

## Replantación de *Eucalyptus grandis*: efectos de la quema de residuos y fertilización en suelos arenosos del noreste de Entre Ríos

F. DALLA TEA

INTA Concordia, CC 34, 3200 Concordia. E-mail: fdallate@concor.masisa.com.ar

Dalla Tea, F. 1997. Replantación de *Eucalyptus grandis*: efectos de la quema de residuos y fertilización en suelos arenosos del noreste de Entre Ríos. Rev. Fac. de Agronomía, La Plata 102 (1): 23-31.

La tasa de corta o tala rasa de las plantaciones de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden en la región noreste de Entre Ríos supera las 5.000 ha anuales. La mayor parte de las mismas son manejadas en un 2<sup>no</sup> o 3<sup>er</sup> ciclo por medio de sus rebrotes. Sin embargo, la alternativa de replantación y cambio de los materiales genéticos ha sido planteada como una técnica para mejorar la productividad. Uno de los mayores inconvenientes al decidir la replantación es el tratamiento de los residuos que quedan de la tala rasa, siendo muy común su quema para simplificar las tareas de plantación. En este trabajo se evaluaron 2 ensayos de replantación: uno que permite comparar el crecimiento de la replantación en un sitio preparado con quema de residuos y otro sitio con escollerado sin quema de residuos. El crecimiento en diámetro y área basal al 3er año de las parcelas en las que se escolleró el residuo fue superior al de las parcelas quemadas; asimismo, las parcelas en que se quemaron los residuos presentaron altos niveles de defoliación después de una temporada seca. En el otro ensayo, se evaluó el crecimiento de la replantación en respuesta a la aplicación de fertilizantes en un sitio donde los residuos habían sido escollerados y quemados. El incremento en área basal, en respuesta al fosfato diamónico, fue significativo, con el tratamiento de fertilizante superando al testigo en 40% (5,60 vs. 3,96 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>) a los 45 meses de edad.

La práctica de la quema de residuos, por sus potenciales efectos negativos sobre el suelo, debe evitarse en los suelos arenosos; la fertilización puede compensar estos efectos, aunque estudios de largo plazo son necesarios para evaluar las consecuencias que tiene el actual manejo de quema de residuos y replantación en los sitios de la región.

**Palabras clave:** replantación, *E. grandis*, quema de residuos, fertilizantes.

Dalla Tea, F. 1997. Effects of slash burning and fertilizer application on *Eucalyptus grandis* replanting in sandy soils of northeastern Entre Ríos. Rev. Fac. de Agronomía, La Plata 102 (1): 23-31.

The rate of clearcut of *Eucalyptus grandis* plantations in northeastern Entre Ríos surpasses 5,000 ha per year. Most of these areas are tended for a 2<sup>nd</sup> or 3<sup>rd</sup> rotation through their coppice. Replanting with improved genetic material, however, is an alternative for improving productivity. Slash disposal after harvesting constitutes a problem with no easy solution: slash burning is frequent and facilitates the replanting. This paper presents the results of two trials on eucalypt replanting; one compares the growth of eucalypt on two sites where the slash was burned and with the slash left in windrows. Diameter and basal area growth in the plots where the slash was windrowed were superior to the plots with the slash burned at age 3 yr; the burned plots also had a high defoliation after a long dry period. In the second experiment, the site was burned and a fertilizer trial was established after the replanting. A significant response to diammonium phosphate was found, with the fertilized plots growing 40% more in basal area than the control (5.60 vs. 3.96 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>).

The burning of the slash has potential negative effects on the soils and should be avoided in sandy soils; fertilization at time of planting may counteract these effects but long term studies are needed in order to evaluate the effects of slash burning plus replanting on the sites of the region.

**Keywords:** replanting, *E. grandis*, slash burning, fertilization.

## INTRODUCCIÓN

La tasa de corta o tala rasa de las plantaciones de *Eucalyptus grandis* en la región noroeste de Entre Ríos supera las 5.000 ha anuales, las que en su mayor parte son manejadas en un 2<sup>do</sup> o 3<sup>er</sup> ciclo por medio de sus rebrotes. Sin embargo, la alternativa de replantación y cambio de los materiales genéticos ha sido planteada como una técnica para mejorar la productividad (Paul, 1992; Dalla Tea & Larocca, 1994).

La replantación con mejores materiales ha sido utilizado por productores de la zona, con el objetivo principal de cambiar materiales locales de baja productividad por nuevos materiales sudafricanos o australianos. Uno de los mayores inconvenientes que se plantea al decidir la replantación es el tratamiento de los residuos que quedan de la tala rasa. Los residuos están constituidos por el mantillo y por los restos que quedan de la tala rasa: despuntes, ramas, hojas y corteza en algunos casos.

Estos residuos son considerados como un impedimento para la reforestación y, por tal motivo, se busca un método fácil y barato para deshacerse de los mismos; el tratamiento aplicado, sin embargo, puede afectar la producción a largo plazo (Norris, 1993). La técnica más utilizada ha sido la de quemar los residuos, con lo que se consigue un terreno limpio para cultivar, se facilitan las tareas de plantación (aplicación de herbicidas, fertilizantes, control de hormigas, etc.) y se reducen los riesgos de incendio accidental.

Los efectos de la quema dependen del tipo e intensidad de fuego, la cantidad de material combustible y la humedad del suelo (Francke, 1993; Norris, 1993; Powers *et al.*, 1988). Normalmente, la acumulación de residuos en escolleras y su quema posterior genera altas temperaturas (Norris, 1993). Las pérdidas de nutrientes en estas quemaduras pueden ser por volatilización y por arrastre con las cenizas.

En Brasil, Sudafrica y Australia se han

diseñado maquinarias especiales para moler y distribuir estos residuos sobre el terreno (Farrell *et al.*, 1986; Norris, 1995; Embrapa, 1995). Esta práctica se recomienda en suelos con materia orgánica < 8% y muy especialmente en suelos arenosos.

Los residuos culturales aumentan el contenido de materia orgánica, mejoran la retención de humedad (efecto *mulching*) y provisión de nutrientes, aumentan la capacidad de intercambio catiónico y actúan como *buffer* contra la compactación y erosión (Boyer & Miller, 1994; Norris, 1995). Las ventajas que ofrece la retención de estos residuos han sido demostradas en distintas especies y, principalmente, para suelos arenosos de baja fertilidad y materia orgánica, baja CIC y alta permeabilidad (Farrell *et al.*, 1986; Powers *et al.*, 1988).

Los suelos arenosos de la región tienen muy bajos contenidos de P disponible y materia orgánica. En una plantación de 15 años y con un volumen de 400 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, se exportan en la tala rasa más de 220 kg.ha<sup>-1</sup> de N y 30 kg.ha<sup>-1</sup> de P (Goya *et al.*, 1993). Una alta proporción de los nutrientes absorbidos por los árboles se encuentra en los despuntes, ramas y hojas que quedan en el sitio, liberándose al medio a medida que estos materiales se descomponen. Considerando solamente las hojas y ramas más la hojarasca acumulada, el contenido de N y P que está sobre el suelo es de 274 y 12,5 kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Dalla Tea & Marcó, 1991; Goya *et al.*, 1993). Más del 50% de estos elementos pueden perderse durante la quema (Gonçalvez, 1995).

En estos suelos arenosos profundos, las limitantes principales son el excesivo drenaje y la baja fertilidad. Esta última puede ser mejorada con aplicación de fertilizantes en el momento de plantación. La aplicación de fertilizantes tiene 2 objetivos: acelerar el desarrollo inicial de la planta para que ésta cubra más rápidamente el suelo y mejorar la capacidad del sitio, lo que se traduce en un aumento de la producción de madera al final de

la rotación y/o en un acortamiento del ciclo (Dalla Tea, 1995).

En este trabajo se evaluaron 2 ensayos de replantación para comparar el tratamiento de quema de residuos vs. escollerado y para evaluar el efecto de la aplicación de fertilizantes sobre la replantación en un sitio donde se quemaron los residuos. Las hipótesis planteadas son que el mantenimiento de residuos en el sitio mejora su productividad y la fertilización permite compensar en parte los efectos negativos de la quema de residuos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Quema vs. escollerado

Sobre una tala rasa de eucalipto se instaló un ensayo de replantación con 2 tratamientos de residuos: escollerado y quema total de los mismos, y escollerado sin quema de residuos. El sitio se ubica en Estación Yuquerí (31°18'S 58°14'W), 15 km al oeste de la ciudad de Concordia. El suelo arenoso profundo corresponde a la serie Yuquerí grande (INTA, 1993).

La plantación original se efectuó en el año 1977, con semilla comercial de *E. grandis*, a 2,5 x 2,5 m. Los rebrotes de tocones de esta plantación original se trataron con glifosato al 3% para su eliminación. Se replantó en la línea entre tocones manteniendo la densidad original de 1600 plantas.ha<sup>-1</sup>. Los 2 tratamientos se manejaron de la siguiente manera:

**Quema de residuos.** Se utilizaron como parcelas de ensayo dos lotes de 0,4 ha cada uno, cortados en el primer semestre de 1992; quemados los residuos en octubre de 1992 y replantados con material sudafricano en el mismo mes. La banda de plantación fue tratada con una mezcla de herbicidas (oxifluorfen más setoxidim) y la entrelínea cultivada con 1 pasada de discos. El lote I se ubica en un sector de mayor pendiente y separa el lote II del lote sin quemar.

**Escollerado.** Se empleó un lote de 0,4 ha sin quemar, con los residuos escollerados y replantado con material sudafricano en noviembre de 1992. No se efectuó ningún control de malezas.

Por el tipo de tratamientos aplicados y la superficie de las parcelas, no se instalaron repeticiones. Las características de los sitios de estas parcelas, igualmente, son en general similares como surge de los datos de altura dominante de la plantación original (Tabla 1).

En cada uno de los lotes de ensayo, a los 3 años de edad, se midió el diámetro a la altura de pecho (DAP) y se calculó el área basal (AB) en una parcela interna de 15 x 15 plantas (0,14 ha). Se consideraron dominados aquellos individuos con DAP < 1/3 del DAP medio.

En octubre de 1995 y después de una larga temporada otoño-invernal seca, se evaluó visualmente, en "rango" de porcentajes, la defoliación de la copa de los individuos de cada parcela. Asimismo, en esta fecha se extrajeron 2 muestras de suelo de cada parcela en los primeros 20 cm para análisis químico. Cada muestra fue tomada combinando 6 submuestras extraídas sistemáticamente dentro de cada parcela.

**Tabla 1.** Características dasométricas de plantación original 1977 al momento de la tala rasa. Sitio Yuquerí (suelo arenoso profundo). Edad 14 años.

*Forest statistics of the 1977 original plantation at harvesting time. Yuquerí site (deep sandy soil). Age 14 yr.*

	Con escolleras	Quema de residuos	
		I	II
Supervivencia (%)	47	44	75
Altura dominante (m)	26,5	27,4	25,6
Área basal (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	24,3	21,1	32,9
DAP (cm)	19,6	19,0	18,1
Volumen (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	250,4	233,5	259,0

## Ensayo de fertilizantes

Este ensayo está ubicado en la localidad de Osvaldo Magnasco (31°15'S 58°10'W), 10 km al norte de la ciudad de Concordia. Un lote comercial de 20 ha de *E. grandis* distanciados a 3 x 3 m fue cortado en el año 1991 y por su baja productividad, < 15 tn.ha<sup>-1</sup>. año<sup>-1</sup>, se tomó la decisión de replantarlo (Sanchez Acosta, Com. Pers., 1995). Después de la tala rasa, se quemaron los residuos y se controló el rebrote de tocones de la plantación original con glifosato. El suelo arenoso franco corresponde a la serie Mandisoví (INTA, 1993) con marcados síntomas de erosión y compactación superficial.

La replantación con plantines de semilla sudafricana se efectuó entre tocones en octubre de 1991, manteniendo la densidad original de 1111 plantas.ha<sup>-1</sup> y se realizó un control mecánico de malezas. Los tratamientos aplicados fueron:

C = control sin fertilizantes

N = 75 g.planta<sup>-1</sup> de urea

PN<sub>1</sub> = 75 g.planta<sup>-1</sup> de fosfato diamónico

PN<sub>2</sub> = 150 g.planta<sup>-1</sup> de fosfato diamónico

El diseño consistió en 3 bloques completos al azar, con 2 borduras perimetrales sin tratamiento. Las parcelas eran cuadradas de 36 plantas, con una bordura interna sin fertilizante. La aplicación manual del fertilizante se efectuó en noviembre, 30 días después de plantado, en un círculo de 50 cm alrededor de cada planta.

A los 45 meses de edad se midieron el DAP y las alturas totales y se calculó el área basal y volumen empleando una ecuación local (Glade & Friedl, 1988). Se realizó análisis de varianza (ANOVA) y separación de medias por test de Duncan ( $\alpha=0.05$ ). En esta fecha se extrajeron 2 muestras de suelo de 0-20 cm de cada repetición de los tratamientos Control y PN<sub>1</sub> para análisis químico. Cada muestra se conformó combinando 6 submuestras

tomadas sistemáticamente a 30 cm de la base de las plantas.

## RESULTADOS

En el sitio Yuquerí, el crecimiento diamétrico y en área basal de la replantación sin quema de residuos fue muy superior al de las parcelas con quema (DAP=9,8 vs. 7,5 cm y AB= 6,3 vs. 5,5 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>). La supervivencia, por el contrario, fue muy afectada en el tratamiento sin quema, siendo apenas superior al 50%. Las pérdidas, en general, se debieron a daño por hormigas.

Las parcelas con quema de residuos presentaron alta supervivencia, cercana al 90%; sin embargo, este tratamiento presentó más de un 20% de individuos dominados. De estas parcelas, la que se encuentra en el sector de mayor pendiente y más expuesta a daños por erosión, presentó el menor DAP y menor AB de todo el ensayo; asimismo, se observó en esta parcela una fuerte defoliación de, aproximadamente, 50% de la copa.

El análisis de suelo reveló una disminución en el contenido de materia orgánica en las parcelas quemadas (de 0,5 a 0,2%; Tabla 3). Por el contrario, el P disponible fue más del doble en las parcelas con quema de resi-

**Tabla 2.** Crecimiento de la replantación en sitio Yuquerí al 3er. año según tratamiento de residuos.

*Growth of 3 year old eucalypt replanting at Yuquerí site according to slash treatment.*

	Con escolleras	Quema de residuos	
		I	II
Supervivencia(%)	55	89	90
DAP(cm) <sup>1</sup>	9,79 ± 2,45	6,92 ± 1,51	8,00 ± 2,23
Area basal(m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	6,32	4,14	5,94
% dominados	5,3	23,1	21,8

<sup>1</sup> Valor medio ± 1 desviación estándar

**Tabla 3. Resultados del análisis químico de los distintos suelos en estudio.**

Soil chemical data of sites under study.

	pH	Mat. orgánica %	P disponible ppm	K	Ca m.e./100 g	Mg
<b>Sitio Yuquerí</b>						
Sin quema	4,9	0,5	8,0	0,13	0,5	0,42
Con quema	4,8	0,2	19,2	0,13	0,5	0,27
<b>Sitio Magnasco</b>						
Control	5,3	1,5	4,0	0,25	15,9	0,98
PN <sub>1</sub> *	5,5	2,1	12,0	0,22	11,0	1,01

\* 75 g.planta<sup>-1</sup> fosfato diamónico

duos (19,2 ppm) en relación a las parcelas replantadas sin quema (8,0 ppm).

En el ensayo de fertilización del sitio Magnasco, se encontraron diferencias significativas a favor de la aplicación de fosfato diamónico. En la medición efectuada a los 45 me-

ses de edad, sólo la dosis baja se separa significativamente del testigo, siendo el AB del tratamiento PN<sub>1</sub> un 41% superior al control (5,60 vs. 3,96 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>); asimismo, el volumen del tratamiento PN<sub>1</sub> es de 19,3 vs. 12,0 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> del tratamiento control (Tabla 4; Fig. 1).

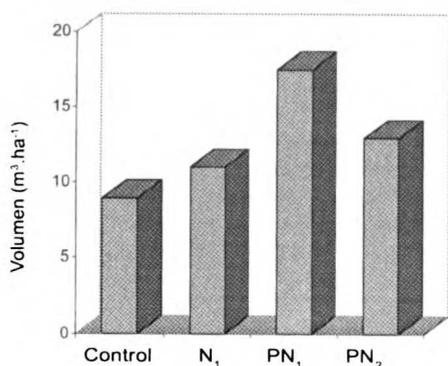
**Tabla 4. Análisis de varianza y Test de Duncan para la variable DAP y área basal, y medias de supervivencia, DAP, área basal y porcentaje de dominados del ensayo de fertilización. Sitio Magnasco.**

ANOVA and Duncan test for mean DBH and basal area, and survival, DAP, basal area and runt means of the fertilizer trial. Magnasco site.

	DAP	AB		
Probabilidad > F				
Tratamiento	0,088	0,042		
Bloques	0,001	0,001		
Media general	7,9 cm	4,8 m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup>		
Coef. Variación (%)	5,0	4,0		
	Control	N <sub>1</sub> *	PN <sub>1</sub>	PN <sub>2</sub>
Supervivencia (%)	91	90	90	90
DAP (cm)	7,5 a	7,6 a	8,5 b	8,0 ab
Area basal (m <sup>2</sup> .ha <sup>-1</sup> )	4,0 a	4,4 ab	5,6 c	5,2 bc
% dominados	19	12	7	13

\* N<sub>1</sub> = 75 g.planta<sup>-1</sup> urea; PN<sub>1</sub> = 75 g.planta<sup>-1</sup> fosfato diamónico; PN<sub>2</sub> = 150 g.planta<sup>-1</sup> fosfato diamónico.

Nota: para la misma fila, los tratamientos con igual letra no presentan diferencias significativas (Duncan,  $\alpha=0,05$ ).



**Figura 1.** Efectos de la fertilización con fosfato diamónico y urea sobre el crecimiento volumétrico de la replantación de *E. grandis* en el sitio Magnasco. Edad 45 meses (N<sub>1</sub> = 75 g.planta<sup>-1</sup> urea; PN<sub>1</sub> = 75 g.planta<sup>-1</sup> fosfato diamónico; PN<sub>2</sub> = 150 g.planta<sup>-1</sup> fosfato diamónico).

**Figure 1.** Effects of diammonium phosphate and urea fertilization on stemwood volume of the *E. grandis* replanting at the Magnasco site. Age 45 months.

La aplicación de urea produjo aumentos de DAP y altura, respecto al testigo, en las 2 mediciones de los 2 primeros años, pero estos aumentos no fueron significativos (Dalla Tea, 1993) y en la última medición las diferencias en crecimiento desaparecieron por completo (Tabla 4; Fig. 1).

La mortalidad y presencia de dominados al 4<sup>o</sup> año varió de 28 a 17%, siendo superior en los tratamientos sin aplicación de fertilizante. El coeficiente de variación de los DAP, si bien no tuvo diferencias significativas, fue también superior en estos tratamientos.

El análisis de las muestras de suelo reflejó el mantenimiento de altos niveles de P disponible en las parcelas que fueron fertilizadas (12,0 ppm) vs las parcelas testigo (4,0 ppm). Las parcelas fertilizadas también presentaron mayores niveles de materia orgánica (Tabla 3).

## DISCUSIÓN

En un análisis económico del valor actualizado neto, Dalla Tea & Larocca (1994) estiman que el punto de indiferencia para decidir entre la replantación o el manejo del rebrote es 250 tn.ha<sup>-1</sup> a los 10 años. Desde ese punto de vista y sobre la base de la producción obtenida en la primera corta, la replantación con nuevo material genético en ambos sitios estuvo justificada.

Los impactos que se producen sobre el suelo durante el aprovechamiento y la reforestación pueden resultar en una disminución importante de la productividad del sitio (Norris, 1995). En las parcelas de ensayo del presente trabajo, se encontraron diferencias iniciales en crecimiento significativas, en respuesta a los distintos tratamientos de residuos y a la aplicación de fertilizantes. El tratamiento de quema de residuos presentó los menores crecimientos, lo que podría deberse a los efectos negativos que tiene esta práctica sobre el contenido de materia orgánica y la retención de humedad en estos suelos.

La quema puede producir una mayor heterogeneidad en los crecimientos debido a la variación producida en sectores que no se han quemado, o que han tenido distintas temperaturas, o que quedan cubiertos por un lecho de cenizas (Romanyà *et al.*, 1994). Las parcelas quemadas presentaron un alto porcentaje de individuos dominados en comparación con el tratamiento de escollera. Asimismo, la fertilización permitió reducir parcialmente esta variación.

La conservación de los residuos de la tala rasa tiene varios efectos positivos: efecto *mulching*, protección contra erosión y aumento de la materia orgánica (Norris, 1993). La formación de escolleras presenta el inconveniente de la distribución desuniforme de los residuos; para una mejor dispersión de los mismos, se utilizan maquinarias, tales como rollos y picadoras que son factibles de utilizarse en esta región.

Las cenizas pueden provocar una reducción del tamaño de los macroporos y la permeabilidad, formando una costra que repele el agua y aumenta la erosión y reducir la capacidad de almacenaje de agua; esta repelencia puede permanecer por 5 o más años (Grier *et al.*, 1989). La reducción en crecimiento que puede observarse es consecuencia, fundamentalmente, de un mayor estrés hídrico (Boyer & Miller, 1994) por lo que estos problemas son mucho más manifiestos en años secos y pasan inadvertidos en años húmedos. Los síntomas de sequía se hicieron evidentes a través de una fuerte defoliación en una de las parcelas con tratamiento de quema, después de un largo período otoño-invernal seco.

Los nutrientes contenidos en las cenizas están en forma soluble y pueden ser rápidamente absorbidos o pueden perderse parcialmente por lixiviación y por arrastre. Estos nutrientes pueden mejorar la productividad temporalmente, por un período que dura meses o años (Grier *et al.*, 1989). En el sitio Yuquerí, los valores de P disponible fueron marcadamente superiores en las parcelas quemadas; sin embargo, la productividad de este tratamiento es muy baja, por debajo de la curva de producción esperada para este sitio (INTA, 1995).

Una de las razones principales para preparar el sitio a replantar con una quema, después de la tala rasa, es porque facilita el control de hormigas (INTA, 1995). El alto porcentaje de pérdidas de las parcelas sin quemar se debió, principalmente, a problemas en el control de hormigas. Este debe iniciarse previo a la explotación y continuarse con cebos luego de la plantación; los beneficios obtenidos al mantener los residuos en el sitio servirán para justificar los mayores costos que demanda esta tarea.

La aplicación de fertilizantes conteniendo N y P, produce significativas respuestas de arranque, especialmente en los suelos arenosos profundos y mestizos del noreste de En-

tre Ríos. Dalla Tea (1993) reporta incrementos iniciales en altura en respuesta a la fertilización de arranque, de 20-30% sobre los controles y en DAP de 15-25%. En el sitio Magnasco y hasta los 45 meses, se mantiene una respuesta del DAP al fosfato diamónico de 13% sobre el testigo (8,5 vs. 7,5 cm); el nivel de P disponible en estas parcelas fertilizadas se mantiene muy por encima de los valores presentes en las parcelas testigo aún después de casi 4 años de aplicado el fertilizante.

Las respuestas más comunes a los fertilizantes son al agregado de P y, en menor medida, al N (Schönau, 1983; Dalla Tea, 1993). Debido al diseño del ensayo de fertilización de este trabajo, sólo puede confirmarse la respuesta de la replantación a la aplicación combinada de N y P en dosis de 15 y 18 kg.ha<sup>-1</sup>, respectivamente. El P tiene escasa movilidad en el suelo, y por esto las plantas con escaso desarrollo radicular pueden sufrir deficiencias. Por el contrario, dosis altas de N y P (>30 kg.ha<sup>-1</sup>) suelen provocar una reducción de crecimiento (Dalla Tea, 1995), lo que puede atribuirse a la mayor competencia de malezas o bien a problemas de toxicidad en las raíces al aplicar fertilizantes de alta solubilidad, como el fosfato diamónico.

Las pérdidas de N durante los incendios, por amonificación del N orgánico, pueden llegar al 90% del N presente (Powers *et al.*, 1988; Romanyà *et al.*, 1994). El tratamiento con aplicación de urea, sin embargo, no produjo diferencias de crecimiento en relación al control. Por no tratarse de un ensayo factorial, no es posible asegurar que la respuesta al fosfato diamónico fue solamente al agregado de P. Asimismo, la aplicación de N en forma amoniacal después de quemar y sobre una cubierta de cenizas con alto pH puede producir severas pérdidas por volatilización inducida químicamente (Ballard, 1984).

La fertilización puede aumentar la uniformidad de las variables dasométricas en una plantación (Donald & Schutz, 1977). Las parcelas con aplicación de fosfato diamónico pre-

sentaron un menor porcentaje de individuos dominados y menor coeficiente de variación del DAP, aunque esta diferencia no fue significativa.

## CONCLUSIONES

La recomendación general para la preparación de sitios a replantar, principalmente en aquellos suelos de textura más arenosa, es la de evitar la quema de residuos y mantener los mismos sobre el sitio en escolleras. La fertilización contribuye a reponer parte de los nutrientes que pueden perderse durante la quema, y las plantaciones y replantaciones, en general, responden positivamente a esta práctica.

La quema de residuos libera nutrientes como P, poniéndolos en disponibilidad en el suelo; sin embargo, la productividad en sitios con residuos quemados disminuye debido probablemente a otros factores, tales como mayor estrés hídrico y/o reducción del contenido de materia orgánica.

## AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Ftal. Raúl Pezzuti y el Sr. Ramón Eyman, encargados de la última medición de campo.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ballard R.** 1984. Fertilization of plantations. En: Nutrition of Plantation Forests. Bowen G.D. & E.K.S. Nambiar, Ed. Academic Press, London: 327-360.
- Boyer W. D. & J. H. Miller.** 1994. Effect of burning and brush treatments on nutrient and soil physical properties in young longleaf pine stands. Forest Ecology Management 70: 311-318.
- Costa L. M.** 1990. Manejo de solos em áreas reflorestadas. En: Relação Solo-Eucalipto. Barros N.F. & R.F. de Novais, Ed. Univ. Federal de Viçosa, Minas Gerais: 237-264.

- Dalla Tea F.** 1993. Evaluación temprana de herbicidas y fertilizantes en plantación de *Eucalyptus grandis*. En Congreso Forestal Arg. y Latinoamericano. Tomo VI. Paraná.
- Dalla Tea F.** 1995. Nuevas alternativas de plantación de eucalipto en la zona de Concordia. X Jornadas Forestales de Entre Ríos. INTA Concordia: IV-1/IV-11.
- Dalla Tea F. & M. A. Marcó.** 1991. Respuesta del *Eucalyptus grandis* a la aplicación de fertilizantes en suelos arenosos del N.E. de Entre Ríos. Actas Jornadas sobre Eucaliptos de Alta Productividad. CIEF, Buenos Aires: 290-300.
- Dalla Tea F. & F. Larocca.** 1994. Replantación y manejo de rebrotes de eucalipto en suelos arenosos. Aspectos técnicos y económicos. Día de Campo Forestal. INTA EEA Concordia. 6 pp.
- Donald D. G. M. & C. J. Schutz.** 1977. The response of *Eucalyptus* to fertilizer application at planting: the Louw's Creek trial. South African Forestry Journal 102: 23-28.
- EMBRAPA.** 1995. Seminário sobre Cultivo Mínimo do Solo em Florestas. EMBRAPA CNPFloresta/IPEF/UNESP/SIF/FUPEF. Curitiba. 162 pp.
- Farrell P. W., D. W. Flinn, R. O. Squire & F. G. Craig.** 1986. Maintenance of productivity of radiata pine monocultures on sandy soils in southeast Australia. En: Forest Site and Productivity. Gessel S.P., Ed. Martinus Nijhoff Publ, Dordrecht, Holanda: 127-136.
- Francke S.** 1993. Efectos del manejo de residuos de explotación en el suelo y crecimiento inicial de plantaciones de *Pinus radiata* en las series de suelo Constitución (zona de Constitución) y Cauquenes (zona de Nacimiento). VIII Simposio de la Soc Chilena Ciencia del Suelo. Suelos Forestales. Valdivia: 64-97.
- Glade J. E. & R. A. Friedl.** 1988. Ecuaciones de volumen para *E. grandis* Hill ex Maiden en el Noreste de Entre Ríos. VI Congreso Forestal Argentino, Tomo II. Santiago del Estero: 421-424.
- Gonçalves J. L. M.** 1995. Establecimiento de plantações de eucaliptos usando o sistema de cultivo mínimo do solo. X Jornadas Forestales Entre Ríos. INTA Concordia: II-1/II-15.
- Goya J., F. Dalla Tea & J. Frangi.** 1993. Nutrición en plantaciones de *E. grandis* en tres sitios de la región de Concordia, Entre Ríos. Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano, Paraná. Tomo VI. Paraná.
- Grier C. C., K. M. Lee, N. M. Nadkarni, G. O. Klock & P. J. Edgerton.** 1989. Productivity of forests of the United States and its relation to soil and site factors and management practices: a review. General Technical Report PNW-GTR-222. Pacific Northwest Research Station, Portland, OR, USA. 51 pp.
- INTA.** 1993. Carta de Suelos de la República Ar-

- gentina. Departamento Concordia. INTA-Gobierno de Entre Ríos, Paraná. 92 pp.
- INTA.** 1995. Manual para Productores de Eucalip-  
tos de la Mesopotamia Argentina. Grupo Forestal EEA INTA Concordia, Concordia. 162 pp.
- Norris C. H.** 1993. Slash management. ICFR Bulletin Series 15/93. Scottsville, Sudáfrica. 7 pp.
- Norris C. H.** 1995. Site preparation options for South African forestry soils. ICFR Bulletin Series 6/95. Scottsville, Sudáfrica. 17 pp.
- Paul J. L.** 1992. Manejo de rebrote vs. replantación en *Eucalyptus grandis*. VII Jornadas Forestales de Entre Ríos. INTA Concordia: 13-23.
- Powers R. F., D. H. Alban, R. E. Miller & R. F. Powers.** 1988. Sustained site productivity in North American forests: Problems and prospects. Proceedings 7th North American Forest Soils Conference. Vancouver, BC: 49-79.
- Romanyà J., P. K. Khanna & R. J. Ralson.** 1994. Effects of slash burning on soil phosphorus fractions and sorption and desorption of phosphorus. Forest Ecology and Management 65: 89-103.
- Schönau A. P. G.** 1983. Fertilization in South African forestry. South African Forestry Journal 125: 1-19.