

# VISITA A ENSAYOS DE SILVICULTURA Y MEJORAMIENTO DE PINOS Y EUCALIPTOS

**PROGRAMA NACIONAL FORESTAL**

**Noviembre 2002**

**Serie Actividades  
de Difusión N°. 303**



PROGRAMA NACIONAL FORESTAL



JORNADA FORESTAL

**VISITA A ENSAYOS DE SILVICULTURA  
Y MEJORAMIENTO DE  
PINOS Y EUCALIPTOS**

**Vivero "La Buena Unión" (COLONVADE)  
28 de noviembre de 2002**

**Participa:**



**Facultad de Agronomía - UDELAR**

**Auspicia:**



**Sociedad de Productores Forestales**

**INDICE**

- ENSAYO CLONAL DE <i>E. grandis</i> E HÍBRIDOS PROVENIENTES DE SUDÁFRICA.....	1
Juan Pedro Posse	
- RESPUESTA A LA FERTILIZACIÓN NP EN EUCALYPTUS EN URUGUAY .....	3
José Zamalvide	
- ENSAYO DE PROCEDENCIA DE PINO TAEDA .....	4
Juan Pedro Posse	
- EVALUACIÓN DE FUENTES DE SEMILLA COMERCIAL DE <i>Eucalyptus grandis</i> .....	6
Gustavo Balmelli	
- ENSAYO DE ESPECIES DE EUCALYPTUS .....	10
Juan Pedro Posse	
- PRUEBA DE PROGENIE DE <i>Pinus taeda</i> (INIA - COLONVADE).....	13
Juan Pedro Posse	
- EVALUACIÓN DE LA INTENSIDAD DE PODA EN EL CRECIMIENTO DE RODALES DE <i>Eucalyptus grandis</i> .....	15
Ricardo Methol	
- EVALUACIÓN DE DISTINTOS ESQUEMAS DE RALEO PARA <i>Eucalyptus grandis</i> .....	22
Ricardo Methol	

**ENSAYO CLONAL DE *E. grandis* E HÍBRIDOS  
PROVENIENTES DE SUDÁFRICA**

**OBJETIVO:** Evaluar el comportamiento de material introducido desde Sudáfrica en los diversos aspectos de la producción de madera de calidad

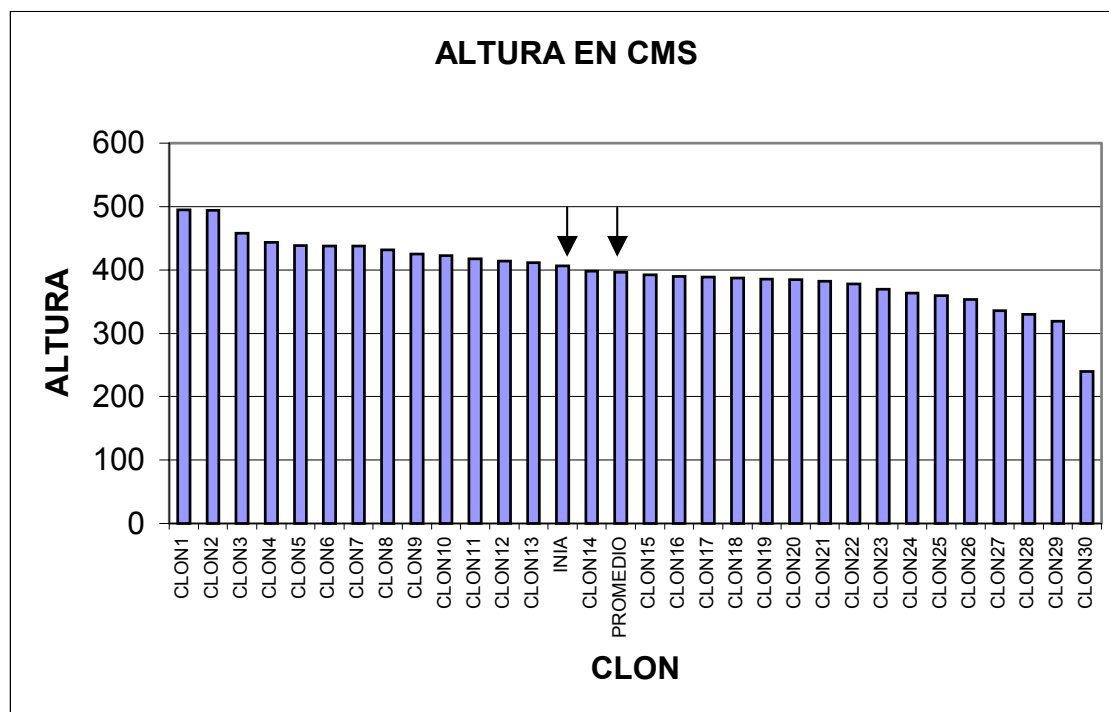
**FECHA DE PLANTACION:** Julio 2002

**TRATAMIENTOS:** 3 clones de *Eucalyptus grandis*  
21 clones de híbridos *Grandis* x *Camaldulensis*  
2 clones de híbridos de *Grandis* x *Tereticornis*  
10 clones de híbridos de *Grandis* x *Urophylla*

**DISEÑO:** Bloques completos al azar con 3 repeticiones.  
Parcelas de 3 x 10 arboles plantadas a 4 x 2,5 m

**COMENTARIOS:**

A continuación se presentan resultados de parcela demostrativa (sin diseño experimental) instalada en Octubre de 2001 para 30 de los 36 clones testeados.



<sup>1</sup> Ing. Agr. COLONVADE S.A.

## **RESPUESTA A LA FERTILIZACIÓN NP EN EUCALYPTUS EN URUGUAY**

José Zamalvide<sup>2</sup>

Desde la primavera de 2000 la Cátedra de Fertilidad de suelos de la Facultad de Agronomía viene llevando a cabo estudios de respuesta a la fertilización nitrogenada y fosfatada en Eucalyptus en el primer y segundo año de edad.

Estos trabajos son actualmente financiados con fondos aportados por cinco empresas forestales, Caja Bancaria, Colovade, Eufores, Forestal Oriental y Grupo Forestal, y por el programa de Relacionamiento con el Sector Productivo de la Comisión Sectorial de Investigación Científica de la Universidad de la República.

En los ensayos se estudia, la respuesta a N y P por separado, en E. Grandis y E. Globulus, en un gran número de sitios de las principales zonas forestales del país. Los sitios/ensayo (que llegarán en los tres años a aproximadamente 40), cubrirán variaciones que puedan afectar la respuesta como tipo de suelo, manejo anterior y posterior, época de plantación y año. La variación en respuesta observada, que debería ser considerada luego en un sistema de recomendación de fertilización, será relacionada con análisis de suelo y planta, e información cualitativa del sitio.

---

<sup>2</sup> Ing. Agr. Facultad de Agronomía - Universidad de la República Oriental del Uruguay

Las medidas realizadas en los ensayos comprenden altura de los árboles (año 1 y 2), diámetro (año 2 y posteriores), análisis de suelos y plantas.

En los ensayos de respuesta al N se estudia la respuesta a la refertilización nitrogenada al año y a los dos años del trasplante, en forma separada.

En los ensayos de respuesta al P se estudia, en diseños sencillos con tres repeticiones, la respuesta a dos dosis localizadas al costado de las plantas (28 y 56 g de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/planta), y al enterrado en un ancho continuo de 1m en dosis de 20g/m, más un testigo sin fertilizar.

## ENSAYO PROCEDENCIAS PINO TAEDA

Juan Pedro Posse

**OBJETIVO:** Evaluar el comportamiento de procedencias de Louisiana en relación a individuos F2 del híbrido *elliottii* x *caribea*

**FECHA DE INSTALACION:** 31 de agosto de 1999

### TRATAMIENTOS

IDENTIFICACION	DESCRIPCION DEL MATERIAL
1	Livingston Parish L03, Wey orchard mix, 1 <sup>st</sup> gen
2	Livingston Parish L11, Wey orchard mix, 1 <sup>st</sup> gen
3	Livingston Parish A 19 (Cavenham Wey family), 1 <sup>st</sup> gen
4	Livingston Parish A 114 (Cavenham Wey family), 1 <sup>st</sup> gen
5	<i>Safcol 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> gen orchard mix</i>
6	<i>Elliottii x caribea hybrid 2<sup>nd</sup> gen</i>

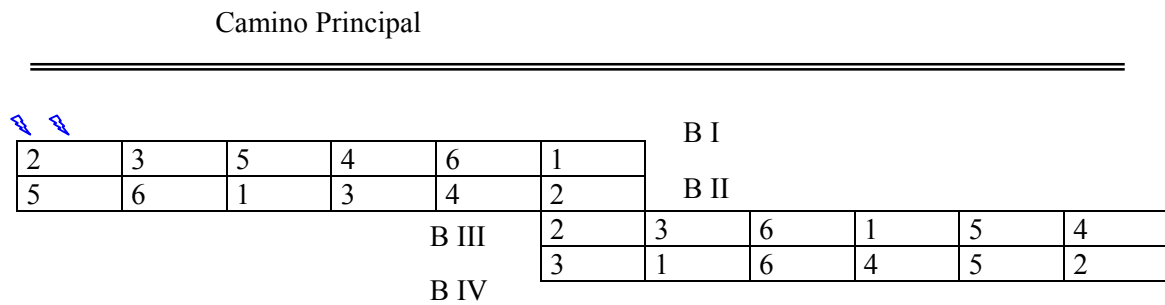
**UBICACION EN RIVERA** Región Rivera, subregion Cuñapirú, proyecto Buena Unión

**SUELO CONEAT:** 7.31

**DISEÑO:**

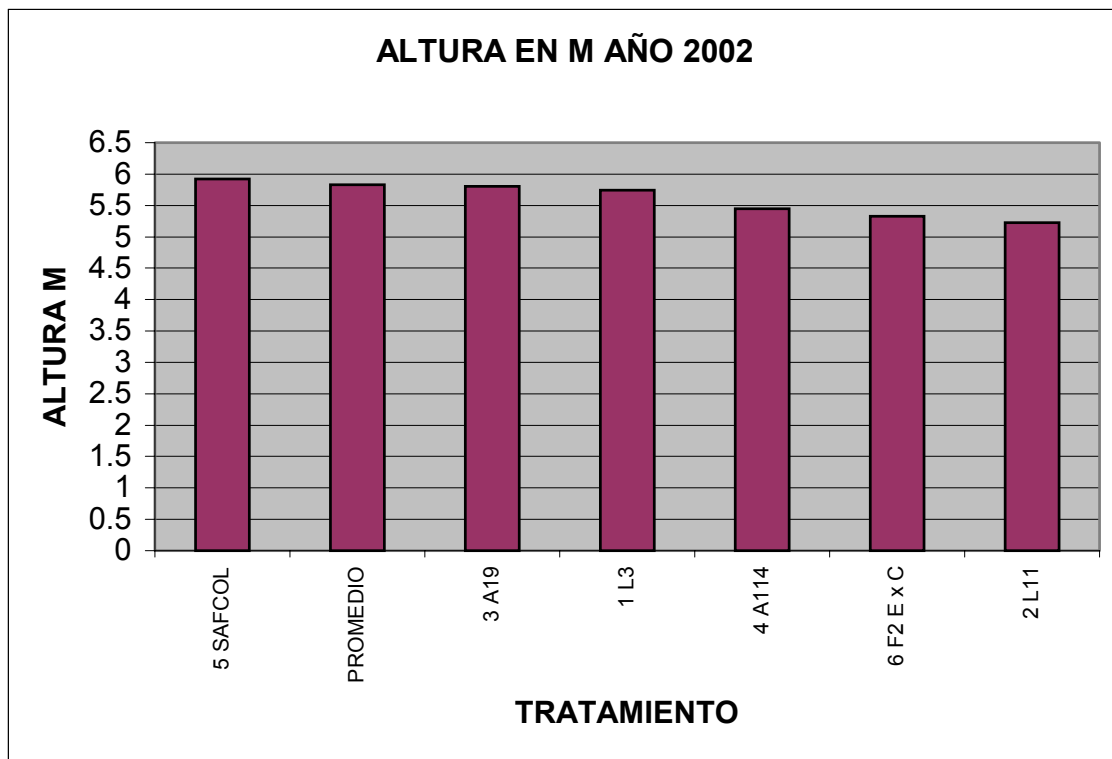
Bloques completos al azar con 4 repeticiones.  
Parcelas de 6 x 6 árboles plantados a 4 x 2,5 m

**CROQUIS:**



**INTERVENCIONES:**

- 24/11/99 Aplicación de Oust y replante
- 26/7/00 Control de malezas con Oust y Glifosato
- 3/3/01 Control de malezas con Glifosato
- 2/2/02 Control de malezas con pastera



## **EVALUACIÓN DE FUENTES DE SEMILLA COMERCIAL DE *Eucalyptus grandis***

Gustavo Balmelli<sup>3</sup>

### **INTRODUCCIÓN**

El Programa Nacional Forestal del INIA viene desarrollando desde 1993 un Plan de Mejoramiento Genético para *Eucalyptus grandis*. Este plan ha permitido, desde 1998 producir semilla comercial seleccionada localmente. En base a estimaciones teóricas, se espera para esta semilla un aumento de productividad por hectárea de entre 15 y 25 por ciento. Sin embargo, estas estimaciones de ganancia deben verificarse en condiciones comerciales, comparándose la semilla producida por INIA con otras fuentes de semilla de uso corriente a escala comercial. En este marco, los objetivos del ensayo son la evaluación del comportamiento productivo de diferentes fuentes de semilla comercial de *E. grandis* y la cuantificación de la ganancia genética obtenida por el Plan de Mejoramiento Genético de INIA.

### **DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO**

El ensayo fue instalado en 1999, sobre un suelo del grupo CONEAT 7.31 y evalúa 7 lotes de semilla comercial de uso corriente:

---

<sup>3</sup> Ing. Agr. (M.Sc) Programa Nacional Forestal. INIA-Tacuarembó.



<b>Código</b>	<b>Descripción</b>
<b>I7</b>	Huerto Semillero de INIA, Selección para Zona 7
<b>I8</b>	Huerto Semillero de INIA, Selección para Zona 8
<b>FO</b>	Huerto Semillero de Forestal Oriental S.A.
<b>MO</b>	Huerto Semillero de 2ª generación de MONDI (Sud Africa)
<b>BM</b>	Huerto Semillero de Facultad de Agronomía: Bañado Medina
<b>CB</b>	Area de Colecta de Semillas de Dirección Forestal en Caja Bancaria
<b>AU</b>	Origen Australiano de Tan Ban N.S.W, comercializado por Dirección Forestal

El diseño experimental es de bloques completos al azar, con 4 repeticiones y parcelas de 70 plantas.

La preparación del suelo consistió en una aplicación de Roundup pre-laboreo (4 lt/ha), seguido de un laboreo en fajas con excéntrica y finalmente una aplicación pre-plantación de Roundup + Goal + Arnese (1+1+1 lt/ha).

La plantación se efectuó en Setiembre, con un marco de plantación de 4 x 2 m (1250 árboles/ha), realizándose inmediatamente una fertilización con 100 g/planta de 8/40/12.

En Diciembre de 2001 (a los 27 meses) se realizó la primera intervención silvícola, la cual consistió en un raleo a desecho, dejando 49 árboles por parcela (equivalente a 850 árboles/ha) y una poda hasta una altura aproximada de 6 metros.

## **RESULTADOS**

En el Cuadro 1 se presentan los promedios de las diferentes variables obtenidas en la última medición (tercer año). Puede observarse que los dos lotes de INIA (I7 e I8) y el lote de Forestal Oriental (FO) tienen un crecimiento, tanto en altura como en diámetro, algo superior al resto de los lotes en evaluación.

**Cuadro 1.** Variables de crecimiento a los 36 meses (Volumen por árbol con corteza; FF=0.45).

<b>Lote</b>	<b>Altura (m)</b>	<b>DAP (cm)</b>	<b>Vol/arb (dm<sup>3</sup>)</b>
<b>INIA 7</b>	14.5	14.8	115.4
<b>FO</b>	14.4	14.7	113.2
<b>INIA 8</b>	14.3	14.7	112.1
<b>MO</b>	14.0	14.4	106.2
<b>CB</b>	13.7	13.9	97.3
<b>BM</b>	13.6	14.1	98.8
<b>AU</b>	13.1	13.0	83.3

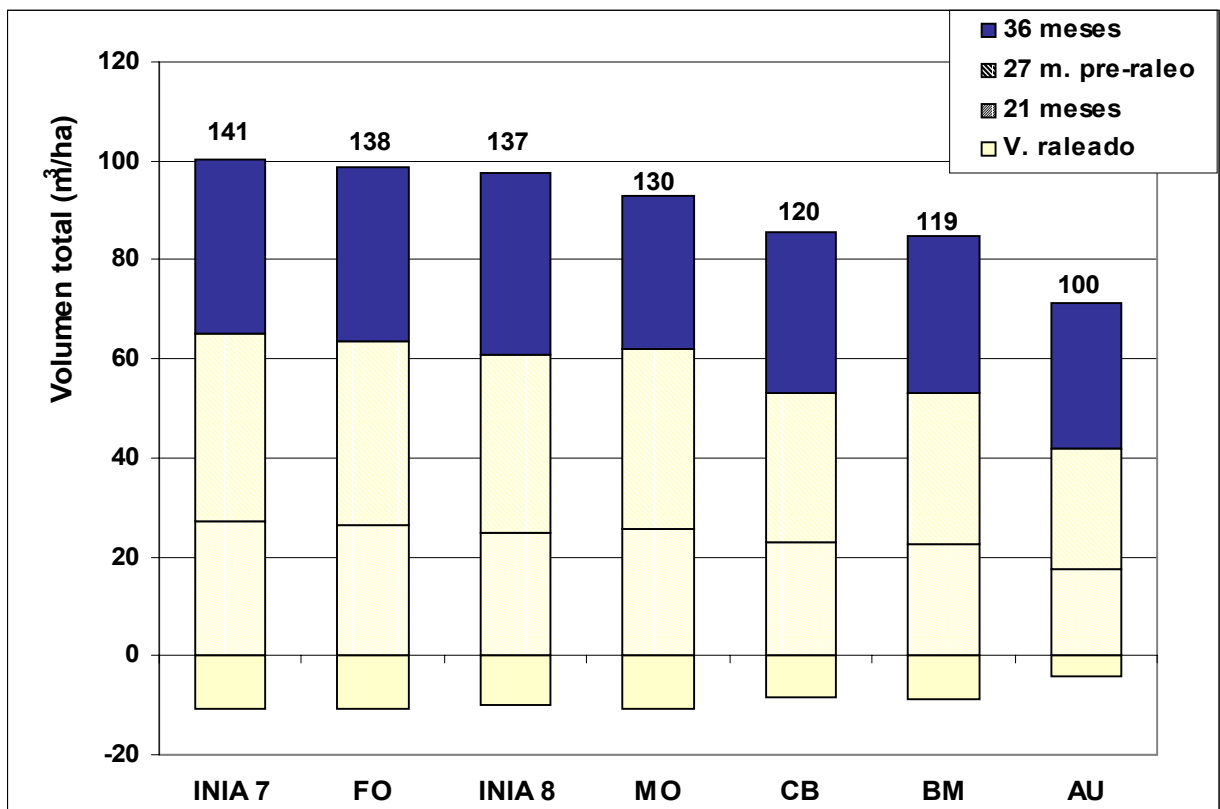
En el Cuadro 2 y en la Figura 1 se presenta la producción por hectárea hasta el tercer año de crecimiento. Puede observarse que el lote de INIA seleccionado para Zona 7 (I7), que es el de mayor producción al tercer año, ya presentaba una mayor producción al segundo año. Lo mismo ocurre con el origen australiano (AU), siendo desde el inicio el lote de menor crecimiento. Este último lote es el único que no posee selección ya que proviene de un bosque nativo y por lo tanto es considerado como un testigo sin mejoramiento genético. Tomando dicho lote como base 100, el lote de INIA para Zona 7

tiene al tercer año una producción por hectárea 41 % superior, lo cual representa la ganancia genética obtenida con esta semilla.

Cabe aclarar que la semilla de INIA utilizada en el ensayo fue cosechada en 1998, antes de la última depuración del huerto semillero (en la cual se dejaron solamente las 50 mejores familias de las 76 existentes hasta ese momento), por lo que la productividad a obtener con la semilla de cosechas posteriores será aún mayor que la aquí observada.

**Cuadro 2.** Volumen total por hectárea (m<sup>3</sup> con corteza y factor de forma = 0.45).

Lote	21 meses	27 meses pre-raleo	Volumen raleado	36 meses
INIA 7	27.1	65.1	10.9	<b>100.4</b>
FO	26.5	63.7	10.8	<b>98.6</b>
INIA 8	25.0	60.7	9.9	<b>97.6</b>
MO	25.5	61.9	10.8	<b>92.9</b>
CB	22.8	53.1	8.3	<b>85.6</b>
BM	22.6	53.1	9.0	<b>84.7</b>
AU	17.4	41.7	4.2	<b>71.4</b>



**Figura 1.** Volumen total por hectárea (c/corteza) hasta el tercer año de crecimiento.

Nota: los valores en la parte superior de cada barra indican la superioridad respecto al lote de menor crecimiento.

## CONSIDERACIONES FINALES

La información generada hasta el momento, así como la que se irá generando a corto y mediano plazo sobre comportamiento sanitario, productividad, forma o calidad de madera, permitirán al productor forestal tomar decisiones fundadas sobre la fuente de semilla a utilizar en plantaciones de *E. grandis*.

Si bien hasta el momento solo se ha evaluado la velocidad de crecimiento en etapas tempranas, los resultados obtenidos demuestran la superioridad de la semilla producida por INIA sobre varios lotes comerciales de uso común en el país. Por lo tanto se espera que la utilización de esta semilla contribuya a una reducción de los costos de mantenimiento inicial del cultivo y a una mayor productividad al turno de corta, lo que en definitiva redunde en una mejor rentabilidad para el forestador.

Por mayor información o para compra de semillas ponerse en contacto con Gustavo Balmelli (Programa Nacional Forestal) por los siguientes medios:

Teléfono: (063)22407

FAX: (063) 23969

Correo electrónico: [gubal@tb.inia.org.uy](mailto:gubal@tb.inia.org.uy)

## ENSAYO DE ESPECIES DE EUCALYPTUS

Juan Pedro Posse

**OBJETIVO:** Evaluar el comportamiento de distintas especies y procedencias de Eucalyptus desde el punto de vista sanitario, de crecimiento así como de sus propiedades de madera

**FECHA DE INSTALACIÓN:** bloque rivera diciembre 1998/enero 1999

### TRATAMIENTOS:

TRAT.	LOTE CSIRO	ESPECIE
1	19921	camaldulensis
2	18146	grandis
3	15119	fastigata
4	17890	nitens
5	18231	dunnii
6	18341	nitens
7	19285	saligna
8	17908	dunnii
9	18264	dunnii
10	15049	camaldulensis
11	13289	grandis
12	14012	nitens
13	15135	nitens
14	17555	dunnii
15	16302	fastigata
16	19307	grandis
17	19606	badjensis
18	19872	camaldulensis
19	19808	dorrigoensis
20	19374	benthamii

21	19351	Botryoides
22	15140	Fastigata
23	18263	Dunnii
TRAT.	LOTE CSIRO	ESPECIE
24	19668	dorrigoensis
25	19555	badjensis
26	15118	fastigata
27	12974	saligna
28	16895	dunnii
29	18788	benthamii
30	15948	botryoides
31	15127	fastigata
32	11159	grandis
33	17916	dunnii
34	17733	dunnii
35	19604	badjensis
36	17923	dunnii
37	17127	badjensis
38	16306	fastigata
39	17909	dunnii
40	16371	fastigata

41	16723	grandis
42	19358	botryoides
43	16636	nitens

44	12080	grandis
45	17773	nitens
46	18569	grandis

Todos los lotes provienen de CSIRO y su localización geográfica varía de 16 a 36 grados de latitud y desde 145 a 152 grados de longitud.

**DISEÑO:**

Bloques completos al azar con 10 repeticiones en cada sitio de ensayo.

Parcela de 30 planta (3 x 10) plantadas a 4 m x 2,5 m.

Block 5

N

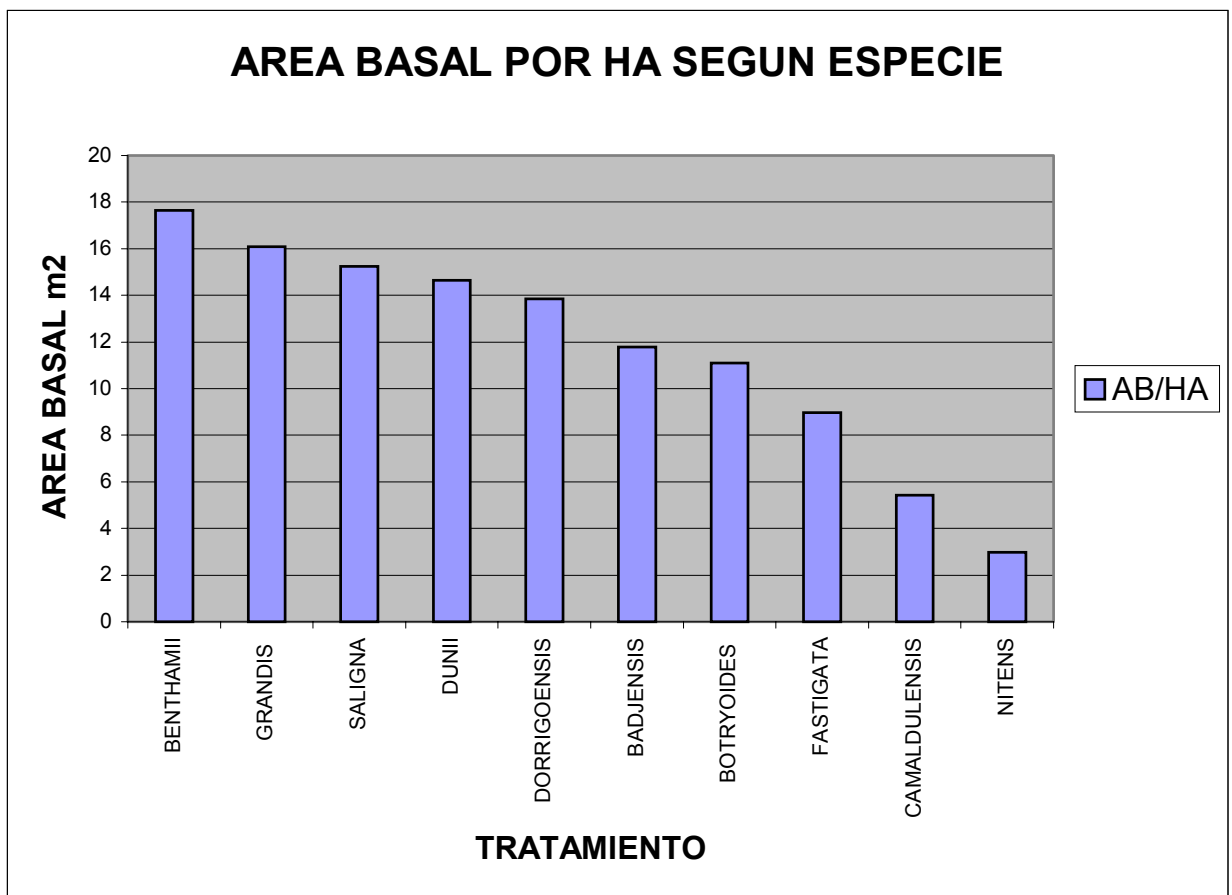
36	41	34	5	28
10	19	24	30	11
23	29	37	7	14
9	35	2	16	20
17	25	21	43	4
44	1	33	45	6
42	18	46	38	15
8	39	27	31	40

Plantado el 18 de diciembre de 1998

**INTERVENCIONES:**

Control de malezas con Goal luego de plantado  
 Octubre 1999 refertilización con 200 grs 15/30/15 +60 grs Urea  
 Noviembre 1999 control de malezas con pastera

Noviembre 2000 poda hasta 2,50 metros  
Febrero de 2002 raleo con criterios sanitarios



## **PRUEBA DE PROGENIES DE *Pinus taeda* (INIA – COLONVADE)**

Juan Pedro Posse

**OBJETIVO:** Estimación de parámetros genéticos y valores de cría en *P. taeda*.

**FECHA DE INSTALACION:** Setiembre 2000

### **TRATAMIENTOS:**

128 progenies provenientes de distintas compañías y regiones incluyendo:

- Georgia Pacific, Florida USA
- International Paper
- Westvaco
- Union Cariabae
- Mondi (Sudáfrica)
- Weyerhaeuser
- Safcol (Sudáfrica)
- Zimbawe
- IFCT (Marion, Florida, USA)

### **UBICACION**

Región Rivera, subregion Cuñapirú, proyecto Buena Unión, Grupo de suelo Coneat 7.31

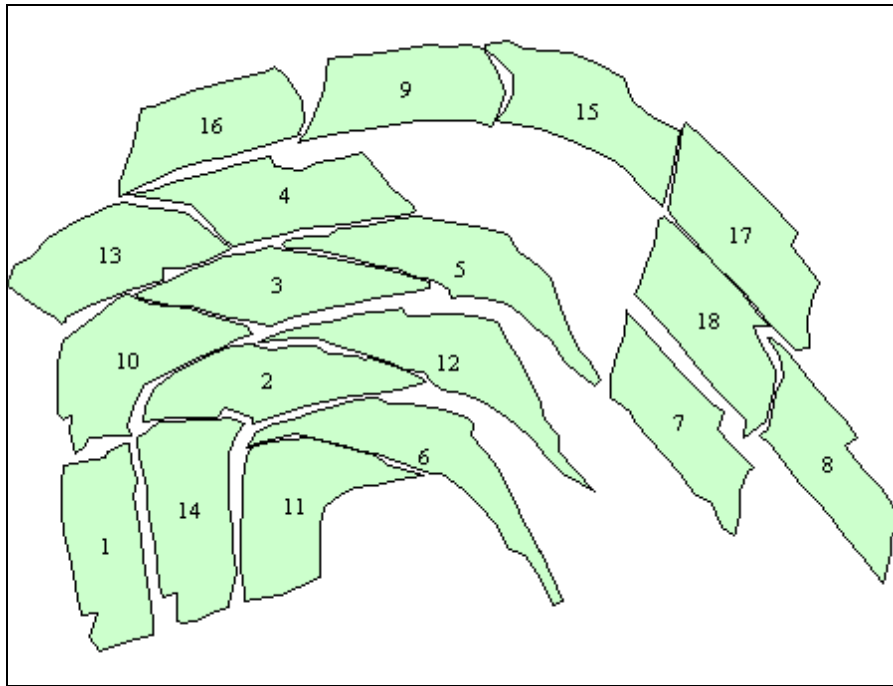
### **DISEÑO:**

Bloques completos al azar con 18 repeticiones.

Parcelas de un solo árbol

Distancia de plantación: 4 x 2,5 m

**CROQUIS:**



# EVALUACIÓN DE LA INTENSIDAD DE PODA EN EL CRECIMIENTO DE RODALES DE *Eucalyptus grandis*

Ricardo Methol<sup>4</sup>

## INTRODUCCIÓN

En la zona norte del Uruguay las plantaciones de *E. grandis* normalmente son sometidas a sistemas de manejo intensivos que incluyen podas y raleos para obtener trozas de alto valor. Las podas apuntan a producir madera libre de nudos y, por lo tanto, de mejores características estructurales y visuales. 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 deban hacerse en forma muy temprana e involucren la remoción de ramas verdes. 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.

Por otro lado, las podas de gran intensidad pueden causar la aparición de brotes epicórmicos al ocasionar una fuerte disminución del área foliar de cada árbol y al permitir una gran entrada de luz a los fustes, ambos factores en forma conjunta y abrupta.

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 entre los árboles de un mismo rodal. Si se aplica una altura de poda constante es probable que los árboles más grandes queden sub-podados y que los árboles más chicos queden sobre-podados. Esto hace necesario entonces trabajar con alturas de poda variables, teniendo en cuenta el desarrollo que presente cada árbol. Los criterios que se pueden utilizar para definir este tipo de podas pueden ser varios. Los más comunes son (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 en el crecimiento y la aparición de brotes epicórmicos de plantaciones de *E. grandis* en suelos arenosos de gran productividad forestal. Como objetivo secundario se plantea evaluar el uso de diámetros límites como criterio de definición de la altura de poda que contemple la variación de tamaño entre árboles.

## ESTRATEGIA UTILIZADA

Se decidió evaluar el efecto de la poda en forma independiente del raleo. Si bien ambos factores pueden presentar interacciones, el estudio de ambos en forma conjunta resultaría en ensayos de tamaño excesivo y comprometería el número de tratamientos a evaluar para cada factor.

Para que distintos calendarios de poda definidos por distintas intensidades de poda puedan ser comparables, es necesario definir una poda final objetivo constante. La misma debe estar definida por el diámetro del cilindro nudoso y la altura final de poda. Al trabajar con distintas intensidades de poda, la variable de ajuste debe ser necesariamente el número de intervenciones.

---

<sup>4</sup> Ing. Agr. Ph.D. Programa Nacional Forestal. INIA Tacuarembó. Email: rmethod@tb.inia.org.uy



## DESCRIPCIÓN DEL RODAL Y DEL ENSAYO

- Plantación: Diciembre de 2000
- Instalación del Ensayo: Marzo de 2002
- Grupo de suelo CONEAT: 7.31
- DAP medio (Marzo 2002): 7.5 cm
- Altura media (Marzo 2002): 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)

Se aplicaron cuatro intensidades de poda definidas mediante el diámetro del fuste hasta el cual levantar la poda. Dichos diámetros fueron 3, 4, 5 y 6 cm. Operativamente se trabajó con calibres de abertura fija como los que se muestran en la foto. La poda se levantó hasta el primer punto en el que el calibre pudiera entrar completamente en el fuste.



Utilización de calibres fijos para definir la altura de poda

Luego de aplicados los tratamientos se obtuvieron los valores de altura de poda y longitud de copa remanente que se muestran en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Caracterización de los tratamientos de poda.

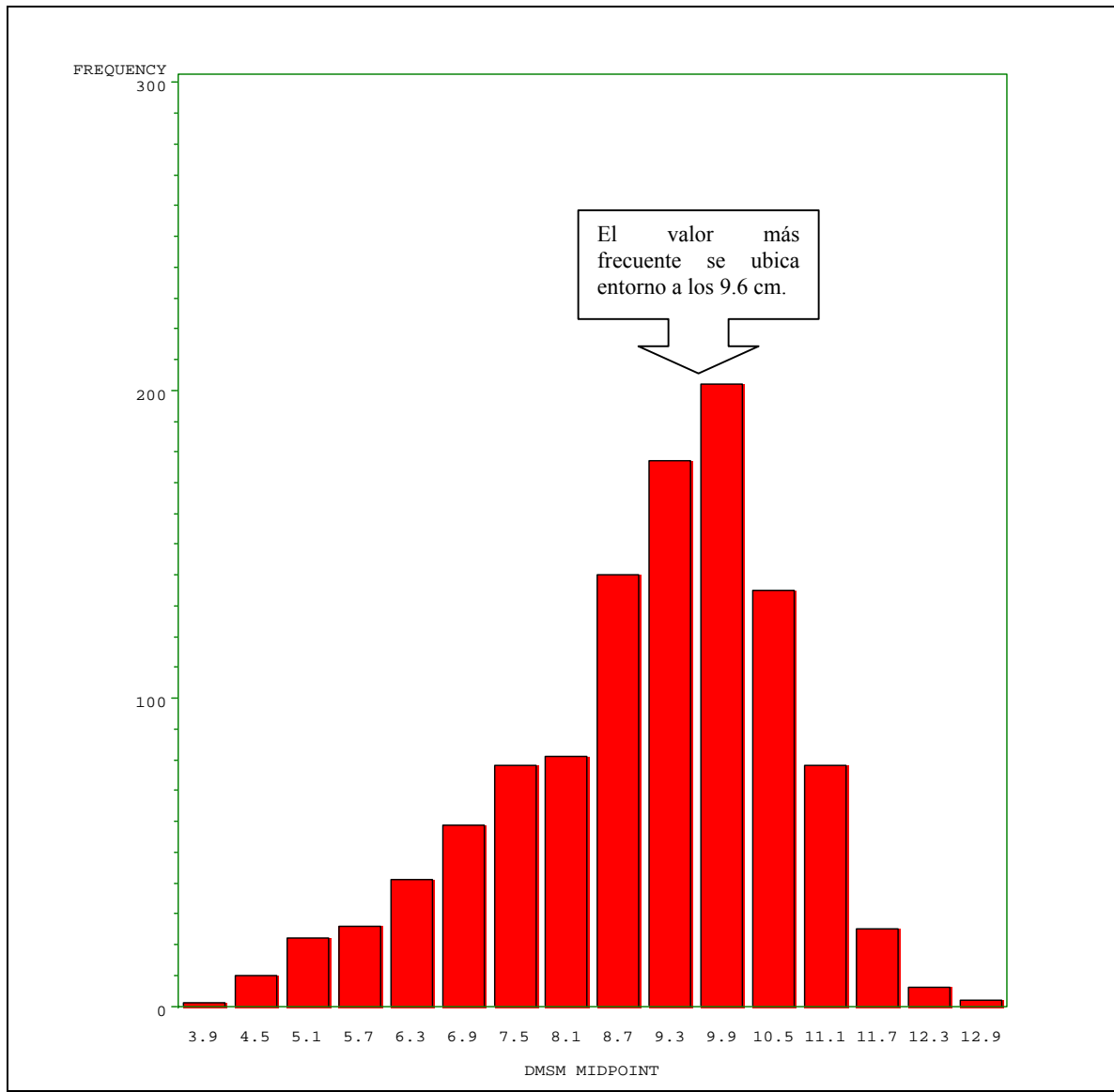
Abertura del calibre	Longitud de copa		
	Altura de poda (m)	(m)	% copa remanente
3 cm	5.1	2.7	34.7%
4 cm	4.5	3.1	41.0%
5 cm	4.0	3.8	49.4%
6 cm	3.3	4.5	58.1%
Promedio	4.2	3.5	45.8%

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<sub>0,5</sub>) más 1 cm. Para estimar el DCC<sub>0,5</sub> 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. En el modelo EARLY, utilizado en Nueva Zelanda para simular el crecimiento de *P. radiata* en la etapa de silvicultura intensiva (West *et al.* 1982, 1987) se utiliza por defecto un valor de altura al DSM para la primer poda de 0.8 m, siendo el rango normal entre 0.5 y 1.0 m (Knowles *et al.* 1987).

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. Este valor es solamente una aproximación y es posible que deba aumentarse en los futuros levantes debido a que las ramas superiores, con mayor exposición a la luz, serían de mayor diámetro y por lo tanto tendrían mayores engrosamientos y muñones. En otros estudios el valor a sumar al DCC para obtener el DSM fue estimado mediante ecuaciones ajustadas con mediciones reales de DSM. Por ejemplo Andenmatten *et al.* (2002) determinaron que dicho valor correspondió promedialmente a 3.3 cm para plantaciones de *P. taeda* del origen Marion en Misiones, Argentina.

Para este ensayo, el valor más frecuente del DSM (estimado) se situó entorno a los 9.6 cm (Figura 1). 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.



**Figura 1.** Distribución del DMSM en todo el ensayo.

En las siguientes podas se intentará que el valor del DMSM no supere el de la primera poda, es decir 9.6 cm. Cabe aclarar que el DMSM no es estrictamente equivalente al diámetro del cilindro nudoso, 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*.

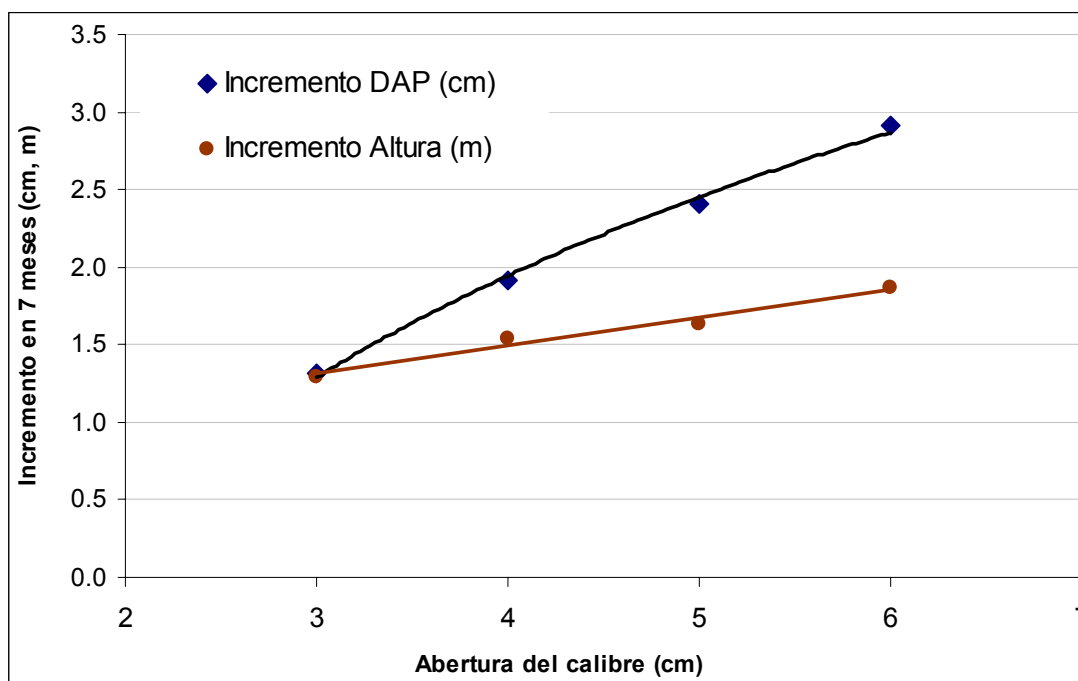
**CRECIMIENTO OBSERVADO EN LOS SIETE MESES POSTERIORES**

A los siete meses de instalado el ensayo (Octubre de 2002) se obtuvieron las respuestas en crecimiento que se presentan en el Cuadro 2. Hasta el momento no se observó la aparición de brotes epicórmicos en ninguno de los tratamientos.

**Cuadro 2.** Incrementos en DAP (cm) y en altura (m) entre Marzo y Octubre de 2002.

Tratamiento (abertura del calibre)	Incremento entre Marzo y Octubre de 2002			
	DAP (cm)	Altura (m)	DAP (relativo)	Altura (relativo)
3 cm	1.3	1.3	0.45	0.70
4 cm	1.9	1.5	0.66	0.82
5 cm	2.4	1.6	0.83	0.88
6 cm	2.9	1.9	1.00	1.00
Promedio	2.1	1.6		

Se observa una relación cuadrática (curvilínea) clara entre el diámetro límite hasta el cual se levantó la poda (lo cual se relaciona directamente con la longitud de copa dejada, Cuadro 1) y el crecimiento diamétrico (Figura 2). Extrapolando la curva parecería que por encima de un diámetro límite de 6 cm no se obtendrían ganancias significativas en crecimiento. La altura se vio comparativamente menos afectada por la intensidad de poda, lo cual es coincidente con la bibliografía.



**Figura 2.** Relación entre los incrementos en DAP y altura y la apertura del calibre utilizado.

Al momento de hacerse la evaluación del mes de Octubre se midió el diámetro a la base de la copa para determinar si era necesario realizar un segundo levante en las parcelas en las que la intensidad de la primera poda fue menor. Utilizando nuevamente un valor de 1 cm por encima del DCC a la base de la copa, los DMSM estimados para los tratamientos con calibres de 5 y 6 cm de apertura fueron 9.2 y 10.2 cm respectivamente. A pesar de que el DMSM del tratamiento de 5 cm de apertura de calibre aun no llegaba al valor de 9.6 cm registrado en la primera poda (y tomado como valor máximo a ser mantenido en todos los levantes), por razones de practicidad se decidió aplicar la segunda poda a ambos tratamientos.

El promedio de la altura de la segunda poda para los tratamientos de aperturas de calibre de 5 y 6 cm fue de 5.4 m. Este valor es similar al obtenido en el tratamiento de calibre de 3 cm de apertura (5.1 m) pero en este último caso mediante un solo levante (Cuadro 1). Sin embargo, las diferencias en crecimiento entre ambos grupos de tratamientos son bastante marcadas, con un volumen individual

promedio de 35.9 dm<sup>3</sup>/árbol para los dos tratamientos de menor intensidad de poda y de 24.5 dm<sup>3</sup>/árbol para el tratamiento de mayor intensidad de poda. Esos valores indican un crecimiento individual 47% mayor en los tratamientos de menor intensidad de poda respecto al de mayor intensidad de poda.

## CONSIDERACIONES FINALES

La utilización de podas intensas en el primer levante produce una reducción en el crecimiento de los árboles, fundamentalmente en diámetro y en menor medida en altura. Los resultados de este ensayo sugieren que en la primera poda no debería subirse hasta un diámetro límite inferior a 5 cm. Esto significa que debería dejarse una copa remanente de al menos 3.5 a 3.8 m, de manera de no perder demasiado potencial de crecimiento. Estas recomendaciones son solo indicativas ya que aun no se ha podido evaluar la duración de los efectos mencionados ni la conveniencia de los calendarios de poda evaluados desde el punto de vista económico.

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. Sin embargo, el método no es perfecto, siendo necesario que los operarios realicen pequeños ajustes en algunos árboles. Para ello se pueden utilizar criterios adicionales, como por ejemplo no dejar ramas secas sin podar o no dejar menos de 4 m de copa, etc.

La abertura de los calibres a utilizar debe ajustarse a cada situación y posiblemente no deba ser constante en los distintos levantes. En este ensayo, las aberturas utilizadas en la primera poda generaron intensidades de poda para el segundo levante comparativamente más altas que en el primero. Los resultados de éste y otros ensayos similares permitirán ir definiendo los diámetros límite a usar en los distintos levantes y condiciones de crecimiento.

Las próximas evaluaciones permitirán evaluar la duración de los efectos observados hasta el momento. Cuando se disponga de información del rendimiento final obtenido con los distintos calendarios de poda y de los costos que los mismos implicarían, será posible realizar recomendaciones más definitivas acerca de las estrategias más convenientes.

Asimismo, la información generada en este ensayo permitirá incorporar ajustes en futuras versiones del simulador *SAG grandis* (Methol 2002), para cuando se simule o proyecte el crecimiento de rodales sometidos a podas intensas.

## REFERENCIAS

- Andenmatten, E.; Fassola, H.; Letourneau, F.; Ferrere, P.; Crechi, E. 2002. Predicción de diámetro sobre muñones en *Pinus taeda* L. origen Marion, mediante curvas de perfil de fuste. Revista de Investigaciones Agropecuarias (R.I.A.).
- Knowles, R.L., G.G. West and A.R. Koehler. 1987. Predicting diameter over-stubs in pruned stands of radiata pine. Forest Research Institute. FRI Bulletin. No 12. 25 pp.
- 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. 298 pp.
- Methol, R. 2002. "*SAG grandis*": Sistema de Apoyo a la Gestión de Plantaciones de *Eucalyptus grandis*. Serie Técnica INIA (en prep.).

- West, G.G., R.L. Knowles and A.R. Koehler. 1982. Model to predict the effects of pruning and early thinning on the growth of radiata pine. Forest Research Institute. FRI Bulletin. No. 5. 35 pp.
- West, G.G., N.J. Eggleston and J. McLanachan. 1987. Further developments and validation of the Early growth model. Forest Research Institute. FRI Bulletin. No. 129. 32 pp.

**EVALUACIÓN DE DISTINTOS ESQUEMAS DE  
RALEO PARA *Eucalyptus grandis***

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años, 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 confiable acerca de los efectos que los distintos esquemas de raleo posibles (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 haber diferencias importantes entre los sitios en los cuales las parcelas son instaladas, por lo que esta información puede no ser totalmente confiable. Una alternativa mejor, es la instalación de ensayos en donde se apliquen distintos esquemas de raleo en un mismo sitio, y con un diseño experimental determinado. Con esto se minimizan las variaciones en sitio, microclima, manejo inicial, etc. y se posibilita una mejor evaluación de los distintos esquemas de raleo.

El Programa Nacional Forestal del INIA comenzó la instalación de ensayos de raleo en rodales de *E. grandis* en el año 1997. El primer ensayo fue instalado en un rodal de 4 años y el segundo en un rodal de 3 años, ambos en el departamento de Tacuarembó. El tercer ensayo, que se describe en este artículo, fue instalado en un rodal de 1.5 años en el departamento de Rivera. La disminución en la edad de comienzo de los raleos en esta serie de ensayos es coincidente con la tendencia observada en las plantaciones de la zona. Esto, a su vez, se debe a las escasas posibilidades de colocación en forma rentable de los diámetros finos extraídos en el primer raleo. Debido al gran potencial de crecimiento de los rodales de *E. grandis* de la zona, los árboles comienzan a competir en forma temprana con lo que el crecimiento diamétrico potencial se ve fuertemente disminuido. Por lo tanto, la opción de retrasar el primer raleo para poder extraer diámetros mayores compromete excesivamente el crecimiento diamétrico de los árboles a ser dejados a turno final, lo que reduciría la rentabilidad global de los proyectos.

Asimismo, el uso de varias edades de comienzo de los raleos permite cubrir una amplia gama de situaciones posibles, lo cual es imprescindible para el desarrollo de modelos de simulación de crecimiento. En efecto, la información generada en esta serie de ensayos, al igual que la información proveniente de parcelas permanentes instaladas sobre rodales comerciales, se utiliza para desarrollar simuladores de crecimiento (Methol 2002a) que contribuyen a una mejor gestión de las plantaciones.

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. Otro objetivo de este ensayo, y de los demás ensayos de esta serie, es generar información confiable que pueda utilizarse para el ajuste y calibración de modelos de simulación de crecimiento.

## ESTRATEGIA UTILIZADA

En primer lugar, se decidió evaluar el efecto del raleo en forma independiente de la poda. Si bien ambos factores pueden presentar interacciones, el estudio de ambos en forma conjunta resultaría en ensayos de tamaño excesivo y comprometería el número de tratamientos a evaluar para cada factor.

En segundo lugar, se decidió evaluar esquemas de raleo que involucren solamente dos raleos (además de un tratamiento testigo sin raleos). La utilización de dos raleos permite un buen compromiso entre la simplicidad del esquema y una buena posibilidad de seleccionar los árboles a ser dejados a turno final. Típicamente el primer raleo sería un raleo a desecho en el cual se eliminarían los árboles claramente suprimidos o defectuosos (mala forma, etc.), mientras que el segundo raleo sería un raleo comercial. Este es el esquema de manejo estándar en Nueva Zelanda para plantaciones de *Pinus radiata*, el cual es contemplado en diversas partes del mundo como un paradigma de la silvicultura intensiva.

La utilización de pocos raleos, cada uno de ellos de intensidad relativamente alta, en contraposición al uso de numerosos raleos de intensidad relativamente moderada, presenta también las siguientes ventajas en relación con la información experimental generada;

- (i) simplicidad de análisis; y
- (ii) mayor posibilidad de modelizar el efecto del raleo en el crecimiento posterior de un rodal recién raleado (comparativamente con otro rodal de idéntica área basal pero que no hubiera sido raleado).

Para evaluar un amplio número de combinaciones de intensidad del primer y segundo raleo así como de densidades a ser dejadas a turno final, se utilizó la estructura de tratamientos presentada en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Estructura de tratamientos utilizada en los ensayos de raleo.

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

Como se observa en el Cuadro 1, 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: Marzo de 2002
- Grupo de suelo CONEAT: 7.31
- DAP medio (Marzo 2002): 7.4 cm
- Altura media (Marzo 2002): 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 m<sup>2</sup> (8 filas=32 m x 30 m)

## CRECIMIENTO OBSERVADO EN LOS SIETE MESES POSTERIORES

A los siete meses de instalado el ensayo (Octubre de 2002) no se observaron diferencias significativas en crecimiento entre las distintas intensidades de raleo (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Valores promedio de DAP y altura en Octubre de 2002 e incrementos entre Marzo y Octubre según intensidad del primer raleo, considerando **todos los árboles**.

Arboles/ha dejados en el primer raleo	Valor registrado en Octubre		Incremento Marzo-Octubre	
	Altura (m)	DAP (cm)	Altura (cm)	DAP (cm)
400	8.8	10.8	1.21	2.64
550	8.8	10.5	1.28	2.55
700	8.7	10.1	1.28	2.40
Testigo (todos)	8.2	9.3	1.14	2.46

En los tratamientos de menor intensidad de raleo se promedia un mayor número de árboles, que incluye una mayor proporción de árboles pequeños. El uso de valores promedio que incluyan a toda la población no permitiría entonces evaluar correctamente el crecimiento de los árboles que serán dejados a turno final. Por lo tanto, los valores actuales e incrementos en DAP y altura también se evaluaron en los 250 árboles/ha de mayor DAP (Cuadro 3). Tampoco se observaron diferencias significativas en el crecimiento de estos árboles como resultado de las distintas intensidades de raleo.

**Cuadro 3.** Valores promedio de DAP y altura en Octubre de 2002 e incrementos entre Marzo y Octubre según intensidad del primer raleo, considerando los **250 árboles/ha de mayor DAP**.

Arboles/ha dejados en el primer raleo	Valor registrado en Octubre		Incremento Marzo-Octubre	
	Altura (m)	DAP (cm)	Altura (m)	DAP (cm)
400	9.1	11.6	1.24	2.81
550	9.3	11.7	1.35	2.79
700	9.3	11.6	1.38	2.72
Testigo (todos)	9.3	11.6	1.22	2.70

Estos resultados indican que a una edad tan temprana como 1.5 a 2 años aun no se ha establecido una fuerte competencia entre árboles, aunque ya se observa una ligera tendencia a un mayor incremento diamétrico en las parcelas de menor población. La competencia entre árboles posiblemente comience a observarse en los próximos meses. En otro ensayo de raleo, instalado a los 3 años de edad en un sitio de menor productividad, se observó ya a los 8 meses posteriores al raleo un crecimiento relativamente mayor en los tratamientos que habían recibido raleos más intensos (Methol 1999).

Para el caso de la altura, la tendencia es a un mayor crecimiento en las parcelas de raleo intermedio (550 y 700 árboles/ha). El crecimiento relativamente menor de los tratamientos testigo y el de mayor

intensidad de raleo se explicaría, en el primer caso por una mayor competencia por agua y nutrientes, y en el segundo caso por una menor necesidad de los árboles de crecer en altura para tener mejor acceso a la luz. Maclaren *et al.* (1995) también encontraron menores crecimientos en altura en rodales severamente raleados, lo cual atribuyeron a la menor necesidad de buscar luz y a una mayor exposición al viento.

Comparando estos resultados con los del ensayo de poda (Methol 2002b), el cual está ubicado muy próximo, fue plantado en la misma fecha y sometido al mismo manejo inicial, podría inferirse que a edades muy tempranas (1.5-2 años) el efecto de la remoción de ramas verdes (poda) en relación con el crecimiento individual, es mucho mayor que el efecto de la remoción de árboles vecinos (raleo).

## CONSIDERACIONES FINALES

A los siete meses de instalado el ensayo no se observan diferencias importantes en el crecimiento individual de los árboles, aunque ya se nota una ligera tendencia a un mayor crecimiento diamétrico en las parcelas de raleo más intenso. El crecimiento en altura fue ligeramente menor en los tratamientos sin raleo y en el de mayor intensidad de raleo, lo cual sería atribuible a causas diferentes (competencia en un caso y menor necesidad de buscar luz y, posiblemente, mayor exposición al viento en el otro).

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.

Las futuras evaluaciones de este ensayo permitirán detectar el momento del comienzo de la competencia (lo cual posiblemente ocurra ya en los próximos meses) y suministrarán información valiosa sobre el crecimiento de rodales sometidos a distintos regímenes de raleo. Esta información permitirá continuar mejorando el sistema SAG *grandis* (Methol 2002a) particularmente para proyecciones de crecimiento en rodales raleados tempranamente.

## REFERENCIAS

- Maclaren, J.P., J.C. Grace, M.O. Kimberley, R.L. Knowles y G.G. West. 1995. Height growth of *Pinus radiata* as affected by stocking. *New Zealand Journal of Forestry Science* 25(1): 73-90.
- Methol, R. 1999. Ensayos de raleo en *E. grandis*. En: Avances en Mejoramiento Genético y Manejo de especies de *Eucalyptus*. Serie Actividades de Difusión 189. INIA Tacuarembó. pp 51-61.
- Methol, R. 2002a. "SAG *grandis*": Sistema de Apoyo a la Gestión de Plantaciones de *Eucalyptus grandis*. INIA. Serie Técnica (en prep.).
- Methol, R. 2002b. Ensayo de intensidad de poda en *Eucalyptus grandis*. En: Resultados Experimentales de Ensayos de Silvicultura y Mejoramiento de Pinos y Eucaliptos. Serie Actividades de Difusión N°303. INIA Tacuarembó.