



Instituto
Nacional de
Investigación
Agropecuaria

URUGUAY

DIA DE CAMPO

**"FORESTAL EN ZONA
SURESTE"**

**PROGRAMA PRODUCCION
FORESTAL**

Rocha
Agosto de 2008

Serie de Actividad de
Difusión No. 542
INIA Tacuarembó

DIA DE CAMPO

**"FORESTAL EN LA ZONA
SURESTE"**

Rocha

15 de Agosto de 2008

TABLA DE CONTENIDO

	Página
- DENSIDAD DE PLANTACIÓN EN FINCA AGROCAMPO <i>Alejandro González</i>	1
- FERTILIZACIÓN EN IMPLANTACIÓN EN FINCA AGROCAMPO <i>Alejandro González</i>	11
- COMPORTAMIENTO EN LA ZONA ATLÁNTICA DE CLONES DE <i>E. globulus</i> SELECCIONADOS EN EL LITORAL OESTE DEL PAÍS..... <i>Gabriel Algorta</i>	25
- RESULTADOS PRELIMINARES DEL PROYECTO "INFLUENCIA DE LA EDAD DE CORTE EN PROPIEDADES PULPABLES DE <i>E. globulus</i> PLANTADO EN URUGUAY" <i>Javier Doldán y Fernando Resquin</i>	31
- FORESTACIÓN Y SILVOPASTOREO EN REDALCO S.A. <i>Marcelo Fredes y Carlos de Arteaga</i>	37
- ENFERMEDADES FOLIARES CAUSADAS POR ESPECIES DE <i>Mycosphaerella</i> <i>Sofía Simeto</i>	41
- ENFERMEDADES FOLIARES EN <i>E. globulus</i> : EFECTOS SOBRE LA MORTALIDAD, EL CRECIMIENTO Y LA INCIDENCIA DE ENFERMEDADES DEL FUSTE AL QUINTO AÑO..... <i>Gustavo Balmelli, Sofía Simeto, Nora Altier, Pablo Nuñez y Wilfredo González</i>	49
- EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LA SEMILLA DE <i>E. globulus</i> PRODUCIDA POR INIA..... <i>Gustavo Balmelli, Sofía Simeto y Wilfredo González</i>	63

DENSIDAD DE PLANTACIÓN EN FINCA AGROCAMPO

Alejandro González¹

1. INTRODUCCIÓN

Para que un genotipo pueda expresar su potencial de crecimiento es necesario levantar aquellos factores bióticos y abióticos que lo limiten. En este sentido, la densidad de plantación ha sido identificada como uno de los factores determinantes en la productividad forestal (Daniel *et al.*, 1982). Según este autor, la densidad del rodal es el segundo factor en importancia (después de la calidad del sitio) para la determinación de la productividad de una masa forestal, por tanto sería el principal factor que podría manejarse por nuestra parte. En rotaciones cortas y sin raleos intermedios, la densidad de plantación es muy importante en el manejo forestal, afectando no solo el volumen final del rodal o el de las trozas, sino también el turno de corta, trayendo por tanto implicancias económicas directas e indirectas (como son los costos de aprovechamiento; Coetzee, 1991).

En general, el aumento en la densidad de plantación afecta el crecimiento individual de los árboles, disminuyendo sobre todo el diámetro de los mismos, pero contrastándose hasta cierto punto con un aumento de la biomasa por hectárea. Esta tendencia general ha sido reportada en distintas investigaciones, para distintas especies de Eucalyptus: *globulus* (Pinilla y Ulloa, 2001), *grandis* (Coetzee, 1991), *nitens* (Neilsen y Gerrand, 1999), entre otros.

Independientemente de esto, el máximo de producción forestal está condicionado además de la especie, al sitio e incluso a la preparación del mismo. Por tanto, la elección de un espaciamiento determinado no es una decisión sencilla, puesto que depende de muchos factores como ser: especie elegida, características específicas del sitio, preparación del mismo, destino de la producción, entre otras.

Investigaciones sobre *E. grandis* (Chagas Campos *et al.*, 1990; Provincia de Buenos Aires), establecen que espaciamientos mayores (menor densidad de plantación) mantienen el crecimiento de los árboles individualmente por un mayor período de tiempo que aquellos espaciamientos menores, pero en estas circunstancias la producción total por superficie es menor hasta que todo el espacio disponible para el crecimiento sea plenamente utilizado.

El objetivo del presente informe es evaluar y analizar el efecto de cinco densidades iniciales de plantación, a los 6 ½ años de edad, sobre el diámetro medio, altura media, volumen medio individual, volumen total por hectárea y supervivencia. Las densidades iniciales ensayadas fueron: 800, 1100, 1400, 1700 y 2000 árboles por hectárea.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

- Núcleo: Atlántico, Rocha
- Finca: Agrocampo
- Ubicación: latitud: 34° 10' 46" S; longitud: 54° 17' 38" W
- Suelos: CONEAT 2.11a (bloques 1 y 2), 2.12 (bloque 3)
- Fecha de instalación: octubre de 2001
- Material vegetal: *E. globulus*, clon 334-1-AR

¹ Ing. Agr. Departamento de I+D, EUFORES

- Tamaño total: 7500 m²
- Repeticiones: 3
- Parcelas: 500 m²
- Plantación: manual
- Fertilización: 80 gramos 13:40:0
- Programa estadístico: Statgraphics Plus 5.1
- Densidades ensayadas:
 - 1- 800 árboles por ha: 3.67 m por 3.4 entre filas
 - 2-1100 árboles por ha: 2.67 m por 3.4 m entre filas
 - 3-1400 árboles por ha: 2.1 m por 3.4 m entre filas
 - 4-1700 árboles por ha: 1.73 m por 3.4 m entre filas
 - 5- 2000 árboles por ha: 1.47 m por 3.4 m entre filas
- Modelo estadístico usado: $Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + TB_{ij} + e_{ij}$; donde:

Y es la variable estudiada (diámetro individual medio, altura individual media, volumen individual medio, volumen por hectárea, supervivencia)

μ es la media general

T es el efecto tratamiento (distintas densidades)

B es el efecto bloque

TB es el efecto interacción tratamiento- bloque

e es el error experimental

3. RESULTADOS

Las variables analizadas fueron: diámetro medio, altura media, volumen individual medio, volumen total por hectárea y supervivencia. El ensayo fue instalado en la primavera de 2001 (octubre) y medido en junio de 2008 (a los 6 ½ años aproximadamente). En la tabla 1 se describen las densidades reales para cada tratamiento al momento de la evaluación:

Tabla N° 1

Tratamiento	Distancia de plantación (m)	Densidad original (plantas/ha)	Densidad actual (plantas/ha)
1	3.67 * 3.4	800	635
2	2.67 * 3.4	1100	970
3	2.10 * 3.4	1400	1275
4	1.73 * 3.4	1700	1475
5	1.47 * 3.4	2000	1760

3A. Diámetro medio

Como fue expresado anteriormente, el informe analiza los datos de la medición a los 6 ½ años de edad aproximadamente (80 meses). El análisis de varianza para Diámetro determina que el modelo es altamente significativo ($P < 0.05$), siendo significativo el efecto Tratamiento (o sea que se presentan diferencias estadísticas

entre ellos para esta variable). La media general de todo el ensayo para la variable diámetro es de 164.5 mm; a continuación se presenta la tabla de comparaciones múltiples correspondientes según tratamiento.

Comparaciones múltiples para DIAMETRO MEDIO (mm) según TRATAMIENTO

Método: 95.0 porcentaje Duncan

TRATAMIENTO	Recuento	LS Media	LS Sigma	Grupos Homogéneos
5	17	147.638	2.52201	X
4	17	153.514	2.52201	X
3	17	165.876	2.52201	X
2	17	168.714	2.52201	X
1	17	186.486	2.52201	X

Como puede observarse claramente, el diámetro medio individual aumenta a medida que disminuye la densidad de plantas por hectárea (el menor diámetro medio se ve en las parcelas de mayor densidad, 147.6 mm para 2000 plantas originales por ha y el mayor diámetro ocurre en las parcelas de menor densidad, 186.5 mm para las parcelas de 800 plantas originales por ha).

Se establecen 3 grupos con diferencias significativas entre ellos: el tratamiento 1 (800 plantas por ha) con un crecimiento significativamente superior al resto; los tratamientos 2 y 3 (1100 y 1400 plantas por ha) sin diferencias significativas entre ellos pero con un crecimiento menor respecto al tratamiento 1 y mayor respecto a los tratamientos 4 y 5.

Las diferencias en diámetro entre los árboles de los distintos tratamientos son muy importantes, siendo el crecimiento alrededor de un 26% mayor en el tratamiento 1 respecto al tratamiento 5 (tomando este último como base 0). La figura 1 muestra lo anterior:

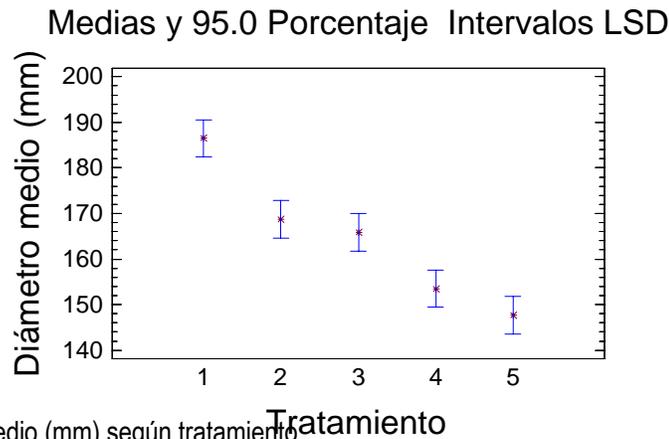


Figura 1. Diámetro medio (mm) según tratamiento

3 B. Altura media

El análisis de varianza para Altura determina que el modelo es altamente significativo ($P < 0.05$), pero no lo es el efecto Tratamiento (o sea que los distintos tratamientos no presentan diferencias estadísticas significativas entre ellos para esta variable). La media general de todo el ensayo para la variable altura es de 1962 cm., a continuación se observa la tabla de comparaciones múltiples correspondientes según tratamiento.

Comparaciones múltiples para ALTURA MEDIA según TRATAMIENTO

Método: 95.0 porcentaje Duncan

TRATAMIENTO	Recuento	LS Media	LS Sigma	Grupos Homogéneos
2	17	1934.09	25.7431	X
5	17	1934.16	25.7431	X
1	17	1962.34	25.7431	X
4	17	1977.71	25.7431	X
3	17	2003.96	25.7431	X

Se puede observar que si bien existen diferencias que pueden ser importantes entre tratamientos (unos 70 cm. entre los tratamientos extremos en crecimiento para esta variable), el análisis de varianza no establece que éstas sean significativas (con un nivel de confianza del 95%). En la figura 2 se observa lo dicho.

Medias y 95.0 Porcentaje Intervalos LSD

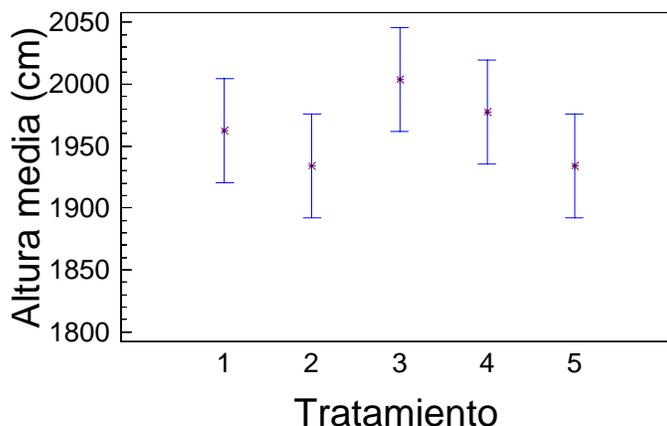


Figura 2. Altura media (cm.) según tratamiento

3C. Volumen individual medio

Es importante destacar que para las estimaciones de volumen se usó un coeficiente mórfico= 0.35, siendo por lo tanto la formula usada la siguiente:

$$\text{Volumen individual} = (\text{diámetro})^2 * \text{altura} * 0.35 * 0.7854$$

Para la variable volumen individual el análisis de varianza determina igualmente que para las anteriores que el modelo es altamente significativo ($P < 0.05$), como así también lo es el efecto Tratamiento (los distintos tratamientos presentan diferencias estadísticas significativas entre ellos para esta variable). La media general de todo el ensayo para esta variable es de 0.157 m³., a continuación se presenta la tabla de comparaciones múltiples correspondientes según tratamiento.

Comparaciones múltiples para volumen medio individual (m³) según TRATAMIENTO

Método: 95.0 porcentaje Duncan

TRATAMIENTO	Recuento	LS Media	LS Sigma	Grupos Homogéneos
-------------	----------	----------	----------	-------------------

5	17	0.12299	0.00597061	X
4	17	0.136181	0.00597061	X
3	17	0.158229	0.00597061	X
2	17	0.16219	0.00597061	X
1	17	0.203467	0.00597061	X

Al igual que en la variable diámetro, se observa para el volumen medio individual que el mismo aumenta a medida que disminuye la densidad de plantas por hectárea (el menor volumen individual medio se da en las parcelas de mayor densidad: 0.123 m³ para 2000 plantas originales por ha y el mayor valor ocurre en las parcelas de menor densidad: 0.203 m³ para las parcelas de 800 plantas originales por ha).

Se establecen igualmente 3 grupos con diferencias significativas entre ellos, por un lado el tratamiento 1 (800 plantas por ha) con un crecimiento significativamente superior al resto; los tratamientos 2 y 3 (1100 y 1400 plantas por ha) sin diferencias significativas entre ellos y con un crecimiento menor respecto al tratamiento 1 pero mayor respecto a los tratamientos 4 y 5.

Las diferencias en crecimiento individual entre los árboles de los distintos tratamientos son muy importantes, siendo el crecimiento de los mismos alrededor de un 65% mayor en el tratamiento 1 respecto al tratamiento 5 (tomando este último como base 0); evidentemente este mayor crecimiento individual se debe a las diferencias en diámetro ya que para altura no se establecieron diferencias significativas. La figura 3 muestra lo anterior.

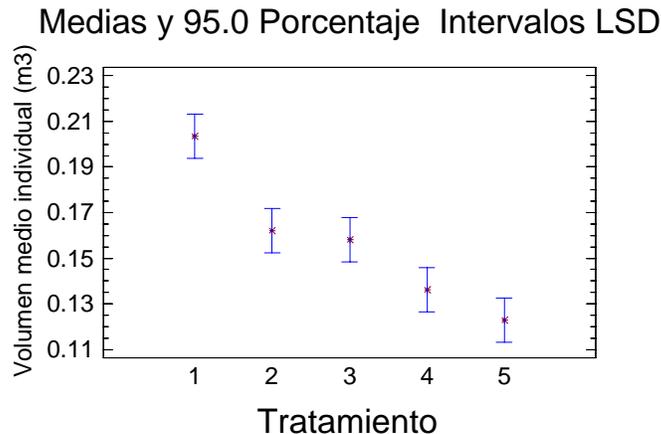


Figura 3. Volumen individual medio (m³) según tratamiento
 3D. Volumen total por hectárea

Es importante destacar que las evaluaciones para esta variable se hicieron usando las densidades reales existentes actualmente, es decir que el mismo está calculado como la sumatoria de los volúmenes reales por parcela, llevados posteriormente a la hectárea (no como la multiplicación del volumen individual medio por tratamiento por la densidad original en cada caso). El factor mórfico y la fórmula usada para la estimación de volúmenes son los mismos descritos en el ítem 3C.

Para esta variable el análisis de varianza determina igualmente que para las anteriores que el modelo es altamente significativo ($P < 0.05$), como así también es altamente significativo el efecto Tratamiento (los distintos tratamientos presentan diferencias estadísticas significativas entre ellos para esta variable). La media general de

todo el ensayo para esta variable es de 181.6 m³/ha, a continuación se presenta la tabla de comparaciones múltiples correspondientes según tratamiento.

Comparaciones múltiples para VOLUMEN/HA (m³) según TRATAMIENTO

Método: 95.0 porcentaje Duncan

TRATAMIENTO	Recuento	LS Media	LS Sigma	Grupos Homogéneos
1	17	133.287	5.51271	X
2	17	163.287	5.51271	X
4	17	198.72	5.51271	X
3	17	201.913	5.51271	X
5	17	210.893	5.51271	X

Como puede observarse, para esta variable, que es definitivamente quien determina las existencias de madera se diferencian 3 grupos con diferencias significativas entre ellos; los 3 tratamientos de mayor densidad original (y actual) presentan un crecimiento significativamente superior respecto a los otros tratamientos de menor densidad (a su vez estos últimos también se diferencian significativamente entre si).

Los tratamientos 5, 3 y 4 (2000, 1400 y 1700 plantas originales por ha respectivamente) tienen un volumen por ha significativamente superior a los otros dos tratamientos, pero sin diferencias significativas entre ellos; además el tratamiento 2 (1100 plantas por ha) presenta un crecimiento menor respecto a los tres mencionados pero significativamente mayor respecto al tratamiento 1 (800 plantas por ha). La figura 4 lo muestra claramente.

Medias y 95.0 Porcentaje Intervalos LSD

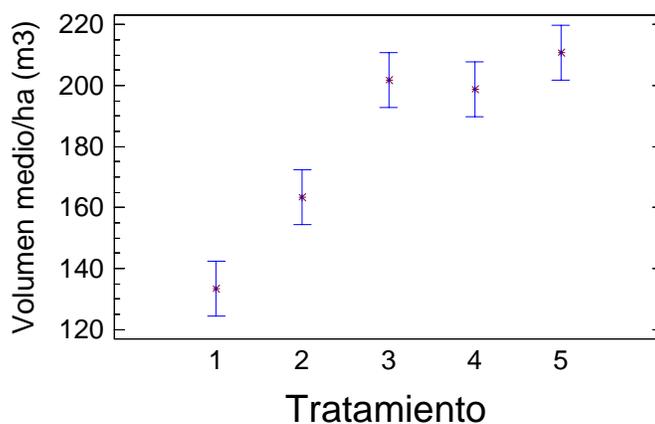


Figura 4. Volumen total medio por ha (m³) según tratamiento

3E. Supervivencia

Por último se analizó la supervivencia, para ver si existen diferencias significativas entre los tratamientos que ayuden a explicar las variables estudiadas anteriormente, sobre todo el volumen total por hectárea.

Para esta variable el análisis de varianza determina igualmente que para las anteriores que el modelo es altamente significativo ($P < 0.05$), como así también es significativo el efecto Tratamiento (los distintos tratamientos presentan diferencias estadísticas significativas entre ellos para esta variable). La supervivencia media de todo el ensayo es de 86.7%, a continuación se presenta la tabla de comparaciones múltiples correspondientes según tratamiento.

Contraste Múltiple de Rangos para SUPERVIVENCIA (%) según TRATAMIENTO

Método: 95.0 porcentaje Duncan

TRATAMIENTO	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
1	17	79.3452	2.96745	X
4	17	86.7217	2.96745	XX
5	17	88.0099	2.96745	XX
2	17	88.1629	2.96745	XX
3	17	91.2041	2.96745	X

El análisis determina que el tratamiento 1 presenta la menor supervivencia (800 plantas/ha originales, 635 actuales) mientras que el tratamiento 3 (1400 plantas/ha originales, 1275 actuales) es quien presenta la mayor supervivencia; mientras que los tratamientos 4 (1700 plantas/ha originales, 1475 actuales), 5 (2000 plantas/ha originales, 1760 actuales) y 2 (1100 plantas/ha originales, 970 actuales) presentan una supervivencia muy similar entre ellos. Estadísticamente solamente puede aseverarse (95% de confianza) que los tratamientos 3 y 1 se diferencian significativamente entre si. La figura 5 lo muestra,

Medias y 95.0 Porcentajes Intervalos LSD

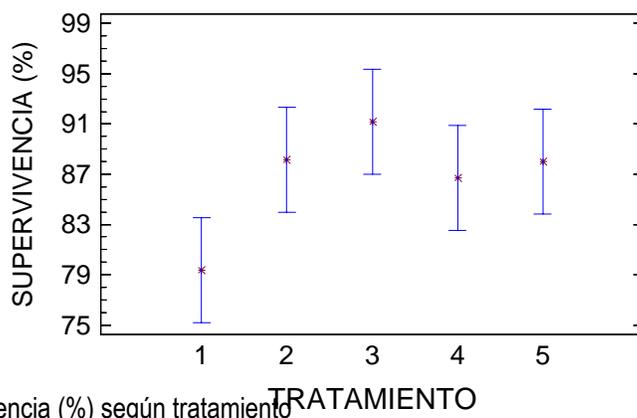


Figura 5. Supervivencia (%) según tratamiento

4. CONSIDERACIONES

- El diámetro individual medio del ensayo es de 164.5 mm., éstos aumentan a medida que disminuye la densidad de plantas por hectárea, o sea que los menores diámetros se observan en las parcelas de mayor densidad y los de mayor diámetro en aquellas de menor densidad. Se establecen 3 grupos con diferencias significativas entre ellos, presentando el tratamiento 1 (800 plantas por ha) un crecimiento

significativamente superior al resto; mientras que los tratamientos 2 y 3 (1100 y 1400 plantas por ha respectivamente) presentan un menor crecimiento respecto al tratamiento 1 pero mayor respecto a los tratamientos 4 y 5. Las diferencias en crecimiento para diámetro entre los distintos tratamientos son muy importantes, siendo un 26% mayor en el tratamiento 1 respecto al tratamiento 5 (tomando este último como base 0).

- La altura media individual no presenta diferencias estadísticas entre los distintos tratamientos, con lo cual hasta acá las distintas densidades no han influido en los crecimientos de esta variable. La media de todo el ensayo es de 1962 cm.
- El volumen medio individual, al igual que el diámetro, aumenta a medida que disminuye la densidad de plantas por hectárea. La media general para esta variable es 0.157 m³. Para esta variable se establecen igualmente 3 grupos con diferencias significativas entre ellos, el tratamiento 1 (800 plantas por ha) presenta un crecimiento significativamente superior al resto; los tratamientos 2 y 3 (1100 y 1400 plantas por ha respectivamente) tienen un crecimiento menor respecto al tratamiento 1 pero mayor respecto a los tratamientos 4 y 5 (4= 1700 plantas/ha, 5= 2000 plantas/ha). Las diferencias en crecimiento individual entre los distintos tratamientos son muy importantes, siendo un 65% mayor en el tratamiento 1 respecto al tratamiento 5 (tomando este último como base 0). Este mayor crecimiento individual se debe a las diferencias en diámetro ya que para altura no se establecieron diferencias significativas entre los tratamientos.
- El crecimiento medio de todo el ensayo es de 181.6 m³/ha. A los 6 ½ años, se determinan 3 grupos con diferencias significativas entre ellos; los 3 tratamientos de mayor densidad original (y actual) presentan un crecimiento significativamente superior respecto a los otros tratamientos de menor densidad (a su vez estos últimos también se diferencian significativamente entre ellos). Los tratamientos 5, 3 y 4 (2000, 1400 y 1700 plantas originales por ha respectivamente) tienen un volumen por ha significativamente superior a los otros dos tratamientos, pero sin diferencias significativas entre ellos; además el tratamiento 2 (1100 plantas por ha), presenta un crecimiento menor respecto a los tres mencionados pero significativamente mayor respecto al tratamiento 1 (800 plantas por ha). Con lo cual el tratamiento 1, a pesar de presentar los mayores crecimientos de sus árboles en diámetro y volumen individual, es quien tiene los menores crecimientos totales por hectárea.
- La supervivencia media del ensayo es de 86.7%, existiendo diferencias entre tratamientos, el tratamiento 1 (menor densidad inicial) es quien presenta los menores valores de supervivencia, lo que influye directamente tanto en mayores crecimientos individuales de los árboles, pero también lo hace negativamente en los menores crecimientos totales por hectárea. Esta menor supervivencia no se debe a efectos del propio tratamiento sino a que pocas marras significan una proporción mayor respecto a igual cantidad de marras en los otros tratamientos.

5. BIBLIOGRAFIA

DANIEL P., HELMS U., BAKER F., 1982. Principios de Silvicultura, 492 pp.

COETZEE J., 1991. The influence of stand density on the yield of *Eucalyptus grandis*. IUFRO Symposium. Durban, South Africa. Vol.2. pp. 901- 916.

NEILSEN W., GERRAND A., 1999. Growth and branching habit of *Eucalyptus nitens* at different spacing and the effect on final crop selection. For Ecol Manag, pp 217- 229.

PINIILLA SUAREZ J, ULLOA I, 2001. Nuevos resultados en un ensayo de espaciamiento y raleo con *Eucalyptus globulus* en Constitución (VII Región). IUFRO. Valdivia, Chile.

SCHONAU A, COETZEE J, 1989. Initial Spacing, stand density and thinning in Eucalyptus plantations. For Ecol Manage 29(4), 245- 266.

FERTILIZACIÓN EN IMPLANTACION EN FINCA AGROCAMPO

Alejandro González

1. INTRODUCCIÓN

Si bien los árboles requieren los mismos elementos para su crecimiento y reproducción que otras plantas superiores, debido a la naturaleza conservadora de la recirculación de nutrientes, a los hábitos de arraigamiento profundo que mayormente presentan, así como a la capacidad de las raíces micorríticas para extraer algunos nutrientes mínimamente disponibles de los suelos, las deficiencias de nutrientes no son comunes en los bosques adultos (Prichett, 1991).

Herbert (1983), en un suelo ácido, franco arcillo arenoso de Sudáfrica, con 37ppm de P, encontró una respuesta continua y significativa de *E. grandis*, tanto en altura como en volumen, por la aplicación de fósforo.

La disponibilidad de nutrientes para un adecuado crecimiento de los árboles depende de su edad, siendo sus requerimientos relativos muy superiores en la implantación respecto al crecimiento posterior y luego de estabilizada su área foliar. Para Valeri et al. (1991), el crecimiento de los árboles se ve favorecido por aplicaciones en la plantación hasta el año y medio de edad, no observándose mas efecto del P después de este período. Según Leal et al (1988), la exigencia de P por las plantas jóvenes de *Eucalyptus sp.* es relativamente alta, y se reduce con la edad de la planta a medida que mayor volumen de suelo es explorado por las raíces u otros posibles mecanismos como es la asociación micorrítica.

Los suelos del Uruguay son en general deficitarios en fósforo, algunos de ellos también lo son en nitrógeno y más raramente pueden identificarse algunos en donde también el potasio llega a ser un elemento limitante. Es por todo esto que en la mayoría de las forestaciones comerciales se realiza una fertilización de base al momento de la implantación de las masas, aportándose principalmente P (en rangos que pueden ir entre 30 y 60 unidades de P por planta) y en menor medida N (dosis entre 0 y 20 unidades por planta), puesto que gran parte del N necesario en los estadios iniciales se lo suministra la propia preparación del terreno, la cual produce mineralización de parte de la materia orgánica.

En general no se realizan fertilizaciones con potasio, dado que nuestros suelos presentan niveles adecuados de este nutriente, igualmente hay algunas referencias de suelos con bajas reservas de potasio en sitios de reforestación en donde pueden llegar a aparecer deficiencias de este elemento.

Cada uno de estos macronutrientes cumple con funciones específicas en las plantas. Entre otras, el nitrógeno es constituyente de moléculas como la clorofila, aminoácidos esenciales, proteínas, enzimas y hormonas; además interviene en procesos metabólicos como la utilización de carbohidratos. Por su parte el fósforo es componente estructural de ARN y ADN, además de intervenir en el almacenaje y transferencia de Energía obtenida de la fotosíntesis y metabolismo de carbohidratos.

Por último el potasio es muy importante en las relaciones hídricas de las plantas a través de la apertura y cierre estomático, además de intervenir en la fotosíntesis y translocación de fotosintatos, y en la activación de enzimas.

Desde 1999 la empresa EUFORES ha desarrollado investigaciones en distintos sitios respecto a la fertilización en implantación para *Eucalyptus globulus*. Para implantaciones sobre campo natural, los resultados obtenidos son muy similares en los distintos sitios. A continuación se presentan los resultados obtenidos para la finca "Agrocampo", Rocha, en dos edades distintas: 1 año y 4 ½ años.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

- Núcleo: Atlántico, Rocha
- Finca: Agrocampo
- Ubicación: latitud: 34° 10' 44" S; longitud: 54° 17' 35" W
- Suelos: CONEAT 2.12
- Fecha de instalación: octubre de 2001
- Material vegetal: E. globulus, clon 334-1-AR
- Tamaño total: 8000 m²
- Repeticiones: 4
- Parcelas: 4 árboles
- Plantación: manual
- Tratamientos: 64, correspondientes a 3 nutrientes (N, P y K) en cuatro niveles cada uno (0, 20, 40 y 60 gramos).
- Programa estadístico: Statgraphics Plus 5.1
- Modelo estadístico usado: $Y_{ij} = \mu + N_i + P_j + K_l + B_m + NP_{ij} + NK_{il} + PK_{jl} + NB_{im} + PB_{jm} + KB_{lm} + e_{ijlm}$; donde:

Y es el individuo

μ es la media general

N es el efecto nitrógeno

P es el efecto fósforo

K es el efecto potasio

B es el efecto bloque

NP es el efecto interacción nitrógeno – fósforo

NK es el efecto interacción nitrógeno – potasio

PK es el efecto interacción fósforo – potasio

NB es el efecto interacción nitrógeno - bloque

PB es el efecto interacción fósforo – bloque

KB es el efecto interacción potasio - bloque

e es el error experimental

3. RESULTADOS

3.1. AÑO 1

Al primer año se evaluó la altura total y la supervivencia.

3.1. A- Altura

El análisis de varianza para Altura (Modelos Lineales generales) determina que el modelo es significativo ($P < 0.05$), siendo significativos los efectos N y P (o sea que se presentan diferencias estadísticas entre las distintas dosis para estas variables).

La media general de todo el ensayo al primer año fue de 283.8 cm

Nitrógeno

A continuación se presenta la tabla de comparaciones múltiples correspondientes según tratamiento, donde 0 = 0 g; 1= 20 g; 2 = 40 g y 3 = 60 g.

Comparaciones múltiples para Altura 1 (cm) según Nitrógeno

Método: 95.0 porcentaje Duncan

N	Recuento	LS Media	LS Sigma	Grupos Homogéneos
0	63	274.054	2.54725	X
3	62	285.056	2.52839	X
1	63	287.114	2.53483	X
2	62	288.876	2.51719	X

Como puede observarse, el tratamiento 0 gramos de N presenta un crecimiento significativamente inferior respecto al resto de los tratamientos, los cuales a su vez no se diferencian entre si. La figura 1 muestra lo anterior:

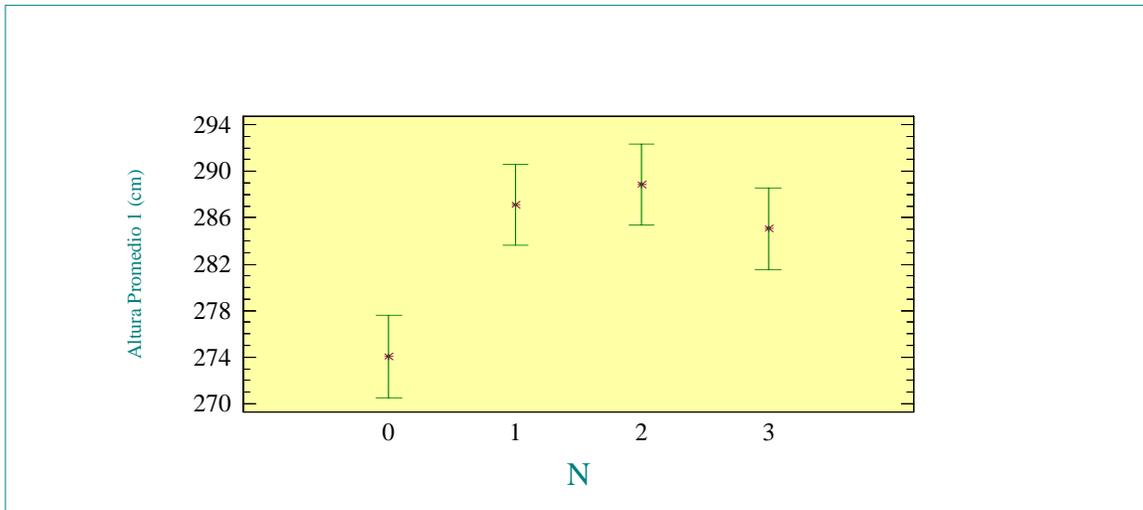


Figura 1. Altura al primer año (cm) según N

Fósforo

Se presenta la tabla de comparaciones múltiples correspondientes según tratamiento, donde 0 = 0 g; 1= 20 g; 2 = 40 g y 3 = 60 g.

Comparaciones múltiples para Altura Promedio1 según P

Método: 95.0 porcentaje Duncan

P	Recuento	LS Media	LS Sigma	Grupos Homogéneos
0	63	272.221	2.54587	X
1	62	282.628	2.53552	X

2	63	289.389	2.52399	XX
3	62	290.862	2.52359	X

Estadísticamente puede aseverarse que la dosis 0 gramos presenta un crecimiento significativamente inferior al resto, además la dosis 20 gramos presenta un crecimiento significativamente inferior respecto a la dosis 60 gramos. No hay diferencias significativas entre las dosis 40 y 60 gramos, siendo de apenas 1.5 cm la diferencia entre estas.

En la figura 2 se observa lo dicho.

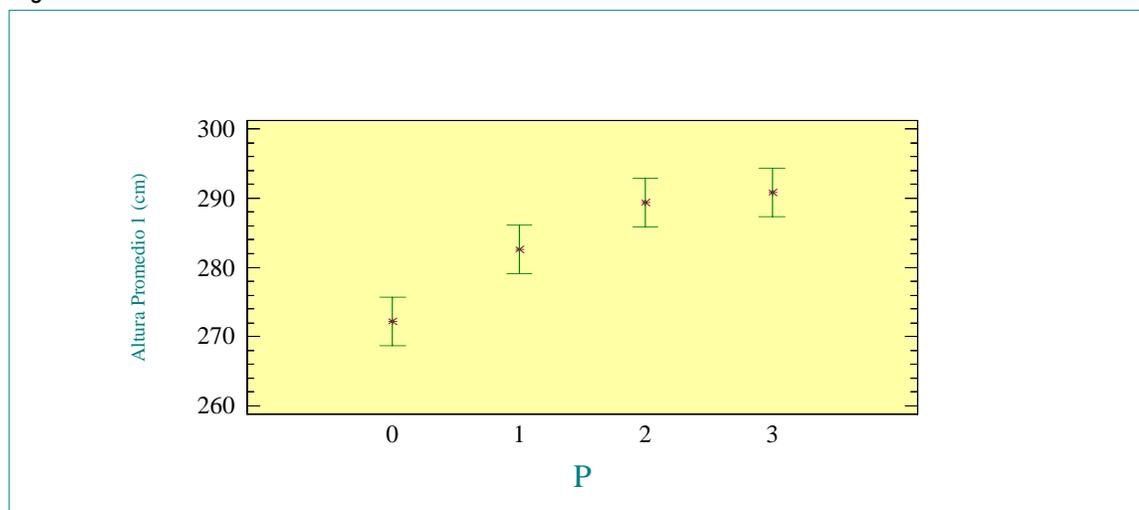


Figura 2. Altura al primer año (cm) según P

3.1. B- Supervivencia

El análisis de varianza (Modelos Lineales generales) determina que el modelo es altamente significativo ($P < 0.05$), siendo además significativos para esta variable los efectos N y K. La media general para esta variable fue del 88.9%.

A continuación se presentan las tablas de medias correspondientes, siendo 0 = 0 g; 1= 20 g; 2 = 40 g y 3 = 60 g.

Comparaciones Múltiples para supervivencia según N (%)

Method: 95.0 percent Duncan

N	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
3	62	82.1875	X
2	63	89.375	X
0	63	91.5625	X
1	62	92.5	X

La mayor dosis de N (60g), presenta una supervivencia significativamente inferior respecto a las otras dosis, las cuales no se diferencian entre si. La supervivencia es un 9% inferior respecto al promedio de las otras tres dosis.

Comparaciones Múltiples para supervivencia según K (%)

Method: 95.0 percent Duncan

K	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
3	62	84.375	X
1	62	88.75	X
0	63	90.9375	X
2	63	91.5625	X

También acá la mayor dosis (60g) presenta una supervivencia significativamente inferior respecto al resto, con una mortalidad alrededor de un 6 % mayor en relación a la media de las otras dosis.

3.2. AÑO 4 ½ (53 meses)

A los 4 ½ años se evaluaron tres variables de crecimiento (diámetro, altura total y volumen individual) y supervivencia. Para todas las variables de crecimiento fueron significativos los efectos N y P.

3.2. A- Diámetro

El análisis de varianza (Modelos Lineales generales) determina que el modelo es significativo ($P < 0.05$), siendo significativos los efectos N y P para esta variable. La media de todo el ensayo fue de 13.4 cm.

Nitrógeno

A continuación la tabla de medias correspondientes:

Comparaciones múltiples para DIAMETRO (cm.) según N

Método: 95.0 porcentaje LSD

N	Recuento	LS Media	LS Sigma	Grupos Homogéneos
0	64	12.9875	0.0530739	X
20	64	13.3375	0.0530739	X
60	64	13.375	0.0530739	X
40	64	13.4625	0.0530739	X

Como puede observarse, el tratamiento 0 gramos de N presenta un crecimiento en diámetro significativamente inferior respecto al resto de los tratamientos, los cuales a su vez no se diferencian entre sí. En valores absolutos esta diferencia igualmente es muy pequeña, de unos 0.4 cm ó lo que es igual un 3 %, tomando el testigo como base. La figura 3 muestra lo dicho:

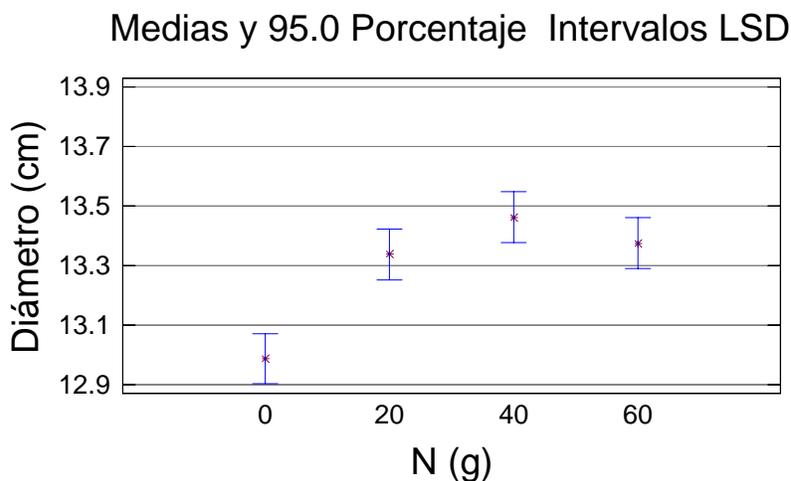


Figura 3. Diámetro a los 4 ½ años (cm) según N

Fósforo

A continuación la tabla de medias correspondientes:

Comparaciones múltiples para DIAMETRO (cm) según P

Método: 95.0 porcentaje LSD

P	Recuento	LS Media	LS Sigma	Grupos Homogéneos
0	64	12.9875	0.0339142	X
20	64	13.2875	0.0339142	X
40	64	13.4125	0.0339142	X
60	64	13.475	0.0339142	X

Para P, los tratamientos con mayores dosis (40 y 60 g) se diferencian significativamente de los otros (no entre ellos), a su vez el tratamiento 20 g presenta un crecimiento significativamente mayor respecto al testigo sin fertilizar. Igualmente las diferencias entre tratamientos son pequeñas, de alrededor de ½ cm. entre las dosis 0 y el promedio de las dosis 40 y 60 gramos (alrededor de 3.5 %). La figura 4 lo muestra:

Medias y 95.0 Porcentaje Intervalos LSD

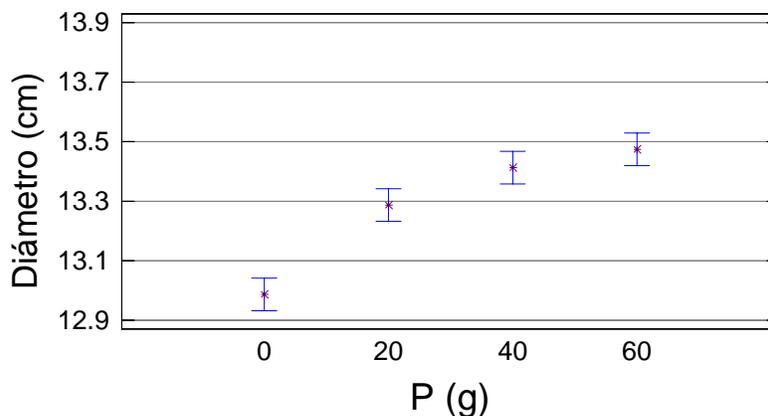


Figura 4. Diámetro a los 4 ½ años (cm) según P

3.2. B- Altura

El análisis de varianza para Altura establece que el modelo es significativo ($P < 0.05$), como fue dicho son significativos los efectos N y P.

Nitrógeno

La tabla de medias indica que la dosis testigo sin fertilizar presenta un crecimiento en altura significativamente inferior a las otras; en promedio los árboles fertilizados (en sus distintas dosis) tienen un incremento en altura de 2.8%, (tomando el tratamiento 0 como base).

Comparaciones múltiples para ALTURA (m) según N

Método: 95.0 porcentaje LSD

N	Recuento	LS Media	LS Sigma	Grupos Homogéneos
0	64	14.025	0.044145	X
20	64	14.3625	0.044145	X
60	64	14.4	0.044145	X
40	64	14.4	0.044145	X

La figura 5 muestra lo dicho,

Medias y 95.0 Porcentaje Intervalos LSD

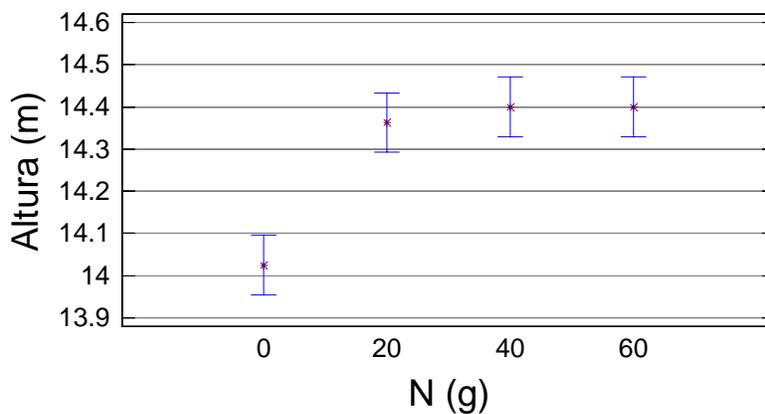


Figura 5. Altura a los 4 ½ años (m) según N

Fósforo

La respuesta acá es similar a la observada para N en la misma variable, donde el tratamiento sin fertilizar tiene un crecimiento significativamente menor al resto, también acá el incremento medio de los tratamientos fertilizados es de alrededor del 2.8% (tratamiento 0 gramos como base 0).

Comparaciones múltiples para ALTURA (m) según P

Método: 95.0 porcentaje LSD

P	Recuento	LS Media	LS Sigma	Grupos Homogéneos
0	64	14.025	0.0468171	X
20	64	14.3375	0.0468171	X
40	64	14.3875	0.0468171	X
60	64	14.4375	0.0468171	X

La figura 6 lo muestra,

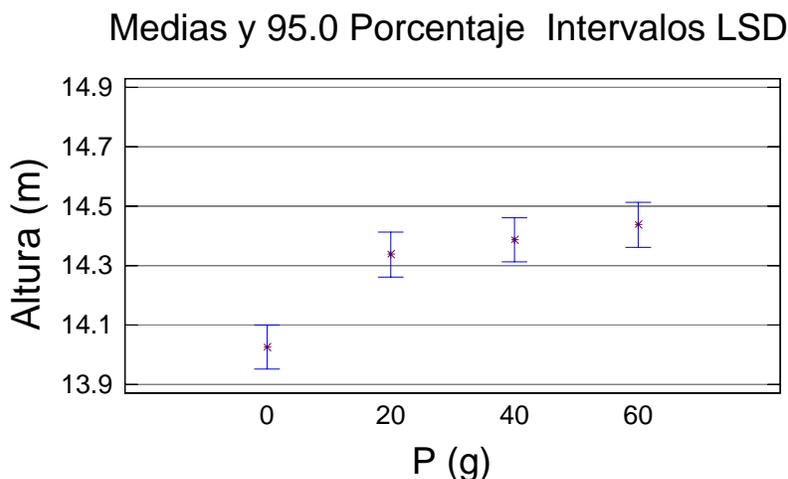


Figura 6. Altura a los 4 ½ años (m) según P

3.2. C- Volumen individual medio

Es importante destacar que para las estimaciones de volumen se usó un coeficiente mórfico= 0.34, siendo por lo tanto la fórmula usada la siguiente:

Volumen individual= (diámetro)² * altura * 0.34 * 0.7854, donde diámetro es DAP y altura es la total.

Para la variable volumen individual el análisis de varianza determina igualmente que para las anteriores que el modelo es significativo ($P < 0.05$), como así también lo son los efectos N y P.

La media general de todo el ensayo para esta variable fue de 0.0675 m³., a continuación se presenta las tablas de comparaciones múltiples correspondientes.

Nitrógeno

Al igual que lo que ocurre para las variables diámetro y altura, también se establecen en este caso diferencias significativas entre tratamientos, donde el testigo sin fertilizar presenta un crecimiento menor respecto a los demás.

La media de los árboles con fertilización es un 8.9% superior respecto al testigo sin fertilizar (tomando a este como base 0), no existiendo diferencias entre los tratamientos con fertilización.

Comparaciones múltiples para VOLUMEN INDIVIDUAL MEDIO (m³) según N

Método: 95.0 porcentaje LSD

N	Recuento	LS Media	LS Sigma	Grupos Homogéneos
0	64	0.0632125	0.000654379	X
20	64	0.0682625	0.000654379	X
60	64	0.0688	0.000654379	X
40	64	0.0697	0.000654379	X

Puede verse en la figura 7,

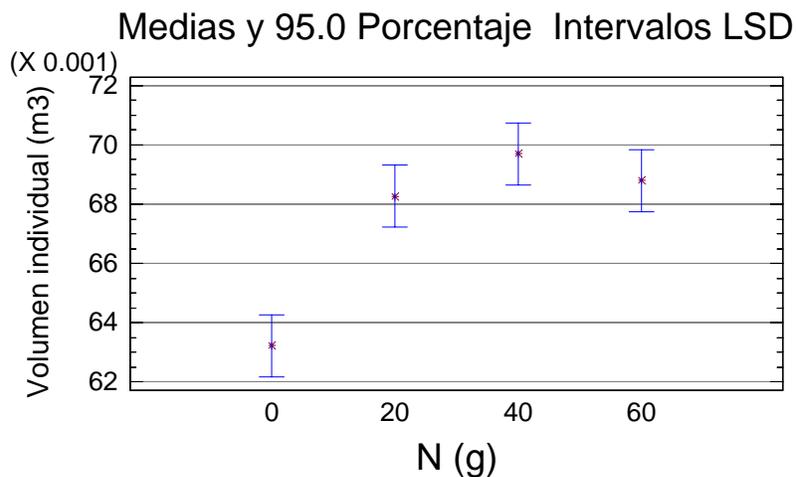


Figura 7. Volumen individual a los 4 ½ años (m³) según N

Fósforo

Se establecen diferencias significativas entre tratamientos, donde el testigo sin fertilizar presenta un crecimiento menor respecto a los demás, además el tratamiento 60 g presenta un crecimiento mayor respecto al tratamiento 20 g.

La media de los tratamientos 40 y 60 g (muy similares entre sí) es un 10 % superior respecto al testigo sin fertilizar (tomando a este como base 0).

Comparaciones múltiples para VOLUMEN (m³) según P

Método: 95.0 porcentaje LSD

P	Recuento	LS Media	LS Sigma	Grupos Homogéneos
0	64	0.0632125	0.000490341	X
20	64	0.067625	0.000490341	X
40	64	0.069125	0.000490341	XX
60	64	0.0700125	0.000490341	X

La figura 8 lo muestra claramente,

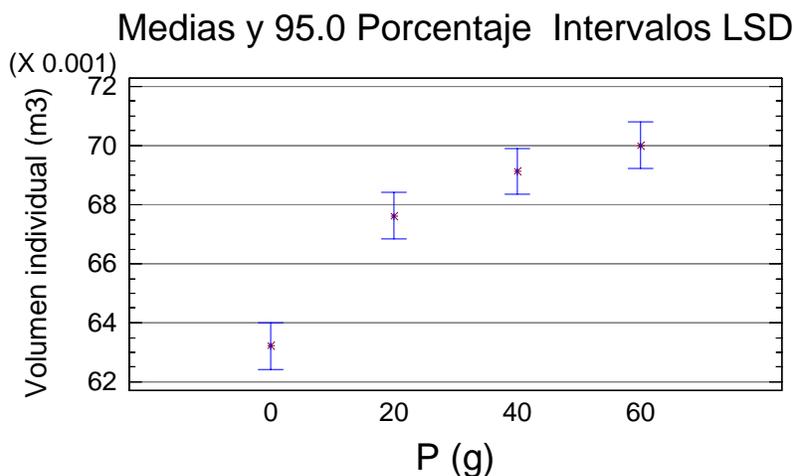


Figura 8. Volumen individual a los 4 ½ años (m³) según P

3.2. D- Supervivencia

Por último se analizó la supervivencia a los 4 ½ años, comprobándose que siguen siendo significativos los mismos efectos que lo eran al primer año (N y K).

La supervivencia media de todo el ensayo fue de 84.5%, a continuación se presenta la tabla de comparaciones múltiples correspondientes según tratamiento.

Para N la dosis 60 gramos tiene una mortalidad significativamente mayor respecto al resto (7.4% en promedio).

Comparaciones múltiples para SUPERVIVENCIA (%) según N

Método: 95.0 porcentaje LSD

N	Recuento	LS Media	LS Sigma	Grupos Homogéneos
60	64	79.1575	0.960624	X
40	64	85.1725	0.960624	X
0	64	86.525	0.960624	X
20	64	87.9	0.960624	X

A continuación la figura 9 presenta lo anterior,

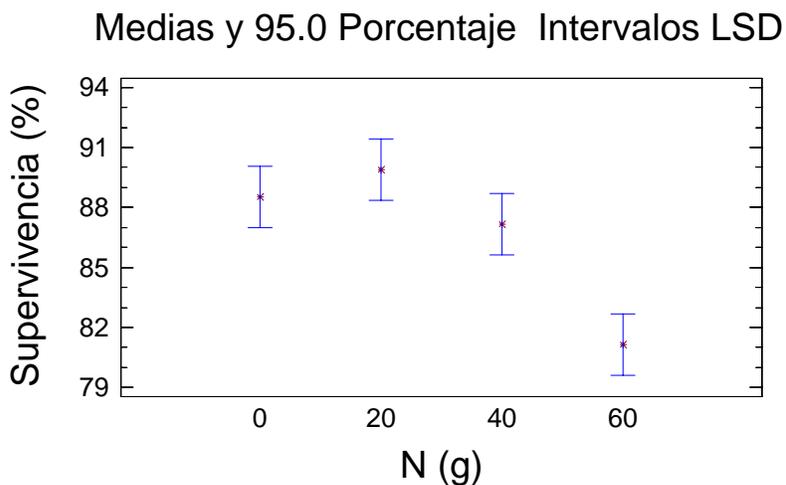


Figura 9. Supervivencia a los 4 ½ años (%) según N

Para K mientras tanto la dosis 60 gramos tiene mayor mortalidad respecto a las demás (en promedio, 5.3%).

Comparaciones múltiples para SUPERVIVENCIA (%) según K

Método: 95.0 porcentaje LSD

K	Recuento	LS Media	LS Sigma	Grupos Homogéneos
60	64	80.5225	0.751379	X
20	64	84.875	0.751379	X
0	64	85.975	0.751379	X
40	64	86.65	0.751379	X

Sigue la figura 10,

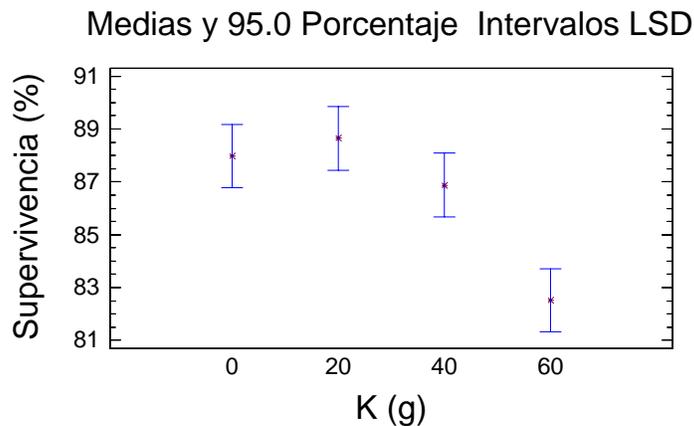


Figura 10. Supervivencia a los 4 ½ años (%) según K

4. CONSIDERACIONES

- **AÑO 1:** al primer año se evaluó el crecimiento en altura y la supervivencia. ALTURA- la media general fue de 283.8 cm., estableciéndose diferencias significativas para los efectos N y P. Para N el testigo sin fertilizar presenta un crecimiento inferior respecto al resto (unos 13 cm respecto a la media de los tratamientos fertilizados); mientras que para P la dosis 0 gramos presenta un crecimiento significativamente inferior al resto, además la dosis 20 gramos presenta un crecimiento significativamente inferior respecto a la dosis 60 gramos.

SUPERVIVENCIA- la media al primer año fue de 88.9%, estableciéndose diferencias en este caso para los efectos N y K. En ambos casos la dosis mayor (60 g) tuvo una supervivencia significativamente inferior al resto; presentando por tanto toxicidad para las plantas, en el caso del K la fuente usada es cloruro de potasio con lo cual es probable que el cloruro haya sido realmente la fuente de toxicidad.

- **AÑO 4 ½:** a los 53 meses se evaluó el crecimiento en diámetro (DAP), altura total y volumen individual, además de la supervivencia. Para las tres variables de crecimiento resultaron significativos los efectos N y P.

DIÁMETRO: la media a los 4 ½ años fue de 13.4 cm. Para N se determinaron diferencias entre el tratamiento 0 gramos y el resto donde el primero presenta un crecimiento significativamente inferior. En valores absolutos esta diferencia igualmente es muy pequeña, de unos 0.4 cm. (3%) entre el tratamiento 0 gramos y la media del resto de los tratamientos (sin diferencias entre ellos). Por su parte en P si bien las diferencias son igualmente pequeñas los tratamientos con mayores dosis (40 y 60 g) se diferencian significativamente de los otros dos, pero además el tratamiento 20 g presenta un crecimiento significativamente mayor respecto al testigo sin fertilizar. El incremento en esta variable de las dos dosis mayores (40 y 60 g) respecto a las dosis 0 gramos es de alrededor de ½ cm. (3.5%).

ALTURA- La media general fue de 14.3 m. Tanto para N como para P el testigo presenta un crecimiento en altura significativamente inferior al resto (los cuales no difieren entre sí), en promedio los árboles fertilizados (en sus distintas dosis) tienen un incremento en altura de 2.8% respecto al testigo, (tomando el tratamiento 0 gramos como base).

VOLUMEN INDIVIDUAL- la media general para esta variable fue de 0.0675 m³. Para N se establecen diferencias significativas entre tratamientos, donde el testigo sin fertilizar presenta un crecimiento menor respecto a los demás siendo la media de los árboles con fertilización un 8.9% superior respecto al testigo sin fertilizar (tomando a este como base 0), no existiendo diferencias entre los tratamientos con fertilización.

Por su parte en P el testigo sin fertilizar presenta un crecimiento menor respecto a los demás, además el tratamiento 60 g presenta un crecimiento mayor respecto al tratamiento 20 g.

La media de los tratamientos 40 y 60 g (muy similares entre sí) es un 10 % superior respecto al testigo sin fertilizar (tomando a este como base 0).

SUPERVIVENCIA- a los 4 ½ años siguen siendo significativos los mismos efectos que lo eran al primer año (N y K), la media general a esta edad es de 84.5%, en ambos casos las dosis mayores siguen presentando una menor supervivencia respecto a las demás.

- Si bien no es el objetivo de estos ensayos puede establecerse que el crecimiento medio general a los 4 ½ años era de 76.5 m³/ha, considerando la media general del volumen individual, la supervivencia media y la densidad original de plantación (0.0675 m³ * 84.5% * 1340 árboles/ha), o sea presentaba un IMA de 17 m³/ha aproximadamente

5. BIBLIOGRAFÍA

- BRAY, R.H. y KURTZ, L.T. 1945. Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soils. Soil Sci. 59:39-45.
- HERBERT. M.A.1983. The Response of Eucalyptus grandis to Fertilising with Nitrogen, Phosphorus, Potassium and Dolomitic Lime on a Mispah Soil Series. South African Forestry Journal. N°124:4-12.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCIÓN DE SUELOS Y FERTILIZANTES. 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay. Montevideo, Uruguay. v1 y v2.
- MURPHY, J., y RILEY, J. P. 1962. A modified single solution methods for determination of phosphate in natural waters. Anal. Chem. Act. 27:31-36.
- PRICHETT. 1991. Suelos forestales, propiedades, conservación y mejoramiento. México, Ed. Limusa, 643p.
- SAS INSTITUTE. 1985. SAS/STAT Guide for Personal Computer. Version 6 Edition. SAS Inst., Cary, NC.
- SIMS, J. R. y HABY, V. A. 1971. Simplified colorimetric determination of soil organic matter. Soil Science, Baltimore, v. 112, p. 137-141.
- VALERI, S.V; CORRADINI, L. y AGUIAR, I.V. 1991. Efeitos de níveis de NPK e calcário dolomítico na produção volumétrica de madeira de Eucalyptus grandis Hill ex Maiden. Científica, 19 N°1:63-70.

COMPORTAMIENTO EN LA ZONA ATLÁNTICA DE CLONES DE *Eucalyptus globulus* SELECCIONADOS EN EL LITORAL OESTE DEL PAÍS.

Gabriel Algorta²

DESCRIPCIÓN

Con el fin de continuar con el seguimiento y estudio de los materiales seleccionados de la especie *E. globulus* en el litoral oeste del Uruguay, se presentan a continuación los resultados obtenidos del análisis en conjunto de dos ensayos instalados en la zona Atlántica con las siguientes características:

Núcleo	Código	Predio	Fecha instalación	Edad meses	Zona de Mejora	Curvas de nivel	Subsolado
Rocha	561	Agrocampo	Setiembre 2001	81	Z1	Si	Si
Rocha	560	Santa Paula	Abril 2001	86	Z1	Si	Si

El diseño del experimento fue de bloques completos aleatorizados, cuya parcela experimental tiene 5 árboles en línea en el caso de Santa Paula y 8 árboles en línea en Agrocampo y ambas poseen cuatro bloques. Para el análisis se eliminaron los clones que no estaban en los 2 lugares a la vez de modo de poder analizar las interacciones clon-sitio correctamente. El tipo de suelo para ambos ensayos es el 2.12 que se describe en el anexo.

Posición geográfica	Santa Paula	Agrocampo
Latitud	34° 16' 06" S.	34° 10' 46" S.
Longitud	54° 23' 54" W.	54° 17' 38" W.
Ultima medición	26 de junio 2008	19 de junio 2008
Suelo CONEAT	2.12	2.12

Descripción de los materiales genéticos evaluados:

Mat. genético	Tipo	Origen	Predio
11-17-FR	Clon	F0 Uruguay	Molino Petizo
11-13-FR	Clon	F0 Uruguay	Molino Petizo
11-40-JP	Clon	F0 Uruguay	Molino Petizo
334-1-AR	Clon	F0 Huelva	
21-6-JP	Clon	F0 Uruguay	San Pedro
22-6-RP	Clon	F0 Uruguay	Sauce
<i>E. bicostata</i>	Semilla	We Jasper (Australia)	
<i>E. maidenii</i>	Semilla	Bolaro Mt. (Australia)	
<i>E. globulus</i>	Semilla	Monte Águila (Chile)	Chivilingo

² Gerente de Mejora Genética, EUFORES.

Las variables analizadas fueron volumen individual promedio comercial sin corteza en decímetros cúbicos y supervivencia promedio en porcentaje.

ANÁLISIS

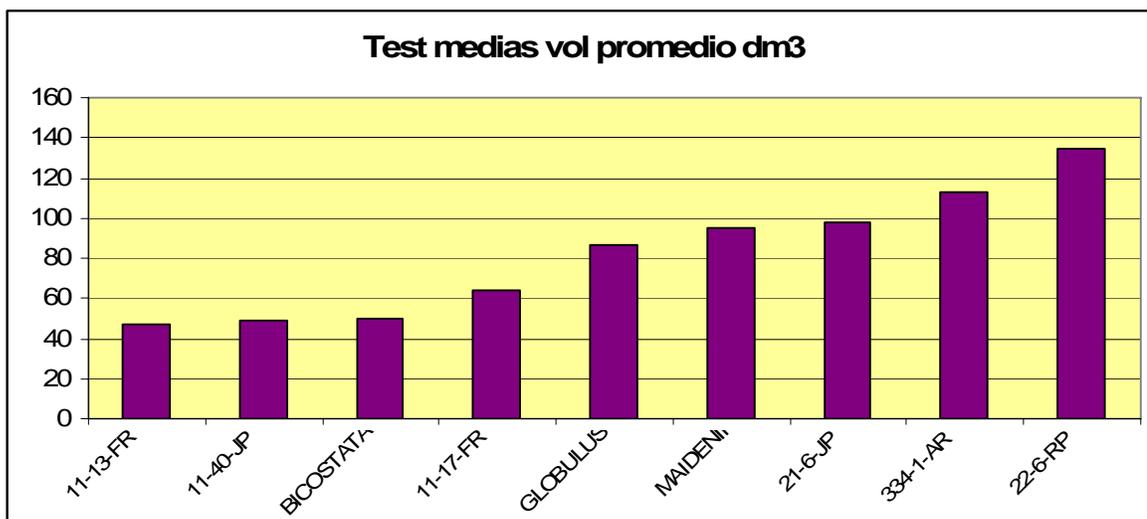
Volumen unitario promedio.

Para cumplir con los requisitos estadísticos para el análisis de varianza se utilizó como variable el promedio del volumen individual por parcela. Se tomaron los efectos clon y sitio como efectos fijos y al bloque como efecto aleatorio.

El resultado del análisis de varianza fue que los efectos clon y sitio son estadísticamente significativos y el efecto bloque y la interacción clon-sitio no son significativos.

En test múltiple de medias de Duncan se observa tres grupos definidos de comportamiento, por un lado con pobre desempeño el clon 11-13-FR, 11-40-JP, Semilla de *E. bicostata* y 11-17-FR, luego un grupo intermedio representado por semilla de *E. globulus*, semilla de *E. maidenii* y clon 21-6-JP y por ultimo dos clones de muy buen crecimiento el 334-1-AR y el 22-6-RP.

Test de Duncan para Vol. Promedio		
Volumen unitario promedio en dm ³		
11-13-FR	47,5	A
11-40-JP	49,4	A
BICOSTATA	49,8	A
11-17-FR	63,7	AB
GLOBULUS	87,0	BC
MAIDENII	94,7	C
21-6-JP	97,5	C
334-1-AR	112,9	CD
22-6-RP	135,1	D

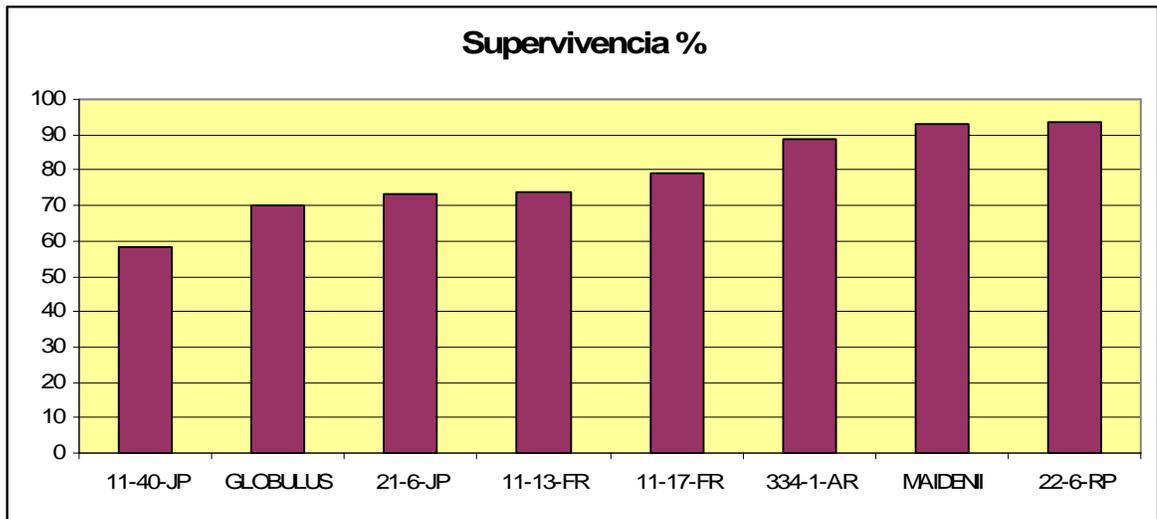


Supervivencia

En una primera instancia el análisis mostró que todos los efectos eran estadísticamente significativos, incluso la interacción. Esta significación fue provocada por el material genético de *E. bicostata* cuya supervivencia en el sitio Agrocampo fue 87% y en Santa Paula fue 95%.

Por tanto para proseguir con el análisis se retiró el *E. bicostata* y la interacción dejó de ser significativa. En la tabla de medias de Duncan se puede observar los valores observados.

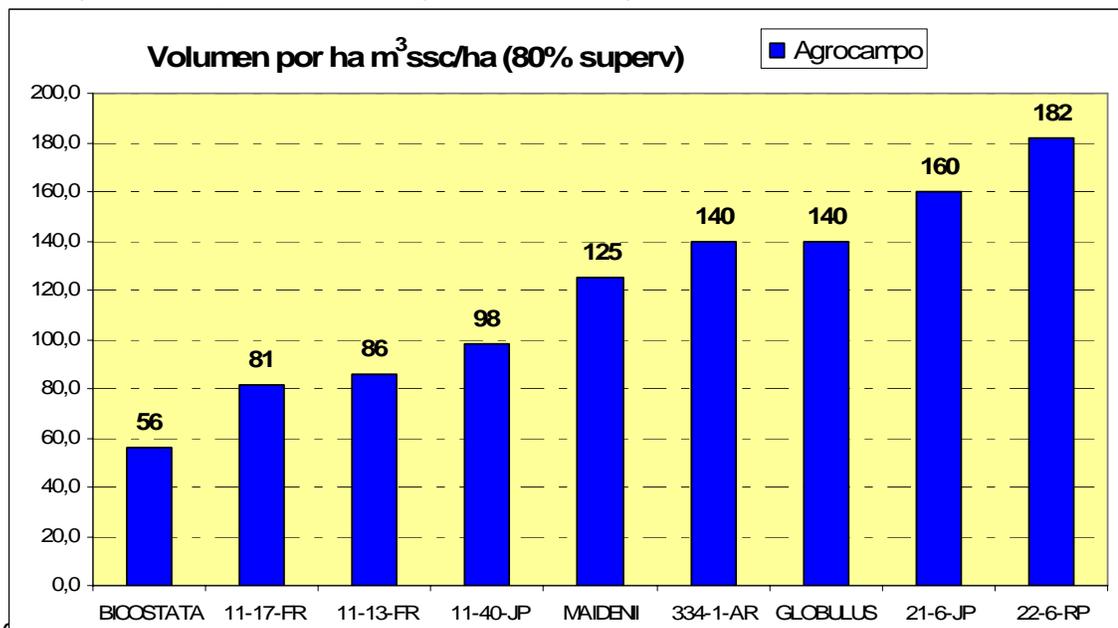
Supervivencia Media %		
11-40-JP	58,4	A
GLOBULUS	70,0	AB
21-6-JP	73,1	AB
11-13-FR	73,8	BC
11-17-FR	79,1	BC
334-1-AR	89,0	CD
MAIDENII	92,8	D
22-6-RP	93,4	D



El test de Duncan nos muestra que existe un grupo de buena supervivencia integrado por los clones 334-1-AR, 22-6-RP y la semilla de *E. maidenii*, otro grupo de supervivencia intermedia integrado por los clones 11-17-FR y 11-13-FR; y luego los genotipos de menor sobrevivencia que son la semilla de *E. globulus* y los clones 21-6-JP y 11-40-JP.

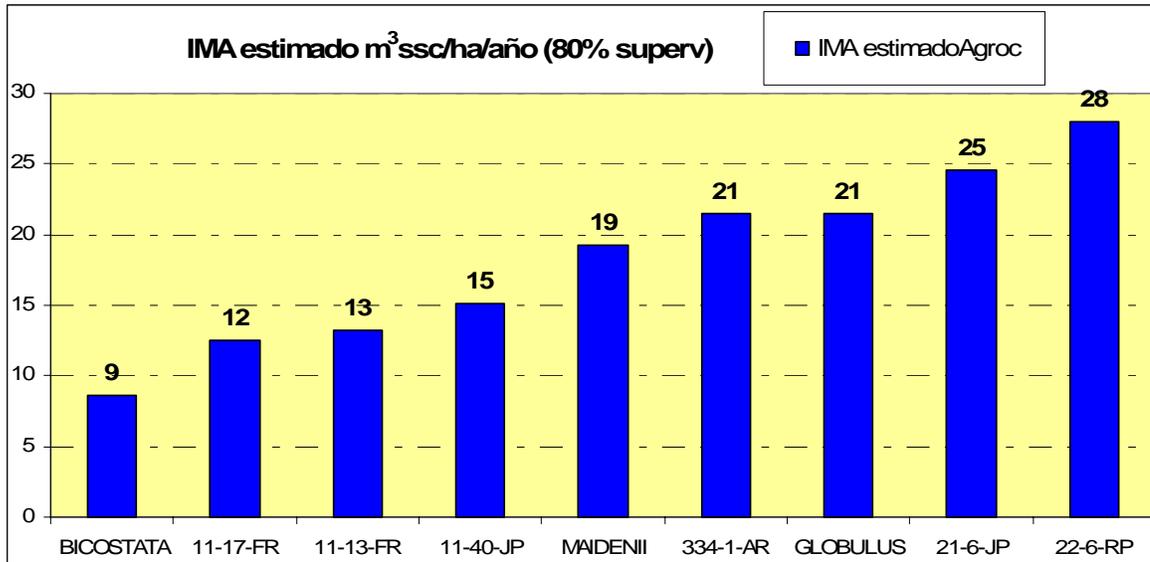
Estimación de volumen por hectárea e IMA

En base a los resultados estadísticos y para poder visualizar en la practica estos indicadores, se graficó el volumen total sólido comercial sin corteza de los distintos materiales en el predio Agrocampo, teniendo como supuesto una supervivencia del 80% del total de plantines plantados, esto nos deja un total de 1069 árboles cubicables por hectárea, valor conservador para esta zona del país.



Del grupo de supervivencia que existen volúmenes importantes para las edades que manejamos (0,5 años).

Con el mismo criterio anterior se graficó el IMA de los distintos materiales donde queda demostrada la superioridad del 22-6-RP, 21-6-JP, *E. maidenii*, 334-1-AR y *E. globulus*.



CONCLUSIONES

- Como conclusión principal podemos decir que el clon 22-6-RP de la F0 de Uruguay se muestra como el clon más promisorio de *E. globulus* seleccionado en el Uruguay, tanto por su volumen y supervivencia como por su estado sanitario y ausencia de rebrotación epicormica. Aunque no difiere significativamente del clon testigo 334-1-AR, posee mejor forma.
- En base a estos resultados se instalaran ensayos de rendimiento, que implica mayor tamaño de parcela experimental donde se pueda evaluar el comportamiento en masa de este genotipo.
- Se ratifica en este ensayo y en los instalados en el litoral oeste del país, que los clones 11-40-JP, 11-13-FR y 11-17-FR de la F0 Uruguay su mal desempeño en productividad individual y baja supervivencia, recomendándose la no incorporación a la producción comercial ni a la población base del programa de mejora genética de la empresa.

Anexo

Descripción de grupo de suelo Coneat 2.12.

Son sierras no rocosas de relieve ondulado y ondulado fuerte, con afloramientos en general menores de 5% y pendientes variables entre 5 y 15%. Los suelos son Brunosoles Subéutricos Aplicos y Típicos, arenoso francos y francos, algunas veces arenosos franco graviliosos, superficiales y moderadamente profundos (Regosoles y Praderas Pardas medias poco profundas). Asociados a estos, se encuentran Litosoles Subéutricos Melánicos, arenoso-franco-graviliosos, a veces muy superficiales y pedregosos y Brunosoles Subéutricos Lúvicos (Praderas Pardas máximas), francos u ocasionalmente arenoso-francos, a veces ródicos (Praderas Rojas). La vegetación es de pradera de ciclo predominantemente estival, a veces con matorral y monte serrano asociado, en general en las gargantas y zonas cóncavas. El uso actual es pastoril. Ocupa grandes extensiones en los Dptos. de Maldonado, Lavalleja, oeste de Treinta y Tres y suroeste de Cerro Largo. Los suelos de este grupo forman parte de la unidad Sierra de Polanco de la carta a escala 1:1.000.000 (D.S.F).

RESULTADOS PRELIMINARES DEL PROYECTO "INFLUENCIA DE LA EDAD DE CORTE EN PROPIEDADES PULPABLES DE *Eucalyptus globulus* PLANTADO EN URUGUAY"
PROYECTO LATU INIA - Unidad Tecnológica Fray Bentos

Javier Doldán³ y Fernando Resquin⁴

Introducción

E. globulus es una de las especies más plantadas en el país debido a que alcanza crecimientos interesantes en algunas zonas sumado al hecho de que su madera posee excelentes propiedades para la fabricación de pasta para papel. A nivel comercial los turnos de corta están en el entorno de los 8 a 9 años, proporcionando maderas con buenas propiedades pulpables.

Es conocido el hecho de que a medida que se incrementa la edad de los árboles, en términos generales, se obtienen mejores resultados en el proceso de pulpeo y el tipo de celulosa y papel obtenido. Por otro lado, tanto a nivel nacional como en la región, existe relativamente poca información disponible en cuanto a las principales alteraciones que ocurren en la madera y en la celulosa de los eucaliptos con diferentes largos de rotación de los rodales.

En función de esto surge la necesidad de comprender como varían las propiedades de la madera en función de la edad, por un lado para determinar la edad a la cual es posible obtener las propiedades tecnológicas óptimas de la madera; y por otro, para predecir el efecto tanto de acortar como de alargar la edad de rotación sobre la calidad de la madera y la pulpa obtenida.

Materiales y métodos

La estrategia de este proyecto consiste en la evaluación de dos materiales genéticos de esta especie (Jeeralang y Chivilingo) a lo largo del ciclo del cultivo. Estos dos materiales genéticos provienen de las zonas litoral y sureste.

Para esto se están realizando dos tipos de evaluaciones en forma simultánea: a) estudio de fuentes de semilla implantados en suelos lo más similares posible entre sí y edades próximas a 7, 9, 11 y 13 años. b) Establecimiento de parcelas (en ambos sitios) para realizar mediciones y análisis de laboratorio a partir del séptimo u octavo año, cada dos años y por un período similar al citado anteriormente. En este caso se describe la metodología de la segunda de las estrategias mencionadas.

En una primera etapa se identificaron parcelas consideradas representativas en cuanto a crecimiento, sobrevivencia y sanidad dentro de la plantación comercial para evitar que tanto la productividad como las propiedades tecnológicas de la madera se vean afectadas por algún otro factor no controlado como por ejemplo el efecto año, sitio o algún factor biótico.

En este caso se describe el procedimiento utilizado en la parcela de Chivilingo en un suelo 2.11 aunque el mismo se repite con la otra fuente de semilla (Jeeralang) en los tres sitios restantes. La superficie en evaluación en todos los casos es de 1 ha aproximadamente (Cuadro 1).

³ Departamento Proyectos Forestales - LATU

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

- Características de las parcelas

Cuadro 1. Principales características de las parcelas en evaluación

	Jeeralang		Chivilingo	
	Litoral	sureste	Litoral	Sureste
Edad	8,5	7,5	7,5	8
Suelo	9,1	2,12	9,3	2,12
dist plant.	3,3 x 2,1	3,8 x 1,9	4 x 2,1	3,7 x 1,8
arb/ha iniciales	1442	1419	1190	1498
arb/ha actuales	1013	1217	760	1060
Area evaluada (ha)	1,1	0,97	1,1	0,9
Arboles muestreados	15	15	15	16

- Muestreo de árboles

En esta parcela se midió el DAP de todos los árboles, la altura total de aprox. 1/3 de los mismos. También se registraron los síntomas visibles de daño en el fuste provocados por algún agente patógeno o climático. Con estos valores se estimó la sobrevivencia, el volumen por árbol y por ha y el IMA.

Con todos los valores de DAP se determinó el area basal (AB) y con estos valores se estableció un ranking que fue dividido en 5 categorías a partir de las respectivas clases diamétricas. Estas 5 clases son las que representan la mayor parte del volumen total de la parcela ya que para el muestreo de árboles no fueron considerados los individuos de menor DAP relativo. De cada una de estas 5 clases se seleccionaron los 20 árboles con DAP más próximo a la media de cada clase para medirlos con el pilodyn. De esos 100 árboles se seleccionaron 15 para ser apeados. El numero de árboles que se muestrea en cada clase es determinado por la proporción de AB que cada una de las clases representa sobre el total de AB de la parcela. Para la elección de los 15 árboles muestreados se tuvo en cuenta de elegir aquellos que tuvieran valores altos, medios y bajos de penetración del pilodyn.

Una vez apeados los árboles se midió la altura total y la altura comercial hasta un diámetro con corteza de 6 cm. Se realizaron cortes transversales en el fuste a alturas de 0.1, 0.7, 1.3 y partir de esta altura cada 1 metro hasta la altura comercial. En estas superficies fue medido el diámetro con y sin corteza. Con estos datos se determinó la proporción de corteza y el factor de forma. A las alturas del DAP, 50 y 75% de la altura comercial fueron extraídos discos de aprox. 3 cm. de espesor para determinar la densidad básica. A partir de 1.3 fue extraída una troza de 1 m de largo para los análisis de pulpeo.

- Análisis de laboratorio

En los discos fue determinada la Densidad aparente básica. Para esto se utilizó el Protocolo de ensayo LATU PEC.FOR.011 "Peso específico aparente básico de piezas de madera para pulpa por inmersión en agua" basado en Norma Tappi T258om-02 "Basic density and moisture content of pulpwood".

A futuro, las determinaciones previstas en las trozas extraídas obtenidas serán las siguientes:

- 1) Parámetros de calidad de madera: densidad aparente básica y longitud de fibra
- 2) Determinación de parámetros de calidad de pulpa de celulosa: rendimiento de celulosa a Kappa 20 (cocciones Kraft), blanqueo estandarizado ECF.
- 3) Refinado PFI a 0 y 2 rev. y propiedades papeleras de hojas manuales más importantes: índice de tracción, índice de desgarro, otros.

Resultados preliminares

Los resultados obtenidos hasta el momento no permiten otra cosa que caracterizar el punto de partida de algunas de las variables de interés económico que se continuarán evaluando en el futuro (Cuadro 2). En ese sentido además del volumen por hectárea y la densidad de la madera es de particular interés el rendimiento en pasta lo cual va a permitir estimar y por lo tanto estudiar la evolución en el tiempo del consumo específico y la producción de celulosa por hectárea.

Cuadro 2. Valores de productividad de las parcelas en evaluación

	Jeeralang		Chivilingo	
	Litoral	sureste	Litoral	Sureste
DAP (cm)	18,2	16,3	19,3	16,6
Alt (m)	22,5	19	17,5	19,2
Vol/ha (m3)	246	191	159	202
IMA (m3/ha/año)	28,6	26,2	20	25,2
Corteza (%)	18	16,6	17	17
Sobrevivencia (%)	70	86	64	71
Factor forma	0,37	0,37	0,37	0,37
Densidad basica (g/cm3)	0,546	0,521	0,532	0,502
Prod. Materia seca (m3/ha)	134	100	85	101
Prod. M.S. (m3/ha/año)	15,8	13,3	11,3	12,7

Si bien las parcelas no son estrictamente comparables entre si, como información adicional, puede mencionarse que como era de esperar Jeeralang es el origen de mejor comportamiento en cuanto a la sobrevivencia, productividad por ha y densidad de la madera.

Otro aspecto interesante es que a pesar de que ocurre un aumento bastante bien definido de la densidad con la altura de árbol (Figura 1 y 2) la medida obtenida a 1.3 m tiene una muy estrecha relación con la densidad ponderada del árbol entero con las dos fuentes de semilla evaluadas (Figuras 3 y 4).

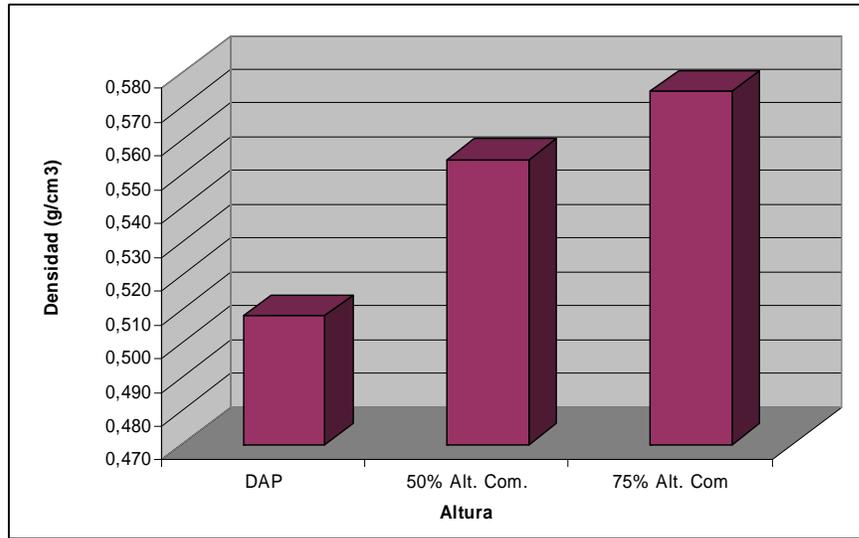


Figura 1. Variación de la densidad en función de la altura del árbol para el origen Jeeralang en los dos sitios

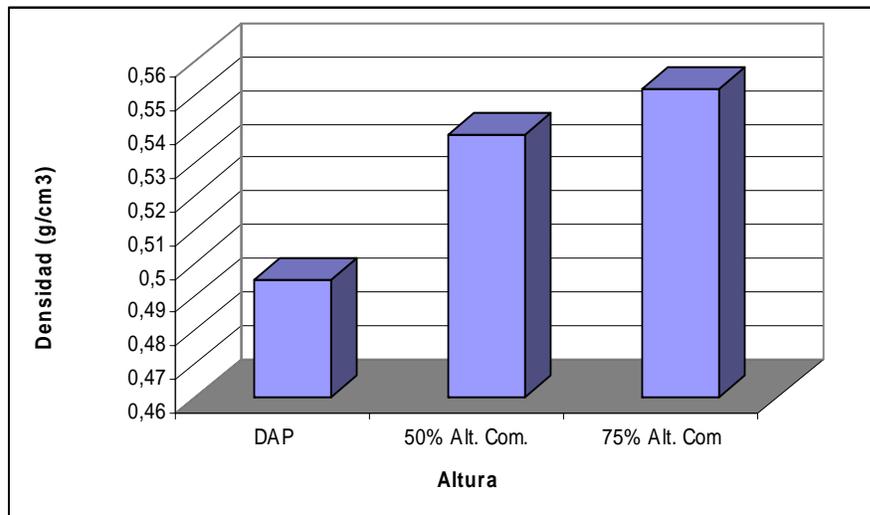


Figura 2. Variación de la densidad en función de la altura del árbol para el origen Chivlingo en los sitios

Esto por un lado se debe a que las partes basales del fuste tienen un peso mayor que las regiones a mayor altura en el volumen total del fuste del árbol. En este caso el volumen del disco de madera extraído a la altura de 1.3 representa alrededor del 55% del volumen total de los tres discos extraídos (DAP, 50 y 75% de la altura comercial). Por otro lado, se observa que tanto la medida al DAP como a 50% muestran similares grados de ajuste con respecto la densidad del árbol. En ambos casos se obtiene que la medida obtenida a 1.3 subestima la densidad del árbol entero mientras que la obtenida a 50% sobrestima dicho valor. Esto indicaría que la altura que permitiría obtener el valor más próximo al real del fuste entero se ubicaría entre medio de estas dos alturas. Un aspecto interesante de la medida a 1.3 es que es utilizada para hacer muestreos no destructivos de madera y medir la densidad sin tener que cortar el árbol. Por tanto, a los efectos de la selección y mejoramiento genético, se podría utilizar esta altura como forma de estimar con buena precisión la densidad del fuste entero.

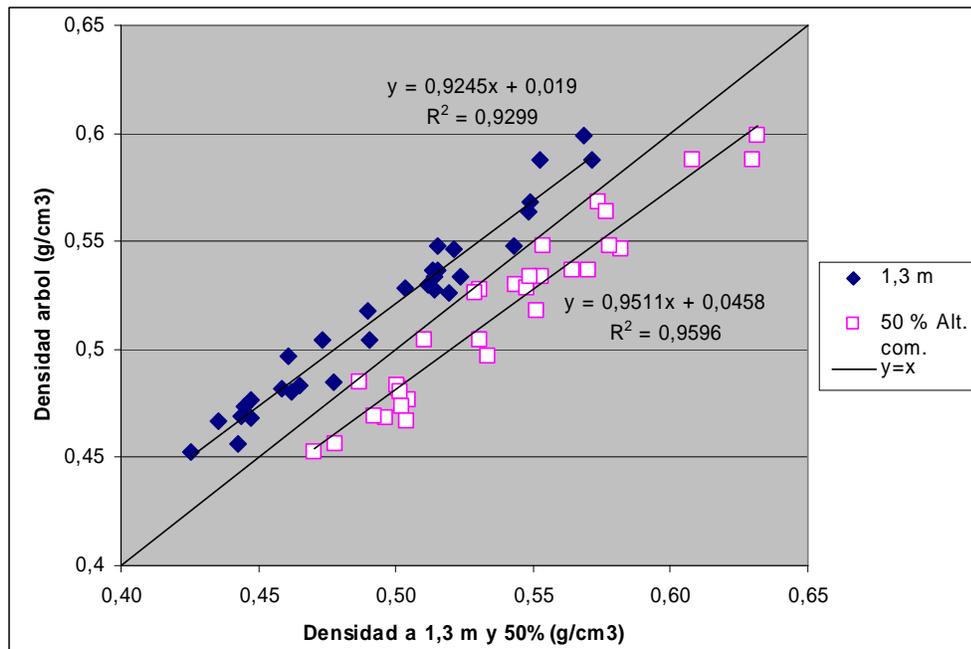


Figura 3. Relación entre la densidad básica medida en el DAP y la densidad ponderada del árbol entero para el origen Jeeralang en los dos sitios

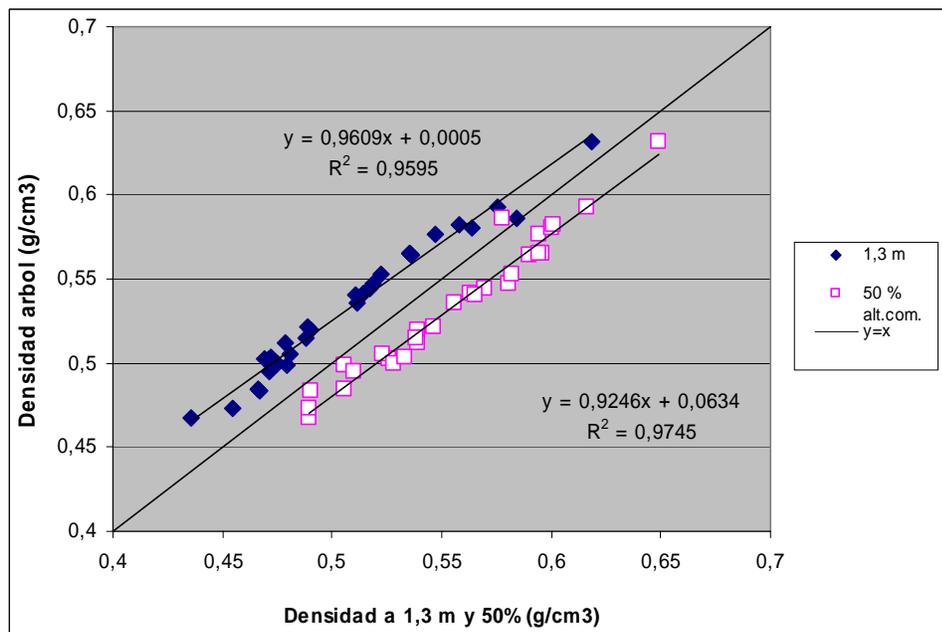


Figura 4. Relación entre la densidad básica medida en el DAP y la densidad ponderada del árbol entero para el origen Chivilingo en los sitios

Analizando los datos de crecimiento y densidad obtenidos se observa que prácticamente no existe ninguna relación entre ambos parámetros con los dos orígenes en evaluación (Figuras 5 y 6).

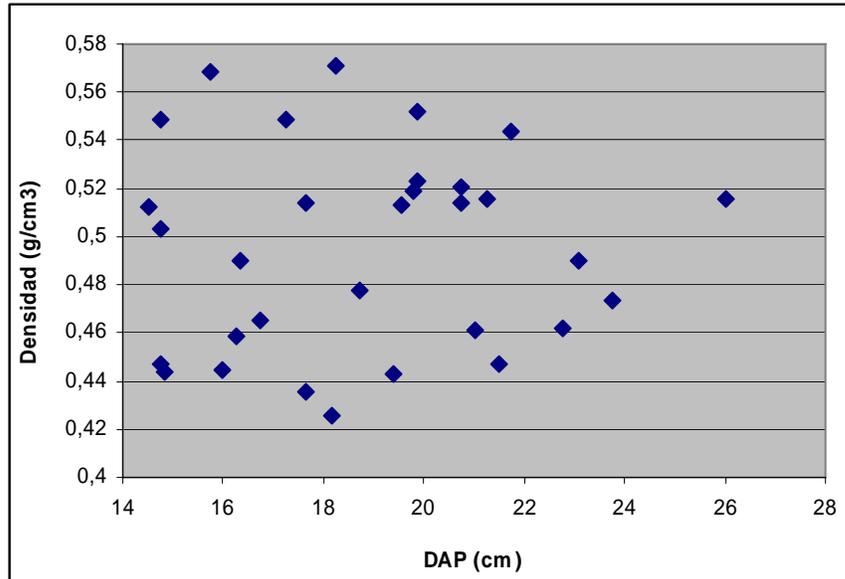


Figura 5. Relación entre DAP y densidad de la madera para el origen Chivilingo en los dos sitios

Esto es un aspecto interesante, teniendo en cuenta que sería posible seleccionar a favor del crecimiento (huertos semilleros y/o árboles plus) sin provocar una reducción de la densidad de la madera lo cual contribuiría a mejorar la producción de pasta por hectárea.

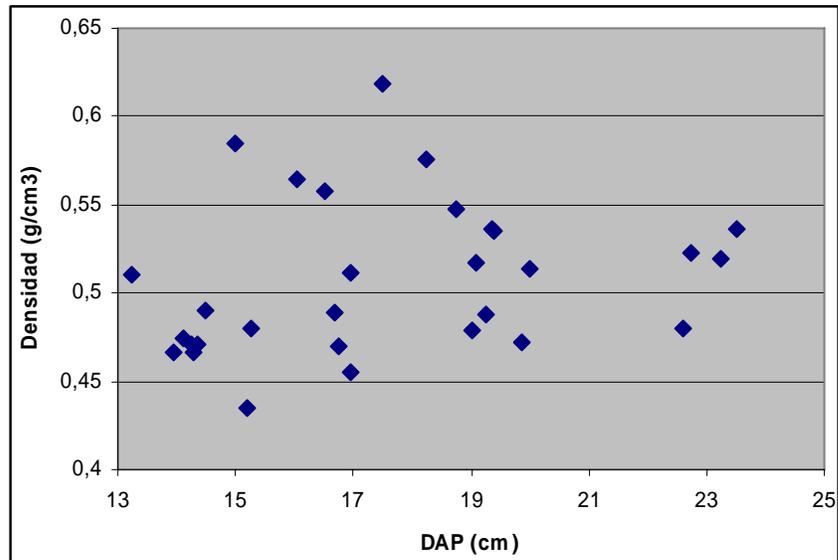


Figura 6. Relación entre DAP y densidad de la madera para el origen Jeeralang en los dos sitios

Finalmente a modo de síntesis de los resultados obtenidos hasta el momento puede destacarse que: a) ocurre un aumento de la densidad básica con altura del árbol, b) no existe relación entre la densidad y el crecimiento, c) la altura "más representativa" para determinar la densidad a lo largo del fuste estaría entre 1.3 m 50% d) la medida determinada a 1.3 m muestra una muy alta correlación con la densidad del árbol entero.

FORESTACION Y SILVOPASTOREO EN REDALCO S.A.

Marcelo Fredes⁵ y Carlos de Arteaga⁶

a) Forestación

Grupo de suelos: 2.12 – 2.11 a

Fecha de plantación: Agosto / Setiembre

Fuente de semilla: Chillan - Jeerelang – Chivilingo – Chumulco

Preparación de suelo: Subsulado agrícola – excéntrica – jumbo – excéntrica - afinadora

Control de malezas: Glifosato prelaboreo – glifosato preplantación – Preemergente – eventualmente dependiendo del enmalezamiento, glifosato entrelinea.

Marco y densidad de plantación: Plantación 2001-2005 3.65 m x 2 m (1370 pl/ha)
Plantación 2006-2008: 1200 a 1000 pl/ha

Marco y densidad de plantación del sistema silvopastoril: 2x2x8 m (1000 pl/ha)

Fertilización: PI 2001 - 2002 – 2003 = 200 gr/pl.
PI 2004 – 2005 – 2006 = 150 gr/pl.
PI 2007 = 100 gr/pl

b) Ganadería

Redalco S.A es una empresa forestal y tiene como rubro complementario a la ganadería. Dentro del rubro ganadero se realiza cría e internada de machos. Al 30/06/08 hay 9813 hectáreas afectadas a la ganadería, con 2513 UG, lo que da una dotación actual de 0,26 UG/HA.

De las Has afectadas, un 95% tienen plantación tradicional de E. globulus con una densidad de siembra de 1370 plantas x ha, con un aprovechamiento del 70% (ej. Doña Inés). El 5% restante tiene una plantación de 1000 plantas x ha bajo el régimen de silvopastoreo (ej. El Porá).

Se encuentra dividido en 7 establecimientos, muy bien subdivididos, pues hay 110 potreros aprox. (min 4 ha y max 305 ha).

Mejoramientos de Pasturas

⁵ Tec. Agr. Administrador.

⁶ Dr. Veterinario.

En el otoño del 2005 se realizaron los primeros mejoramientos, básicamente fueron de Lotus El Rincón y Lotus Makú. Dichos mejoramientos se hicieron en las calles internas, bordes, cortafuegos, y eventualmente dentro del monte.

Con el correr de los años hemos visto que este tipo de mejoramiento produce bien en el 1^a año y después su producción cae notoriamente casi hasta desaparecer al 3^o o 4^o año.

Debido a eso se cambió la estrategia y se empezó a sembrar en los bajos húmedos, con mejor resultado, los cuales se cercan con eléctrico para un mejor manejo.

A la fecha contamos con 89 ha de L. Makú y 210 ha de TB + LSG, lo que representa un 3 % de mejoramientos. Con respecto a los mejoramientos en silvopastoreo, se sembró TB + LSG en la entrelinea dentro del monte a modo de prueba, si bien todavía es prematuro para sacar conclusiones, no se ve una buena supervivencia de plantas.

Manejo de los Montes de E. globulus sistema Tradicional (1370 pl/ha)

Luego de sembrado el monte (primavera), se ingresa con terneros a pastorearlo aprox. a los 8 – 10 meses (mayo – junio). Como hay un buen remanente de pasto se ingresa con una elevada carga (1 a 1,5 ug/ha) de modo de llegar a fin de la primavera con la menor cantidad de pasto posible (la idea es tener el monte limpio y ahorrar en herbicidas).

Durante los primeros 2-3 años nos manejamos con una dotación aprox. de 0,3 – 0,35 ug/ha, luego del 5 – 6 año, la producción de pasto baja sensiblemente teniendo que ajustar la carga a 0,2 – 0,25 dependiendo del estado del monte.

Con respecto al sistema de Silvopastoreo (1000 pl/ha), aun no tenemos mucha experiencia dado que el monte se sembró en primavera del 2007, pero estimamos que va a soportar una carga de 0,45 – 0,5 ug/ha.

Manejo Sanitario

Se tiene un plan sanitario para el manejo parasitario y para el control de la garrapata el cual se cumple estrictamente.

Los problemas sanitarios más comunes son la Bichera (Miasis) y problemas podales (cayo interdigital) en aprox. un 2% de los animales.

No hemos tenido casos de BOCOPA (hongo) aunque hemos notado su presencia en escasas oportunidades sobre todo en otoños lluviosos.

Datos de Producción

9813 has, 3% de mejoramientos

Al 30/06/08 hay 3101 cabezas de ganado.

La dotación promedio en el año es de 0,28 ug/ha.

En ejercicio 06/07 – se produjeron 31 kg de carne/ha. Se vendieron 1330 novillos con un peso promedio de 460 kg.

En ejercicio 07/08 se estima que se va a producir 25 kg de carne/ha. Se vendieron 1054 novillos con un peso promedio de 439 kg.

ENFERMEDADES FOLIARES CAUSADAS POR ESPECIES DE *MYCOSPHAERELLA*

Sofía Simeto⁷

Introducción

El área forestada en Uruguay ha tenido un rápido crecimiento en los últimos 15 años, pasando de 100 mil a más de 700 mil hectáreas por lo que es esperable que se produzca un aumento en la concentración de inóculo de diversas enfermedades y un aumento en la densidad poblacional de diferentes plagas (Balmelli *et al.*, 2007).

La incidencia de factores bióticos (plagas y enfermedades) así como de factores abióticos (deficiencias nutricionales, sequía, heladas, y anegamiento de los suelos) pueden llegar a tener un gran impacto negativo sobre el crecimiento, y la supervivencia de los árboles.

En el caso de *Eucalyptus*, la existencia de grandes áreas con una misma especie y edad, además de la cercanía de las copas (la cual reduce la circulación de aire y aumenta la humedad relativa, creando condiciones propicias para los patógenos), son factores que pueden favorecer la incidencia de enfermedades foliares (Smith, 2006).

Los patógenos foliares de importancia económica para *Eucalyptus* incluyen especies tales como *Cryptosporiopsis eucalypti* Sankaran & Sutton, especies del género *Cylindrocladium* Morgan y *Puccinia psidii* Winter entre otras. Sin embargo una de las enfermedades que provoca mayor daño y preocupación a nivel mundial es la causada por especies del género *Mycosphaerella* Johanson y sus anamorfos (Smith, 2006).

Manchas foliares causadas por *Mycosphaerella*

El género *Mycosphaerella* cuenta con más de 30 especies descritas como patógenas de *Eucalyptus* (Crous & Wingfield 1996; Crous 1998). En general, las especies de *Mycosphaerella* producen manchas necróticas de color castaño claro a marrón y son de forma irregular, angular o circular. En ocasiones pueden fusionarse para formar manchas irregulares de mayor tamaño (Mansilla, *et al.*, 2005) (Figura 1).

La enfermedad afecta principalmente al tejido juvenil pero existen especies capaces de infectar también al follaje adulto (Figura 1).

Según la severidad de la infección, se puede dar la absición prematura de las hojas y el marchitamiento y muerte de ápices (Dick & Gadgil, 1983, *in cit* Park, *et al.* 2000; Lundquist & Purnell, 1987; Carnegie *et al.*, 1994; Smith, 2006).

⁷ Lic. Programa Nacional de Investigación en Producción Forestal. INIA Tacuarembó



Figura 1. Hojas de *E. globulus* afectadas por *Mycosphaerella* spp.; a) hojas juveniles; b: hojas adultas.

Ciclo

Este grupo de patógenos, forma sus fructificaciones (pseudotecios) mayoritariamente en el envés de la hoja, sobre las manchas. Éstos son de color negro y se encuentran sumergidos en el tejido del hospedante (Figura 2). En su interior se producen esporas de origen sexual denominadas ascosporas, las cuales actúan como fuente de inóculo primario. La dispersión de las mismas se da principalmente a través del viento mientras que la propagación mediante el salpicado del agua, toma mayor importancia en la distribución dentro del mismo árbol (Beresford, 1978, *in cit.* Crous, 1998).

El ciclo comienza con la liberación de las ascosporas, luego de un período de alta humedad (Park & Keane, 1982). Para algunas especies, esta descarga puede llegar a continuar durante 12 meses (Park *et al.*, 2000).

Para germinar las ascosporas requieren de una alta humedad relativa (aprox. 90 %) o de agua libre sobre la hoja (proporcionada por rocío o lluvia) y de temperaturas de 20 a 25 °C (Park & Keane, 1982).

La germinación se produce transcurridos entre 5 y 8 días. Después de 3 semanas aproximadamente, se observan los primeros síntomas (decoloración púrpura) y poco después se observa la aparición de una mancha necrótica color castaño claro a amarillenta con márgenes definidos (Mansilla, *et al.*, 2005; Smith, 2006). Para *Mycosphaerella nubilosa* (Cooke) Hansf., la aparición de fructificaciones se da 12 semanas después de la germinación (Mansilla, *et al.*, 2005).

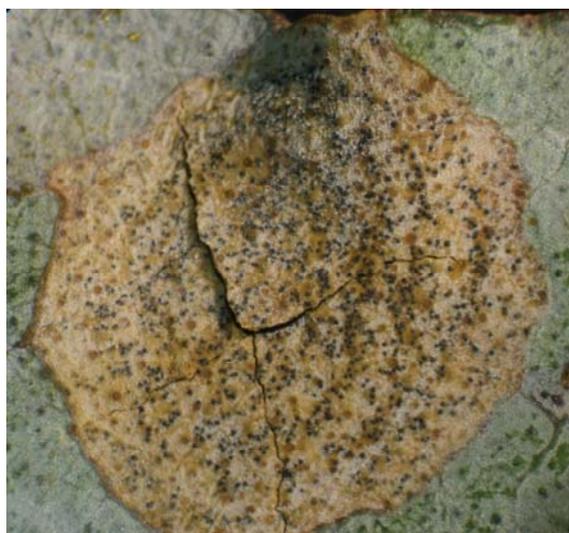


Figura 2. Mancha necrótica causada por *Mycosphaerella* spp. con fructificaciones (envés de la hoja).

Identificación de especies

Entre las numerosas especies de *Mycosphaerella* citadas como patógenas para *Eucalyptus*, *M. nubilosa* y *M. cryptica* (Cooke) Hansf. han sido identificadas como las especies dominantes asociadas a altos picos de enfermedad en Sudáfrica y Australia (Carnegie, *et al.* 1994; Dungey *et al.* 1997).

La identificación de especies de *Mycosphaerella* mediante técnicas clásicas se ve en parte limitada por depender de la presencia de fructificaciones en la mancha para poder observar tamaño, forma y patrones de germinación de las ascosporas. A su vez, estos hongos tienen un crecimiento muy lento en cultivo *in vitro*, rara vez llegan a esporular (para observar características morfológicas) y frecuentemente los tamaños y formas de las ascosporas se solapan, lo cual hace que la identificación sea muy dificultosa y pueda conducir a resultados erróneos.

La apariencia de la mancha así como la forma y posición de las fructificaciones es otra característica en la que se basan las técnicas clásicas para la identificación de *Mycosphaerella* spp. Sin embargo, Smith (2006) plantea serias dudas con respecto a la precisión de las mismas ya que varias especies de *Mycosphaerella* pueden coexistir en una misma lesión. De esta forma, la sintomatología observada a campo y las técnicas clásicas de identificación deben apoyarse en la caracterización molecular como forma segura de determinación de la especie.

Impacto

Una infección severa provoca manchas necróticas, marchitamiento y muerte de ápices (Figura 3) y puede llegar a ocasionar la senescencia de ramas e incluso de árboles. De esta manera, además de causar pérdida en la productividad, una infección severa aumenta la vulnerabilidad de la planta frente a la acción de nuevos patógenos y factores abióticos adversos (Carnegie, *et al.*, 1994).

Las manchas producidas por *Mycosphaerella* spp. causan más daño en el tejido juvenil, particularmente en las hojas más nuevas. La resistencia a la infección aumenta con la edad de la hoja y el cambio a hoja adulta (Dungey *et al.* 1997; Carnegie & Ades 2002b).

Según Snowdon (1992), la respuesta a una defoliación se puede clasificar en dos tipos: en la respuesta de tipo 1 se observa un descenso inicial del crecimiento pero que no se mantiene en un período largo de tiempo y el árbol es capaz de volver a la tasas de crecimiento de un árbol sano, pero habiendo sufrido un retraso en el tiempo de desarrollo. En la respuesta de tipo 2 la reducción del crecimiento es muy importante y la posterior recuperación no alcanza jamás la tasa de crecimiento de un árbol sano. Estas respuestas están determinadas generalmente por la severidad del daño, la frecuencia de su ocurrencia, la especie plantada, la edad de los árboles al momento del daño y el estado nutricional (Collet & Neumann, 2002). De esta forma es posible tener una respuesta del tipo 1 hasta cierto umbral de daño y del tipo 2 una vez superado el mismo.

Diversos autores sugieren que a partir de un 20 % o 25 % de daño se observa una reducción en el crecimiento (hasta el cambio a follaje adulto), para *Eucalyptus globulus* Labill. y *Eucalyptus nitens* Maiden (Smith, 2006; Lundquist & Purnell, 1987; Pinkard, 2002). A su vez, Smith (2006) predice que por debajo de un 80 % de pérdida del área foliar efectiva, es esperable una respuesta del tipo 1 (recuperación de tasa de crecimiento normal con retraso en el desarrollo) y por encima del mismo una respuesta del tipo 2 (no se recupera la tasa de crecimiento normal).

Para *E. globulus* y para un 20 % de daño, la pérdida en crecimiento observada fue de 6,2 % a 17 % en diversos estudios (Smith, 2006, Milgate, *et al.*, 2005; Carnegie & Ades, 2002b). Las diferencias, en cuanto a pérdida de crecimiento entre los resultados de estos estudios se deben a la influencia de factores de sitio tales como la disponibilidad de agua y nutrientes de los árboles afectados por *Mycosphaerella* por lo que se podría suponer que los efectos de esta enfermedad se ven acrecentados en sitios donde existe estrés abiótico (Smith, 2006).

Con respecto al estado nutricional de los árboles, Carnegie & Ades (2002a) observaron una incidencia de *Mycosphaerella* significativamente menor en árboles con suplementación con fósforo con respecto a testigos sin la misma. Los efectos de las manchas causadas por *Mycosphaerella* podrían verse reducidos en sitios ricos en nutrientes ya que los árboles en sitios de alta productividad poseen mayor capacidad recuperación después de una defoliación (Pinkard, 2003).

A su vez, el impacto de *Mycosphaerella* spp. también se ve influido por la especie plantada y la edad del árbol (Smith *et al.* 2006).



Figura 3. Árbol defoliado debido a ataque por *Mycosphaerella* spp.

Manejo

El uso de fungicidas citado en la bibliografía, tuvo como objetivo la creación de parcelas testigo (sin infección) en ensayos de evaluación del efecto de la enfermedad sobre el crecimiento (Smith, 2006). En Smith (2006) los productos y dosis utilizados fueron: Nustar ® (4g en 20l de agua con 20 ml de surfactante Agral), FS500 (125 ml en 20l de agua). La aplicación se realizó en forma manual, cada 3 semanas, hasta el cambio de follaje de juvenil a adulto. Como una de las conclusiones del trabajo se desprende que la aplicación de fungicidas no resulta una solución viable a largo plazo debido a la alta frecuencia de aplicación necesaria y a los costos que esto implica y a la necesidad de reducir el uso de las aplicaciones químicas (Smith, 2006).

En numerosos trabajos se observa variación en la resistencia a *Mycosphaerella* spp. entre distintas especies de *Eucalyptus* (Carnegie *et al.*, 1998), entre diferentes orígenes (Lunquist & Purnell 1987; Carnegie *et al.*, 1994; 1998; Dungey *et al.*, 1997) y entre familias (Dungey *et al.*, 1997).

La viabilidad de selección por resistencia a la enfermedad fue evidenciada por Dungey *et al.*, (1997) y Milgate *et al.* (2005) en *E. globulus* en Tasmania. En Uruguay, Balmelli *et al.* (2004) también observaron valores moderados a altos de heredabilidad para defoliación en ensayos de *E. globulus*, por lo que se podría esperar una aceptable respuesta a la selección. La selección de genotipos con disposición a un rápido cambio de follaje podría reducir el efecto de la enfermedad ya que es el tejido joven el que se ve más afectado.

Necesidad de investigación nacional

El programa Forestal de INIA ha venido generando información sobre diferentes problemas sanitarios en *E. globulus*, sobre la incidencia relativa en las diferentes zonas forestales y sobre la susceptibilidad relativa de diferentes fuentes de semilla. Por su parte, Facultad de Ciencias (Laboratorio de Micología) también ha abordado esta problemática, identificando las especies de *Mycosphaerella* asociadas a manchas y evaluando su incidencia y severidad. A su vez, la Facultad de Agronomía (a través del proyecto FPTA 221) viene realizando prospecciones en las principales zonas forestales para identificar las especies de *Botryosphaeria* y *Mycosphaerella* presentes en plantaciones de eucalipto. Sin embargo, la información local sobre la incidencia y severidad de las diferentes especies de patógenos y menos aún sobre las plagas forestales que afectan el follaje continúa siendo escasa.

Para avanzar en esta temática, el Programa Forestal de INIA ha presentado un perfil de proyecto interinstitucional (INIA - Fac. de Agronomía), focalizado en la prospección de plagas y enfermedades foliares en plantaciones comerciales jóvenes de *Eucalyptus*. Este proyecto tiene como objetivo principal la generación de información local sobre plagas y enfermedades foliares en plantaciones de *Eucalyptus* y la determinación de su importancia relativa para las principales especies y/o regiones. Como objetivos específicos, el proyecto plantea: a) cuantificar la incidencia y severidad de las diferentes plagas y enfermedades en plantaciones jóvenes de *Eucalyptus*; b) determinar su distribución geográfica, así como su evolución estacional y anual y c) analizar los efectos del sitio, del estado nutricional y del material genético sobre la prevalencia y nivel de daño de las mismas en plantaciones jóvenes de *Eucalyptus*.

Bibliografía

- Balmelli, G.; Altier, N.; Bennadji, Z.; Resquín, F., Trujillo, I.; Simeto, S. 2007. Acciones desarrolladas por INIA en manejo sanitario forestal: antecedentes y perspectivas. Serie de Actividades de difusión 510, INIA.
- Carnegie AJ, Ades PK (2002a) Added phosphorus is associated with reduced severity of *Mycosphaerella cryptica* in *Eucalyptus globulus*. Australian Forestry 64, 203-208.
- Carnegie AJ, Ades PK (2002b) *Mycosphaerella* leaf disease reduces growth of plantation-grown *Eucalyptus globulus*. Australian Forestry 66, 113 - 119.
- Carnegie, A.J.; Keane, P.J.; Ades, P.K. y Smith, I.W. 1994. Variation in susceptibility of *Eucalyptus* provenances to *Mycosphaerella* leaf spot disease. Canadian Journal of Forest Research, 24: 1751-1757.
- Carnegie, A.J.; Keane, P.J. 1998. *Mycosphaerella vespa* sp. nov. from diseased *Eucalyptus* leaves in Australia. Mycological Research 102: 1274–1276.
- Collett NG, Neumann FG (2002) Effects of simulated chronic defoliation in summer on growth and survival of blue gum (*Eucalyptus globulus* Labill.) within young plantations in northern Victoria. Australian Forestry 65, 99 – 106.
- Crous, P.W. 1998. *Mycosphaerella* spp. and their anamorphs associated with leaf spot diseases of *Eucalyptus*. The American Phytopathological Society, St Paul, MN, USA. 169 pp.
- Crous, P.W. and Wingfield, M.J. 1996. Species of *Mycosphaerella* and their anamorphs associated with leaf blotch disease of *Eucalyptus* in South Africa. Mycologia 88: 441–458.

- Dungey HS, Potts BM, Carnegie AJ, Ades PK (1997) *Mycosphaerella leaf disease*: genetic variation in damage to *Eucalyptus nitens*, *Eucalyptus globulus*, and their F1 hybrid. Canadian Journal of Forest Research 27, 750-759.
- Lundquist JE, Purnell RC (1987) Effects of *Mycosphaerella* leaf spot on growth of *Eucalyptus nitens*. Plant Disease 71, 1025 - 1029.
- Mansilla,P.; Aguín, O.; Pintos, C.; Otero, L.2005. Ficha 37/05 (*Mycosphaerella nubilosa*). Estación Fitopatológica do Areeiro. Servicio Agrario. Diputación Provincial de Pontevedra.
- Milgate A, Potts BM, Joyce K, Mohammed CL, Vaillancourt RE (2005) Genetic variation in *Eucalyptus globulus* for susceptibility to *Mycosphaerella nubilosa* and its association with tree growth. Australian Plant Pathology 34, 11-18.
- Park, R.F. and Keane, P.J. 1982. Three *Mycosphaerella* species from leaf diseases of *Eucalyptus*. Transactions of the British Mycological Society, 79: 95-100.
- Park RF, Keane PJ, Wingfield MJ, Crous PW (2000) Fungal diseases of eucalypt foliage. In 'Diseases and pathogens of eucalypts'. (Eds GA Kile, FD Podger and BN Brown) pp. 153-239. (CSIRO Publishing: Collingwood; Australia).
- Pinkard EA (2002) Effects of pattern and severity of pruning on growth and branch development of pre-canopy closure *Eucalyptus nitens*. Forest Ecology and Management 157, 217 - 230.
- Pinkard EA (2003) Physiological and growth responses related to pattern and severity of pruning in young *Eucalyptus globulus*. Forest Ecology and Management 182. 231 - 245.
- Smith, A. 2006. The Development of Strategies for the Management and Research of Foliar Pathogens on Eucalypt Plantations: Using *Mycosphaerella* as a Case of Study. PhD Thesis, University of Tasmania.
- Smith, A. H.; Pinkard, E. A.; Hunter, G.C.; Wingfield, M. J.; Mohammed, L. 2006. Anatomical variation and defence responses of juvenile *Eucalyptus nitens* leaves to *Mycosphaerella* leaf disease. Australasian Plant Pathology, 2006, 35, 725–731.
- Snowdon P (2002) Modeling Type 1 and Type 2 growth responses in plantations after application of fertilizer or other silvicultural treatments. Forest Ecology and Management 163, 229-244.

ENFERMEDADES FOLIARES EN *Eucalyptus globulus*: EFECTOS SOBRE LA MORTALIDAD, EL CRECIMIENTO Y LA INCIDENCIA DE ENFERMEDADES DEL FUSTE AL QUINTO AÑO.

Gustavo Balmelli ⁸, Sofía Simeto, Nora Altier ⁹, Pablo Núñez ¹⁰ y Wilfredo González ¹¹

INTRODUCCIÓN

La producción de madera de una plantación de *Eucalyptus globulus* en nuestro país se relaciona directamente con el estado sanitario del monte, lo cual a su vez depende de diversos factores, como las condiciones climáticas (principalmente en zonas con escasa influencia marítima), la topografía y la susceptibilidad a enfermedades y plagas de la semilla utilizada. Sin embargo, la importancia económica de los diferentes problemas sanitarios aún no ha sido adecuadamente cuantificada, es decir no se conocen las pérdidas en cantidad y calidad de la madera provocadas por cada enfermedad o plaga.

El Programa Forestal del INIA ha realizado evaluaciones tendientes a cuantificar los daños provocados por enfermedades del fuste y a cuantificar sus efectos sobre el crecimiento y sobre la capacidad de rebrote post cosecha (Balmelli y Resquin, 2005), así como sobre la calidad de la madera para la producción de pulpa (Resquin *et al.* 2004). También se han realizado evaluaciones tempranas de los efectos provocados por enfermedades foliares sobre el crecimiento y sobre la mortalidad posterior (Balmelli, 2005, Balmelli *et al.* 2006).

En el presente trabajo se analizan los efectos provocados por enfermedades foliares durante el primer año, sobre el comportamiento al quinto año, tanto desde el punto de vista productivo (sobrevivencia y crecimiento), como desde el punto de vista sanitario (incidencia de enfermedades del fuste), en un ensayo instalado en el departamento de Rocha.

MATERIALES Y MÉTODOS

Población evaluada

La evaluación se realizó en una prueba de progenies de *Eucalyptus globulus*, instalada en Octubre de 2002, en el Departamento de Rocha (Estancia Doña Inés, empresa Redalco).

La prueba se instaló sobre un suelo de Grupo Coneat 2.11a, con una densidad de plantación de 1370 plantas por hectárea (3.65 metros entre filas y 2 metros entre plantas). La preparación del suelo consistió en: herbicida pre-laboreo (Glifosato, 3 lt/ha), laboreo en fajas (subsulado, excéntrica, cincel, excéntrica y disquera) y herbicida pre-plantación (Glifosato, 2.25 t/ha). Inmediatamente a la plantación se aplicaron 140 g/planta de fertilizante ISUSA (16/27/2 + Microelementos).

El manejo inicial consistió en la aplicación de herbicida pre y post emergente (Goal + Arnes: 1.5 + 1.5 lt/ha), después de la fertilización y en la faja plantada (1.4 metros de ancho). En el otoño siguiente se aplicó Glifosato (a

⁸ Ing. Agr. M.Sc. Programa Nacional de Investigación en Producción Forestal - INIA Tacuarembó

⁹ Ing. Agr. M.Sc. Ph.D. Protección Vegetal. INIA Las Brujas.

¹⁰ Programa Nacional de Investigación en Producción Forestal - INIA Tacuarembó

¹¹ Programa Nacional de Investigación en Producción Forestal - INIA Tacuarembó

3 lt/há) en toda el área por debajo de los árboles, con máquina de bajo volumen (Micromax). Posteriormente el control del tapiz se realizó mediante el pastoreo con vacunos.

El material genético evaluado está conformado por 226 familias de polinización abierta (de Australia y Chile y de la población de cría de INIA) y 4 lotes comerciales. El diseño experimental es de bloques completos al azar, con 24 repeticiones y parcelas de 1 planta.

Características medidas

En Mayo de 2003, a los 8 meses de edad, se realizó la primera evaluación. Se registró la sobrevivencia, se midió la altura y se evaluó en todos los árboles la severidad de enfermedades del follaje, utilizando dos indicadores o síntomas: manchas foliares y defoliación. En ambos casos se utilizó una escala visual de 0 a 4 (con valores intermedios), donde 0 corresponde a ausencia de daño y 4 al mayor nivel de daño. Diferentes niveles de daño para ambos tipos de síntomas pueden observarse en las Figuras 1 y 2.



Figura 1. Izquierda: árbol con follaje totalmente dañado por manchas pero sin defoliación (valor 4 en la escala de manchas y 0 en la de defoliación). Derecha: árbol sin síntomas de manchas ni defoliación (valor 0 en ambas escalas).



Figura 2. Defoliación prácticamente total (valor 4 en la escala).

Al finalizar la evaluación se extrajeron hojas con manchas para la identificación de los agentes causales y se realizó un muestreo de hojas al azar para cuantificar la frecuencia relativa de las diferentes enfermedades presentes.

La prueba fue re-evaluada en Mayo de 2005 (tercer año) y Junio de 2007 (quinto año). En ambos casos se registró la sobrevivencia y se midió el diámetro a la altura del pecho (DAP). Los valores de sobrevivencia fueron utilizados para calcular la mortalidad ocurrida en cada período. En la última evaluación también se registró la presencia de canchros en la corteza y de podredumbre blanca (ocasionada por *Inocutis jamaicensis*). En ambos casos se utilizó una escala de 0 o 1 (ausencia o presencia del síntoma).

Evaluación de efectos fenotípicos

Para evaluar los efectos fenotípicos de los parámetros medidos en la primera evaluación sobre los medidos en las siguientes, se consideró al material genético como una población única y genéticamente heterogénea (como en la práctica sucede con un lote de semilla comercial).

Las preguntas que se intenta responder son: a) ¿cuál es la relación entre el crecimiento inicial (altura a los 8 meses) y la mortalidad hasta el quinto año y entre el crecimiento inicial y el DAP al quinto año? b) ¿cuál es el efecto del nivel de daño foliar sufrido en edades tempranas, sobre la mortalidad y sobre el crecimiento al quinto

año? y c) ¿existe algún efecto del nivel de daño foliar sufrido en edades tempranas sobre la incidencia de enfermedades del fuste (cancros y podredumbre) al quinto año?

Para responder dichas preguntas se analizaron los datos obtenidos de la siguiente forma:

a) Se estimaron ecuaciones de regresión entre la altura a los 8 meses (en clases de 0.1 metro) y la mortalidad ocurrida entre los 8 meses y el quinto año y entre la altura a los 8 meses y el DAP al quinto año.

b) Para cada nivel de daño foliar (suma de los valores de mancha y defoliación, en clases de 0.5 puntos), se cuantificó la mortalidad media entre los 8 meses y el quinto año y se determinó el DAP medio al quinto año.

c) Se determinó para cada nivel de daño foliar (suma de manchas y defoliación, en clases de 0.5 puntos), la incidencia de canchros en la corteza y la incidencia de podredumbre blanca.

RESULTADOS

Caracterización de la situación inicial (8 meses) y del estado actual (quinto año).

A los 8 meses de edad la altura media fue de 2.5 metros (con un rango de 0.8 a 3.8 m) y se registró una sobrevivencia media de 83% (Figura 3).



Figura 3. Vista general del ensayo durante la primera evaluación, a los 8 meses de edad. El valor medio de manchas foliares fue 1.43 y el valor medio de defoliación fue 1.85, ambos valores algo inferiores a 2, punto medio de la escala utilizada.

En base a un muestreo de hojas se determinó que sólo 19.5% de las hojas no presentaba manchas, mientras que 44.3% presentaba pústulas o manchas de roya (*Puccinia psidii*), 34.7% presentaba manchas de diferentes

especies de *Mycosphaerella* y 1.5% presentaba otro tipo de manchas en las que no se identificó el agente causal (Balmelli *et al.*, 2004).

En la última evaluación, realizada al quinto año, el DAP medio fue 15.6 centímetros (con un rango de 5.4 a 27.3 cm), mientras que la sobrevivencia media fue de 70.7%. La incidencia (% de árboles afectados) de canchros en la corteza fue de 47%, mientras que la incidencia media de podredumbre blanca fue de 16.4%.

Efecto de la altura inicial sobre la mortalidad y sobre el crecimiento en diámetro hasta el quinto año.

La mortalidad promedio ocurrida entre el primer y el quinto año, es decir la relación entre el número de árboles que murieron y el número de árboles vivos en la primera evaluación, fue de 15%. En la Figura 4 se presenta la relación entre el crecimiento inicial (altura a los 8 meses, para clases de 0.1 metro) y la mortalidad posterior (hasta el quinto año). Como puede observarse, si bien la mortalidad promedio fue baja, la misma varió fuertemente en función de la altura inicial, registrándose valores que van desde 0 hasta casi 90%. La mortalidad fue mínima o inexistente en las clases de altura mayores a 2.4 metros y tuvo una relación negativa y prácticamente lineal para las clases de altura menores a 2.4 metros. En otras palabras, la sobrevivencia hasta el quinto año también está determinada en buena medida por el crecimiento inicial.

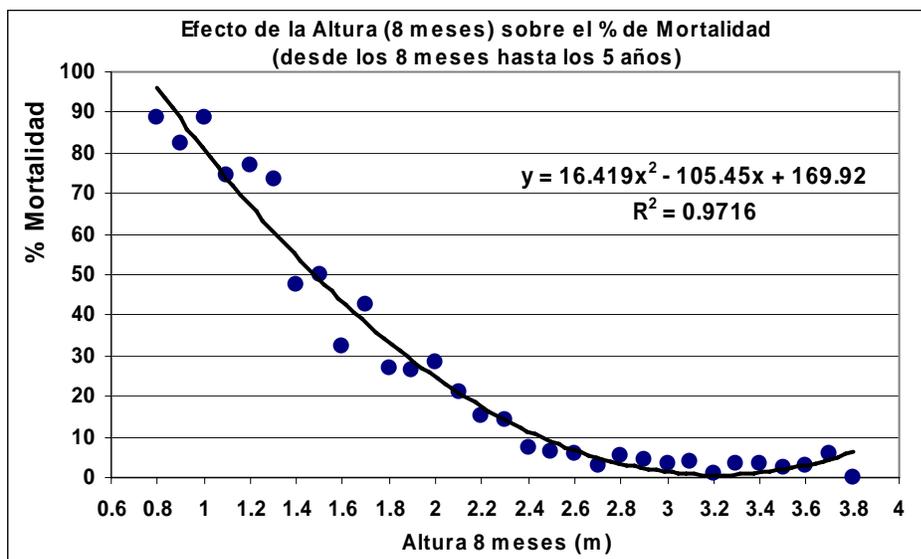


Figura 4. Relación entre la altura a los 8 meses y el % de mortalidad ocurrido entre los 8 meses y los 5 años (para clases de altura de 0.1 metro).

En la Figura 5 se presenta en forma gráfica la relación entre el crecimiento inicial (altura a los 8 meses, para clases de 0.1 metro) y el crecimiento posterior (DAP al quinto año). Como puede observarse, la relación entre ambos parámetros es prácticamente lineal. En otras palabras, el crecimiento diamétrico (al menos hasta el quinto año) depende en buena medida del crecimiento inicial.

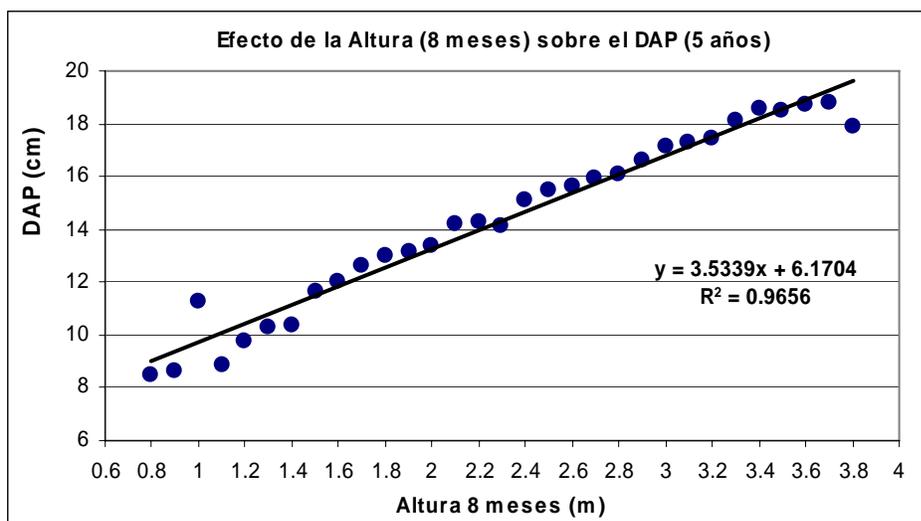


Figura 5. Relación entre la altura a los 8 meses y el DAP al año 5 (para clases de altura de 0.1 metro).

El ensayo recibió un muy buen manejo silvicultural. A nivel comercial es bastante frecuente la aplicación de una silvicultura menos intensa, con la consiguiente reducción en el crecimiento inicial y por lo tanto en el comportamiento posterior. A modo de ejemplo y en base a la Figura 4, si se aplicase una silvicultura menos intensa, con la cual se alcanzara a los 8 meses una altura media de 1.5 metros, se obtendría una mortalidad entre el primer y el quinto año de aproximadamente 50%, lo cual es un 35% mayor que la registrada con el manejo aplicado al ensayo. De igual forma, en base a la Figura 5, con ese manejo hipotético se obtendría un DAP medio al quinto año no mayor a 11.5 centímetros, lo cual representa una pérdida de 24% en relación al manejo actual. Estos resultados demuestran la importancia del manejo silvicultural inicial, es decir de una correcta preparación del suelo, fertilización y control de malezas, para lograr una plantación exitosa.

Efecto del nivel de daño inicial, producido por enfermedades foliares, sobre la mortalidad y sobre el crecimiento en diámetro hasta el quinto año.

La mortalidad promedio ocurrida entre el primer y el quinto año para cada nivel de daño foliar a los 8 meses, se presenta en la Figura 6. Los árboles que no sufrieron daño foliar o que sufrieron daño leve (valores 0, 0.5 y 1 en la suma de valores de manchas y defoliación) tuvieron en promedio una mortalidad de 11%. Como se observa en la gráfica, los valores promedio de mortalidad se mantienen relativamente constantes hasta valores de daño foliar de 5, pero luego aumentan marcadamente hasta el nivel 7¹². En este último nivel de daño la mortalidad posterior alcanzó valores superiores al 50%. En otras palabras, la mortalidad de los árboles cuyo follaje se vio severamente afectado por enfermedades foliares es 5 veces mayor que en árboles que no presentaron daño o que el mismo fue relativamente leve.

¹² Tanto la escala de manchas foliares como la de defoliación van hasta el nivel 4. Sin embargo la mayor parte de los árboles que presentaron dicho nivel de daño murieron posteriormente, por lo que los que aún viven se agruparon con los del nivel 3.5 (por lo tanto en la gráfica la suma de escalas va desde el nivel 0 hasta el 7).

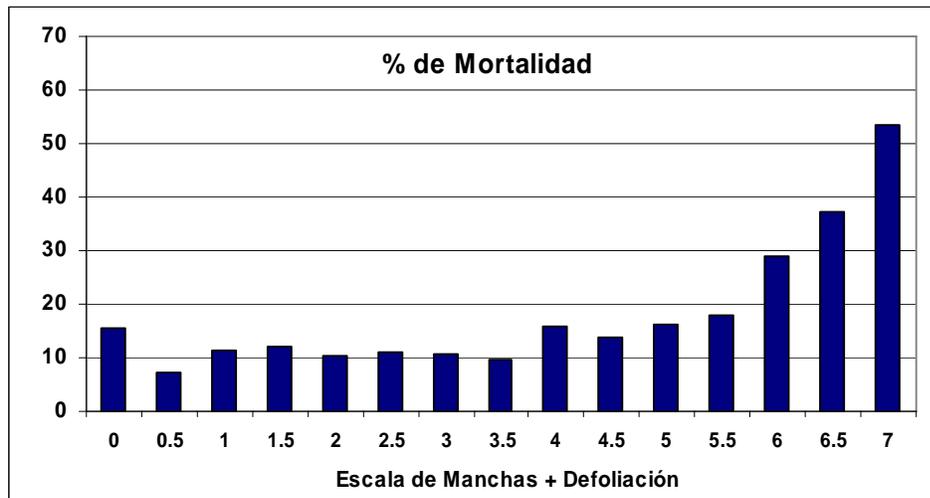


Figura 6. Efecto del nivel de daño foliar (manchas más defoliación) a los 8 meses sobre la mortalidad entre los 8 meses y los 5 años.

Los valores promedio de DAP al año 5 para los árboles que presentaban cada nivel de daño foliar a los 8 meses, se presentan en la Figura 7. Los árboles sin manchas foliares y sin defoliación (nivel 0 en la escala de manchas más defoliación) tuvieron en promedio un DAP de 16 centímetros. Como se observa en la gráfica, el DAP promedio no se ve afectado hasta valores de daño foliar de 3.5, pero disminuye marcadamente para niveles de daño mayores, llegando en el nivel 8 a un DAP promedio de 11.1 cm. Dichos valores representan, en relación a la ausencia de daño (nivel 0) una pérdida en crecimiento del 30%.

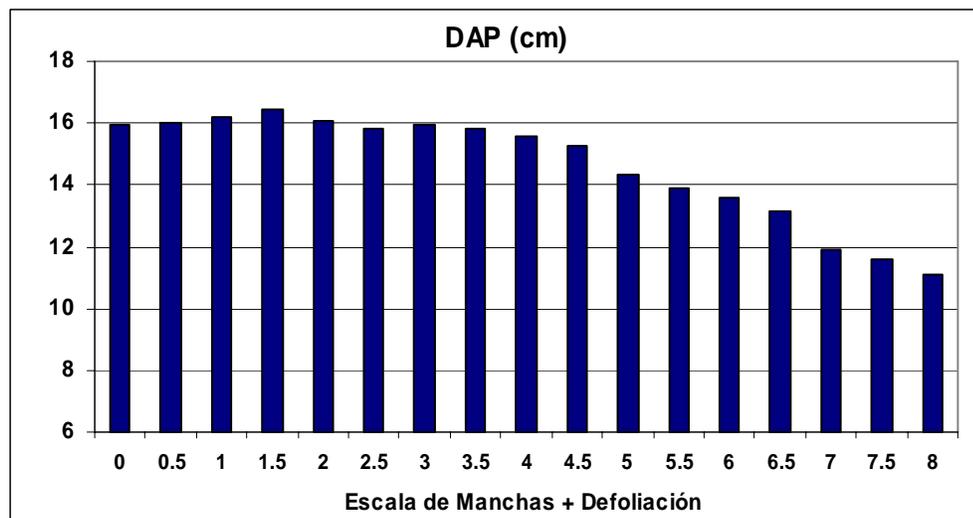


Figura 7. Efecto del nivel de daño foliar (manchas más defoliación) a los 8 meses sobre el DAP al año 5.

Los resultados obtenidos demuestran que los daños provocados por enfermedades foliares en los primeros meses tienen un marcado efecto sobre la mortalidad y sobre el crecimiento posterior. Si bien el comportamiento productivo de aquellos árboles que presentaban bajos niveles de daño no se ve afectado, cuando la pérdida de área foliar es moderadamente fuerte, tanto la sobrevivencia como el crecimiento en DAP disminuyen marcadamente. En otras palabras, existe un nivel de daño foliar tolerable para el árbol, por encima del cual el

crecimiento posterior comienza a verse afectado y su sobrevivencia comprometida. Resultados similares fueron reportados por Balmelli *et al.* (2006) en la repetición de este ensayo instalado en Maldonado.

Efecto del nivel de daño inicial, producido por enfermedades foliares, sobre la incidencia de enfermedades del fuste al año 5.

La incidencia de canchros en la corteza al año 5, para los árboles que presentaban cada nivel de daño foliar a los 8 meses, se presenta en la Figura 8. Los árboles sin daño foliar (valor 0 en la suma de manchas y defoliación) tuvieron al quinto año un 35% de árboles con canchros. A medida que aumenta el nivel de daño foliar (hasta un valor de 3), también aumenta la incidencia de canchros, con valores que llegan al 50%. Sin embargo, niveles aún mayores de daño foliar parecerían no producir un aumento adicional en la incidencia de canchros en la corteza.

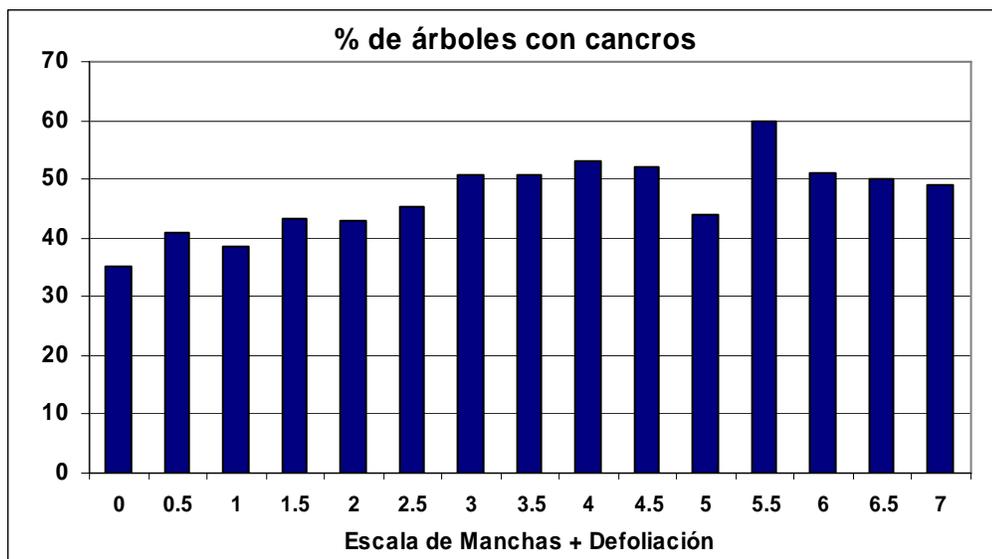


Figura 8. Efecto del nivel de daño foliar (manchas más defoliación) a los 8 meses sobre la incidencia de Cancros en la corteza al año 5.

La incidencia de podredumbre blanca al año 5 para los árboles que presentaban cada nivel de daño foliar a los 8 meses, se presenta en la Figura 9. Los árboles sin daño foliar o con daño mínimo (valores 0, 0.5 y 1 en la suma de manchas y defoliación) tuvieron al quinto año una incidencia promedio de podredumbre blanca del 7%. Como se observa en la gráfica, a medida que aumenta el nivel de daño foliar aumenta la incidencia de podredumbre, alcanzando valores de hasta un 30%. En otras palabras, la incidencia de podredumbre blanca en árboles que tuvieron daño foliar severo es más de 3 veces superior que en árboles que no sufrieron daño foliar.

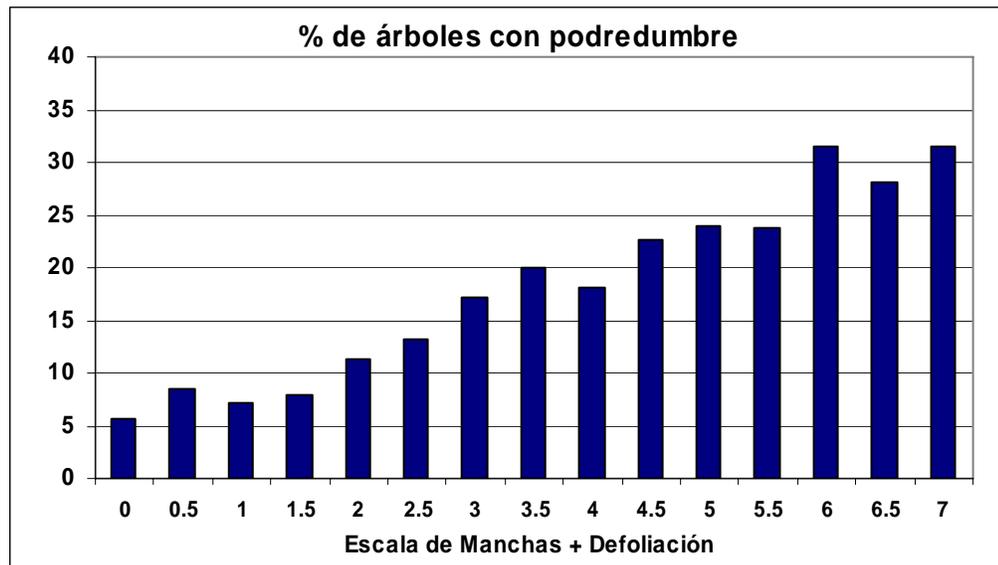


Figura 9. Efecto del nivel de daño foliar (manchas más defoliación) a los 8 meses sobre la incidencia de podredumbre blanca al año 5.

La información obtenida hasta el momento sugiere que las enfermedades foliares también tienen cierto efecto sobre la incidencia de enfermedades del fuste, como los canchros de la corteza o la podredumbre blanca. Esto podría explicarse por el estrés que sufren por los árboles severamente afectados en las etapas iniciales, lo cual aumentaría su predisposición a la infección posterior por otros patógenos.

Elección del material genético como alternativa para reducir los problemas sanitarios.

En general el nivel de daño provocado por enfermedades está dado por la combinación de determinadas condiciones ambientales (principalmente humedad y temperatura), la cantidad de inóculo presente y la susceptibilidad relativa del material genético. Dado que es prácticamente imposible modificar las condiciones ambientales o el volumen de inóculo, la elección del material genético a utilizar es el único factor sobre el cual podemos influir. En otras palabras, mediante la utilización de un adecuado material genético (baja susceptibilidad a enfermedades), puede lograrse un cultivo con un follaje sano en las etapas iniciales, lo cual como se vio determinará en buena medida el comportamiento posterior.

En el Cuadro 1 se presentan para las diferentes variables analizadas, los valores promedio de toda la población y los valores para los diferentes lotes comerciales evaluados.

Cuadro 1. Valores promedio y valores de los lotes comerciales para las diferentes características evaluadas.

Característica (edad)	Media general	Jeeralang de Redalco	Jeeralang de Vilanova	Chivilingo	Chumulco
Daño foliar (M+D) * (8 meses)	3.3	2.6	2.6	2.7	3.2
DAP (5 años)	15.6	17.5	15.8	14.2	14.4
Sobrevivencia (%) (5 años)	70.7	75	75	74	79
% de cancros (5 años)	47	6	28	12	47
% de podredumbre (5 años)	16.4	6	17	6	26

* M+D = Manchas foliares + Defoliación: escala 0 a 8 (0 es ausencia de síntomas, 8 es máximo nivel de síntomas).

De los lotes comerciales evaluados en este ensayo, la semilla Jeeralang importada por Redalco es la que presenta mejor comportamiento, superando en todas las características a la media de la población. Desde el punto de vista práctico, estos resultados demuestran que la elección de una fuente de semilla comercial adecuada es fundamental para obtener un cultivo de buena sanidad y productividad.

El rango de valores para el nivel de daño foliar de las diferentes familias evaluadas se presenta en la Figura 10. Como puede observarse, existe amplia variación entre familias en su nivel de daño foliar, tanto para manchas como para defoliación, lo que está indicando la posibilidad de seleccionar genotipos de baja susceptibilidad a enfermedades foliares. Esto último, como se vio anteriormente, determinará en buena medida el comportamiento posterior.

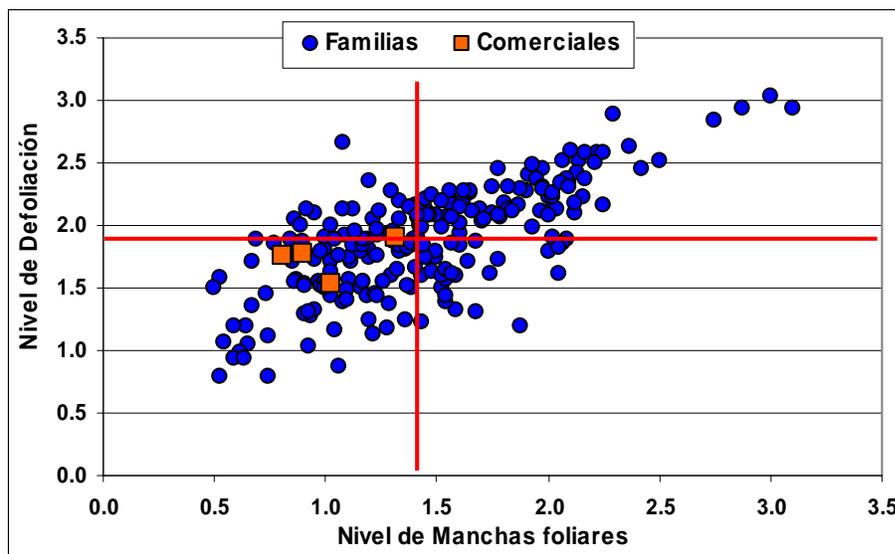


Figura 10. Rango de valores a nivel de familias para nivel de manchas foliares y defoliación (escala 0 a 4), a los 8 meses.

El efecto del genotipo sobre el comportamiento productivo y sanitario al quinto año puede inferirse del amplio rango de valores que presentan las diferentes familias evaluadas, tanto para DAP y sobrevivencia (Figura 11), como para incidencia de canchros en la corteza y podredumbre blanca (Figura 12).

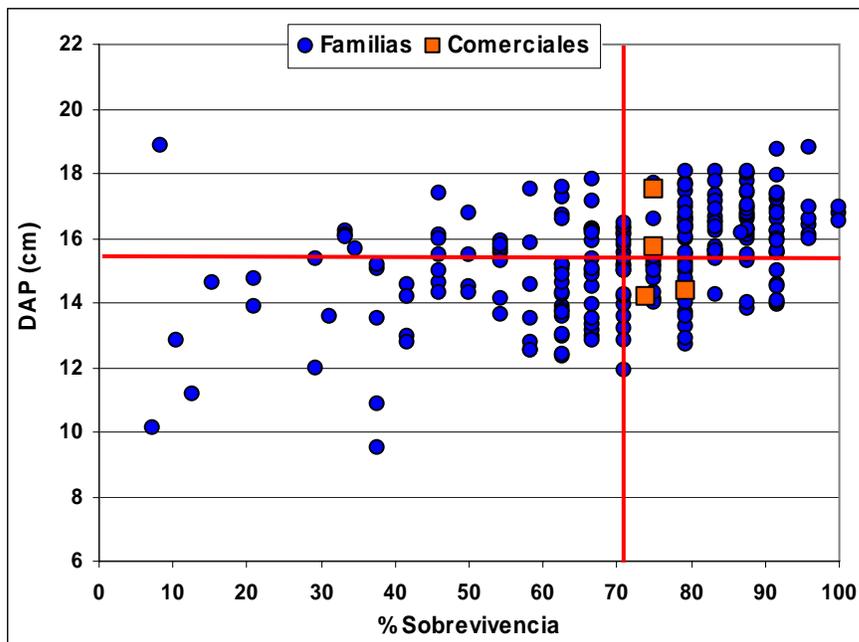


Figura 11. Rango de valores a nivel de familias para Sobrevivencia y DAP, al quinto año.

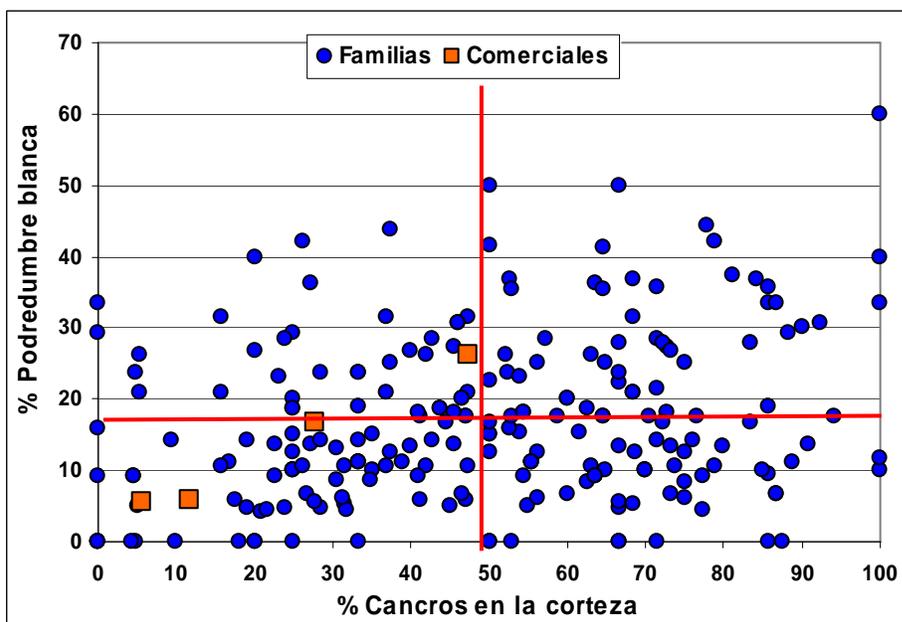


Figura 12. Rango de valores a nivel de familias para incidencia de canchros en la corteza y podredumbre blanca, al quinto año.

En las Figuras 10, 11 y 12 se puede comprobar que si bien los lotes comerciales tienen en general un mejor comportamiento que el promedio de la población, para todas las características analizadas existen familias de comportamiento aún superior.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos demuestran que la productividad en *E. globulus* depende en buena medida del crecimiento y del estado sanitario de la plantación durante el primer año. En aquellos árboles que presentan pobre crecimiento inicial o que son severamente afectados por enfermedades foliares se constata una reducción importante en el crecimiento posterior y un aumento marcado en la mortalidad. A su vez, los resultados sugieren que el estrés provocado por la pérdida de área foliar durante el primer año aumenta la predisposición del árbol a la infección posterior por otros patógenos.

La gran variabilidad observada entre familias y entre lotes comerciales en los niveles de daño foliar son una clara indicación de la posibilidad de seleccionar y utilizar genotipos de baja susceptibilidad a enfermedades, lo que redundará posteriormente en un adecuado comportamiento productivo. De todas formas, para reducir los riesgos sanitarios y maximizar el potencial del sitio se deben combinar la utilización de un buen material genético con la aplicación de una adecuada silvicultura.

CONSIDERACIONES FINALES

El crecimiento del área forestada en Uruguay inevitablemente producirá un aumento en la concentración de inóculo de diversas enfermedades y un aumento en la densidad poblacional de diferentes plagas. Lo anterior, sumado al probable ingreso de nuevas enfermedades y plagas, constituye una de las mayores amenazas para el sector forestal, ya sea por las pérdidas productivas (en cantidad y calidad de madera), como por la eventual pérdida de mercados (barreras no arancelarias).

En los últimos años el Programa Forestal del INIA ha venido desarrollando diversas acciones en la temática sanitaria forestal y ha incorporado a sus líneas de investigación un proyecto específico en protección forestal (Balmelli *et al.*, 2007). Sin embargo, dada la dispersión geográfica, la diversidad de especies, de problemas sanitarios y de disciplinas involucradas, la temática sanitaria muy difícilmente pueda ser encarada por una sola institución o empresa. Por tal motivo la articulación y coordinación de esfuerzos del sector público y del sector privado (INIA, UdelaR, MGAP y empresas forestales) mediante acuerdos de trabajo conjuntos serán imprescindibles para avanzar en el conocimiento y en la solución de los problemas sanitarios del sector forestal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Balmelli, G., Marroni, V., Altier, N. y García, R. 2004. Potencial del Mejoramiento Genético para el manejo de enfermedades en *Eucalyptus globulus*. Serie Técnica 143. INIA. Montevideo, Uruguay. 44p.
- Resquin, F., de Mello, J.C. y Fariña, I. 2004. Caracterización de la celulosa de especies del género *Eucalyptus* plantadas en Uruguay. En: Aportes a la producción de pulpa de celulosa a partir de *Eucalyptus*. Serie de Actividades de Difusión N° 374. INIA, Montevideo, Uruguay. pp. 23-69.
- Balmelli, G. 2005. Efecto de enfermedades foliares en *Eucalyptus globulus* al tercer año de crecimiento. En: IX Congreso Nacional de Ingenieros Agrónomos. 24 y 25 de Octubre de 2005. Montevideo, Uruguay. (www.aiou.org.uy).
- Balmelli, G. y Resquin, F. 2005. Evaluación productiva de orígenes de *Eucalyptus globulus* en zonas Litoral y Norte. Serie Técnica N° 149. INIA. Montevideo, Uruguay. 16p.
- Balmelli G., Altier, N. y Marroni, V. 2006. Efecto de los daños provocados por enfermedades foliares y por heladas en *Eucalyptus globulus* sobre el crecimiento posterior. Serie Actividades de Difusión N° 462. INIA Tacuarembó. pp.17-25.
- Balmelli, G.; Altier, N.; Bennadji, Z.; Resquin, F.; Trujillo, I. y Simeto, S. 2007. Acciones desarrolladas por INIA en Manejo Sanitario Forestal: antecedentes y perspectivas. Serie Actividades de Difusión N° 510. INIA. 19p.

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE LA SEMILLA DE *Eucalyptus globulus* PRODUCIDA POR INIA

Gustavo Balmelli, Sofía Simeto y Wilfredo González

Introducción

El Programa Nacional de Investigación en Producción Forestal del INIA viene implementando, desde 1993, un Plan de Mejoramiento Genético para *Eucalyptus globulus*. Los principales objetivos de dicho plan son generar información local sobre el comportamiento productivo de diferentes fuentes de semilla y producir semilla de *E. globulus* adaptada a nuestras condiciones agro ecológicas. Las principales etapas del plan de mejora son la formación de una amplia base genética, la evaluación del comportamiento local (adaptación, sanidad y productividad) y el manejo genético de los huertos semilleros mediante la selección de los mejores genotipos.

El Huerto Semillero de primera generación, ubicado en INIA Las Brujas, ha recibido tres raleos genéticos (años 2000 y 2001 por productividad y 2004 por sanidad), reteniéndose como productores de semilla las mejores familias e individuos. En el año 2002 se realizó la primer cosecha de semilla comercial, por lo que a partir de ese momento el INIA viene produciendo y poniendo a disposición de viveristas y productores, semilla mejorada localmente y certificada por el INASE.

El comportamiento productivo de esta semilla, en relación a otros materiales de uso corriente a escala comercial, comenzó a evaluarse mediante ensayos de rendimiento instalados en predios de EUFORES y Grupo Forestal. En la primavera de 2003 se instalaron cuatro ensayos en diferentes sitios de los departamentos de Paysandú, Río Negro, Soriano y Maldonado. Se presenta a continuación la evaluación realizada al quinto año de crecimiento en este último ensayo, el cual está ubicado en Ruta 109, establecimiento El Algarrobo (Grupo Forestal).

Descripción del ensayo

El ensayo fue instalado sobre un suelo del grupo CONEAT 2.12 y evalúa 4 materiales de uso comercial:

Lote	Procedencia
INIA	Huerto Semillero de INIA (cosecha 2002).
CHIVILINGO	Huerto Semillero de Forestal Monteágila (Chile).
JEERALANG	Origen Australiano (Aryanda Seeds)
CLON	EUFORES (334-1-AR, procedencia española).

La silvicultura utilizada en la preparación del sitio y el mantenimiento posterior es la que realiza comercialmente la empresa. Se aplicó herbicida pre-laboreo (Glifosato, 3.5 lt/ha), se realizó laboreo en fajas (subsolador, arado aporcador, excéntrica y disquera), se aplicó herbicida pre-plantación (Glifosato, 3 lt/ha) y disquera.

La plantación se efectuó en Setiembre de 2003, con un marco de plantación de 4 x 1.5 m (1667 árboles/ha), realizándose inmediatamente una fertilización con 150 g/planta de fertilizante 13/40/0 y una aplicación de herbicida pre-emergente en la faja plantada (Rely, 3 lt/ha). En el otoño siguiente por debajo de los árboles se aplicó Glifosato (3 lt/ha).

El diseño experimental es de bloques completos al azar, con 4 repeticiones y parcelas de 60 plantas (6 filas de 10 plantas).

En 2008 (al quinto año de crecimiento) se midió la sobrevivencia, la altura y el DAP. A partir de estos datos, y utilizando un factor de forma de 0.4, se calculó el volumen total con corteza, por árbol y por hectárea.

El comportamiento relativo de los diferentes materiales se evaluó estadísticamente a través del análisis de varianza, utilizándose el PROC GLM del SAS. El contraste de medias para los parámetros evaluados se realizó por el test de Duncan, con un nivel de significación del 5%.

Resultados

Para todas las características evaluadas al quinto año se encontraron diferencias significativas entre los lotes de semilla. Los valores promedio para cada lote, así como los contrastes de medias para las variables analizadas se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Características evaluadas al quinto año (los valores de volumen por árbol son totales y con corteza).

Lote	Altura (m)	DAP (cm)	Vol/arb (dm ³)	% Sobrev.
INIA	16.4 a	13.7 a	105 a	85 b
CHIVILINGO	16.5 a	13.9 a	110 a	77 bc
CLON	15.7 b	12.2 b	77 c	97 a
JEERALANG	15.5 b	12.6 b	89 b	74 c

Nota: lotes con la misma letra no difieren estadísticamente al 5% de significación.

Los lotes que presentan mayor crecimiento, tanto en altura como en DAP, y por lo tanto en volumen individual, son CHIVILINGO e INIA, no difiriendo estadísticamente entre sí.

El CLON es el lote que presenta mayor sobrevivencia, siendo estadísticamente superior a los lotes de semilla.

La producción por hectárea acumulada hasta el quinto año de crecimiento para los diferentes lotes evaluados se presenta en la Figura 1.

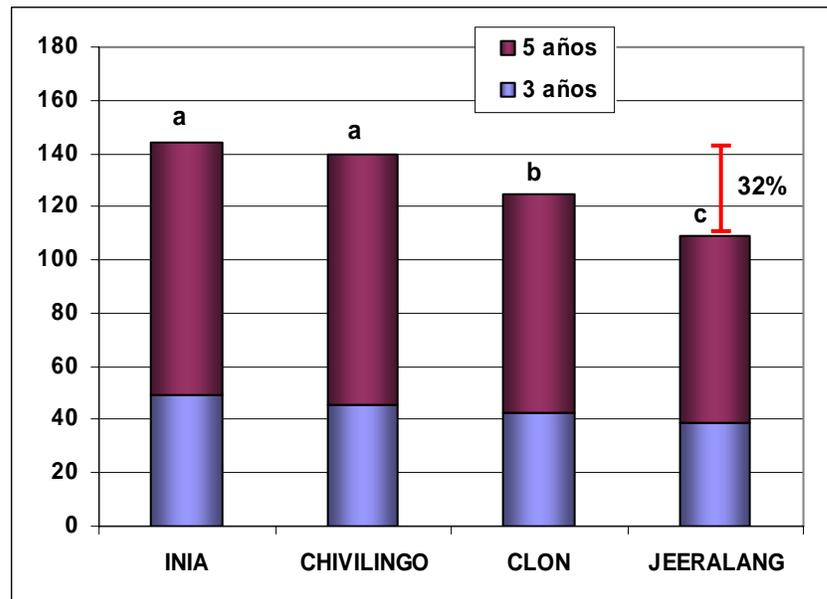


Figura 1. Volumen total por hectárea, con corteza, al quinto año (lotes con la misma letra no difieren estadísticamente al 5% de significación).

Los lotes de INIA y CHIVILINGO combinan buen crecimiento individual y aceptable sobrevivencia, siendo por lo tanto los lotes de mayor producción por hectárea, superando estadísticamente al CLON y al lote JEERALANG.

El CLON presenta una gran uniformidad y una altísima sobrevivencia, aunque la misma no compensa su menor crecimiento individual. Si bien su sanidad es muy buena, por lo cual es esperable que su productividad relativa mejore a medida que aumente la edad, entre el tercer y el quinto año esa tendencia aún no se ha observado (Figura 1).

Hasta el quinto año JEERALANG es el lote menos productivo, lo cual si bien coincide con los resultados obtenidos en repeticiones de este ensayo en diferentes sitios del litoral (Balmelli, 2004, Balmelli y Bennadji, 2007), contrasta marcadamente con el excelente comportamiento que este origen ha mostrado previamente, tanto a nivel experimental (Balmelli, *et al.*, 2001, Balmelli, 2002, Balmelli, *et al.*, 2004, Balmelli y Resquin, 2005), como a nivel comercial (Balmelli y Fernández, 2006).

El pobre comportamiento que presenta Jeeralang en estos ensayos podría deberse a que la semilla que se utilizó no sea representativa del típico origen Jeeralang, ya sea por un efecto año (por ejemplo del clima sobre la floración y polinización) como por un problema de identidad de la semilla (en los últimos años se han importado lotes de semilla con el rotulo "Jeeralang", en algunos casos simplemente por provenir de zonas cercanas).

La semilla INIA tiene una producción por hectárea al quinto año 32% mayor que la del lote JEERALANG. Este último lote no posee mejoramiento genético (ya que proviene de bosque nativo), por lo que ese 32% representa la ganancia genética alcanzada por el Plan de Mejora implementado por INIA.

Consideraciones finales

Si bien el lote INIA utilizado en este ensayo fue cosechado en 2002, antes de la última depuración del huerto semillero (selección realizada en 2004 en base a sanidad), los resultados obtenidos hasta el momento demuestran su buen comportamiento productivo y por lo tanto la efectividad del Plan de Mejoramiento Genético.

A su vez, actualmente el Plan de Mejora de INIA cuenta con un huerto semillero de segunda generación, el cual comenzó a producir semilla comercial en 2007, de la cual es esperable un comportamiento sanitario y productivo aún superior.

Referencias bibliográficas

- Balmelli, G.; Resquin, F. y Trujillo, M. 2001. Evaluación de fuentes de semilla de las principales especies de *Eucalyptus*. Serie Técnica N° 123. INIA Tacuarembó. pp. 74-83.
- Balmelli, G. 2002. Evaluación de fuentes de semilla de *E. globulus* en Zona 2. Serie Actividades de Difusión N° 289. INIA Tacuarembó. pp. 14-25.
- Balmelli, G.; Marroni, V.; Altier, N. y García, R. 2004. Potencial del Mejoramiento Genético para el manejo de enfermedades en *Eucalyptus globulus*. Serie Técnica N° 143. INIA Tacuarembó-INIA Las Brujas. 44p.
- Balmelli, G. 2004. Primera evaluación de la semilla mejorada de *Eucalyptus globulus* del Programa Nacional Forestal del INIA. Forestal N° 24. pp. 4-7.
- Balmelli, G. y Resquin, F. 2005. Evaluación productiva de orígenes de *Eucalyptus globulus* en Zonas Litoral y Norte. Serie Técnica N° 149. INIA Tacuarembó. 16p.
- Balmelli, G. y Fernández, P. 2006. Importancia de la fuente de semilla en *Eucalyptus globulus*. Evaluación económica en una plantación comercial con semilla de Chile y Australia. Serie Actividades de Difusión N° 462. INIA Tacuarembó. pp. 29-31.
- Balmelli, G. y Bennadji, Z. 2007. Comportamiento de la semilla de *Eucalyptus globulus* producida por INIA. Serie Actividades de Difusión N° 491. INIA Tacuarembó. pp. 1-4.

INIA La Estanzuela	Ruta 50 Km 11	C.C. 39173 Colonia	Tel.:(0574) 8000 FAX (574) 8012
INIA Las Brujas	Ruta 48 km 10 Rincón del Colorado	C.C. 33085 Las Piedras	Tel.:(02) 3677641 FAX (02) 367 7609
INIA Tacuarembó	Ruta 5 km 386	C.C. 78086 Tacuarembó	Tel.: (063) 22407 FAX (063) 23969
INIA Treinta y Tres	Ruta 8 km 282	C.C. 42 Treinta y Tres	Tel.: (042) 2223 FAX (045) 25701
INIA Salto Grande	Ruta a la Represa	C.C. 68033 Salto	Tel.: (073) 25156 FAX (0732) 29624
INIA Dir. Nacional	Andes 1365 –P. 12	C.P. 11.100 Montevideo	Tel: (02) 9023630 FAX (02) 9023633