

## EFFECTOS DE LA PREPARACIÓN DEL SITIO Y FERTILIZACIÓN SOBRE EL CRECIMIENTO DE *Eucalyptus grandis*. RESULTADOS A LOS 21 MESES.

Fernández R.A.<sup>1-2</sup>, Lupi A. M.<sup>3</sup>, Martiarena R.<sup>1</sup>, Real De Azua M.<sup>4</sup>, Azame S.<sup>4</sup>, Reis H.<sup>5</sup>, Reboratti H.<sup>6</sup>

1. INTA EEA Montecarlo. El Libertador 2472. (3384) Montecarlo. Misiones, Argentina. E-mail: [rfernandez@ceel.com.ar](mailto:rfernandez@ceel.com.ar) 2. Fac. de Ciencias Forestales. UNaM. Eldorado. Misiones. Argentina. 3. INTA. Instituto de Suelos. Los Reseros y Las cabañas s/n CC 25 (1712) Castelar, Bs. As. 4. Forestadora Tapebicua SA. Virasoro, Corrientes. Argentina. 5. Pindó SA, Pto Esperanza, Misiones. 6. Asesor del Consorcio Forestal Corrientes Norte. Apóstoles. Misiones.

### Resumen

Este trabajo informa el efecto de diferentes técnicas de establecimiento sobre el crecimiento del *Eucalyptus grandis* Hill. ex Maiden. El experimento fue instalado en el nordeste de Argentina, sobre un suelo rojo profundo (Kandiudalf). El diseño experimental corresponde a un factorial 2x2x3, con cuatro repeticiones. Los tratamientos son combinaciones de: 1.- Manejo de residuos: a) Quema del piso forestal y restos de la tala rasa, b) Mantenimiento de los residuos en superficie; 2.- Roturación del suelo: a) Subsulado a 40 cm de profundidad, b) Rastra a 15 cm de profundidad; 3.- Fertilización: a) 0 g.pl<sup>-1</sup>, b) 150 g.pl<sup>-1</sup>, c) 300 g.pl<sup>-1</sup>, de 15-15-15, (15% de N, 15% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 15% K<sub>2</sub>O). El análisis de los datos de crecimiento, diámetro a la altura del pecho (DAP), altura total (Ht) y volumen (V), registrados a los 21 meses desde la plantación mostró que el DAP, Ht y V manifestaron diferencias significativas sólo en relación al factor dosis de fertilizante; correspondiendo los mayores valores a las parcelas fertilizadas sin que se detectaran diferencias entre los tratamientos de 150 y 300 g.pl<sup>-1</sup>.

Palabras clave: técnicas de establecimiento, *Eucalyptus*, crecimiento, Argentina.

### EFFECTS OF SITE PREPARATION AND FERTILIZATION ON *Eucalyptus grandis* GROWTH. RESULTS AT 21 MONTH.

#### Abstract

This paper reports the effect of different site establishment techniques on the *Eucalyptus grandis* Hill. ex Maiden growth. The study site is located in the northeast of Argentina, in a deep red soil (Kandiudalf). The experimental design is a factorial 2x2x3 with four replications. The treatments are the result of the following combinations: 1.- Residues management a) forest floor and slash burning, b) forest floor and slash retained on the soil; 2.- Soil tillage a) ripping up to 400 mm of depth, b) disc harrow up to 150 mm depth; 3.- Fertilization a)0, b)150, c)300 g.pl<sup>-1</sup> of 15-15-15- fertilizer (15% N, 15% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 15% K<sub>2</sub>O). The growth –at 21 month- data analysis, breast high diameter (BHD), total height (Th), and volume (V), were analyzed. BHD, Th and V showed statistical differences only in relation to fertilization doses. The highest values were found in the fertilized plots. Between the treatments 150 g.pl<sup>-1</sup> and 300 g.pl<sup>-1</sup> no significant differences were detected.

Key words: establishment techniques, *Eucalyptus*, growth, Argentina.

## Introducción

Un paradigma del buen manejo forestal es el mantenimiento de la capacidad productiva de los suelos, a lo largo de las sucesivas rotaciones y, consecuentemente, de la productividad de los bosques.

Según Nambiar (1999) los mayores impactos sobre el sitio ocurren durante el período transcurrido desde la cosecha hasta el establecimiento del nuevo cultivo. La remoción de nutrientes a través de la cosecha representa una considerable pérdida del capital que contiene el ecosistema debido a que una elevada proporción de los nutrientes se localiza en la biomasa aérea (Goncalves y Barros, 1999). Por su lado, de acuerdo a Hopmans et al (1993), la quema de los residuos de cosecha de *Eucalyptus* puede ocasionar pérdidas de nutrientes superiores a las causadas por la cosecha; las cuales, según estimaciones de Goncalves (1995), son del orden de 345 kg de N.ha<sup>-1</sup>, 11 kg P.ha<sup>-1</sup>, 79 kg K.ha<sup>-1</sup> y 129 kg Ca.ha<sup>-1</sup>.

Asimismo, en sitios de segunda rotación, y por causas asociadas a las actividades de cosecha, se han detectado incrementos de densidad aparente del orden del 30 % (Fernández et al, 1998). Según lo observado por Froehlich, 1989 y Fernández et al, 2002, este fenómeno puede afectar el crecimiento de las nuevas plantaciones, efecto que puede compensarse, aunque sea en parte, mediante la labranza vertical, tal lo detectado por Nzila et al (1997) en diferentes clones de *Eucalyptus*. Respecto de la fertilización al momento de la plantación varios autores han observado incrementos significativos en el crecimiento del *Eucalyptus grandis* ante la aplicación de nitrógeno, fósforo y potasio. (Cromer et al, 1993; Simpson et al, 1997).

El objetivo de este trabajo es presentar los resultados de crecimiento obtenidos a los 21 meses desde la plantación, producto parcial del desarrollo de un Proyecto mediante el cual se estudia el efecto de diferentes prácticas de manejo de residuos post-tala rasa, de roturación del suelo y de fertilización sobre el crecimiento del *Eucalyptus grandis* y sobre las propiedades físicas y químicas del suelo.

## Materiales y Métodos.

La experiencia fue instalada entre los meses de septiembre y noviembre de 1997 en el noreste de Corrientes, Argentina, en un campo de la Empresa Forestadora Tapebicuá S.A., aproximadamente a 55° 43´ O de longitud, 28° 05´ S de latitud y a 100 msnm. El clima se caracteriza por una temperatura media anual de 21°C, una mínima absoluta de -2,0°C y una precipitación media anual de 1700 mm de régimen uniforme.

El relieve es suavemente ondulado, con una pendiente del 3-4 %. El suelo pertenece gran grupo de los Kandiudalfes, es rojo, arcilloso, con arcilla del tipo caolinita y óxidos de Fe y Al. Presenta buen drenaje y profundidad efectiva superior a 1,50 metros. En julio de 1997 presentaba: pH en agua: 4,5; carbono orgánico: 2,5 %; nitrógeno total: 0,19 %; P: 2,0 ppm; Ca: 7,3 cmol kg<sup>-1</sup>; Mg: 2,0 cmol kg<sup>-1</sup>; K: 0,21 cmol kg<sup>-1</sup>. Este sitio se encuentra entre los calificados como de alta productividad para la especie en estudio (Parh et al, 2000).

Entre 1978 y principios de 1997, el terreno fue ocupado por una plantación de *Eucalyptus grandis*. En agosto de 1997, previo a la aplicación de los tratamientos, fue realizado el muestreo de los residuos remanentes de la cosecha. Estos últimos fueron clasificados según tamaño en dos clases: finos, menores a 1 cm de diámetro; y gruesos, entre 1 y 15 cm de diámetro. Submuestras de ambas clases fueron enviadas a laboratorio para determinar la concentración de N, P, K, Ca, Mg y Na.

El diseño experimental utilizado corresponde a un factorial de 2 x 2 x 3 dispuesto en bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Cada parcela cuenta con 36 plantas más una línea de bordura. Los tratamientos en evaluación son combinaciones de: 1.- Manejo de residuos: a) Quema del piso forestal y restos de la tala rasa y, b) mantenimiento de los residuos en superficie. 2.- Roturación del suelo: a) Subsulado hasta los 45 cm de profundidad y, b) Pasada doble de rastra de 1m de ancho, hasta 15 cm de profundidad. 3.- Fertilización. Aplicación de fertilizante triple quince (15% de N- 15% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - 15% K<sub>2</sub>O) en dosis de: 0, 150 y, 300 g.pl<sup>-1</sup>.

En septiembre de 1997, se procedió a la aplicación de los tratamientos de manejo de los residuos y de roturación del suelo. A fines de octubre se realizó la plantación con un distanciamiento de 3 m x 4 m. Tres semanas más tarde se aplicó el fertilizante. El producto fue colocado en la línea de plantación, distribuido por mitades de dosis hacia ambos lados a partir de los 10 centímetros y hasta un metro desde las plantas, e incorporado al suelo.

En agosto de 1997 se realizó el muestreo de los residuos. Se los clasificó según tamaño en: a.- Finos: correspondieron al piso forestal y a los residuos de la cosecha como hojas y ramas pequeñas con dimensiones menores de 1 cm de diámetro, b.- Gruesos: material con dimensiones entre 1 y 15 cm de diámetro. Las muestras fueron secadas en estufa a 75°C y enviadas a laboratorio para determinar N, P, K, Ca, Mg.

En julio de 1998 se llevo a cabo un muestreo foliar a efectos de evaluar el contenido de nutrientes por tratamiento. Para ello se conformó una muestra compuesta con hojas correspondientes al último período de crecimiento de 12 árboles dominantes y co-dominantes de cada tratamiento. En agosto del 1998 se efectuó un muestreo de suelos en los espesores 0-10, 10-30 y 30-60cm. La metodología y resultados obtenidos pueden verse en Lupi et al 2002.

En agosto de 1999, a los 21 meses desde la plantación, se relevó el diámetro a la altura del pecho (DAP) de todos lo árboles y la altura total (Ht) de una muestra balanceada por clases diámetricas a efectos del ajuste de una relación hipsométrica. Se procedió al cálculo del volumen individual y medio por parcela, utilizando un factor de forma de 0,45. Los datos se analizaron mediante el análisis de variancia y las medias se compararon mediante la prueba de LSD, a un nivel de significancia del 0,05.

## Resultados

El peso seco de los residuos gruesos fue 7,8 tn.ha<sup>-1</sup>, y el de los finos 16,7 tn.ha<sup>-1</sup>. La Tabla 1 presenta el contenido de nutrientes, correspondiente a cada fracción.

**TABLA 1.** Contenido de nutrientes en residuos de tala rasa de *Eucalyptus grandis* de 19 años edad, según clase de tamaño.

Residuos	Nutrientes (kg.ha <sup>-1</sup> )				
	N	Ca	Mg	K	P
< 1 cm diámetro	46,8	349,8	30,13	16,74	14,0
1-15 cm diámetro	21,8	107,6	9,4	1,6	3,9

El Ca resultó el elemento de mayor importancia en cuanto a su participación en los residuos, tanto finos como gruesos, sucediéndole el N, el Mg, el K y el P. El análisis de los datos de la Tabla 1 permite deducir la relevancia que adquiere la conservación

de los residuos en un contexto de manejo sustentable.

La Tabla 2 presenta las concentraciones de nutrientes por tratamiento resultantes del muestreo foliar. Las mismas, salvo la de Mg, se encuentran dentro del rango considerado óptimo para *Eucalyptus grandis* según Schonau y Herbert (1993).

**Tabla 2:** Concentración de nutrientes (%) en hojas de *Eucalyptus grandis* a los 9 meses de edad, según combinaciones de manejo de residuos, labranza y fertilización.

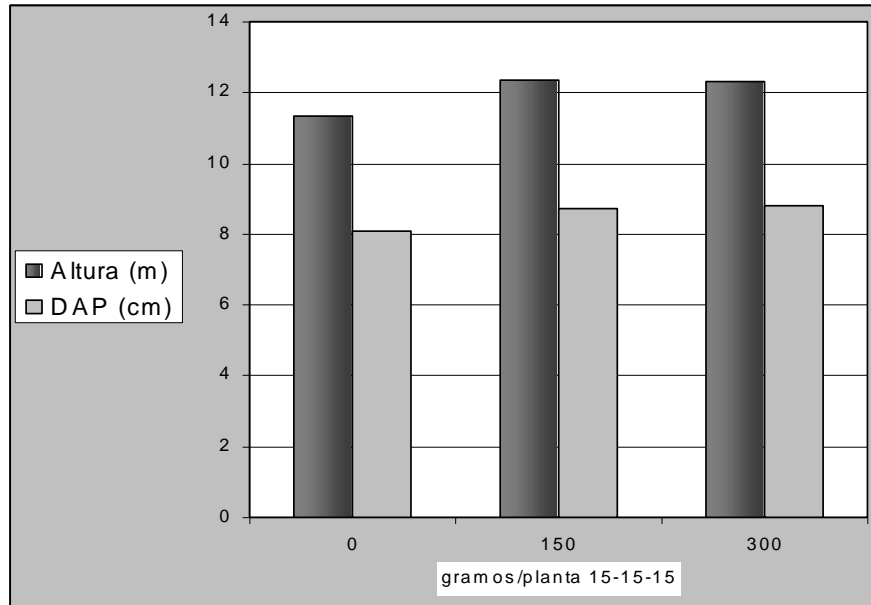
	Técnicas de establecimiento (1)											
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
N	2,20	2,41	2,16	2,30	2,27	2,27	2,48	2,52	2,48	2,13	2,13	2,59
Ca	1,69	1,65	1,65	1,60	1,69	1,69	1,65	1,65	1,65	1,74	1,60	1,65
Mg	0,19	0,18	0,20	0,18	0,21	0,18	0,18	0,20	0,18	0,18	0,18	0,18
K	1,18	1,17	1,21	1,16	1,08	1,11	1,21	1,10	1,01	1,30	1,19	1,05
P	0,19	0,20	0,20	0,23	0,24	0,23	0,24	0,23	0,22	0,25	0,26	0,22

1. T1: quema + subsolado + 0 g.pl<sup>-1</sup>. T2: quema + subsolado + 150 g.pl<sup>-1</sup>. T3: quema + subsolado + 300 g.pl<sup>-1</sup>. T4: Conservación + subsolado + 0g.pl<sup>-1</sup>. T5: Conservación + subsolado + 150 g.pl<sup>-1</sup>. T6: conservación + subsolado + 300 g.pl<sup>-1</sup>. T7: quema + rastreada + 0 g.pl<sup>-1</sup>. T8: quema + rastreada + 150 g.pl<sup>-1</sup>. T9: quema + rastreada + 300 g.pl<sup>-1</sup>. T10: Conservación + rastreada + 0 g.pl<sup>-1</sup>. T11: Conservación + rastreada + 150 g.pl<sup>-1</sup>. T12: Conservación + rastreada + 300 g.pl<sup>-1</sup>.

Mediante la evaluación del crecimiento alcanzado a los 21 meses de establecido el eucalipto, fueron detectadas diferencias significativas en DAP, Ht y volumen, pero sólo para el factor dosis de fertilizantes. Al igual que el análisis efectuado a los 3 meses (Fernández et al, 1998) los mayores valores se correspondieron con las parcelas fertilizadas, no diferenciándose entre las dosis de 150 y 300 g.pl<sup>-1</sup> (Figura 1). Debe destacarse que los porcentuales de crecimiento en relación con el testigo sin fertilizar mantuvieron una tendencia decreciente con el tiempo. Respuestas positivas del *Eucalyptus grandis* a la fertilización inicial fueron obtenidas también por Spina-Franca et al (1984) y Cromer et al (1993).

Si bien no fueron observadas diferencias estadísticas en ninguna de las interacciones, ni entre las modalidades de labranza ni de manejo de residuos, los crecimientos mayores correspondieron a las parcelas quemadas y rastreadas, cuyos valores medios fueron 9 cm para DAP y 9,50 m para Ht. En la evaluación realizada a los tres meses el diámetro a la altura del cuello de las parcelas quemadas resultó significativamente mayor que en aquellas en las cuales se mantuvieron los residuos (Fernández et al, 1998). Esta tendencia concuerda con los resultados de Barros et al (1982) citados en Reis y Barros (1990) y Nzila et al (1997) quienes observaron efectos positivos de la quema sobre el crecimiento del *Eucalyptus spp.* Gonçalves et al 2000, por su lado, detectaron que el efecto de la quema sobre el crecimiento de *Eucalyptus grandis*, inicialmente significativo, disminuyó entre el 2º y 3º año.

La ausencia de diferencias entre subsolado y rastra, sobre el crecimiento, puede estar asociado a la profundidad de trabajo del subsolador, la cual no superó los 40–45 cm. Adicionalmente, los meses siguientes a la plantación fueron muy lluviosos con lo cual uno de los beneficios de la labranza vertical, el de acumular agua, no tuvo mayor oportunidad de manifestarse.



**Figura 1:** Diámetro a la altura del pecho y altura total del *Eucalyptus grandis*, según dosis de fertilizante aplicadas al momento de plantación. Edad: 21 meses.

## Conclusiones

Transcurridos 21 meses desde la plantación, realizada bajo diferentes combinaciones de técnicas manejo de residuos de cosecha, labranzas y dosis de fertilizante, el *Eucalyptus grandis* sólo manifestó diferencias de crecimiento en los tratamientos fertilizados, sin distinción entre de las 150 y 300 g.pl<sup>-1</sup> de triple 15, pero sí respecto de las áreas no fertilizadas. Debe tenerse en cuenta que las mismas tienden a perderse con el transcurso de las evaluaciones. A efectos de una fertilización de arranque con NPK 15-15-15, la dosis de 150 g.pl<sup>-1</sup> resulta la más adecuada.

No obstante los resultados aquí discutidos, la decisión de conservar los residuos es deseable y no debería basarse sólo en respuestas en crecimiento de corto o largo plazo, sino también en la más amplia consideración del ecosistema.

## Agradecimientos

Al Proyecto Forestal de Desarrollo (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación-BIRF) por el apoyo financiero. Al Consorcio Forestal Corrientes Norte por el apoyo recibido. A Ezequiel Fernández Tschieder por la traducción del Resumen.

## Bibliografía

Cromer, R.; Cameron, D.; Rance, S.; Ryan, A.; Brown, M. 1993. Response to nutrient in *Eucalyptus grandis*. 1. Biomass accumulation. *Forest Ecol. and Manag.*, 62: 211-230

Fernández, R. A; Lupi, A. M; Reis, H; Pahr, N; Bernio, B. 1998. Compactación de suelos. Efecto del desmonte y la cosecha forestal sobre un ultisol. En: Avances en

el manejo del suelo y agua en la Ingeniería Rural Latinoamericana. Editores: Balbuena, RH; Benez, SH; Jorajauría, D. Ed. UNLP, La Plata. Pag. 105-112.

- Fernández, R. A.; Lupi, A. M.; Reis, H.; Elizaul, J. 1998. Silvicultura sostenible. Efectos de técnicas de establecimiento post-tala rasa sobre el crecimiento inicial del *Eucalyptus grandis* Hill. ex Maiden en el noreste argentino. En: Actas Primer Congreso Latinoamericano IUFRO. Valdivia, Chile. Noviembre 1998. Disco Compacto. 8 pag.
- Fernández, R. A. P. Mac Donagh A. Lupi; R. Martiarena<sup>1</sup>; P Cortéz. 2002. Relations Between Soil Compaction And Plantation Growth Of A 8 Years-Old Lobolly Pine Second Rotation, In Misiones, Argentine. En: 2002 ASAE Annual International Meeting / CIGR XVth World Congress. Chicago, USA. July 28-July 31, 2002. Actas en CD. 7 pp.
- Froehlich, H. A. 1989. Soil damage, tree growth, and mechanization of forest operations. In seminar on the impact of mechanization of forest operations on the soil. Louvain-la Neuve, Bélgica, 76-86.
- Goncalves, JLM 1995. Efeito do cultivo mínimo sobre a fertilidade do solo e ciclagem de nutrientes. En: Anais do 1er Seminario sobre cultivo mínimo do solo florestais. 43-60
- Gonçalves, JLM; Barros, NF 1999. Improvement of site productivity for short-rotation plantations in Brazil. *Bosque* 20(1): 89:106.
- Hopmans, P; Stewart, HTL; Flinn, DW. 1993. Impacts of harvesting on nutrient in a eucalypt ecosystem in southeastern Australia. *Forest Ecol. and Manag.* 59: 29-51
- Lupi Ana M; Fernández R.; Real De Azua M; Azame S.; Reis H; Reboratti H.; Martiarena R. 2003. Preparación del terreno para la segunda rotación de *Eucalyptus grandis*. Efectos sobre la condición química. Presentado al VII Congreso Argentino de Ingeniería Rural. Balcarce – Mar del Plata. Mayo 2003
- Nambiar, E. 1999. Productivity and sustainability of plantation forests. *Bosque* 20(1):9-21.
- Nzila JD; Bouillet, JP; Hamel, O. 1997. Influence of litter management and soil preparation on the growth of an *Eucalyptus* replantation in the Congo. En Actas: IUFRO Conference on silviculture and improvement of *Eucalyptus*. 246-251. Salvador, Brasil.
- Parh, N; Fernández, R.A.; Lupi, A.M. 2000. Potencial de productividad de los suelos del nordeste de Corrientes para el *Eucalyptus grandis*. *Yvyrareta* 10: 91-92.
- Reis, MGF ; Barros, NF. 1990. Ciclagem de nutrientes em plantios de Eucalipto. En: *Relacao Solo- Eucalipto*. Eds: Barros, NF; Novais, RF. 265-302.
- Schonau, A.P; Herbert, M.A. 1993. Relationship between growth rate, fertilizing and foliar nutrient concentration for *Eucaliptus grandis*. *Fertilizer Res*, 4: 369-380.
- Simpson, J. A; Pegg, R. E; Xiang, D. 1997. Fertilizer responses of *Eucalyptus* in southern China. En Actas: IUFRO Conference on silviculture and improvement of *Eucalyptus*. 219-227. Salvador, Brasil.
- Spina-Franca, F; Martini, SL; Simoes, JW; Da Silva, MG. 1984. Efeito de doses crescentes de fertilizantes minerais aplicadas no plantío de *Eucalyptus grandis*. *IPEF*(26):37-38.