

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

Fernando Resquin<sup>1</sup>, Gustavo Balmelli<sup>1</sup>,  
Ricardo Methol<sup>2</sup>

## ANTECEDENTES

A partir de la promulgación de la Ley de Incentivo a la Producción Forestal del año 1987 el *E. grandis* ha sido plantado en la zona norte del país con el objetivo de producir árboles de gran diámetro aserrable y madera libre de nudos. La experiencia internacional muestra que esto es posible de lograr con prácticas de manejo tales como la reducción progresiva de los árboles de un bosque (raleos) y la eliminación de las ramas que se forman a lo largo del fuste (podas).

En Uruguay los diferentes sistemas de producción de madera para usos sólidos han implementado en forma un tanto empírica este tipo de prácticas basándose en resultados observados en otros países. Si bien algunas experiencias pueden tener algo de extrapolables es necesario determinar cuales son las alternativas que permitan obtener lo mejores resultados para las condiciones locales. En ese sentido surge clara la importancia del estudio del efecto de los diferentes esquemas de raleo (frecuencia e intensidad) así como del tipo de poda (frecuencia y altura) sobre la productividad y el tipo de madera producida. Aunque estos factores puedan ser analizados en forma separada, es probable que en los hechos exista algún tipo de interacción que incida sobre el tipo de producto esperado.

Esto ha llevado a que el PNF comenzara una serie de evaluaciones de la incidencia de algunas de estas prácticas — que a continuación enumeramos y detallamos—, sobre el comportamiento productivo en las

distintas etapas del cultivo de *E. grandis*, fundamentalmente en los suelos sobre areniscas:

- Efecto de la intensidad de poda en *E. grandis* al tercer año de crecimiento.
- Evaluación al tercer año de distintos esquemas de raleo en *E. grandis*.
- Efecto de la intensidad de raleo sobre la productividad de *E. grandis*.

## EFECTO DE LA INTENSIDAD DE PODA EN *E. grandis* AL TERCER AÑO DE CRECIMIENTO

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. Esto 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 que cuando se aplican 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.

359

<sup>1</sup>Ing. Agr. M.Sc., Programa Nacional Producción Forestal. INIA Tacuarembó. fresquin@tb.inia.org.uy  
gbalmelli@tb.inia.org.uy

<sup>2</sup>Ing. Agr. Ph.D., Convenio INIA-Forestal Oriental. ricardo.methol@fosa.com.uy



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. 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 sub-podados 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: (i) el porcentaje de copa removida; (ii) la longitud de copa remanente; y (iii) el diámetro del fuste hasta el cual levantar la poda.

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 arenosos de gran productividad forestal. Para que los distintos calendarios de poda 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 m<sup>2</sup> (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 mediante el diámetro del fuste hasta el cual levantar la poda. Mediante calibres de abertura fija, la poda se levantó hasta el primer punto en el que el calibre pudiera entrar completamente en el fuste.

### EFFECTO DE LA PODA SOBRE EL CRECIMIENTO POSTERIOR

El efecto de los diferentes tratamientos de poda sobre el crecimiento, fue evaluado mediante los incrementos en Altura y DAP en diferentes períodos (Cuadros 2 y 3).

El efecto de la primera poda fue evaluado a los siete meses de instalado el ensayo (Figura 1). Se observa un claro efecto negativo de la intensidad de poda sobre el crecimiento en diámetro, lo que se relaciona con el porcentaje de copa dejada en cada tratamiento. La altura se vio comparativamente menos afectada por la intensidad de poda.

El efecto acumulado de las cuatro podas, fue evaluado en junio de 2005 (a 39 meses de instalado el ensayo y 18 meses de efectuada la cuarta y última poda), Figura 2. Tanto en Altura como en DAP se aprecia cierta recuperación en los tratamientos más fuertes, lo que puede explicarse por el me-

**Cuadro 1.** Caracterización de los tratamientos de poda y altura total de poda alcanzada.

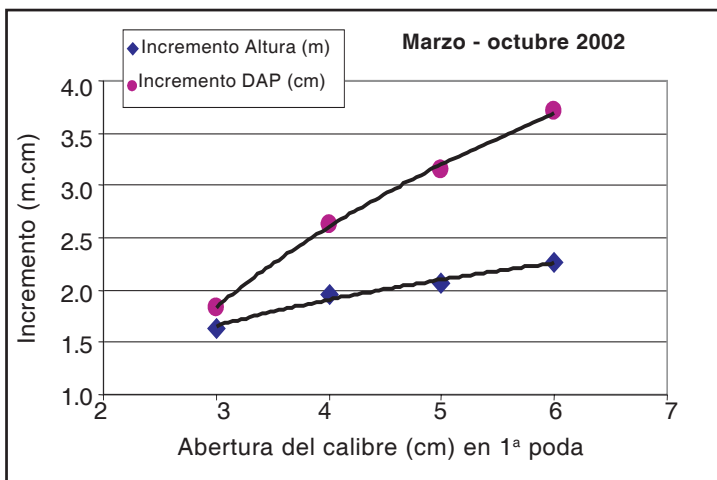
Tratamiento de poda	1ª poda	2ª poda	3ª poda	4ª poda	Altura total de poda
	(Marzo 2002)	(Octubre 2002)	(Marzo 2003)	(Diciembre 2003)	
	Calibre (cm)	Calibre (cm)	Calibre (cm)	Calibre (cm)	
Fuerte	3	-	-	6	9.2
Medio / Fuerte	4	-	5	7	8.8
Medio / Suave	5	6	6	8	8.8
Suave	6	6	7	9	8.5

**Cuadro 2.** Incrementos acumulados en Altura (m) a X meses de la última poda y valores actuales.

Tratamiento	7 meses de 1ª poda	5 meses de 2ª poda	9 meses de 3ª poda	18 meses de 4ª poda	Altura en junio 2005
Fuerte	1.6	3.8	6.3	10.1	17.5
Medio-Fuerte	2.0	4.4	6.4	10.1	17.3
Medio-Suave	2.1	4.5	6.5	10.2	17.6
Suave	2.3	4.6	6.4	10.6	17.9

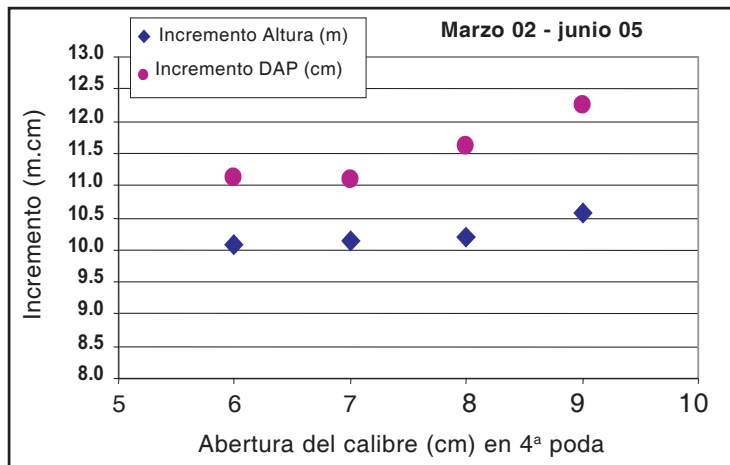
**Cuadro 3.** Incrementos acumulados en DAP (cm) a X meses de la última poda y valores actuales.

Tratamiento	7 meses de 1ª poda	5 meses de 2ª poda	9 meses de 3ª poda	18 meses de 4ª poda	DAP en junio 2005
Fuerte	1.8	4.6	7.7	11.1	18.6
Medio-Fuerte	2.6	5.3	7.6	11.1	18.5
Medio-Suave	3.1	5.5	8.1	11.6	19.2
Suave	3.7	5.7	8.7	12.2	19.8



**Figura 1.** Efecto de la intensidad de la primera poda en el DAP y en la Altura (a los 7 meses de efectuada la poda).

**Figura 2.** Efecto acumulado de las cuatro podas en el DAP y en la Altura (a los 18 meses de efectuada la última poda).



nor número de intervenciones de estos sistemas (2 y 3 podas, ver Cuadro1). El efecto acumulado de los diferentes sistemas de poda muestra un leve detrimento del crecimiento (principalmente en DAP) de los tratamientos de poda más fuertes.

## CONSIDERACIONES FINALES

La utilización de podas intensas en el primer levante, produce una reducción en el crecimiento de los árboles (fundamentalmente en diámetro). Posteriormente, el efecto se ve atenuado por el menor número de intervenciones que requieren los tratamientos más intensos, para alcanzar la altura final de poda.

Los resultados de este ensayo sugieren 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.

La utilización de un calibre de abertura fija para determinar la altura de poda, es una forma práctica y eficiente de efectuar podas de altura variable, que tengan en cuenta las variaciones en crecimiento individual. La abertura de los calibres a utilizar debe ajustarse a cada situación y en cada levante.

## EVALUACIÓN AL TERCER AÑO DE DISTINTOS ESQUEMAS DE RALEO EN *E. grandis*

### 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.

Esta información puede obtenerse de parcelas permanentes instaladas en rodales sometidos a distintos esquemas de manejo. Sin embargo, pueden existir diferencias importantes entre los sitios en los cuales las parcelas son instaladas, lo que hace que la información obtenida no sea totalmente confiable. Para minimizar las variaciones de sitio, manejo inicial, etc, es necesario instalar ensayos en donde se apliquen distintos esquemas de raleo en igualdad de condiciones y con diseño experimental.

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*. A su vez, dicha información permitirá determinar los esquemas de raleo de mejor performance económica.

### Estrategia 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.

### Descripción del rodal y del ensayo

- 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).

**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

- 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 m<sup>2</sup> (8 filas = 32 m x 30 m).

Crecimiento observado hasta al tercer año de crecimiento posterior al primer raleo

Los valores promedio de crecimiento (Altura y DAP) alcanzados en mayo de 2005 (a 38 meses de instalado el ensayo), así como los incrementos observados en dicho período, se presentan en el Cuadro 2.

El efecto de las diferentes intensidades del primer raleo se observa principalmente en el mayor incremento en DAP de los trata-

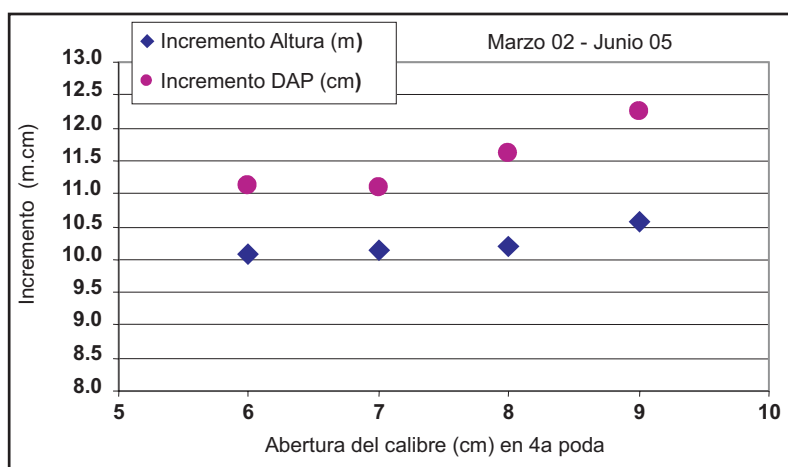
mientos más intensos (raleo a 400 y 550 árboles/ha).

En los tratamientos de menor intensidad de raleo, se promedia un mayor número de árboles (que incluye una mayor proporción de árboles pequeños). Para evaluar el efecto del raleo en el crecimiento de los árboles que serán dejados a turno final, se promediaron los valores actuales e incrementos en los 250 árboles/ha de mayor DAP. En la Figura 1 se presentan los incrementos en DAP de todos los árboles y de los 250 árboles de mayor DAP.

Los mayores incrementos en DAP de los tratamientos más intensos (raleo a 400 y 550 árboles/ha) se observan también, aunque en forma menos marcada, en los 250 árboles de mayor DAP, es decir en los árboles que más probablemente lleguen a turno final.

**Cuadro 2.** Valores promedio de DAP y Altura en mayo de 2005 e incrementos entre marzo de 2002 y mayo de 2005, según intensidad del primer raleo.

Arboles/ha dejados en el primer raleo	Valor mayo 2005		Incrementos 2002-2005	
	Altura (cm)	DAP (cm)	Altura (cm)	DAP (cm)
400	14.7	20.1	7.1	11.9
550	14.7	18.8	7.2	10.8
700	14.4	17.8	7.0	10.1
Testigo (todos)	13.7	17.0	6.6	10.1



**Figura 1.** Incrementos en DAP entre marzo de 2002 y mayo de 2005 para todos los árboles y para los 250 árboles/ha de mayor DAP, según intensidad del primer raleo.

## CONSIDERACIONES FINALES

Al tercer año de instalado el ensayo se observan diferencias importantes entre los tratamientos en el crecimiento individual de los árboles, con un mayor crecimiento diamétrico en las parcelas de raleo más intenso. Estos resultados indican que al cuarto o quinto año se manifiesta la competencia entre árboles, incluso en los árboles dominantes, lo que demuestra la necesidad de efectuar raleos tempranos.

Las tendencias observadas en los ensayos de poda y raleo sugieren que a edades muy tempranas, el efecto de la poda en el crecimiento de los árboles, es mucho más notorio que el del raleo. Esta tendencia se invierte con el paso del tiempo, es decir, que el efecto del raleo es más importante en el crecimiento posterior, cuando los árboles comienzan a competir entre sí.

## EFFECTO DE LA INTENSIDAD DE RALEO SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DE *E. grandis*

### INTRODUCCIÓN

El ensayo que se presenta a continuación fue diseñado, con el objetivo de evaluar diferentes formas de manejo que permitirían la transformación de un bosque comercial en un área de colecta de semilla. En ese sentido, en su momento se intentó determinar la densidad óptima de árboles para la adecuada producción de semilla. Para llevar esto a cabo se eliminaron los árboles con menor desarrollo y con troncos mal formados.

Una vez obtenida la información en función de los objetivos planteados inicialmente se continuó con la medición del crecimiento de los árboles de cada una de las intensidades de raleo. Esto ha permitido obtener información del comportamiento individual (DAP y Altura) y la productividad (volumen/ha) para cada caso y a una edad próxima al turno de cosecha.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El monte que se destinó para el ensayo fue plantado por el Frigorífico Tacuarembó en octubre de 1989, por lo cual al momento de realizar el raleo los árboles contaban con 5 años de edad. La especie es *E. grandis* con la semilla proveniente del Huerto Semillero de Bañado de Medina. La superficie ocupada por el ensayo es de 0.96 ha y la distancia de plantación aproximada es de 3 x 2.5 m. Cada intensidad de raleo está compuesto por dos parcelas, cuyas características se describen en el Cuadro 1.

Hasta el momento se realizaron mediciones de altura y DAP durante los años 1994, 1999, 2000, 2001 y 2005. Con estos datos se calcularon el volumen por árbol y la sobrevivencia y a partir de los mismos se estimaron los valores de volumen por hectárea y el Incremento Medio Anual (IMA). Los valores de volumen fueron estimados con la altura total de los árboles, con corteza y usando un factor de forma de 0.45. No se midió el volumen de los árboles que fueron cortados en ninguna de las intensidades evaluadas.

## RESULTADOS OBTENIDOS

Las Figuras 1, 2, 3, 4 y 5 muestran los resultados de DAP, altura total, sobrevivencia, volumen acumulado e IMA para las tres intensidades de raleo evaluadas. El DAP, como era de esperar, fue el parámetro que tuvo mayor respuesta frente a la reducción del efecto de la competencia entre árboles. En este caso se registró un incremento promedio de casi el 40% en el DAP de las parcelas con raleo, en relación a las parcelas sin raleo (39 vs 24.5 cm, respectiva-

mente). Los valores promedio del DAP en los tratamientos de raleo intenso y raleo medio, fueron muy similares entre sí (40.2 vs 37.7 cm, respectivamente). Esto se explica por el hecho de que en ambos casos el número de árboles por hectárea es relativamente semejante (260 y 310 arb/ha). Para las tres intensidades de raleo, a partir del décimo año de evaluación, se observa una disminución en el ritmo de incremento, la cual estaría asociada al progresivo aumento de la competencia entre árboles. Esta disminución parece ser más evidente en los casos en donde existieron altas tasas iniciales de crecimiento como es el caso de las parcelas con raleo. De todos modos, la tendencia estaría indicado que la "brecha" observada entre los tratamientos, con raleo versus el sin raleo, se torna cada vez mas amplia a medida que pasa el tiempo.

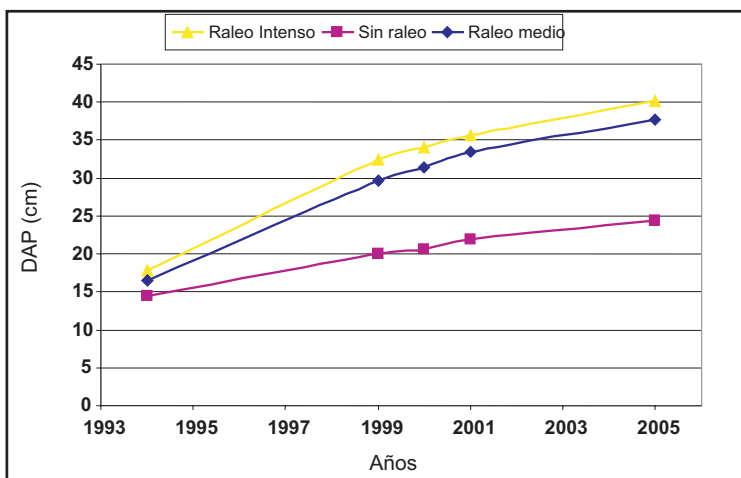
La altura total muestra una tendencia similar a la observada con el DAP pero mucho menos acentuada, indicando que este parámetro es menos dependiente de la competencia que el DAP. El incremento de los árboles bajo condiciones de raleo es un 20% superior que en la situación sin raleo.

En cuanto a la evolución del número de árboles se observa que el mayor grado de competencia estaría provocando una mayor pérdida de árboles, lo cual se vuelve más notoria a partir del décimo año de instalado el monte, del mismo modo que lo observado para el DAP y la altura. A pesar de que los tratamientos con raleo tienen similar número de árboles por hectárea, los valores de sobrevivencia son sensiblemente diferentes para ambos casos (94 vs. 81%, raleo intenso y raleo medio, respectivamente).

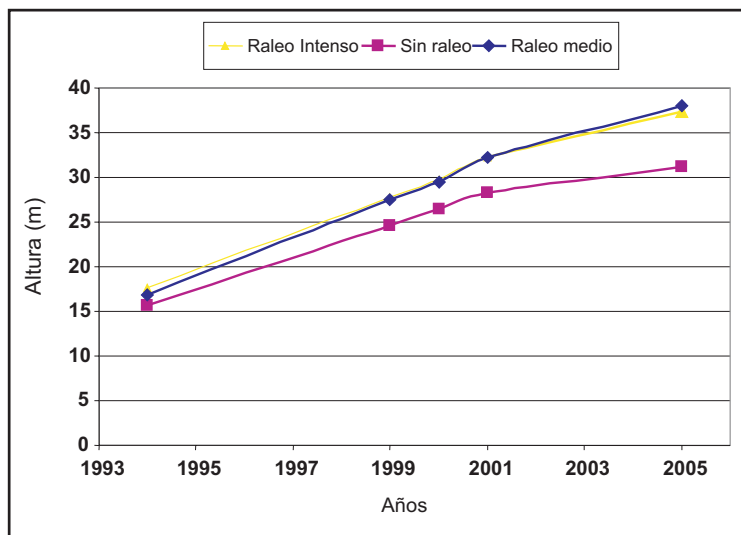
La diferencia en el número de árboles para cada intensidad de raleo determina que

**Cuadro 1.** Principales características del ensayo.

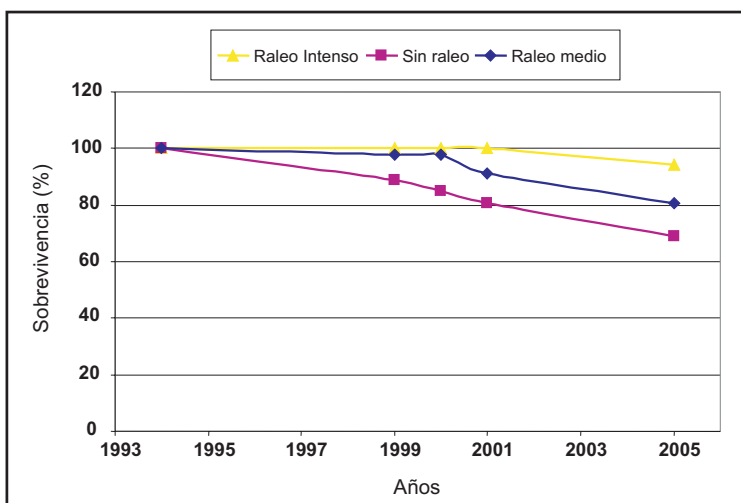
Intensidad	Tamaño de parcela		Tamaño de parcela interna		
	Superficie	No. de árboles	Superficie	No. de árboles	árboles/ha
Sin raleo	40 x 40 m	210	25 x 25 m	80	1272
Raleo medio	40 x 40 m	60	25 x 25 m	22	352
Raleo intenso	40 x 40 m	40	25 x 25 m	17	272



**Figura 1.** Evolución del DAP para las tres intensidades de raleo.



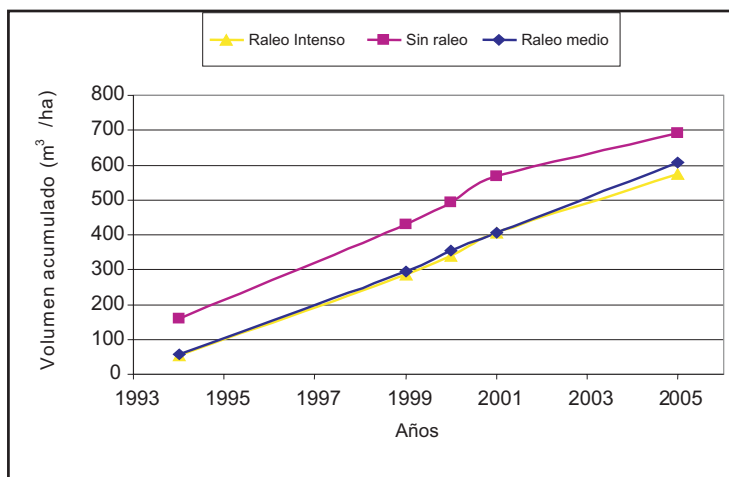
**Figura 2.** Evolución de la altura total para las tres intensidades de raleo.



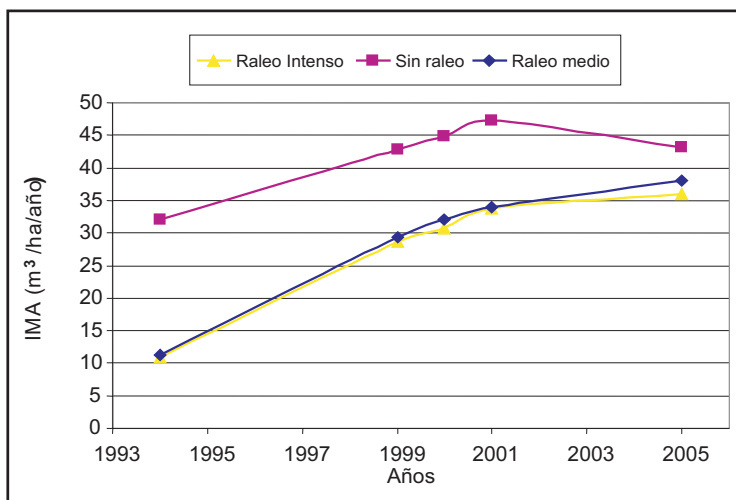
**Figura 3.** Evolución de la sobrevivencia para las tres intensidades de raleo.



**Figura 4.** Evolución del volumen acumulado (expresado en metros cúbicos totales con corteza) para las tres intensidades de raleo.



**Figura 5.** Evolución del IMA (expresado en metros cúbicos totales con corteza) para las tres intensidades de raleo.



el volumen de madera por hectárea sea mayor para el tratamiento en que se mantuvo el número original de árboles. Como era de esperar, el mayor número de árboles del tratamiento sin raleo compensa el menor crecimiento individual de los mismos. No obstante esto, las diferencias en productividad podrían considerarse pequeñas, teniendo en cuenta las importantes diferencias en el número de árboles por hectárea. Esto estaría mostrando que es posible obtener individuos de gran diámetro sin reducir en forma significativa la productividad por hectárea. Tal es el caso del sistema de raleo intermedio (aprox. 310 arb/ha), que alcanza un volumen relativamente próximo al sistema sin raleo (635 vs. 691 m³/ha), con la ventaja de obtener árboles de mucho mayor diámetro (38 vs. 25 cm).

En cuanto al IMA se observa que los incrementos de volumen comienzan a estancarse o a ser decrecientes a partir del año 12 del ciclo del cultivo. Esto es más evidente en las parcelas sin raleo, en donde los efectos de la competencia entre individuos es más intensa. En cambio, en los sistemas con raleo parecería que aún no se ha alcanzado el IMA máximo.

## CONCLUSIONES

Hasta el momento los resultados obtenidos permiten extraer las siguientes conclusiones:

- En el tratamiento sin raleo los incrementos de volumen son cada vez menores, mientras que en los trata-



mientos raleados parecería que los valores continúan aumentando a tasas crecientes.

- El volumen acumulado y el IMA obtenido hasta el año 16 muestran que el tratamiento con raleo medio alcanza un valor muy próximo al tratamiento sin raleo (691 vs 608 m<sup>3</sup>/ha y 43.2 vs 38 m<sup>3</sup>/ha/año, respectivamente).

- El DAP de los tratamientos raleados en promedio superan en casi un 40%, al tratamiento sin raleo. (39 vs 24.5 cm, respectivamente).
- El tratamiento del raleo medio combina, al mismo tiempo, dos de las características de interés económico: alta producción por hectárea y árboles de gran diámetro.

