

LARSON, P. Stem form of young *Larix* influenced by wind and pruning. Forest Science. Vol. II, N° 4. Pág. 412/23 - 1965.

LOESTSCH, F; ZOHRER, F. y

HALLER, K. E. - Forest Inventory - Vol. II. Pág. 246 - Munich - 1973.

LONN, B. Quality specifications - Sawlogs, export and peeler logs. P.I.P. FRI Symp. N° 12. Vol. 2. Pág. 28.

MAC DONALD, D. y SUTTON, W. The importance of sweep in sowlogs, a theoretical consideration. P.T.P. FRI. Symp. N° 12. Vol. 2. Pág. 37.

MARIOT, N. Tabla local de volumen para *P. elliotii* en montes implantados en la Provincia. Actas Iras. Jornadas Técnicas sobre Bosques Implantados en el Noreste Argentino. U.N.A.M. Pág. 181. 1982.

OBRIEN, D. Economics of spacing, respacing and thinning. Growing space in conifers crops, sup. to Irish Forestry. Vol. 37, N° 2. Pág. 77/96. 1980.

OLIVARES, B. y MENESES, M. Diseño de un simulador de poda en Chile. *P. radiata*, Investigación en Chile. Tomo II, Pág. 76/85. U.A. Ch. Fac. Cs. Forestales - 1985.

RADIATA PINE TASK FORCE. Silvicultural Stand Model. Silmod appreciation Seminar. Early growth model. Pág. 3 - 1982.

STOHR, G; BAGGIO, E. y FABER, J. Green Pruning of *P. taeda* and its influence as growth in Paraná-Brasil. Simp. sobre Situación y Mejoramiento Genético de Especies Forestales - CIEF - Buenos Aires. Tomo IV. Pág. 138. 1987.

SUTTON, W y DREWEIT, L. A comparison of low pruning selection methods in radiata pine. P. N° 37. Pág. 152. P.T.P. FRI N° 12. Vol. N° 2 - 1970.

TINTO, J. Frecuencia e intensidad de anomalías en madera aserrada de especies forestales cultivadas. Simposio sobre Situación y Mejoramiento Genético de Especies Forestales. CIEF. Buenos Aires. Tomo II. Pág. 237 - 1987.

TWADDLE A.A. y GOULDING, G. 1989. Improving profitability by optimizing log-making. May. 89, NZ Forestry, 17-23.

VALENTINE, M. y TUSTIN, J. Aspect of tree acceptability, form and site genotype interactions P.T.P. FRI Symp. N° 12. P. N° 27. Pág. 116 - 1970.

WYLIE, R. Notes on the development of the tree selection booklet P.T.P. FRI Symp. N° 12. P. N° 41. Pág. 156 - 1970.