

Instituto
Nacional de
Investigación
Agropecuaria

U R U G U A Y

JORNADA

SILVICULTURA PARA MADERA

SOLIDA EN EUCALIPTOS Y PINOS

**PROGRAMA NACIONAL DE INVESTIGACION
EN PRODUCCION FORESTAL**

Setiembre, 2007

**Serie Actividades
de Difusión N°. 508**



PROGRAMA NACIONAL FORESTAL



JORNADA FORESTAL

**SILVICULTURA PARA MADERA SÓLIDA
EN EUCALIPTOS Y PINOS**

5 de setiembre de 2007

INDICE

	Página
ENSAYO DE PODAS Y RALEO DE <i>E. grandis</i> EN RIVERA. ETAPA 1. EVALUACION Y CRECIMIENTO E INCREMENTO A LA EDAD DE 6 AÑOS.	1
Magdalena Pelufo y Ana Rosa Vázquez	
ENSAYO DE PODA EN <i>Pinus taeda</i> EN “LA TUNA”	8
Juan Pedro Posse	
ENSAYO DE ESPACIAMIENTO EN <i>E. grandis</i> EN “LOS MOROS”	13
Juan Pedro Posse	
EVALUACIÓN DEL EFECTO DE PRACTICAS DE MANEJO SILVICULTURAL SOBRE EL CRECIMIENTO DE <i>Eucalyptus grandis</i>	17
I. Evaluación a los 14 años de diferentes esquemas de raleo para <i>Eucalyptus grandis</i>	17
Fernando Resquin, Cecilia Rachid y Zohra Bennadji	
II. Efecto de la intensidad de la poda en <i>E. grandis</i> al séptimo año de crecimiento.....	27
Fernando Resquin, Cecilia Rachid y Zohra Bennadji	
III. Evaluación al séptimo año de distintos esquemas de raleo en <i>E. grandis</i>	35
Fernando Resquin, Cecilia Rachid y Zohra Bennadji	

ENSAYO DE PODAS Y RALEOS DE *Eucalyptus grandis* EN RIVERA. ETAPA 1.
EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO E INCREMENTO A LA EDAD DE 6 AÑOS

Magdalena Pelufo, Ana Rosa Vazquez¹

INTRODUCCIÓN

Eucalyptus grandis, es una de las latifoliadas más utilizadas en forestaciones comerciales en Uruguay; por su rápido crecimiento y buena conformación. Ocupa una superficie de 158 871 ha, que representa aproximadamente un 24% del total de especies exóticas implantadas bajo proyecto en el país.

Los productos maderables obtenidos de las plantaciones de *Eucalyptus* han sido tradicionalmente comercializados con bajo valor agregado como rollizos para pulpa, combustible o postes. A los efectos de obtener productos de mayor valor y calidad para madera sólida, es necesario aplicar tratamientos silvícolas, como podas y raleos. Estos tratamientos son complementarios en el régimen silvícola, entre otras razones porque la poda tiene como objeto controlar la presencia de nudos y defectos anatómicos en la madera y el raleo permite mantener un máximo incremento en diámetro de los árboles podados.

OBJETIVOS

Estudiar la evolución de crecimiento de *Eucalyptus grandis* cultivado en el departamento de Rivera hasta la edad de 6 años, bajo 18 tratamientos; cada uno de éstos representa una combinación de alternativas de aplicación de poda y raleo.

Evaluar los efectos de 18 tratamientos en ejecución sobre variables dendrométricas promedio a la edad de 6 años.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de sitio experimental

El ensayo fue instalado en 2001 en una plantación de *Eucalyptus grandis* del año 2000, propiedad de la empresa COLONVADE S.A., en el Establecimiento "Ríos", departamento de Rivera. Se sitúa en los 34,31°13'06" de latitud Sur y 55° 48'40" de longitud Oeste.

El sitio experimental se ubica sobre suelos de la Unidad Rivera. Los suelos dominantes son Acrisoles Ocrícos Abruptícos Arenosos y Acrisoles Ocrícos Típicos Arenosos y al grupo CO.N.E.A.T. 7.2. Este presenta un relieve de colinas, con nula pedregosidad y rocosidad. El drenaje y la profundidad son moderados, las pendientes oscilan entre 10-15%. Los suelos son de textura Franco-Arenosas, de baja fertilidad.

Descripción del ensayo

El diseño experimental utilizado en el ensayo es bloques completos al azar e incluye 18 tratamientos en 3 bloques. Los tratamientos combinan cinco calendarios de raleo y cinco calendarios de poda (Cuadro 1).

Los calendarios de raleo aplicados a la fecha son a) testigo sin ralear; b) raleo de 50% de los árboles a la edad de 1 año; c) raleo de 33% de los árboles a la edad de 1 año; d) raleo de 47% de los árboles a la edad de 4 años y d) raleo aún no definido.

Los calendarios de poda comprenden tres intervenciones a edades 1, 2 y 3 años, hasta una altura total podada de 9 m. La severidad de poda fue definida por más de un criterio en los diferentes niveles. En el nivel 1, se podó una

¹ Estudiantes en Tesis de la Facultad de Agronomía - UdelaR

longitud de 3 m, equivalente a una troza en cada etapa. En el nivel 2, se podó desde la base hasta dejar 3 m de copa viva en la primera intervención y a los dos años, se repitió el procedimiento. En el nivel 3, se podó dejando 4 m de copa remanente el primer año y 3 m en las siguientes. En el nivel 4, la longitud de copa remanente es 5 m en la primera poda y 4 m en las restantes. En términos de porcentaje de extracción de copa viva, la severidad puede expresarse como a) poda 0, testigo sin podar; b) poda 1, 40–37–32; c) poda 2, 60–0–60; d) poda 3, 50–35–35 y e) poda 4, 40–20–15.

Se estudió diámetro a la altura del pecho (*DAP*), altura total (*Ht*) y volumen total (*Vt*) entre 2002 y 2006.

Cuadro 1: Tratamientos de poda y raleo

Tratamiento			Año							
Nº	Raleos	Podas	2001	2001	2002	2003	2004	2006	2008	2010
1	0	0								
2	1	0	500						300	
3	2	0	670					400		250
4	3	0					530	230		
5	4	0	No definido							
6	1	1	500	40	37	32			300	
7	2	1	670	40	37	32		400		250
8	3	1		40	37	32	530	230		
9	4	1	No definido	40	37	32				
10	1	2	500	60		60			300	
11	2	2	670	60		60		400		250
12	3	2		60		60	530	230		
13	1	3	500	50	35	35			300	
14	2	3	670	50	35	35		400		250
15	0	3		50	35	35				
16	1	4	500	40	20	15			300	
17	2	4	670	40	20	15		400		250
18	0	4		40	20	15				

El peso de raleo se expresa en términos de número de árboles/ ha remanentes (cifras en color)

La severidad de poda se expresa en porcentaje de remoción de copa verde (cifras en negro)

En el nivel de poda 2, se podó un número equivalente a 225 árboles dominantes por hectárea.

Procesamiento de datos

Se realizó en primera instancia un análisis descriptivo, en el cual se constató una alta proporción de individuos muertos en pie. Por esto, se realizó un análisis secuencial. En éste intervenían por un lado la distribución marginal de individuos muertos y por otro, la distribución condicional de parámetros dasométricos asociados a la supervivencia.

A los efectos del análisis estadístico para las variables dendrométricas, se definió como unidad experimental a la parcela efectiva. Se analizó entonces el valor promedio de cada variable, calculado sobre los árboles vivos en cada parcela efectiva. No se consideró definir al árbol como unidad experimental, a los efectos de evitar un modelo desbalanceado, de difícil análisis e interpretación.

RESULTADOS Y DISCUSION

No se observó relación significativa entre porcentaje de mortalidad promedio de las parcelas y el efecto de los tratamientos. La mortalidad se vinculó en forma significativa con los bloques, es decir con la posición topográfica de las unidades experimentales.

No se observó diferencias significativas entre los tratamientos para la variable *Ht*, en 2002, 2004, 2005 y 2006. La excepción fue el año 2003, en el cual el efecto de los tratamientos no presentó una clara tendencia. Los regimenes silvícolas aplicados no tienen efecto sobre el crecimiento en altura. Esto probablemente se explique por la estrecha relación de *Ht* con la calidad del sitio para la especie.

El efecto de los tratamientos sobre el *DAP* medio fue siempre significativo, a diferencia del primer año de evaluación (2002), en donde no había transcurrido el suficiente tiempo para que se expresaran.

Para todos los registros estudiados, el *DAP* promedio mantuvo una relación directamente proporcional al peso de raleo e inversamente proporcional a la severidad de poda. Esta última relación fue más evidente a menor densidad de rodal; a mayores densidades de rodal, el efecto de la competencia parece ser mayor que los efectos asociados a la poda.

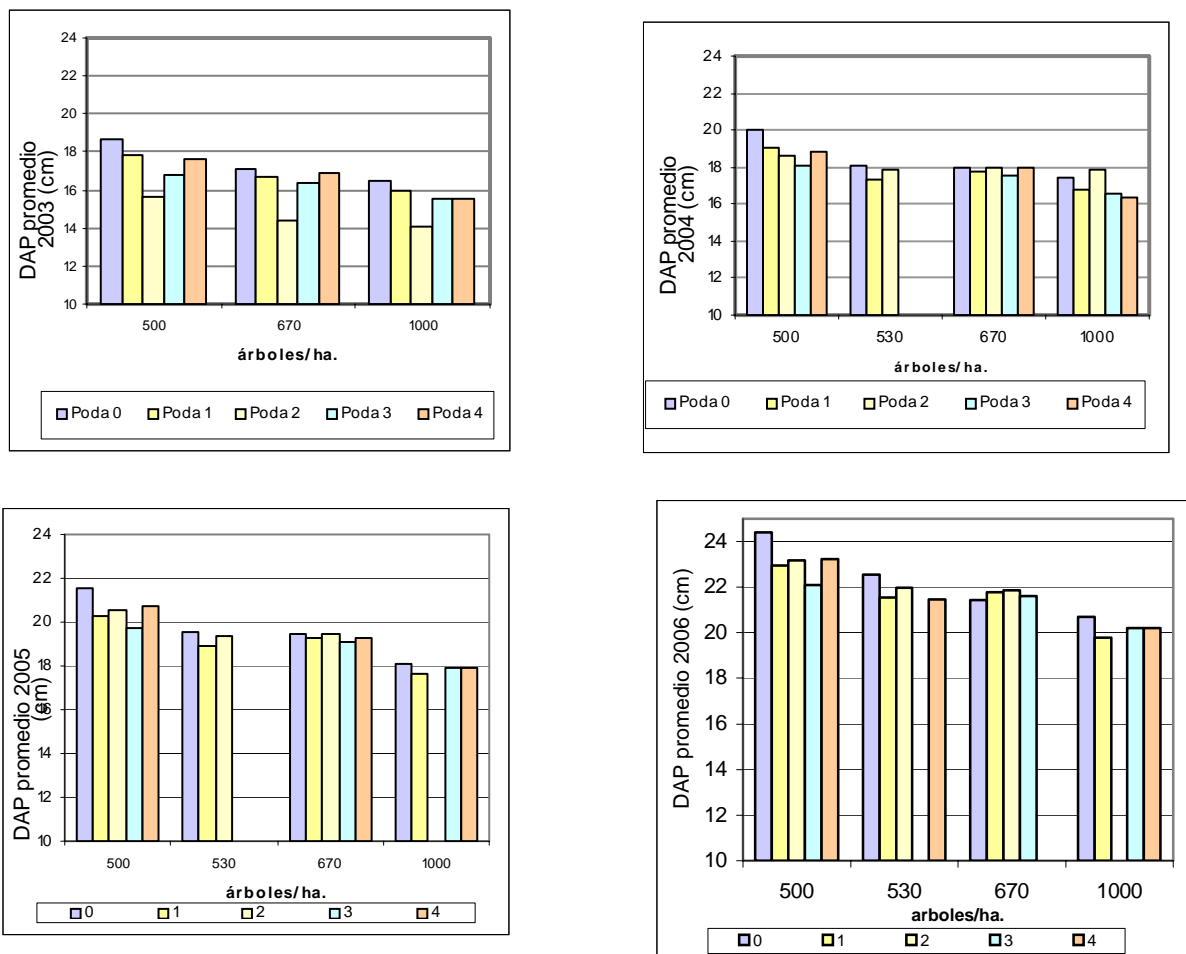


Figura 1. *DAP* promedio por año según diferentes pesos de raleo y severidades de poda.

A la edad de 6 años, la densidad de rodal de 500 árboles/ ha (nivel 1) resultó en los mayores valores de las variables *DAP* y *Vt*. No hubo diferencias significativas entre los niveles de raleo 2 (raleo pre-comercial a 670 árboles/ ha a la edad de 1 año) y 3 (raleo a 530 árboles/ha a la edad de 4 años). La variable *Vt* mantuvo una tendencia similar a los resultados de *DAP* medio en todos los años de evaluación.

El nivel de poda 4 generó los mayores crecimientos, tanto en *DAP* como en *Vt*; lo contrario ocurrió con el nivel de poda 3. Por lo tanto, resiente más el crecimiento una secuencia de tres operaciones de poda severas, en las que se retiraba 50, 35 y 35 % de la copa verde, que aquellos niveles de poda en los que el porcentaje de extracción de copa verde iba disminuyendo desde la primera hasta la última intervención.

CONCLUSIONES

El porcentaje de mortalidad acumulada hasta los 6 años no se vinculó a el efecto de los tratamientos de poda y raleo aplicados. La mortalidad en cambio se asoció a los bloques, lo que sugiere que se asocia con la posición topográfica, la humedad del suelo y la competencia por agua en períodos secos.

A la edad de 6 años, no se observaron efectos de poda o de raleo sobre el crecimiento en *Ht* promedio. Sólo se presentaron diferencias significativas para esta variable entre tratamientos en 2003.

Los efectos de los tratamientos sobre el *Vt* presentan una tendencia similar a los resultados obtenidos en la variable *DAP*. Los mayores valores de *Vt* promedio se obtuvieron en las parcelas con menor densidad de rodal (500 árboles /ha).

En todos los años evaluados, el *DAP* promedio mantuvo una relación directamente proporcional al peso de raleo. Los tratamientos con 50% de peso de raleo precomercial, resultan en los mayores valores promedio, tanto en *DAP* como en *Vt* a la edad de 6 años. No se observó diferencias significativas al aplicar un raleo precomercial con un peso de 33% al año de plantación, con respecto a un raleo comercial al los cuatro años con un peso de 47%. Por lo tanto, sería aconsejable realizar evaluaciones periódicas hasta el final de la rotación y un análisis económico, para decidir cuál de dichos tratamientos es el más favorable.

La poda siempre tuvo algún efecto sobre el *DAP*. El nivel de poda que permite mayores crecimientos, tanto en *DAP* como en *Vt*, es aquél que retira un 40% de la copa viva en la primer intervención, al año de plantación y un 20 y 15% de la copa viva al segundo y tercer año respectivamente (poda 4). Por el contrario, el nivel de poda que más resintió el crecimiento fue el que retiraba 50, 35 y 35% de la copa viva durante tres años consecutivos (nivel de poda 3). Este nivel de poda tuvo un efecto perjudicial aún más notorio sobre el crecimiento que el nivel 2, con una poda inicial muy severa (60% de la copa verde). Es probable que esto se deba a que en este nivel la poda se aplico en 2 etapas, con un intervalo de dos años entre intervenciones, lo que habría permitido la recuperación de los árboles podados.

BIBLIOGRAFÍA

1. ABBIATI, N. N. 1987. Evaluación del efecto de dos intensidades de raleo sobre el área batimétrica de *Eucalyptus grandis*. In. Stella, R. Actas de simposio sobre silvicultura y mejoramiento genético de especies forestales. Buenos Aires, Centro de Investigaciones y Experiencias Forestales. Pp 186 – 196.
2. ARGENTINA. 1995. Instituto Nacional de Tecnologías Agropecuarias. (INTA). Manual para productores de eucaliptos de la mesopotamia Argentina. Ed. Grupo Forestal, INTA, Concordia C.C N° 34, (3200). Entre Rios Argentina. 171p.

3. ARGENTINA. 2003. Instituto Nacional de Tecnologías Agropecuarias. (INTA).. Poda en *Eucalyptus grandis*. INTA, Estación Experimental Bella Vista, Corrientes. Hoja de divulgación N° 22. 6 p.
4. BERTOLANI, F.; NICOLIELO, N.; CHAVES. 1995 Seminario Internacional de utilização da Madeira de eucalipto para serraria. Manejo de *Eucalyptus sp* para serraria: a experiência da DURATEX S.A. Anais do seminário Internacional de Utilização da Madeira de Eucalipto para Serraria. 31-40. Consultado 28 de Julio de 2007. Disponible en www.ipef.br/publicacoes/seminario_serraria/cap03.pdf.
5. BREDEKAMP, B.V.; MALAN, F.S.; CONRADIE, W.E. 1980. Some effects of pruning on growth and timber quality of *Eucalyptus grandis* in Zululand. South African Forestry Journal 114:29-34.
6. DAY, J.R.; GONDA, H.E. 1987. The Crop planning Method to Improve the Yield of Slash Pine Plantation in Misiones. in Simposio Sobre Silvicultura y Mejoramiento Genético de Especies Forestales. Buenos Aires 1987. Tomo IV. Trabajos Voluntarios, ed. Stella, R. pp. 116 – 133.
7. DE LIMA, I. L.; GARCIA, J. N.; STOLF NOGUEIRA, M. C. 2000. Influence of thinning on the *Eucalyptus grandis* Hill ex – Maiden growth stress. Scientia Forestalis 58: 111 - 125.
8. FROST, I.A. ; MC ENZIE, G. R. 1976. Radiata Pine, A basis for selection o tree for pruning and thinning. 4a ed (métrica). Wellington, New Zeland. 24p. New Zeland Forest Service.
9. GERRAND, A.M.; MEDHURST, J.L.; NEILSEN, W.A. 1997. Thinning and pruning eucalypt plantations for sawlog production in Tasmania. Forestry Tasmania Tasforest 9: 15-34.
10. HAWLEY, R. C.; SMITH, D. M. 1972. Terradas, J. 6a ed. Silvicultura Practica. Barcelona, España, Omega. 544p.
11. JAMES, R.N.; TARLTON, G. 1990. Evolution of silvicultural practice towards wide spacing and heavy thinnings in New Zealand. In New approaches to spacing and thinning. International Union of Forest Research Organisations Conference Proceeding. NZFRI Bulletin 151; Rotorua NZFRI.
12. KOLLN, R. 2000. Criterios de Poda y Raleo en *Eucalyptus grandis* en Shell C.A.P.S.A. Consultado 28 de julio de 2007. Disponible en: www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0-0/forestacion/biblos/2000.htm
13. LÜCKHOFF, H. A. 1967. Pruning of *Eucalyptus grandis*. Forestry in South Africa 8: 75–83.
14. LUSSICH, F. 2002. Evaluación de un ensayo de raleo en *Pinus taeda* L. en Tacuarembó. Etapa 1: instalación y evaluación inicial. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 63p.
15. MABVURIRA, D.; PUKKALA, T. 2002. Optimising the management of *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden plantations in Zimbabwe. Forest Ecology and Management 166 (1): 149-157.Publisher: Elsevier Science
16. MALAN F. S., HOON M. 1992. Effect of Initial Spacing and Thinning on Some Wood Properties of *Eucalyptus grandis*. South African Forestry Journal 163: 13 – 20.
17. MAREE, H.B. 1979. The development of a pruning policy for the fast growing eucalypt species in State Forests. South African Forestry Journal 109:32-7.
18. MEDHURST, J.L; BEADLE, C.L.; NEILSEN, W.A. 2001. Early-age and later-age thinning affects growth, dominance, and intraspecific competition in *Eucalyptus nitens* plantations. Canadian Journal of Forest Research. 31(2): 187-197.
19. METHOL, R.; BALMELLI, G.; RESQUIN, F. 2005. Evaluación de la intensidad de poda en *Eucalyptus grandis* al tercer año de crecimiento. In: INIA 2^{da} jornada forestal. Visita a ensayos de silvicultura y mejoramiento de pinos y eucaliptos. pp. 11-17.
20. MONTANGU, K.; KEARNEY, D.; SMITH, G. 2003. Pruning Eucalypts. The biology and silviculture of clear wood production in planted eucalypts. RIRDC publication N° 02/152/ Land & Water. Australia. 34 p. Consultado 28 de julio de 2007. Disponible en: www.ridc.gov.au/reports/AFT/02-152.pdf
21. MUÑOZ, F.; ESPINOSA, M.; HERRERA M. A.; CANCINO J. 2005. Características del crecimiento en diámetro, altura y volumen de una plantación de *Eucalyptus nitens* sometida a tratamientos silvícolas de poda y raleo. Bosque 26(1): 93-99.
22. PINKARD, E.A.; BEADLE, C.L. 1998. Aboveground biomass partitioning and crown architecture of *Eucalyptus nitens* following green pruning. Canadian Journal of Forest Research 28(9):1419-28.

23. POYNTON R.J. 1980. The silvicultural treatment of eucalypt plantations in Southern Africa. South African Forestry Journal 116:11-6.
24. SCHÖNAU, A. P. G. 1979. Application of a Factorial Design to a Thinning Experiment in *Eucalyptus grandis*, with Intermediate Results. South African Forestry Journal 121: 70-78.
25. SCHÖNAU, A.P.G.1974.The effect of planting spacing and pruning on growth, yield and timber density of *Eucalyptus grandis*. South African Forestry Journal 88:16-23.
26. SHEPHERD, K. R. 1986. Plantation Silviculture., Dordrecht., The Netherlands. Nijhoff publishers. 322p.
27. SHIELD, E.; HANSEN, R.. 1995. Perspectivas para la transformación con alto valor de las plantaciones de *Eucalyptus* en Uruguay. Proyecto Regional de alternativas para la inversión forestal – Fase II. Montevideo, Uruguay. MGAP. DF.-OEA. 105 p.
28. THADEU, H. 1995. Manejo de florestas e sua utilização em serraria. Seminario Internacional de utilização da Madeira de eucalipto para serraria..Anais do seminario Internacional de Utilização da Madeira de Eucalipto para Serraria. 21-30. Consultado 28 de julio de 2007. Disponible en www.ipef.br/publicacoes/seminario_serraria/cap.02.pdf
29. URUGUAY. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA DIRECCIÓN GENERAL FORESTAL. 2005. Boletín estadístico. Montevideo. 52 p.

ENSAYO DE PODA EN *Pinus taeda* EN "LA TUNA"

Juan Pedro Posse²

Fecha de plantación del rodal: Octubre de 1997

Fecha de instalación del ensayo: Diciembre 2000

Objetivo del ensayo:

Comprender los efectos de la poda sobre las principales variables dasométricas del bosque.
Comprender la biología de la deposición de madera libre de nudos.

Diseño experimental:

Bloques completos al azar con tres repeticiones
Tamaño de parcela: 1000 m² (circular)

Suelos: 7.2

Arboles por ha: 500 árboles por ha desde diciembre de 2000

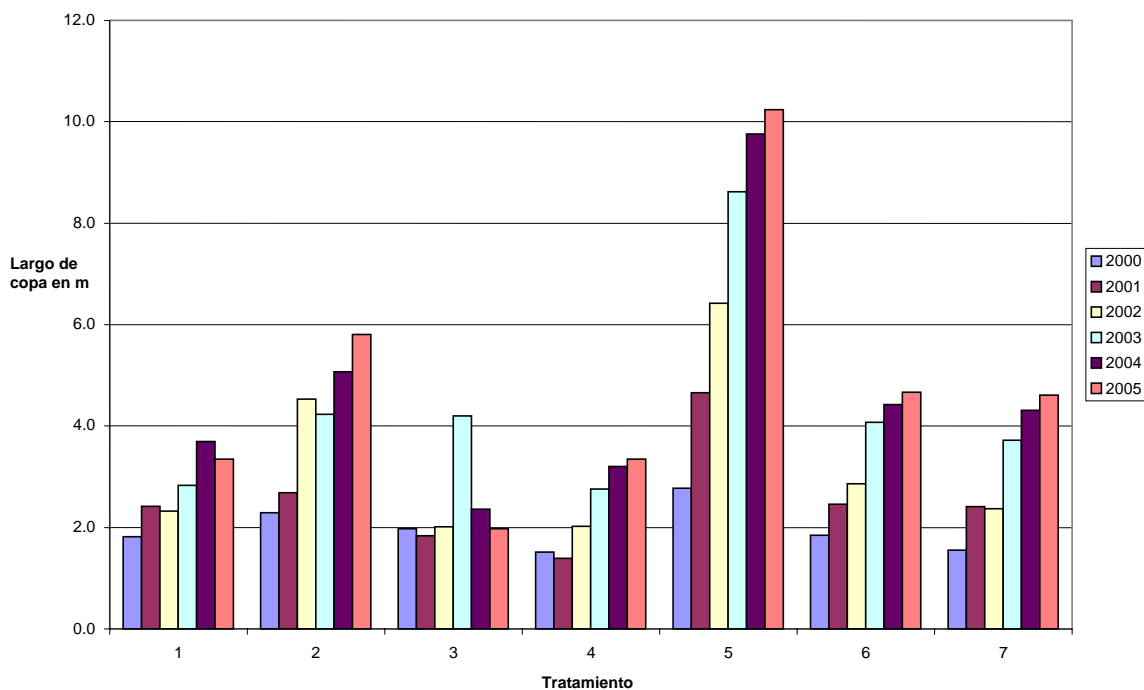
Tratamientos aplicados:

Trat.	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
1	50% HT	8 cm. DRV	8 cm. DRV (oct)	8 cm. DRV (nov)	8 cm. DRV (oct)	8 cm. DRV (ago)	8 cm. DRV (ago)
2	60% HT	2.60 m. de Altura	No se poda	5,20 (mayo)	5,75 (abr)	No se poda	No se poda
3	50% HT	2 m. copa remanente	2 m. copa remanente	No se poda	2 m. copa remanente (mar)	2 m. copa remanente (ago)	2 m. copa remanente (jul)
4	40% HT	30% HT	30% HT	30% HT (nov)	30% HT (oct)	30% HT (ago)	30% HT (ago)
5	100% HT	Sin Poda	Sin Poda	Sin Poda	Sin Poda	Sin Poda	Sin Poda
6	50% HT	8 cm. DRV	8 cm. DRV (jun)	8 cm. DRV (jun)	8 cm. DRV (abr)	40% HT (feb)	8 cm DRV (set)
7	40% HT	8 cm. DRV	40% HT	40% HT (nov)	40% HT (nov)	40% HT (ago)	40% HT (jul)

² Ing. Agr. – Colonvade S.A.

Régimen gráfico de los tratamientos:

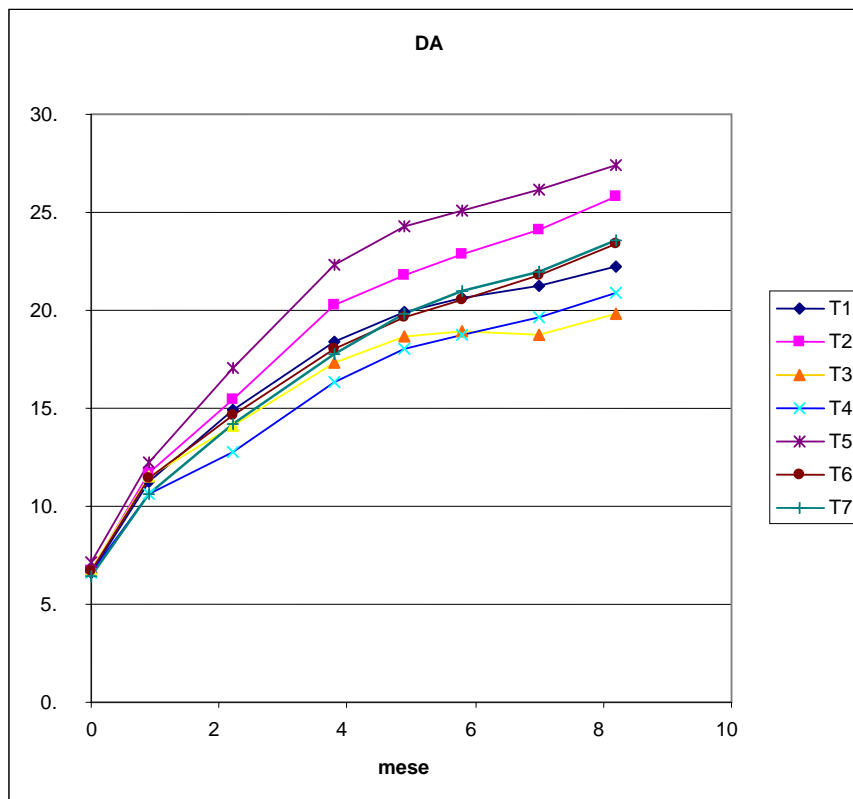
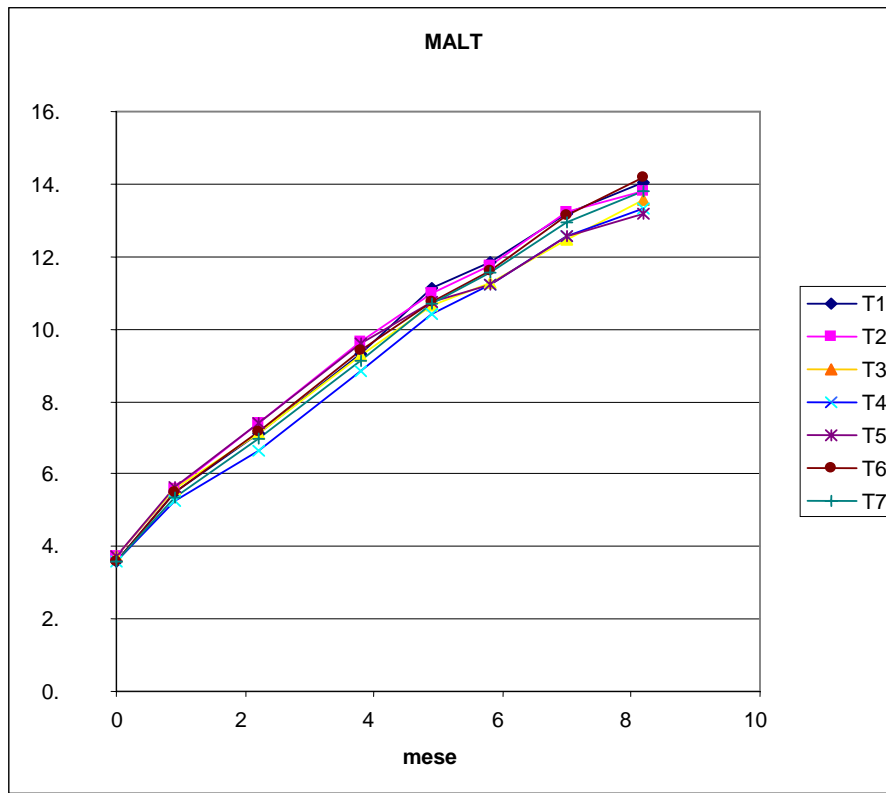
Largo de copa según tratamiento Evolución 2000-2005

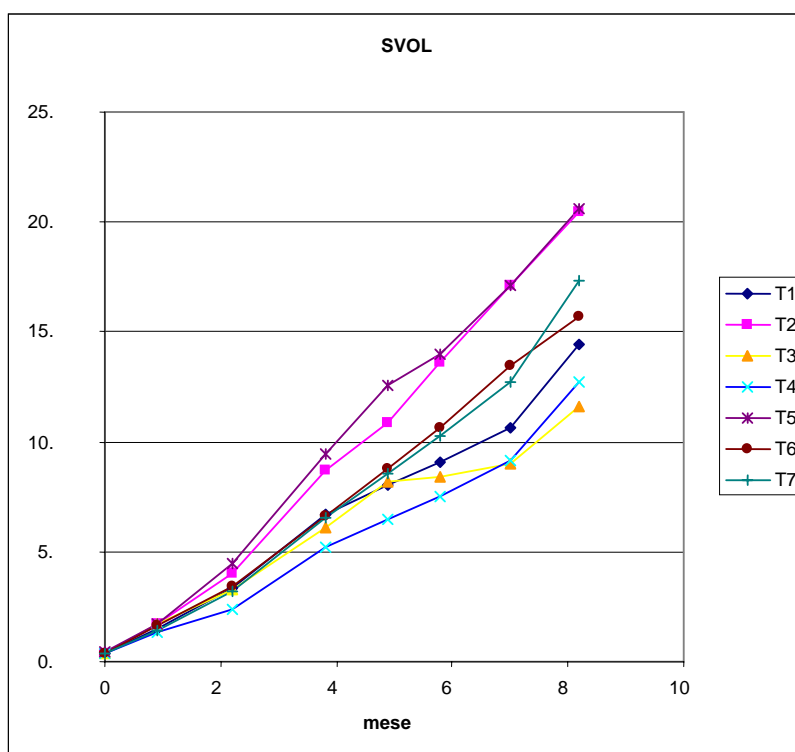
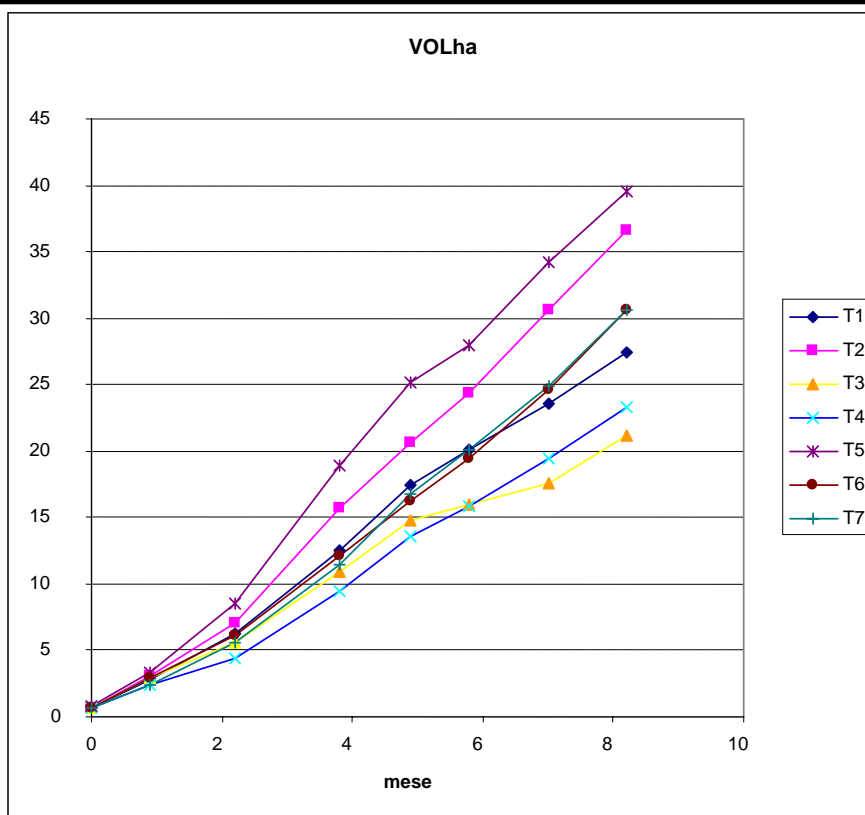


Principales resultados:

Comparativo de medias a edad 9,85 años (118 meses de edad)

Trat	Descripción	DAP	Desvío		Svol	Desvío	Altura	Desvío
5	Sin poda	27.42	0.2614	a	20.59	0.532	13.16	0.1701
2	Poda por troza	25.81	0.2614	a	20.49	0.532	13.81	0.1701
7	40% anual	23.57	0.2614	b	17.32	0.532	13.80	0.1701
6	10 cm anual	23.37	0.2614	b	15.72	0.532	14.17	0.1701
1	8 cm anual	22.21	0.2614	c	14.47	0.532	14.06	0.1701
4	30% anual	20.88	0.2614	c	12.75	0.532	13.31	0.1701
3	2 m de copa	19.86	0.2614	d	11.59	0.532	13.59	0.1701





Principales comentarios:

A edad 10 años (año previo al primer raleo comercial) y luego de 7 años de aplicación de los tratamientos se observa:

- Que los distintos tratamientos no están afectando la altura media del rodal.
- Se constata un significativo impacto de la intensidad de poda sobre la variable DAP, con su consecuente efecto sobre el volumen por ha.
- Resta analizar los impactos de los distintos tratamientos sobre la deposición de clear.

ENSAYO DE ESPACIAMIENTOS EN *E. grandis* EN "LOS MOROS"

Juan Pedro Posse

Fecha de plantación e instalación del ensayo: Primavera 2003

Objetivo del ensayo:

Comprender los efectos de el número de árboles por ha a distintas edades sobre las principales variables dasométricas del bosque.

Determinar momentos y niveles de competencia, así como potenciales respuesta a los raleos en distintos momentos del ciclo de producción.

Diseño experimental:

Bloques completos al azar con tres repeticiones

*Nota: Las parcelas clonales se encuentran divididas siendo la mitad de las plantas de un clon y la otra mitad de otro clon.

Tamaño de parcela: m² (rectangular)

Suelo: 7.2

Tratamientos aplicados.

T	Espaciam. (m)	Densidad árb/ha	Años en la rotación																									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19							
1	5 x 5	400															corte											
2	4.5 x 4.5	494															30%		corte									
3	4 x 4	625															30%		50%		corte							
																			corte									
4	3.5 x 3.5	816															30%		40%		40%		corte					
																			50%		corte		*					
5	3 x 3	1111															30%		40%		40%		corte					
																			50%		corte		*					
6	2.5 x 2.5	1600															30%		30%		40%		50%		50%		corte	
																			60%						corte			
																			60%		N final				corte			
7	2.2 x 2.2	2066	No ralear						30%		40%		50%		50%		corte		*									
8	4 x 2.5 (Test)	1000	450								300		200		corte													

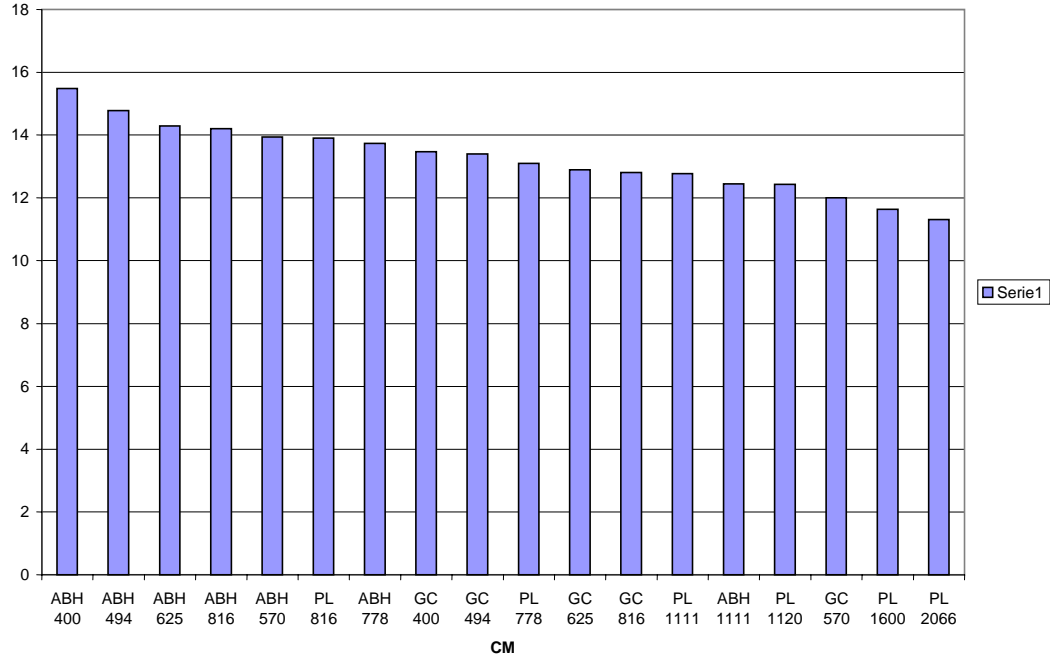
T1 a T3 Solo clones 4 parcelas totales
T4 y T5 Clones y plantines 8 parcelas (4 con clones y 4 con plantines)
T6 y T7 Solo plantines 4 parcelas totales

* Sistemas de raleo a definir

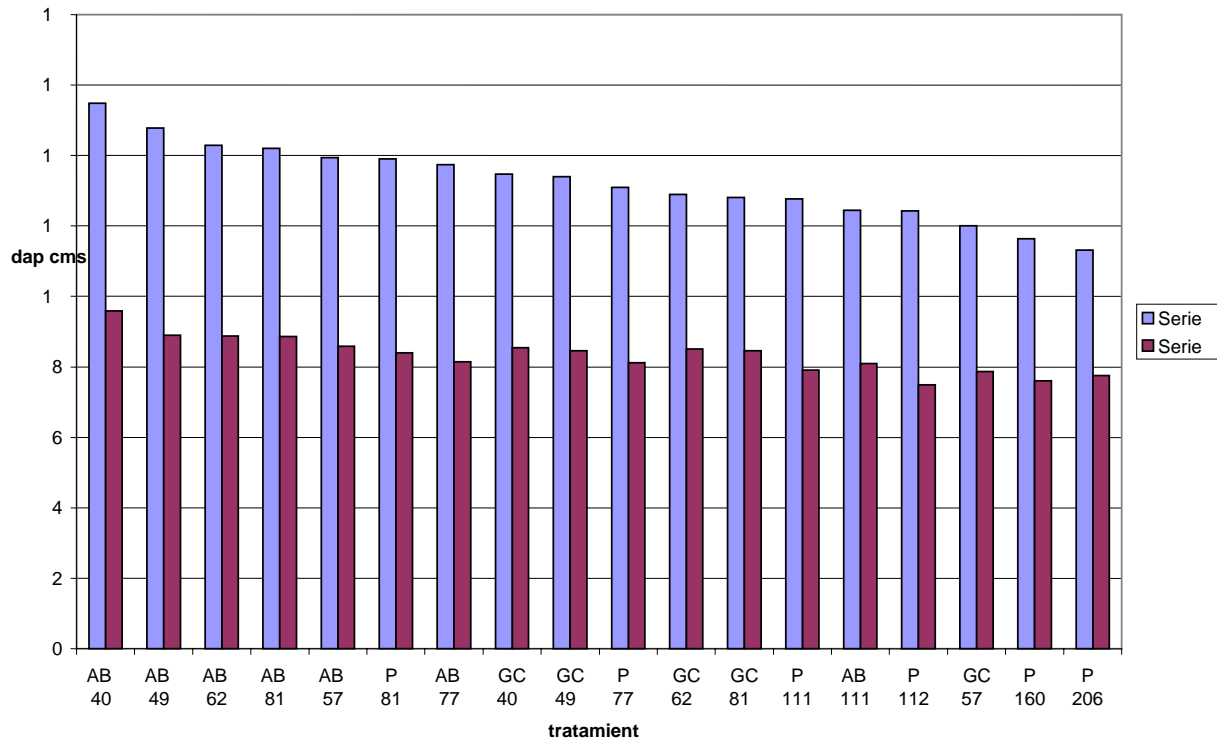
Son 16 parcelas por bloque, o sea 48 totales, mas un testigo compartido.
Total 49 parcelas

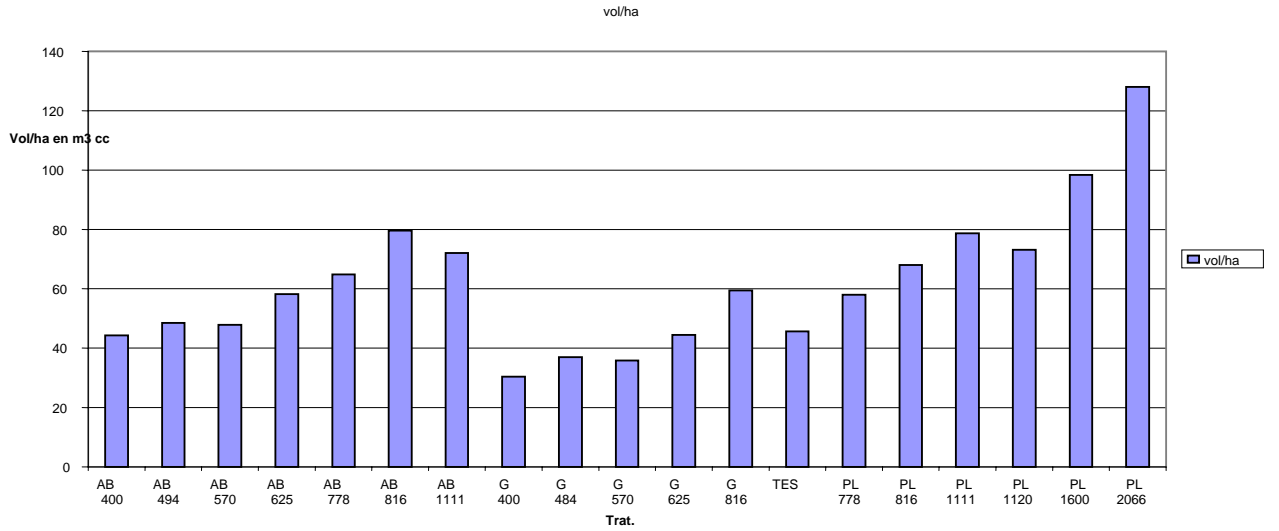
Principales resultados

DAP CM A EDAD 6 SEGUN TRATAMIENTOS



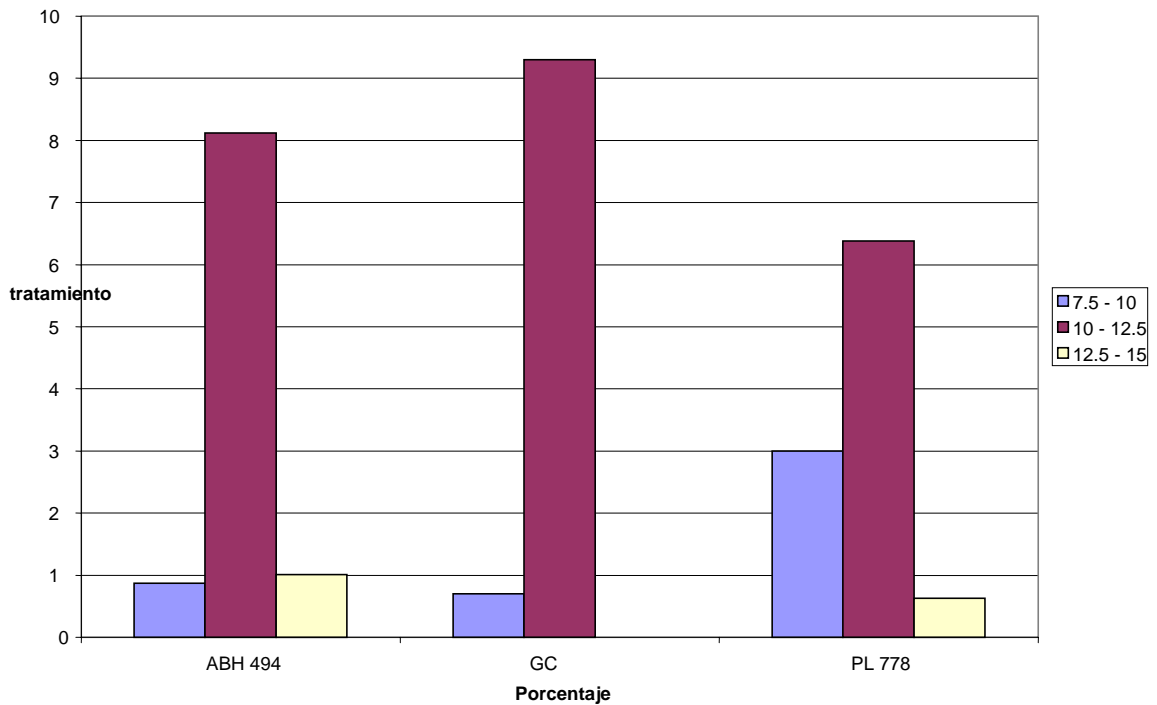
Comparativo año 2005-2006



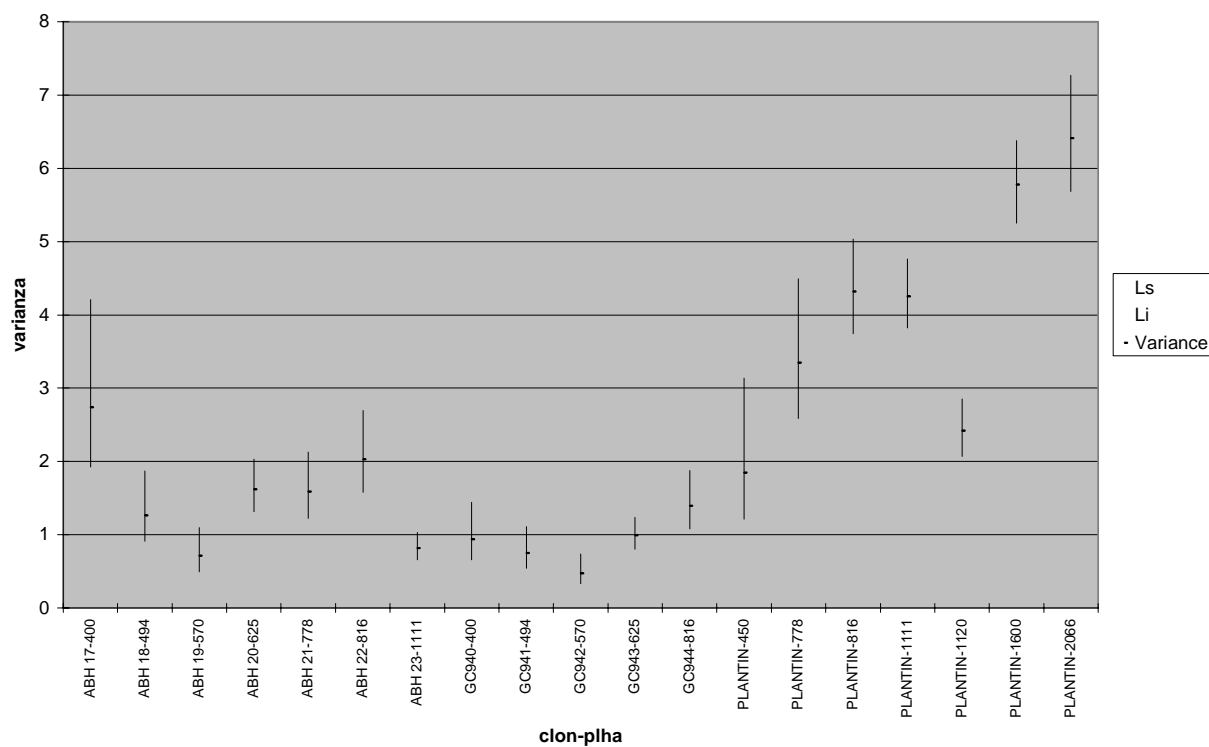


Variabilidad comparativa del DAP entre clones y semilla:

Distribución de frecuencias diámetricas en 3 tratamientos



varianzas-2006



Principales comentarios:

Se aprecia la mayor homogeneidad de los materiales clonales, independientemente de su performance.

Se detecta competencia desde el inicio del desarrollo del cultivo.

EVALUACIÓN DEL EFECTO DE PRÁCTICAS DE MANEJO
SILVICULTURAL SOBRE EL CRECIMIENTO DE *E. grandis*

I. EVALUACIÓN A LOS 14 AÑOS DE DIFERENTES ESQUEMAS DE RALEO PARA *Eucalyptus grandis*

Fernando Resquin³, Cecilia Rachid⁴, Zohra Bennadj⁵

Introducción

La concentración de industrias de transformación primaria de la madera en la zona norte de nuestro país ha hecho necesario el desarrollo de información local acerca de los tratamientos que influyen en el rendimiento y en la calidad de la madera producida. En ese sentido, el raleo es una práctica fundamental en el manejo de montes para usos sólidos, y que asegura el retorno de los costos fijos asociados a la poda (Reid, 2006).

Mediante el raleo es posible seleccionar los mejores árboles, aumentar su desarrollo en diámetro al liberar los árboles remanentes de la competencia y de alguna forma uniformizar las clases diamétricas a obtener al turno final.

El objetivo de este ensayo es evaluar el efecto de diferentes esquemas de raleo, definidos por el número de árboles por hectárea y el área basal remanente, sobre el crecimiento de *Eucalyptus grandis*, así como determinar la combinación más apropiada del primer y segundo raleo que generen la mejor relación crecimiento individual-rendimiento por hectárea.

Descripción del rodal y del ensayo

- Plantación: Octubre de 1993
- Instalación del Ensayo: 1997 (primer raleo, 4 años de edad)
- Seguimiento del ensayo: diciembre 2005 (segundo raleo)
- Grupo de suelo: 7 (CIDE)
- DAP y Altura media (Marzo 2002): 12.7 cm y 12.7 m
- Altura media de los árboles dominantes (h_{100}): 13.9 m
- Marco de plantación: 4 x 2 (1250 arb/ha)
- Población efectiva: 1000 árboles/ha (sin contar los árboles claramente suprimidos)
- Se hizo un raleo uniforme llevando la densidad a 550 árboles/ha y no se realizó ninguna poda

El diseño experimental consistió en bloques completos al azar con tres repeticiones. Al momento del ensayo cada parcela contenía 135 árboles (9 filas de 15 árboles) ocupando un área de aproximadamente 1080 m².

Cada intensidad de raleo se repitió 3 veces dentro de cada bloque (3 parcelas) de manera de que se puedan aplicar 3 intensidades distintas en el segundo raleo. Esto da lugar a 9 combinaciones de intensidades del primer y segundo raleo y un tratamiento testigo (sin raleo), implicando un amplio rango de poblaciones dejadas a turno final (Cuadro 1).

³ Ing. Agr. (M.Sc) Programa Nacional Producción Forestal – INIA Tacuarembó

⁴ Ing. Agr. Programa Nacional Producción Forestal – INIA Tacuarembó

⁵ Ing. Agr. (Ph.D) Directora Programa Nacional Producción Forestal – INIA Tacuarembó

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos.

Tratam.	Primer raleo		Segundo raleo	
	Intensidad	Población remanente	Intensidad	Población remanente
1	Fuerte	450	fuerte	100
2	Fuerte	450	medio	175
3	Fuerte	450	suave	250
4	Medio	600	fuerte	250
5	Medio	600	medio	325
6	Medio	600	suave	400
7	Suave	750	fuerte	400
8	Suave	750	medio	475
9	Suave	750	suave	500
10	Testigo (sin raleos)			

En los años 1997, 1998 1999, 2000, 2001, 2002, 2005 y 2007 fue medido el DAP de todos los árboles y la altura total de un número determinado de árboles de cada parcela. Con estos datos se estimó el volumen por árbol y el volumen por hectárea con corteza utilizando un factor de forma de 0.4.

Efecto del raleo sobre el crecimiento individual

En el Cuadro 2 se observa los valores actuales del crecimiento en altura, DAP y volumen por unidad de superficie mientras que en las Figuras 1, 2 y 3 se muestra la evolución de estos parámetros desde los 4 a los 14 años de edad.

Con respecto a la altura, se aprecian diferencias significativas entre los tratamientos, siendo aquellos cuyas densidades son menores a 400 arb/ha, los que presentan mayor altura. En cambio, los tratamientos que superan los 450 árboles/ha vieron disminuido su crecimiento en altura hasta un 15%. Estas diferencias comienzan a ser notorias luego del segundo raleo, momento a partir del cual aumenta la tasa de crecimiento.

Cuadro 2. Valores actuales de crecimiento en altura, diámetro y volumen por hectárea para cada intensidad de raleo.

Nº de tratamiento	Nº de árboles/ha	Altura (m)	DAP (cm)
1	96	34,2ab	39,9a
2	171	35,2a	35,6b
3	232	35,1a	35,1bc
4	247	33,8ab	35,0bc
5	308	33,3ab	31,9bcd
6	404	34,1ab	31,4cd
7	395	32,8ab	30,7d
8	443	31,9bc	29,5de
9	504	32,2bc	28,5de
10	557	29,7c	26,5e

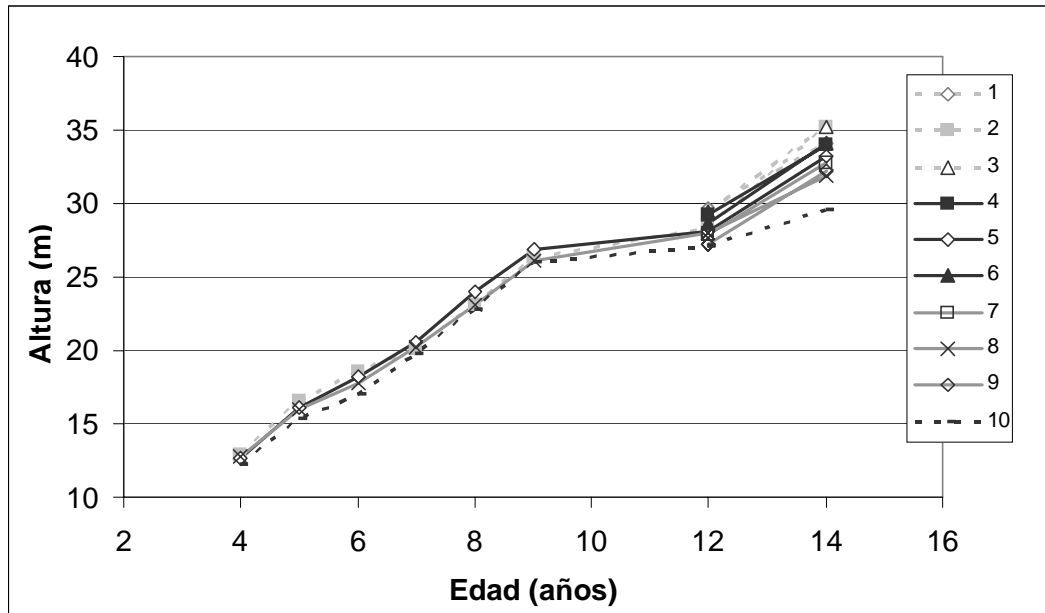


Figura 1. Evolución de la altura para cada intensidad de raleo

El análisis de los valores de crecimiento en diámetro muestra el efecto de la densidad sobre éste parámetro, detectándose diferencias significativas entre tratamientos. El mayor diámetro se registra en el tratamiento de 100 arb/há, mientras que los menores ocurren con densidades mayores a 400 arb/ha. En este sentido, el diámetro del testigo, con 550 arb/ha, se vio disminuido en un 33% con respecto al tratamiento de 100 arb/ha y en un 25% en relación a los tratamientos de hasta 250 arb/ha. Los niveles de 175 y 250 arb/ha alcanzan valores muy similares entre sí y sensiblemente inferiores al obtenido con 100 arb/ha. A grandes rasgos se observa que existen tres grupos en cuanto a la respuesta obtenida por el DAP: el tratamiento de 100 arb/ha que claramente se diferencia del resto, seguido por los tratamientos de 150 y 250 y, finalmente, un grupo integrado por los tratamientos que incluyen desde 300 a 500 arb/ha. Hasta el momento no se observan diferencias para los tratamientos de 250 arb/ha que provienen de un primer raleo con 450 y 600 arb/ha ni tampoco para el caso de los niveles de 400 arb/ha que provienen de 600 y 750 arb/ha.

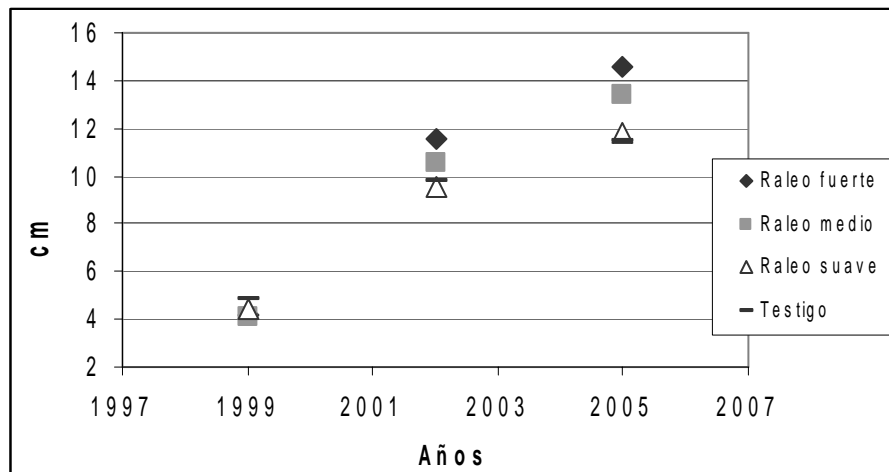


Figura 2. Evolución del DAP para cada intensidad de raleo

La respuesta del crecimiento en diámetro al primer raleo, denota la competencia entre plantas ya al 4º año de plantación. Los incrementos observados en el DAP promedio de los tratamientos evaluados muestra que la respuesta al segundo raleo es más notoria para el caso de 100 arb/ha. El tratamientos de 750 arb/ha muestra un comportamiento muy similar al testigo debido a la significativa pérdida de árboles que ha ocurrido en éste ultimo. Ya a partir del 5º año de producido el primer raleo comienza a detectarse una reducción en la tasa de crecimiento de todos los tratamientos debido al aumento de la competencia entre árboles (figura 3).

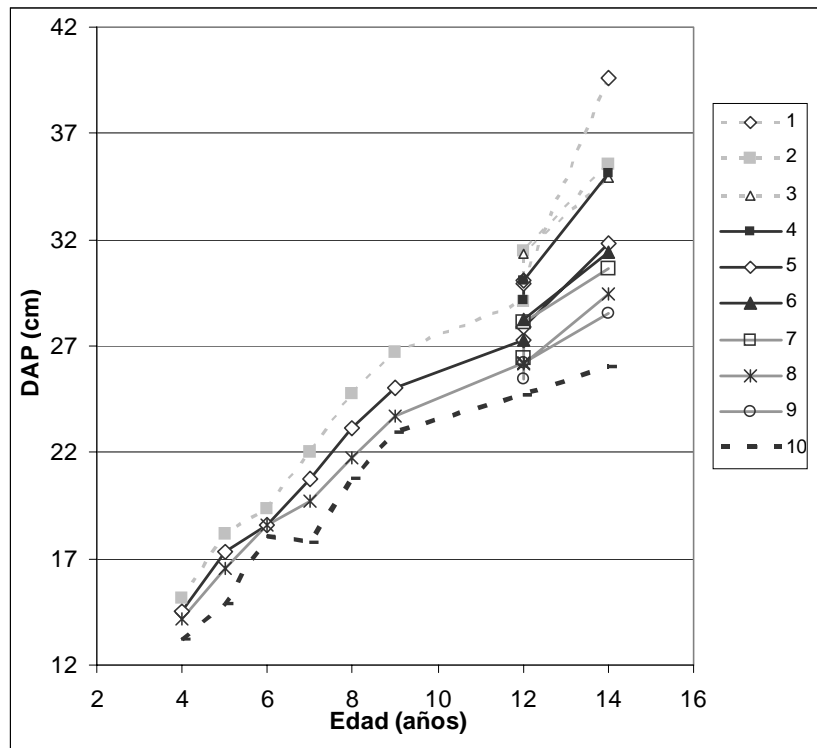


Figura 3. Incrementos del DAP en el periodo 1997-2005 (pre-raleo) para todos los tratamientos

Al momento del segundo raleo, con 12 años de edad y densidades mínimas de 450 árboles por hectárea, es esperable que exista competencia entre plantas y por lo tanto que todos los tratamientos muestren respuesta al raleo (Figura 4). A partir de este momento se observa que el incremento en DAP es mayor para los tratamientos de menor número de arb/ha. En estos dos últimos años de evaluación el tratamiento de 100 arb/ha alcanza las mayores tasas de crecimiento con un incremento en el DAP de más de 9 cm. El resto de los tratamientos evaluados alcanzan valores de incrementos similares entre sí con valores que van de 3 a 5 cm. Esta menor respuesta de los tratamientos 2 al 9 estaría asociada a un menor porcentaje de reducción del número de árboles en el segundo raleo con respecto al tratamiento 1.

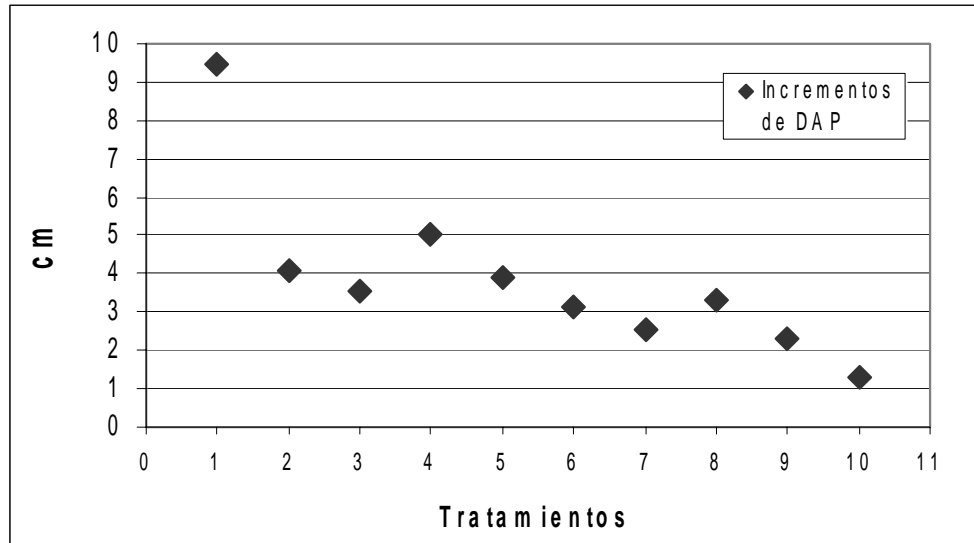


Figura 4. Incrementos de DAP en el período 2005 (post-raleo) – 2007 para todos los tratamientos

Los valores de altura media pueden dar la pauta del posible efecto de densidades altas sobre el crecimiento promedio de la población al comparar este dato con la altura promedio de los árboles 100 árboles dominantes y co-dominantes (figura 5). Como se observa, éste parámetro no muestra variación entre los tratamientos de diferentes densidades y por eso es tomado como un indicador de la calidad de sitio (Methol,R. 1999, Datos sin publicar).

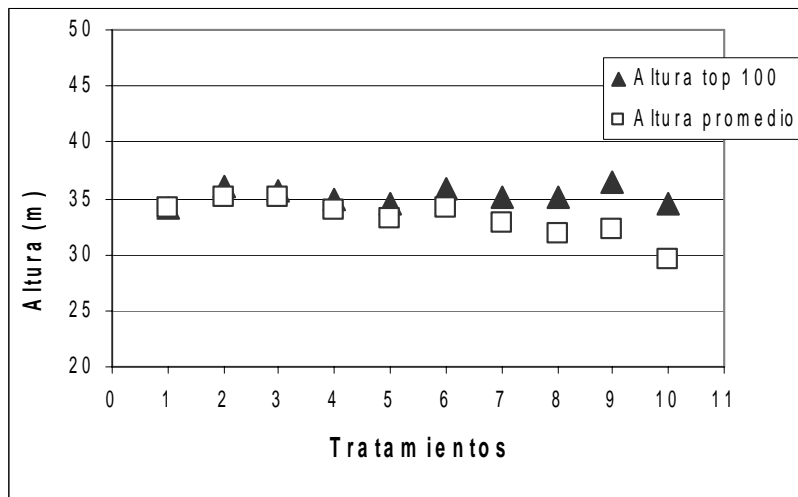


Figura 5. Valores promedio de altura de los 100 árboles dominantes y co-dominantes y del promedio de todos los árboles de cada tratamiento.

Para el caso del diámetro promedio de los árboles dominantes y co-dominantes la diferencia entre los tratamientos de menores y mayores densidades es más evidente que con la altura, no obstante esto, es claro el peso de los diámetros menores a medida que aumenta la población. Esto indica que, hasta el momento, independientemente de la intensidad de raleo aplicada, los 100 árboles superiores tienen valores de DAP similares en todos los casos (Figura 6).

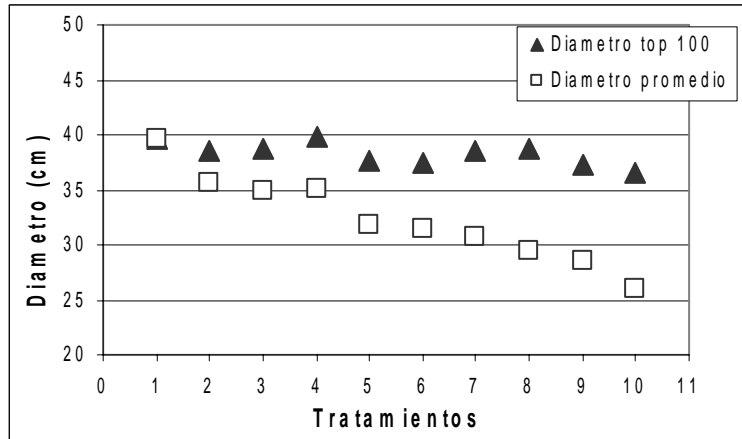


Figura 6. Valores promedio de diámetro de los 100 árboles dominantes y co-dominantes y del promedio total para cada tratamiento.

Efecto del raleo sobre el volumen de madera extraído y en pie

En lo que respecta al volumen con corteza obtenido por hectárea, se observa que los tratamientos con menor número de árboles, aunque con mayores volúmenes individuales, presentan menores volúmenes por unidad de superficie. El mínimo valor fue obtenido por el tratamiento de 100 arb/ha, el cual mostró un 50% menos de productividad que los tratamientos con más de 400 arb/ha. El tratamiento 4, con 250 árb/ha no tuvo diferencias significativas en volumen en comparación con los tratamientos de mayor densidad, lo que puede deberse al mayor desarrollo en diámetro (Cuadro 3 y Figura 7).

Cuadro 3. Valores de productividad y número de árboles por hectárea para todos los tratamientos evaluados.

Nº de tratamiento	Nº de árboles/ha	Volumen (m ³ /ha)
1	96	198,8d
2	171	255,5cd
3	232	325,6bc
4	247	350,7ab
5	308	334,7abc
6	404	416,2 ^a
7	395	401,9ab
8	443	417,1a
9	504	416,8a
10	557	390,5ab

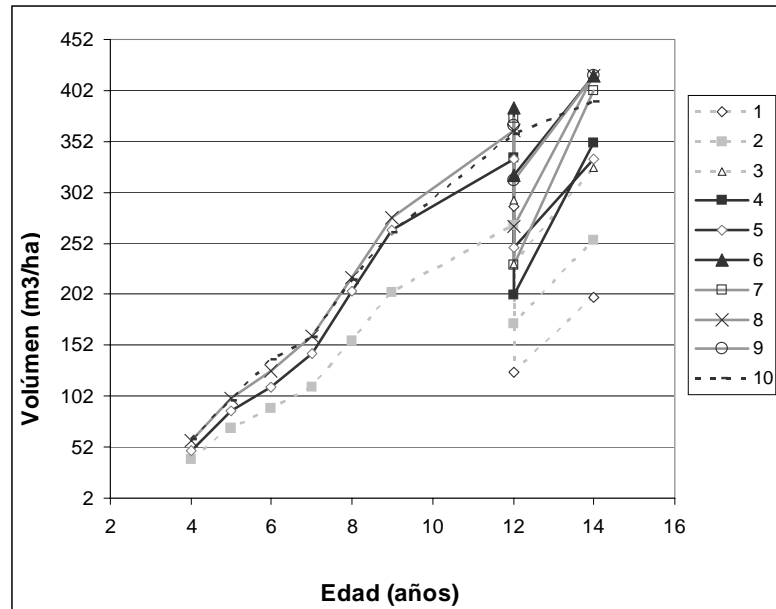


Figura 7. Evolución del volumen en pie para cada intensidad de raleo.

En la Figura 7 se aprecia claramente que en 2 años de crecimiento los tratamientos más severos, 1 y 2, no recuperaron el volumen extraído en el segundo raleo, mientras que los demás tratamientos sí lo hicieron.

Es importante destacar que los tratamientos que se caracterizan por alcanzar una misma densidad final pero con densidades al primer raleo diferentes, como los tratamientos 3-4 y 6-7, no presentaron diferencias significativas con respecto al volumen producido por unidad de superficie.

En el Cuadro 4 se observan los valores de los parámetros de la población de árboles raleados para cada tratamiento, mientras que en las Figuras 9 y 10 se muestran las frecuencias relativas de las clases diamétricas antes y después del segundo raleo. Se observa un DAP promedio mayor, en general, en aquellos tratamientos cuyo primer raleo fue más intenso. Como el raleo se realizó por lo bajo, para tratamientos con igual densidad final después del primer raleo, se observa un aumento del diámetro promedio de los árboles extraídos al aumentar la presión en el segundo raleo,

Cuadro 4. Valores característicos de la población extraída en el segundo raleo.

Tratamiento	Arb/ha	DAP (cm)	Ht (m)	Area basal (m²/ha)	Volumen (m³/ha)
1	215	27,4	29,7	13,2	162,7
2	160	26,4	26,1	9,0	96,7
3	106	24,9	28,4	5,3	62,9
4	217	24,5	29,3	10,7	134,0
5	181	22,6	27,7	7,5	86,5
6	197	19,8	25,2	6,3	66,2
7	320	21,6	28,2	12,2	144,5
8	275	20,2	24,9	9,1	94,2
9	164	19,4	25,6	5,0	53,1

En la Figura 8 se muestra la distribución diamétrica del material extraído en cada tratamiento. Los resultados obtenidos indican que con la mayoría de los tratamientos evaluados es posible obtener en el segundo raleo madera con DAP comerciales apropiados tanto para aserrado como para debobinado (a partir de diámetro mínimo de aprox. 20 cm). Esto es más notorio para el caso de los tratamientos 1 y 4 a partir de los cuales se obtienen altos volúmenes de madera con un DAP promedio entre 27 y 25 cm. En los tratamientos de 1 al 4 es posible obtener cerca del 90% de los diámetros con destino industrial mientras que en los tratamientos 6 al 9 este grupo representa un valor próximo al 50%.

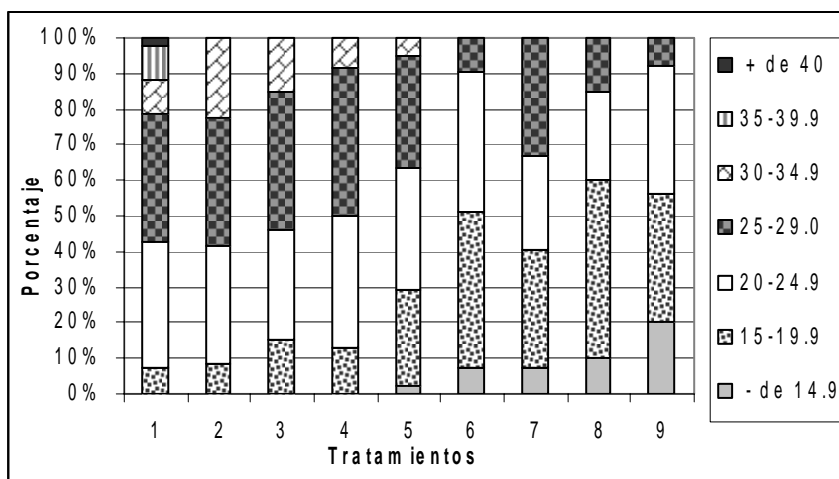


Figura 8. Frecuencia relativa de clases diamétricas del material extraído en el 2do raleo

Tanto antes como después del segundo raleo, en los tratamientos más suaves las clases diamétricas inferiores a 20cm son aproximadamente un 22 %, mientras que las superiores a 35cm representan solamente un 10% aproximadamente. En el testigo las proporciones son similares entre las distintas clases diamétricas.

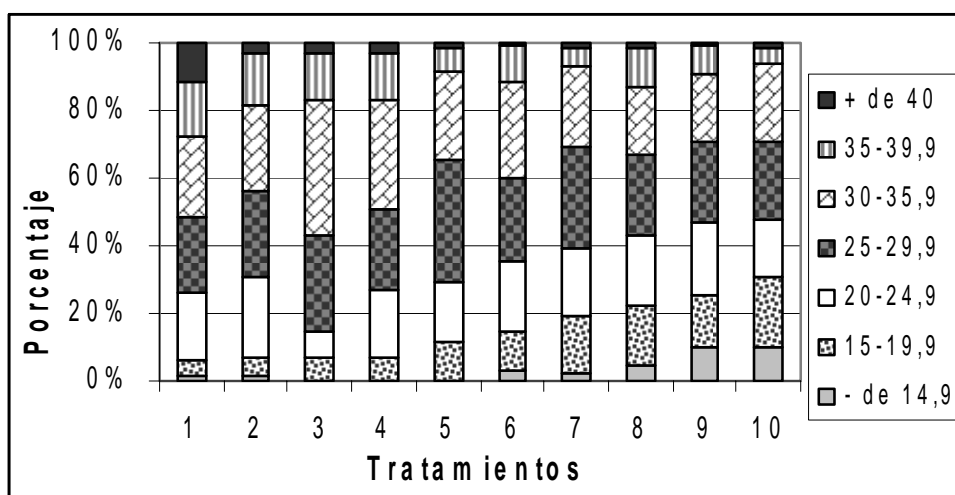


Figura 9. Frecuencia relativa de las clases diamétricas de cada tratamiento antes del segundo raleo.

Como es esperable, los tratamientos que causan un mayor cambio en la proporción de las clases diamétricas son los tratamientos fuertes. Antes del segundo raleo aproximadamente un 70% de la población se encontraba entre los diámetros de 20 y 35cm. Sin embargo, el 80% de la población pasa a situarse entre 25 y 40cm de diámetro

luego del raleo. El tratamiento 1 representa una excepción, ya que, si bien este rango de clases diamétricas representa sólo un 50%, un 20% de su población tiene diámetros mayores de 40cm.

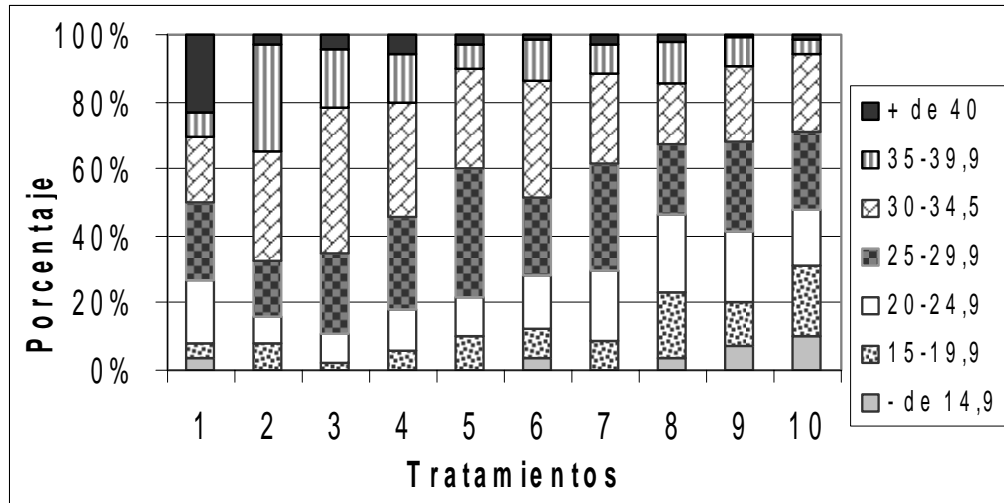


Figura 10. Frecuencia relativa de las clases diamétricas de cada tratamiento después del segundo raleo.

Consideraciones finales

De acuerdo a lo esperado, hasta el momento se observa que raleos muy suaves, si bien maximizan el volumen por unidad de superficie, tienen la desventaja de ocasionar menores crecimientos en cuanto a DAP. Por otro lado, raleos muy severos causan una pérdida importante de volumen por unidad de superficie aunque generen diámetros considerablemente mayores.

El tratamiento que originó un diámetro promedio similar estadísticamente a los tratamientos de mayores diámetros y con un volumen por hectárea a la altura de los tratamientos con mayores densidades a los 14 años fue el 4, con poblaciones remanentes de 600 y 250 arb/ha en la primera y segunda intervención respectivamente, implicando una reducción en el área basal de 24 y 38% en el primer y segundo raleo. El tratamiento con poblaciones remanentes de 450 arb/ha y 100 arb/ha en la primera y segunda intervención, respectivamente muestra un comportamiento muy diferente del resto alcanzando una alta tasa de crecimiento en DAP.

Hasta el momento, se obtienen niveles muy similares de crecimiento individual y por hectárea con una población remanente de 250 árboles partiendo tanto de 450 como de 600 arb/ha. También se observa el mismo comportamiento para el caso de una población remanente de 400 arb/ha.

Con los tratamientos 1 y 4 es posible extraer en el segundo raleo altos volúmenes de madera cuyos diámetros pueden ser utilizables para usos sólidos.

Es necesario continuar con estos estudios de forma de ajustar los momentos en que deben ser realizadas estas intervenciones, detectando el inicio de competencia. Asimismo es importante conocer el efecto de ésta práctica asociada a la poda de forma de lograr la combinación que maximice el volumen da madera libre de nudos con las mínimas pérdidas en rendimiento individual y por superficie.

Referencias

Reid, R. 2006. Diameter-basal area ratio as a practical stand density measure for pruned plantations. *Forest Ecology and Management*. No 233. p 375-382.

II. EFECTO DE LA INTENSIDAD DE PODA EN *E. grandis* AL SÉPTIMO AÑO DE CRECIMIENTO

Fernando Resquin, Cecilia Rachid, Zohra Bennadji

Introducción

En la zona norte del Uruguay las plantaciones de *E. grandis* están orientadas generalmente a la producción de madera sólida por lo que son sometidas a sistemas de manejo intensivos que incluyen podas y raleos para obtener trozas de alto valor. Las altas tasas de crecimiento de *E. grandis* en la zona y la necesidad de minimizar el diámetro del cilindro nudoso de las trozas, llevan a que las podas se realicen en forma muy temprana con remoción de ramas en activo crecimiento, aspecto que, puede afectar negativamente el crecimiento de los árboles al reducir su área foliar. Si se trabaja con podas frecuentes y de baja intensidad este efecto se minimizaría aunque, el costo total de poda sería mayor en caso que se apliquen pocos levantes de mayor intensidad cada uno. Para definir los calendarios de poda más apropiados, es necesario entonces contar con estimaciones de crecimiento bajo distintos calendarios de poda.

Un aspecto importante en relación con la definición de la intensidad de poda es el criterio a utilizar. Una posibilidad sería definir una altura de poda determinada. Sin embargo, este criterio presenta el inconveniente de que no tiene en cuenta las diferencias de crecimiento por lo que los árboles más grandes tienden a quedar subpodados y los más chicos sobre-podados. Esto hace necesario entonces trabajar con alturas de poda variables, teniendo en cuenta el desarrollo que presente cada árbol. En este sentido, se pueden definir diferentes criterios relacionados: (i) al porcentaje de copa removida; (ii) a la longitud de copa remanente; y (iii) al diámetro del fuste hasta el cual levantar la poda (Methol, 2002).

El objetivo de este ensayo es comparar el efecto de distintos calendarios de poda (frecuencia e intensidad) en el crecimiento de plantaciones de *E. grandis* en suelos de la zona 7. Para que los mismos sean comparables se definió una altura de poda final constante, por lo que la variable de ajuste es el número de intervenciones.

Descripción del rodal y del ensayo

- Plantación: Diciembre de 2000
- Instalación del Ensayo: Marzo de 2002 (15 meses de edad)
- Grupo de suelo CONEAT: 7.31
- DAP y Altura media (Marzo 2002): 7.5 cm y 7.3 m
- Población efectiva: 846 árboles/ha (sin contar los árboles claramente suprimidos)
- Se hizo un raleo uniforme llevando la densidad a 550 árboles/ha

El diseño experimental consiste en bloques completos al azar con 4 repeticiones. Las parcelas son de 800 m² (8 filas = 32 m x 25 m).

En el Cuadro 1 se presentan los diferentes tratamientos (calendarios de poda) evaluados. Se aplicaron cuatro intensidades de poda definidas como el diámetro del fuste hasta el cual levantar la poda. A través de calibres de abertura fija, la poda se levantó hasta el primer punto en el que el calibre pudiera entrar completamente en el fuste.

Cuadro 1. Caracterización de los tratamientos de poda.

Tratamiento de poda	Calibre (cm)	Altura poda (m)			Calibre (cm)	Altura poda (m)		
		mínima	media	máxima		mínima	media	máxima
		1ª intervención (Marzo 2002)			2ª intervención (Octubre 2002)			
Fuerte	3	2,8	5,1	6,4	-	-	-	-
Medio / Fuerte	4	1,3	4,5	6,5	-	-	-	-
Medio / Suave	5	1,8	4,0	5,5	6	3,4	5,3	6,9
Suave	6	1,1	3,3	5,0	6	2,8	5,4	8,3
		3ª intervención (Marzo 2003)			4ª intervención (Diciembre 2003)			
Fuerte	-	-	-	-	6	5,7	9,2	11,0
Medio / Fuerte	5	4,6	7,9	9,7	7	5,1	8,8	11,0
Medio / Suave	6	4,5	7,7	9,9	8	4,4	8,8	10,5
Suave	7	3,6	7,2	9,1	9	5,8	8,5	10,6

Luego de aplicados los tratamientos de la primera poda se obtuvieron los valores de porcentaje de copa remanente que se muestran en la Figura 1.

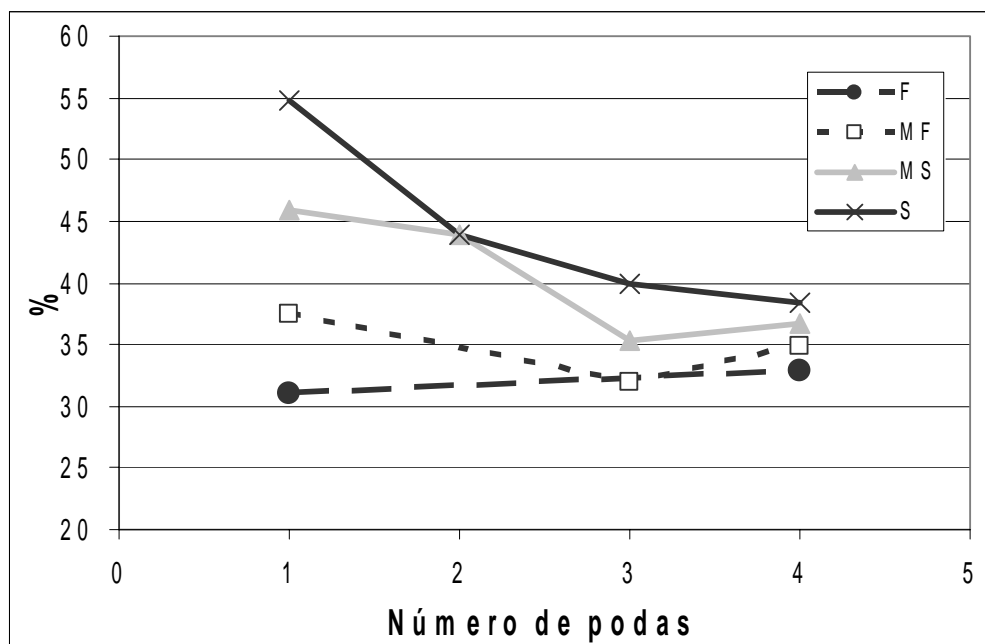


Figura 1. Porcentaje de copa verde remanente respecto a la altura total para cada esquema de poda.

Para caracterizar el cilindro nudoso formado hasta el momento de realizar la primera poda, se definió el Diámetro Máximo Sobre Muñones (DMSM) como el Diámetro Con Corteza estimado a 0.5 m del suelo (DCC_{0.5}) más 1 cm. Para estimar el DCC_{0.5} se utilizó una función de ahusamiento ajustada con datos de aproximadamente 400 árboles (Methol 2001). Se utilizó una altura de 0.5 m asumiendo que en ese punto del fuste ocurriría el máximo Diámetro Sobre Muñones (DSM) del primer levante. El valor de 1 cm incluiría el engrosamiento del fuste en el lugar en donde se insertan las ramas más el muñón que queda de las ramas removidas.

Para este ensayo, el valor más frecuente del DMSM (estimado) se situó entorno a los 9.6 cm. Para la primera poda este valor es independiente de la intensidad de poda ya que se estimó para la altura de 0.5 m del fuste, la cual fue podada en todos los tratamientos. Cabe aclarar que el DMSM no es estrictamente equivalente al diámetro del cilindro con defectos, ya que este último también debe incluir la zona de oclusión. Recién después de esa zona de oclusión comenzará efectivamente la formación de madera *clear*. En el presente trabajo, se hará referencia al cilindro que encierra los nudos (CN) sin incluir la oclusión.

A los siete meses de instalado el ensayo (Oct-2002) y durante los años 2003, 2005 y 2007 se midió el crecimiento individual (altura y DAP). Con estos datos se calculó el volumen con corteza por árbol y por hectárea para cada uno de los tratamientos evaluados, utilizando un factor de forma de 0.4. Además se midió el diámetro a la base de la copa antes de cada poda, la altura de poda y el diámetro del fuste a la altura de poda (calibre), lo que permitió estimar de forma aproximada las dimensiones del cilindro que encierra los nudos en cada tratamiento.

Efecto de la poda sobre el crecimiento

Los valores de altura total, DAP, volumen por árbol y por hectárea al séptimo año son presentados en el Cuadro 2. El análisis de varianza de los datos obtenidos indica que existen diferencias significativas para todas las variables medidas excepto para la altura. Este parámetro no muestra ninguna respuesta frente a los distintos esquemas de poda evaluados. El tratamiento de podas más frecuentes y menos intensas en cuanto a la proporción de copa verde removida es el que obtiene el mayor DAP al séptimo año de crecimiento (con una superioridad respecto a los demás tratamientos de aproximadamente 1.3 cm).

Si bien la productividad por unidad de superficie es similar en todos los casos, esa diferencia en DAP de 1.3 cm a favor del sistema de poda menos intenso, representa al séptimo año, con un promedio de 500 árb/ha, un incremento próximo a 6 m³/ha (en trozas basales de 3 m) o de 11 m³/ha (en trozas basales de 5.5 m). De todas formas, el volumen por hectárea no considera las posibles diferencias en la cantidad de madera libre de nudos que puedan producirse con los esquemas de podas evaluados.

Cuadro 2. Valores de crecimiento individual y por hectárea al séptimo año para las cuatro intensidades de poda.

Tratamiento	DAP (cm)	Altura (m)	Vol/arb (m3)	Vol/ha (m3/ha)
Fuerte	22,3 b	23,0 a	0.365 b	190.0
Medio-Fuerte	22,2 b	22,5 a	0.357 b	167.1
Medio-Suave	22,6 b	22.6 a	0.379 b	188.7
Suave	23,6 a	23,6 a	0.408 a	195.1

La evolución de la altura y el DAP a partir de la primera poda muestra que mientras el crecimiento en altura es prácticamente igual para todas las intensidades de poda, el diámetro tiende a incrementar en forma diferente con los distintos tratamientos (Figuras 2 y 3). El incremento decreciente para todos los casos esta asociado a un aumento de la competencia entre árboles a medida que transcurre el tiempo.

El menor crecimiento en DAP de los esquemas de poda más fuertes debería ser compensado por una mayor producción de madera libre de nudos debido a una mayor altura de levante de la poda en etapas tempranas de crecimiento. De todos modos, esto deber ser confirmado en evaluaciones posteriores en donde se mida con métodos destructivos la proporción efectiva de madera sin nudos.

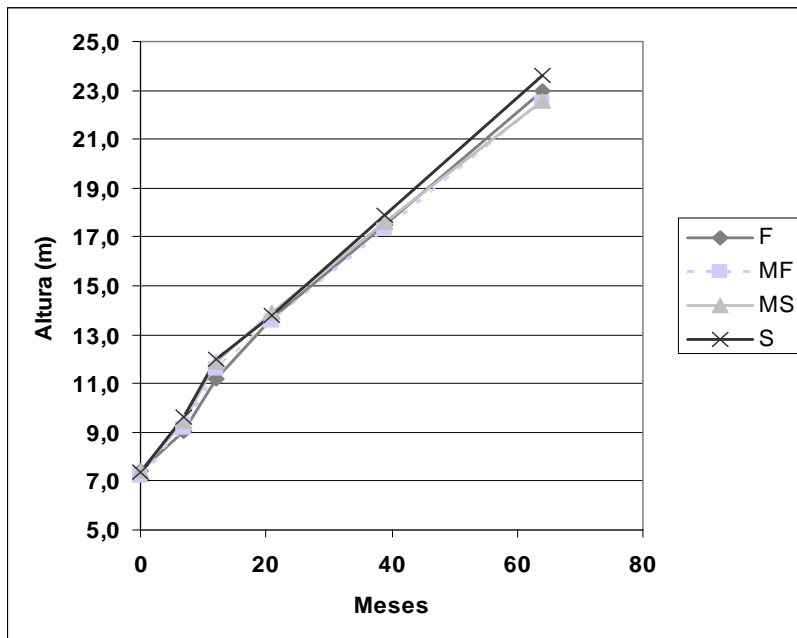


Figura 2. Evolución de la altura para las diferentes intensidades de poda.

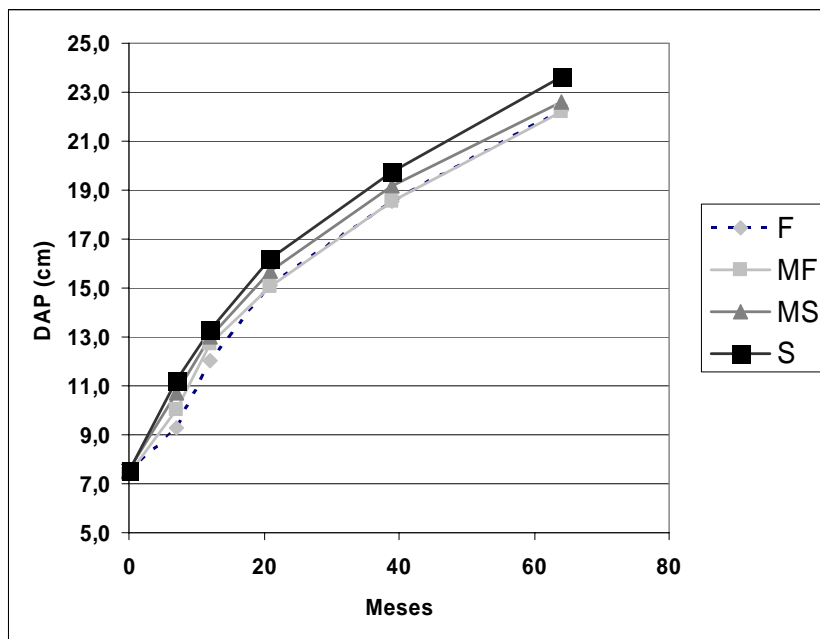


Figura 3. Evolución del DAP para las diferentes intensidades de poda.

El efecto de los diferentes tratamientos de poda sobre el crecimiento fue evaluado mediante los incrementos en Altura y DAP en diferentes períodos (Cuadros 3 y 4, Figuras 4 y 5). Tanto para la altura como para el DAP se observa que la primera poda fue la que más afectó el crecimiento. A partir del séptimo mes desde la primera poda, momento en el cual los tratamientos más suaves sufren su segunda poda, se produce un mayor incremento en el crecimiento de los árboles que tuvieron mayor intensidad de poda provocando que las diferencias observadas en ambos parámetros se tornen cada vez menores. Esto indicaría que, aunque los árboles con podas más intensas tienen menor crecimiento inicial, éste tiende a recuperarse dado el menor número de intervenciones.

No obstante esto, los valores actuales han mantenido cierta superioridad en cuanto al DAP del sistema de poda menos intenso, no denotándose una situación intermedia para el tratamiento que sufrió 3 podas.

Cuadro 3. Incrementos acumulados en Altura (m) a X meses de la primera poda y valores actuales.

Tratamiento	7 meses de 1ª poda	12 meses	21 meses	39 meses	64 meses	Altura Julio 2007
Fuerte	1.6	3.8	6.3	10.1	15.6	23.0
Medio-Fuerte	2.0	4.4	6.4	10.1	15.0	22.5
Medio-Suave	2.1	4.5	6.5	10.2	15.2	22.6
Suave	2.3	4.6	6.4	10.6	16.2	23.6

Cuadro 4. Incrementos acumulados en DAP (cm) a X meses de la primera poda y valores actuales.

Tratamiento	7 meses de 1ª poda	12 meses	21 meses	39 meses	64 meses	Diámetro Julio 2007
Fuerte	1.8	4.6	7.7	11.1	14.8	22.3
Medio-Fuerte	2.6	5.3	7.6	11.1	14.8	22.2
Medio-Suave	3.1	5.5	8.1	11.6	15.1	22.6
Suave	3.7	5.7	8.7	12.2	16.1	23.6

Por otro lado puede señalarse que el período de crecimiento inmediato a cada poda se ve afectado directamente por el porcentaje de copa extraída, siendo el crecimiento final el resultado de la acumulación de los efectos de cada levante.

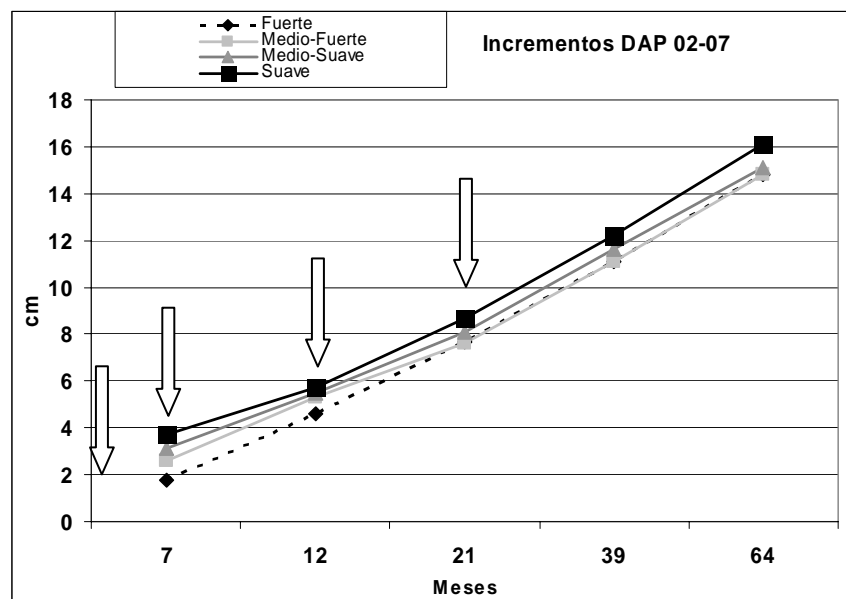


Figura 4. Incrementos del DAP en todos os tratamientos a partir de la 1ª poda.

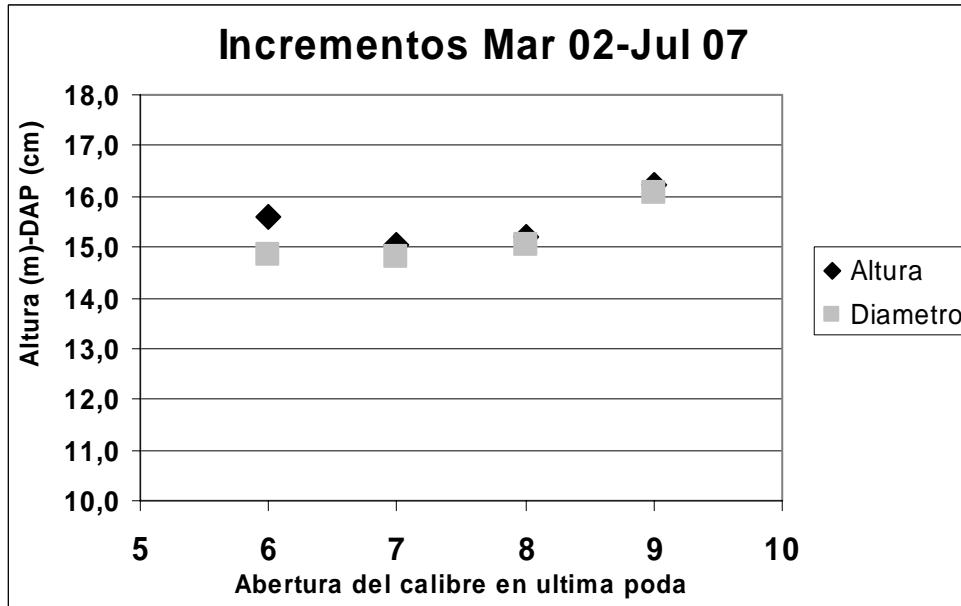


Figura 5. Incrementos en el crecimiento para las diferentes intensidades de poda.

Efecto de la poda sobre el volumen del cilindro que encierra los nudos

El volumen y las dimensiones promedio del fuste inmediatamente después de cada poda se muestran en las Figuras 6 y 7. Se observa que el volumen total del CN es similar entre el tratamiento Fuerte y Suave, lo que se explica por la mayor altura de poda alcanzada en la segunda intervención del tratamiento Fuerte y la mayor abertura del calibre utilizada para el tratamiento suave

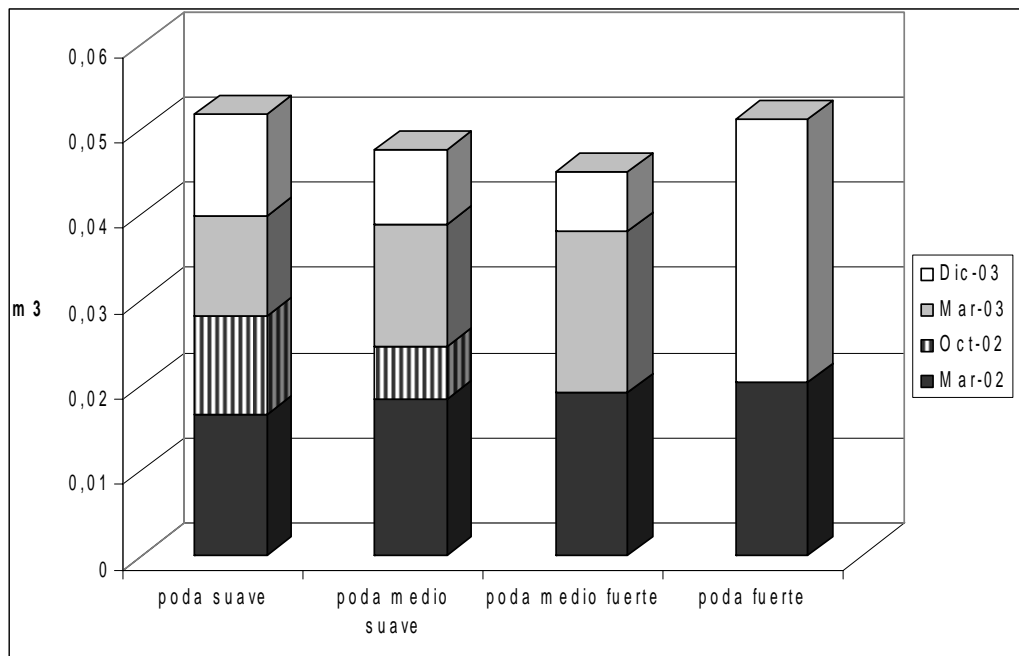
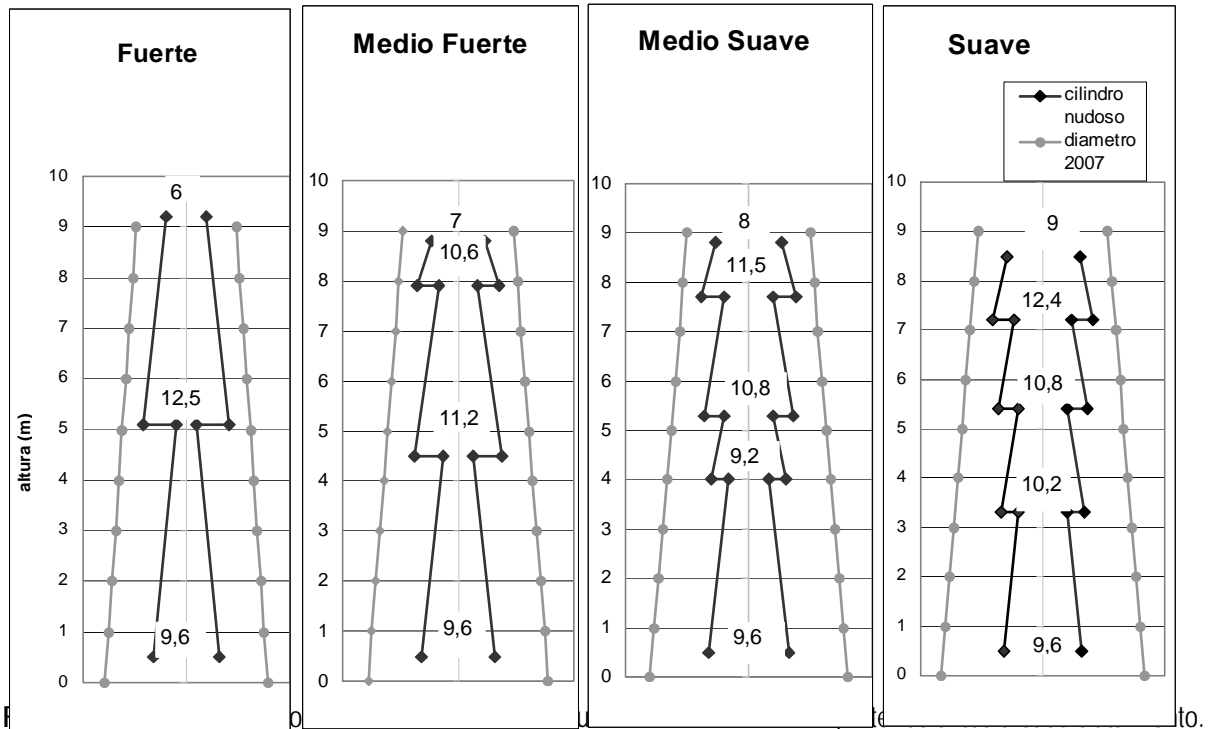


Figura 6. Volumen de cilindros nudosos para las diferentes podas de cada tratamiento.

Con un menor número de intervenciones es más difícil mantener la uniformidad del CN, lo cual sería importante en montes cuya producción tenga diferentes destinos, con largos de trozas distintos. Podría decirse entonces, que todos los tratamientos excepto el de Medio Fuerte lograron cierta uniformidad hasta los 5m, observándose la dificultad de producir cilindros nudosos de diámetros reducidos en trozas superiores. En este sentido la eventual tercera troza, de 3 m de largo de peor calidad sería la del tratamiento Suave.



Es importante recordar, que para el presente ensayo se utilizaron calibres, por lo cual el largo de los CN (presentados en la Figura 6) demuestra gran variabilidad.

Consideraciones finales

La utilización de podas intensas en el primer levante produce un efecto negativo poco importante sobre el crecimiento diamétrico. Los árboles a los que se le aplicó la primera poda en forma intensa (a mayor altura) tienden a recuperar su desarrollo, incrementando la tasa de crecimiento algunos meses después de dicha poda.

Los resultados obtenidos hasta el momento indican que desde el punto de vista del crecimiento, es aconsejable realizar 4 podas de baja intensidad. Sin embargo, la reducción del número de intervenciones a 3 o 2 tiene ventajas desde el punto de vista operativo y menores costos. Por otro lado, el momento y la altura de poda está condicionado al largo de troza requerido.

Es necesario continuar con este tipo de estudios con la finalidad de observar la variación del diámetro y la variación del cilindro con defectos a lo largo del fuste según las diferentes alturas de poda ya que es de suponer que el grosor de las ramas en los diferentes tratamientos afecte de forma diferente estos dos parámetros. Asimismo es importante lograr un mayor ajuste entre los criterios prácticos, dados principalmente por dimensiones finales necesarias de las trozas y la practicidad de los trabajos de poda, con los criterios fisiológicos implicados en el desarrollo del árbol.

REFERENCIAS

- Methol, R. 2001. Comparisons of approaches to modelling tree taper, stand structure and stand dynamics in forest plantations. Ph.D Thesis. New Zealand School of Forestry, University of Canterbury, Christchurch, New Zealand. 298pp.
- Methol, R. 2002. Evaluación de la intensidad de poda en el crecimiento de rodales de *Eucalyptus grandis*. Visita a ensayos de silvicultura y mejoramiento de pinos y eucaliptos. Serie de actividades de difusión 203. p15-21.

III. EVALUACIÓN AL SEPTIMO AÑO DE DISTINTOS ESQUEMAS DE RALEO EN *E. grandis*

Fernando Resquin- Cecilia Rachid, Zohra Bennadj

Introducción

La utilización de raleos para concentrar el crecimiento del rodal en los mejores árboles (aquellos que serán dejados a turno final) está ampliamente difundida en la zona norte de Uruguay. Sin embargo, aún no existe suficiente información acerca de los efectos que distintos esquemas de raleo (combinación de época, intensidad, frecuencia y densidad final) puedan tener en el crecimiento, productividad y calidad de madera.

El objetivo de este ensayo es evaluar distintos esquemas de raleo y poblaciones dejadas a turno final en el crecimiento individual (DAP) y total (volumen/ha) de rodales de *E. grandis*.

Metodología utilizada

Se evalúan diferentes esquemas que involucran dos raleos (y un tratamiento testigo, sin raleos), permitiendo varias combinaciones de intensidad del primer y segundo raleo así como de densidades a ser dejadas a turno final (Cuadro 1). El primer raleo es a desecho, en el cual se eliminan los árboles claramente suprimidos o defectuosos (mala forma, etc.), mientras que el segundo raleo sería un raleo comercial. A las densidades finales de 200 y 300 árboles por hectárea se llegará por dos combinaciones de primer y segundo raleo diferentes. Cabe destacar que los valores del número de arb/ha presentados en el cuadro 1 sirven de referencia para cada tratamiento pero en términos generales los valores reales son una aproximación a los mismos.

Cuadro 1: Estructura de tratamientos utilizada en el ensayo.

Tratamiento	Primer raleo		Segundo raleo	
	Intensidad	Arb/ha dejados	Intensidad	Arb/ha dejados
1	Fuerte	400	Fuerte	100
2	Fuerte	400	Moderada	150
3	Fuerte	400	Baja	200
4	Moderada	550	Fuerte	200
5	Moderada	550	Moderada	250
6	Moderada	550	Baja	300
7	Baja	700	Fuerte	300
8	Baja	700	Moderada	350
9	Baja	700	baja	400
10	-	todos	-	todos

Las variables medidas fueron altura total y DAP en marzo y octubre del 2002 y en julio de 2005 y 2007, las cuales permitieron calcular el volumen con corteza por árbol y por hectárea utilizando un factor de forma de 0.4.

El rodal sobre el cual se evalúan los diferentes esquemas de raleo se describe a continuación:

- Plantación: Diciembre de 2000
- Instalación del Ensayo (primer raleo): Marzo de 2002
- Grupo de suelo CONEAT: 7.31
- DAP y Altura media (Marzo 2002): 7.4 cm. y 7.3 m

- Población efectiva promedio: 780 árboles/ha (sin contar los árboles claramente suprimidos)
- Al momento de realizar el primer raleo se aplicó una poda uniforme a todo el ensayo, igual a la aplicada a la plantación circundante.

El diseño experimental consiste en bloques completos al azar con 3 repeticiones. Las parcelas son de 960 m² (8 filas = 32 m x 30 m).

Crecimiento observado hasta al séptimo año de evaluación

Los valores promedio de crecimiento individual y por hectárea de cada una de las intensidades de raleo se presentan en el Cuadro 2 y Figura 1. El análisis de varianza detecta diferencias significativas entre tratamientos para todas las variables medidas excepto para la altura. Como era esperable, la menor competencia entre árboles determina mayores incrementos del diámetro y menores tasas de productividad por unidad de superficie. El efecto del raleo es más evidente por debajo de los 500 arb/ha ya que se produce un acentuado incremento del Dap comparado con los tratamientos de mayor número de árboles por unidad de superficie. Esto indicaría que el efecto de la competencia entre árboles cambia sensiblemente por encima o por debajo de los 500 arb/ha a partir de los siete años de crecimiento ya que hasta el quinto año de evaluación la respuesta fue muy similar para todos los tratamientos (Resquin, Balmelli y Methol, 2006).

Cuadro 2: Valores actuales de crecimiento para cada intensidad de raleo.

Árboles/ha actuales	Altura (m)	DAP (cm)	Volumen por árbol (m ³)	Volumen por ha (m ³)
375	23,4 a	24,0 a	0.434 a	163.5 a
520	23,2 a	22,2 b	0.375 b	196.0 b
640	22,8 a	21,0 c	0.335 c	214.9 c
Testigo (790)	22,4 a	19,8 d	0.301 d	237.6 d

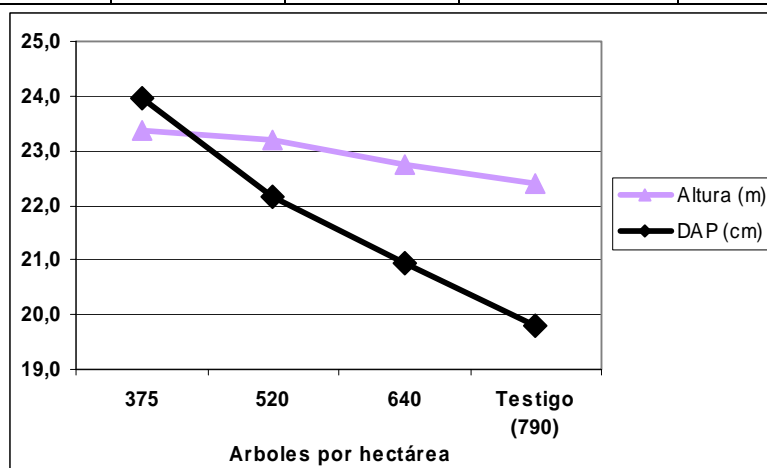


Figura 1. Valores de altura y DAP para las intensidades de raleo evaluadas.

El análisis de la evolución de los resultados obtenidos muestra que la altura promedio de los árboles ha sido prácticamente la misma independientemente del número de árboles por unidad de superficie y que por lo tanto no

se ve influenciada por la competencia entre individuos. El DAP y el volumen por ha, en cambio, muestra que las diferencias entre tratamientos son cada vez mayores a medida que transcurre el tiempo (Figuras 2, 3 y 4).

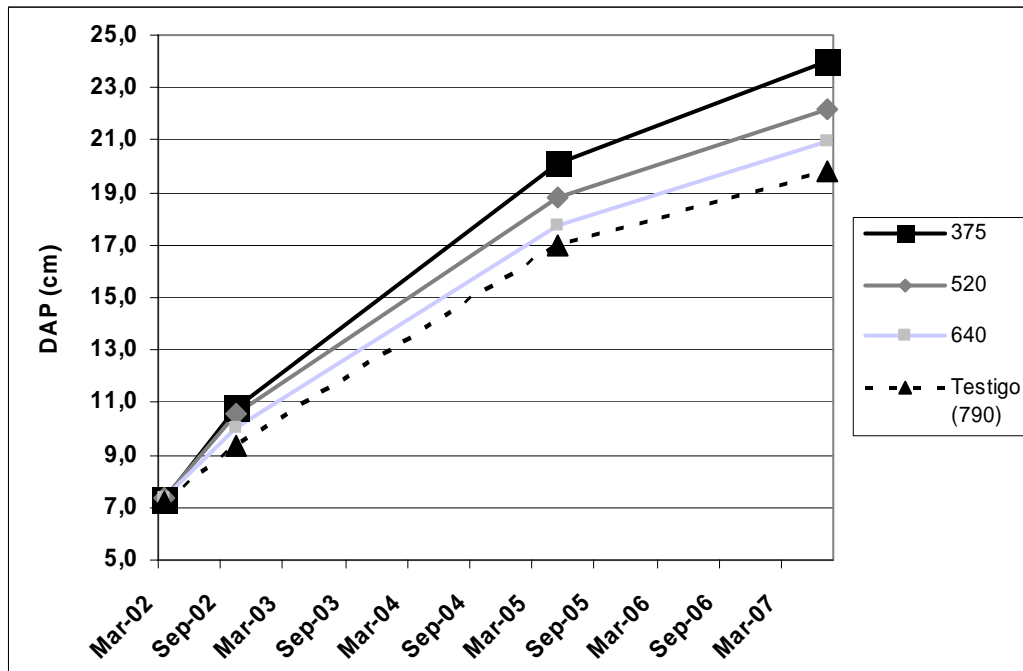


Figura 2. Evolución del Dap para cada intensidad de raleo

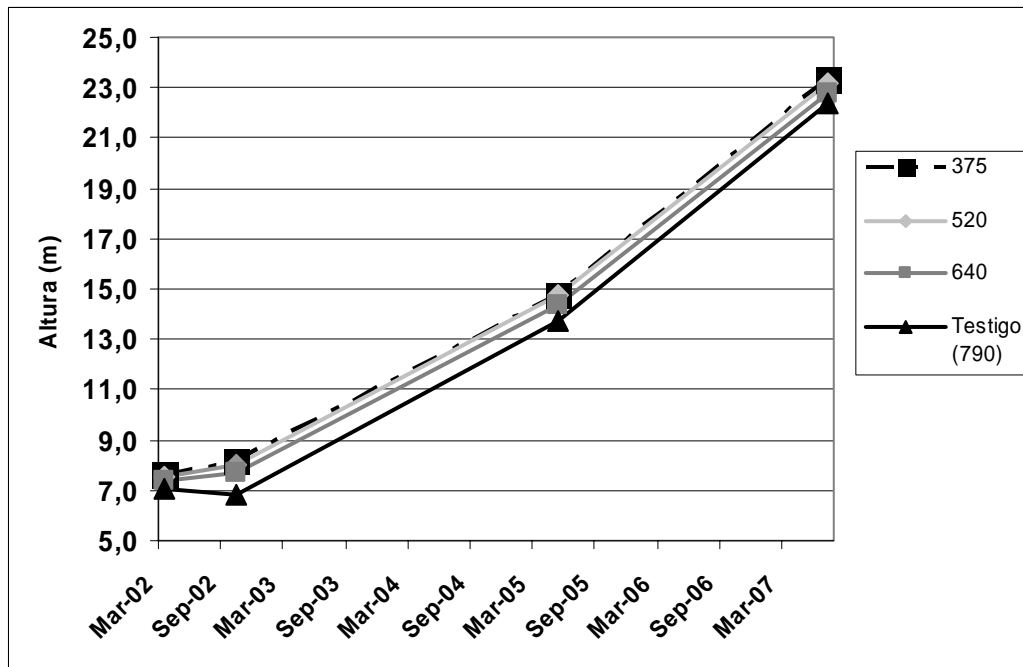


Figura 3. Evolución de la altura total para cada intensidad de raleo

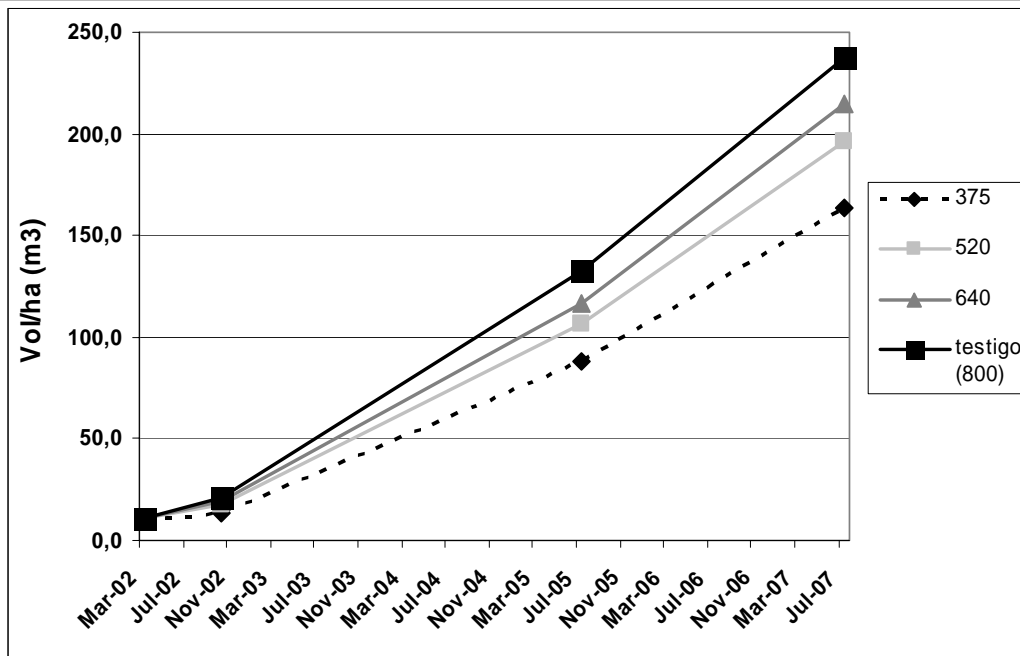


Figura 4. Evolución del Volumen por hectárea para cada intensidad de raleo

Como se observa en el cuadro 3 y la Figura 5 a medida que se reduce el número de árboles por hectárea aumenta la tasa de crecimiento lo cual ocurre en forma más marcada para intensidades de raleo por debajo de los 500 árboles por hectárea. Desde el punto de vista del crecimiento obtenido, el tratamiento de aprox. 400 arb/ha ha mostrado, hasta el momento, un comportamiento significativamente diferente del resto de los niveles evaluados.

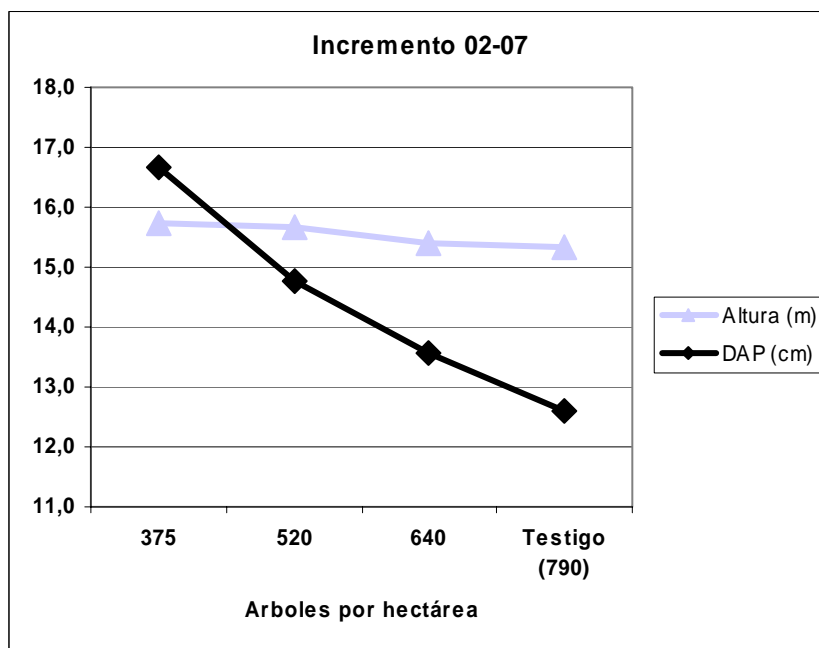


Figura 5. Incrementos de altura y DAP al quinto año de instalado el ensayo

Teniendo en cuenta que, en los tratamientos con mayor número de árboles se promedia también un mayor número de individuos, resulta interesante determinar si hay algún tipo de efecto de la intensidad de raleo sobre los mejores árboles para los casos de mayor densidad. .

En este sentido, se compara el incremento de los 250arb/ha de mayor DAP de cada uno de los tratamientos evaluados (Cuadro 3). Al igual que lo observado con todos los árboles de cada tratamiento, se observa la mayor respuesta en crecimiento para las mayores intensidades de raleo (375 arb/ha). Este incremento, sin embargo, es menos marcado que si se considera todos los árboles, debido a que en los tratamientos de menor intensidad de raleo existe un importante número de individuos de bajo crecimiento.

Cuadro 3. Valores actuales e incrementos de los 250 arb/ha de mayor DAP

Árboles/ha actuales	DAP 2002 (cm)	DAP 2007 (cm)	Incrementos 02-07
375	8,8	25,8	17,0
520	8,9	25,0	16,1
640	8,9	24,6	15,7
Testigo (790)	8,9	24,1	15,2

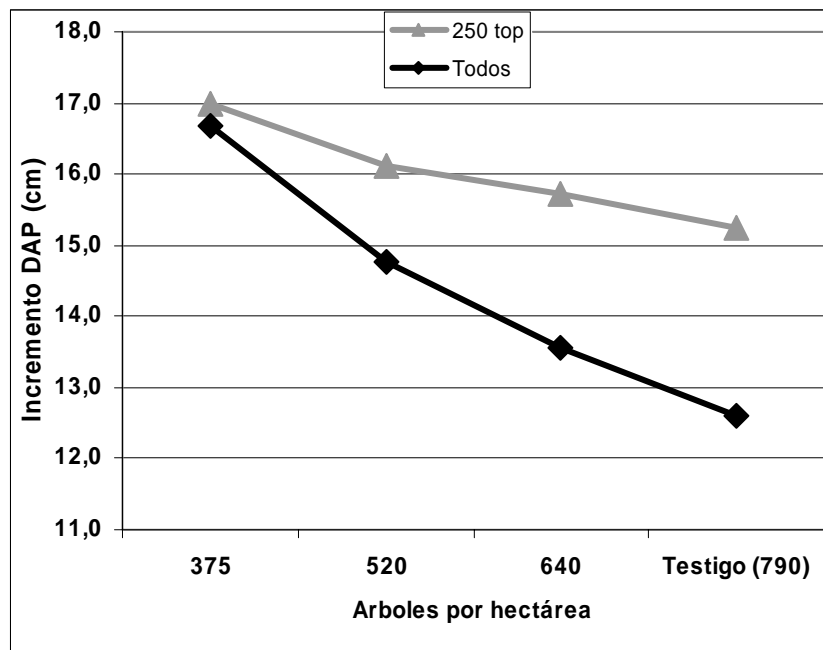


Figura 6. Incrementos en DAP entre Marzo de 2002 y Julio 2007 para todos los árboles y para los 250 árboles/ha de mayor DAP, según intensidad del primer raleo.

Consideraciones finales

Luego de siete años de evaluación se observa que en los tratamientos de raleos más intensos se obtiene mayores crecimientos individuales (DAP) y menor productividad por hectárea en comparación con los raleos de menor intensidad. Estos efectos también se observan, aunque en menor medida, aún en los árboles de mayor crecimiento individual.

Por debajo de aproximadamente 500 arb/ha el diámetro promedio de los árboles crecen a tasas sensiblemente mayores que con el resto de las intensidades de raleos evaluadas.

REFERENCIAS

Resquin, F; Balmelli, G.; Methol, R., 2006. Evaluación del efecto de prácticas de manejo silvicultural sobre el crecimiento de *E.grandis*. En: "30 Años de investigación en Suelos de Arenisca" INIA Tacuarembó. Serie Técnica 159. pp 359-368.

INIA La Estanzuela	C. Correo 39173	Colonia	(0522) 2005	- Fax: (0522) 4061
INIA Las Brujas	C. Correo 33085	Las Piedras	(0324) 7241	- Fax: (0324) 7242
INIA Tacuarembó	C. Correo 78086	Tacuarembó	(0632) 2407	- Fax: (0632) 3969
INIA Treinta y Tres	C. Correo 42	Treinta y Tres	(0452) 2305	- Fax: (0452) 5701
INIA Salto Grande	C. Correo 68033	Salto	(0732) 5156	- Fax: (0732) 5156
Of. en Montevideo	Andes 1365 p. 12	Montevideo	(02) 92 05 50	- Fax: (02) 92 36 33