

## Evaluación de las modificaciones del sistema radical de eucalipto causadas por el laboreo

*Assessing the modifications caused by tilling in the eucalyptus root system.*

S. Donoso<sup>1</sup>; C. Sanchez<sup>2</sup>; A. Obispo<sup>2</sup>; F. Ruiz<sup>3</sup>; M. Herrera<sup>2</sup>

Recibido en mayo del 2000; aceptado en julio del 2002

### RESUMEN

El objetivo del trabajo, fue determinar las modificaciones que se producen en el sistema radical de *Eucalyptus globulus* debido al laboreo. El ensayo se realizó en plantaciones ubicadas en la Provincia de Huelva, España. Para analizar el efecto del laboreo sobre las raíces (diámetro < 1 cm) se utilizó el método de Newman. Mediante una sonda, se obtuvieron muestras de raíces a diferentes profundidades de suelo y distancia del árbol. Las muestras obtenidas se analizaron y se determinó la longitud de raíces fisiológicamente activas ( $L_v$ ).

En los suelos arcillosos, los valores de  $L_v$  son mayores que en los suelos arenosos, en los dos estratos de suelo analizados (0-20 cm y 20-40 cm). El laboreo mediante grada de disco, afecta principalmente los primeros 20 cm del perfil de suelo y reduce la densidad de raíces. Sin embargo, no se detectaron diferencias significativas debido a la gran heterogeneidad que presenta la distribución de raíces en el perfil. Este método, no resultó adecuado para el análisis de modificaciones de las raíces producto del laboreo.

**Palabras Clave:** Raíces, daño en raíces, *Eucalyptus globulus*, plantaciones.

### ABSTRACT

The aim of the study was to evaluate the changes that take place in the roots due to plowing. The project was carried out in *Eucalyptus globulus* plantations, located in the Province of Huelva, Spain. Newman method was used in the assesment of the plowing effects that take place in fine-roots (diameter smaller than 1 cm). This method is based in obtaining soil samples at different depths and distances of the trees by a soil recovery probe. The soil volume was analyzed obtaining the physiologically active roots lenght ( $L_v$ ).

The plow of the soil with disk-harrow which takes place in the top 20 cm reduce the density of fine-roots. The trial did not show statistical differences, probably as a result of the high heterogeneity in the root distribution in the soil profile. In soil layers (0-20 and 20-40 cm)  $L_v$  values are higher in loamy soils than in the sandy soils. Finally, the Newman method did not show to be appropriate for detecting root system modifications.

**Key words:** Root, root damage, *Eucalyptus globulus*, plantation.

## 1. INTRODUCCION

En el ámbito forestal son frecuente los estudios de biomasa aérea en diferentes tipos de bosques. Las metodologías propuestas han sido validadas y la información es fácilmente

<sup>1</sup> Departamento de Silvicultura. Universidad de Chile. Casilla 9206. Santiago, Chile.

E-mail: sedonoso@abello.dic.uchile.cl

<sup>2</sup> Departamento de Ingeniería Rural. Universidad de Córdoba. España. E-mail: mclhemam@lucano.uco.es

<sup>3</sup> Centro de Investigación y Tecnología de ENCE. Huelva. España. E-mail: federuiz@interbook.net

comparable entre diferentes trabajos (Madwick, 1983; Satoo, 1970). Esto no ocurre al analizar la biomasa radical o subterránea, debido a la dificultad de realizar estos trabajos y a la variabilidad que presenta, inclusive en una misma especie (Kozlowski et al., 1991; Vogt et al., 1998). A esto se añade que los resultados obtenidos son difícilmente comparables, producto de las diversas metodologías utilizadas que van desde la excavación manual (Nambiar, 1990), el uso de maquinaria (Nicoll y Ray, 1996) o el uso de explosivos (Newton y Cole, 1991), así como de la profundidad de muestreo en el suelo que va desde pocos centímetros a metros (Fogel, 1983).

Los estudios de sistemas radical en plantaciones forestales están asociados principalmente a la respuesta en crecimiento que presentan las plantas a diferentes técnicas de laboreo del suelo previo a la plantación o estudios de biomasa y nutrientes (Dywer et al., 1996; Bahti et al., 1998).

El laboreo en plantaciones de eucalipto es una situación particular que esta documentada en varios países (Congo, España, Francia, etc). El objetivo de esta práctica es doble, por una parte, reducir la competencia de hierbas y arbustos, y en segundo término, enterrar los restos vegetales de las plantas reduciendo el combustible y minimizando los riesgos de incendio. Esta práctica se realiza mediante el uso de tractor y grada de disco. Sin embargo, no se cuentan con antecedentes respecto al efecto del laboreo sobre las raíces.

En general, se puede señalar que existe mayor información respecto a la modificación del sistema radical producto del laboreo en especies de uso agrícola, que en especies forestales.

En el presente trabajo, se analizan las modificaciones de las raíces en árboles de 2 años, producto del laboreo del suelo.

## 2. MATERIALES Y METODOS

La evaluación del sistema radical en plantaciones de *Eucalyptus globulus* fue realizada en dos fincas: La Huerta del Conde y Los Llanos de la Peña, todas ellas ubicadas en la provincia de Huelva, España.

El clima de la zona es típico mediterráneo y las fincas se encuentran dentro del subtipo fitoclimático IV<sub>4</sub> (mediterráneo genuino cálido seco) (Allué, 1990), y presenta 100 a 150 días secos desde el punto de vista fisiológico. La precipitación media anual es de 620 mm y la temperatura media anual es de 17,3 °C. El estrato geológico en La Huerta del Conde corresponde a arenales del Cuaternario (Instituto Geológico y Minero de España, 1966), en el sector estudiado, la textura del suelo es muy arenosa en los primeros 25-30 cm, haciéndose más arcillosos en profundidad, donde a los 35-40 cm se presenta como un aglomerado arcilloso-arenoso sin estructura, con una consistencia muy alta. En Los Llanos de la Peña el estrato geológico es de pizarra y cuarcitas del Devónico, la textura del suelo es arcillo-limosa, y el suelo se presenta como un aglomerado sin estructura. La morfología del terreno en la zona de estudio es casi plana, con pendientes poco frecuentes y muy suaves que no llegan a superar el 10%.

La edad de las plantaciones de *Eucalyptus globulus* analizadas es de 2 años, y fueron laboreada con grada de disco hace seis meses. En cada finca, se establecieron parcelas dentro de las cuales se seleccionaron árboles a los que se les analizó el efecto del laboreo sobre las raíces ( $\varnothing < 1$  cm). Para el muestreo y análisis de raíces, se utilizó el método descrito por Newman (1966). Se establecieron 4 transectas de muestreo por finca. Las muestras de raíces se obtuvieron con una sonda metálica de 1 m de longitud y 2 cm de luz, que se introdujo en el suelo, primero hasta una profundidad de 20 cm y a continuación hasta los 40 cm. Todo ello se

realizó a una distancia de 30, 60, 90 y 120 cm del árbol y en sentido perpendicular al paso de la grada de disco. En total se obtuvieron 32 muestras de volumen conocido por finca. Las muestras tomadas fueron selladas en bolsas de plástico para evitar la pérdida de humedad y se mantuvieron a 5 °C para conservar las raíces fisiológicamente activas. Posteriormente, se separaron las raíces y el suelo por flotación en una corriente de agua. Después de teñir las raíces con Rojo-Congo (1%) y fijarlas con alcohol etílico de 96° se dispusieron sobre una cuadrícula, donde se contaron las intersecciones entre un conjunto de 200 segmentos de 1 cm y los fragmentos de raíz. La longitud radical (R) se estimó con la ecuación 1, donde N es el número de intersecciones entre las raíces y las líneas verticales y horizontales.

$$R = 0,786 * N \quad (\text{Ecuación 1})$$

El valor de longitud radical asociada al volumen de suelo del cual se obtuvo, se denomina  $L_v$  y corresponde a los cm de raíces fisiológicamente activa en un volumen de suelo ( $\text{cm}/\text{cm}^3$  de suelo). Las muestras obtenidas se compararon usando análisis de varianza y la prueba de comparación múltiple de medias de Duncan, y se utilizó un nivel de probabilidad de 0,05.

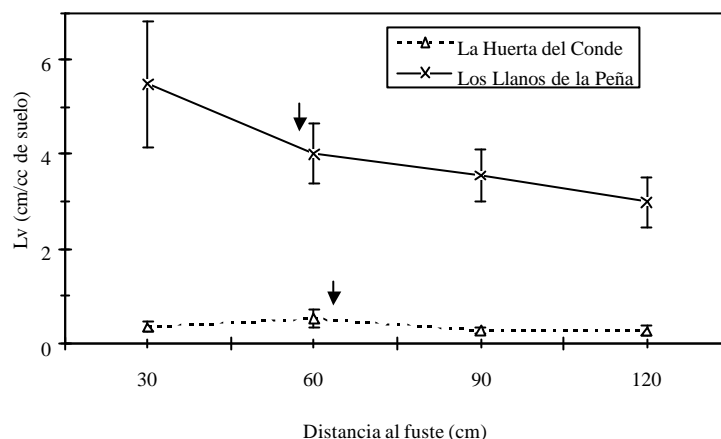
### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de longitud radical ( $L_v$ ) (Figuras 1 y 2) obtenidos son consistentes con otros estudios que emplearon metodologías similares, a pesar de las naturales diferencias de especie o suelo. Es así como Mello et al., (1997), determinaron en plantaciones de *Eucalyptus*, no sometidas a laboreo y creciendo sobre litosoles arcillosos, valores de 0,2 a 2,5  $\text{cm}/\text{cm}^3$ . Sánchez (1999), señala valores de 0,15 a 5,0  $\text{cm}/\text{cm}^3$  en diferentes tipos de suelo para plantaciones de *Eucalyptus globulus*.

La longitud de raíces, en general es más alta en el estrato superficial (0-20 cm) respecto al estrato de 20-40 cm. Esto coincide con las observaciones realizadas en bosques de eucalipto, que se desarrollan en condiciones similares, aunque estas sólo hacen referencia a biomasa radical (Madeira et al., 1989; Fabiao et al., 1995; Donoso et al., 1999).

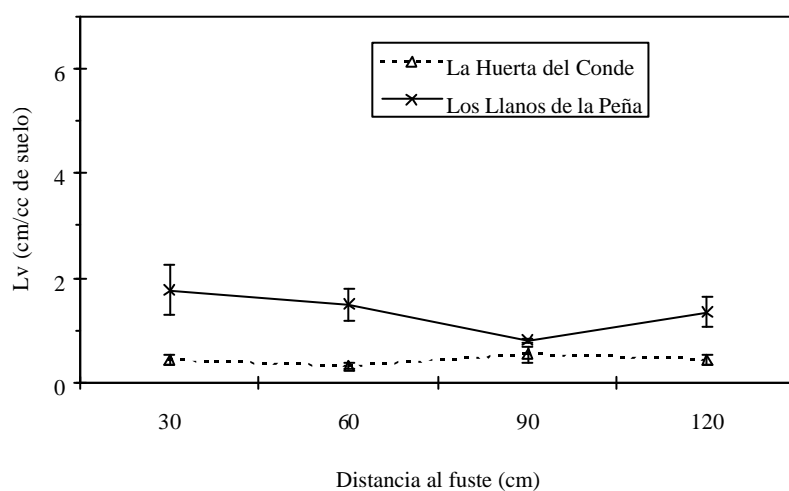
En los suelos arcillosos (Los Llanos de la Peña), los valores de  $L_v$  son mayores que en los suelos arenosos (La Huerta del Conde), para los dos estratos de suelo analizados (0-20 y 20-40) (Figuras 1 y 2). Este resultado es similar al obtenido por Sánchez (1999) en plantaciones de 4 años de edad.

El efecto del laboreo se concentra en el estrato superficial, ya que en la faena sólo se removieron los primeros 20 cm del perfil. Sin embargo, esto no se traduce en un cambio significativo del valor de  $L_v$  ( $p = 0,05$ ), en ninguna de las fincas, al comparar las muestras del sector no laboreado con los puntos más próximos que fueron laboreados. Este resultado se debe a la variabilidad que presenta el parámetro  $L_v$  en el sector no laboreado y laboreado de un mismo estrato (Figura 1), y a la natural heterogeneidad que presenta la distribución de raíces en el perfil de suelo (Donoso et al., 1999).



**Figura 1.** Longitud de raíces fisiológicamente activas a diferentes distancias del árbol en el estrato de 0-20 cm (media  $\pm$  error estándar;  $n = 4$ ). La flecha señala la distancia a la cual paso el disco de la rastra más próximo al árbol.

El estrato 20-40 cm, prácticamente no se vio afectado por el laboreo, pero este hecho se debería traducir en una mayor proliferación de raíces en dicho estrato, tal como señalan Varsa et al. (1997). Esto sólo se aprecia puntualmente en la finca La Huerta del Conde, donde se presenta el mayor valor absoluto de  $L_v$  a 90 cm del fuste en el estrato de 20-40 cm (Figura 2). Sin embargo, este resultado se debería a que en esta finca se presenta un estrato arcilloso a una profundidad de 40 a 50 cm de profundidad, que actúa como una barrera para las raíces. Esto se traduce en que las muestras situadas a 90 y 120 cm del fuste presentan un mayor valor de  $L_v$  en el estrato 20-40 cm, que en el superficial. En la finca Los Llanos de la Peña, no se observa ninguna tendencia.



**Figura 2.** Longitud de raíces fisiológicamente activas a diferentes distancias del árbol en el estrato de 20-40 cm (media  $\pm$  error estándar;  $n = 4$ ).

Con la metodología utilizada, no se logró determinar modificaciones en la longitud de raíces producto del laboreo, a diferencia de lo observado por Donoso et al. (1999), quienes al analizar la biomasa en un suelo similar al de La Huerta del Conde, detectaron una cantidad significativamente mayor de raíces en el sector no laboreado que en el laboreado.

En general, el laboreo del suelo con grada de disco, produce en los primeros 20 centímetros, que corresponde a la profundidad máxima hasta donde remueve el terreno, una reducción de la longitud de raíces. A esto se añade que la mayoría de las raíces de diámetro inferior a 1 cm, aquellas que desarrollan la función de absorber agua y nutrientes, se localizan en los horizontes más superficiales del suelo (Florence, 1996), lo que provocaría un incremento del estrés hídrico de la planta, problemas sanitarios a nivel de las raíces y una peor distribución del sistema radical como señalan Bouillet et al. (1997) y Obispo (1999).

#### 4. CONCLUSIONES

El laboreo del suelo altera los primeros 20 cm del perfil. Luego de seis meses de realizada la faena, la cantidad de raíces fisiológicamente activas no presenta diferencias significativas con el área no laboreada en los dos suelos estudiados.

El método utilizado para la evaluación de raíces presenta ventajas, tales como la facilidad de toma de muestras y la estandarización del procedimiento de laboratorio, aspectos ausentes en otros métodos. Pero la calidad de la información obtenida, no hace conveniente aplicar esta metodología en estudios orientados a analizar modificaciones en el sistema radical.

#### REFERENCIAS

- Allué, J. 1990. Atlas fitoclimático de España. Taxonomías. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, Madrid. 221 p.
- Bahtti, J.; N. Foster y P. Hazlett. 1998. Fine-root biomass and nutrient content in black spruce neat soil with and without alder. *Canadian Journal of Soil Science* 78: 163-169.
- Bouillet, J. P.; N. Ognouabi. y A. Bar-hen. 1997. Influence of soil preparation and weeding on the root development of an hybrid Eucalyptus in the Congo. *Proceeding of the IUFRO Conference on Silviculture and Improvement of Eucalypts*. vol.3, 252-257.
- Donoso, S.; A. Obispo; C. Sánchez; F. Ruiz y M. A. Herrera. 1999. Efecto del laboreo sobre la biomasa de Eucalyptus globulus en el suroeste de España. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales* 8(2): 377-386.
- Dywer, L. Ma. B.; D. Stewart; H. Hayhoe; D. Balchin; J. Culley y M. McGovern. 1996. Root mass distribution under conventional and conservation tillage. *Canadian Journal of Soil Science* 76: 23-28.
- Fabiao, A; M. Madeira; E. Steen; T. Katterer; C. Ribeiro y C. Araujo. 1995. Development of root biomass in a Eucalyptus globulus plantation under different water and nutrient regimes. *Plant and Soil* 168-169: 215-223.
- Florence, R. 1996. Ecology and silviculture of eucalypt forest. CSIRO Publishing, Australia. 414 p.
- Fogel, R. 1983. Root turnover and productivity of coniferous forest. *Plant and Soil* 71: 75-85.
- Instituto Geológico y Minero de España. 1966. Mapa geológico de la Península Ibérica, Baleares y Canarias. Servicio de Publicaciones Ministerio de Industria. Sexta edición. Madrid.

- Kozłowski, T; P. Kramer y S. Pallardy. 1991. The physiological ecology of woody plants. Academic Press, San Diego. 660 p.
- Madeira, M. V.; M. G. Mello; C. A. Alexandre y E. Steen. 1989. Effect of deep ploughing and superficial disc harrowing on physical and chemical soil properties and biomass in a new plantation of *Eucalyptus globulus*. *Soil and Tillage Research* 14: 163-175.
- Madwick, H. 1983. Above-ground weight of forest plot comparison of seven methods of estimation. *New Zealand Journal of Forest Science* 13: 100-107.
- Mello, S; J. Gonçalves; L. Oliveira; J. Comério; L. Jorge; M. Serrano y J. Gava. 1997. Características do sistema radicular em povoamentos de eucaliptos propagados por sementes e estacas. *Proceeding of the IUFRO Conference on Silviculture and Improvement of Eucalypts*. vol.3, 54-62.
- Nambiar, S. 1990. Interplay between nutrients, water, root growth and productivity in young plantations. *Forest Ecology and Management* 30: 213-232.
- Newman, E. 1966. A method of estimating the total length of root in a sample. *Journal of Applied Ecology* 2: 139-145.
- Newton, M. y E. Cole. 1991. Root development in planted Douglas-fir under varying competitive stress. *Canadian Journal of Forest Research* 21: 25-31.
- Nicoll, B. y D. Ray. 1996. Adaptive growth of tree root systems in response to wind action and site conditions. *Tree Physiology* 16: 891-898.
- Obispo, A. 1999. *Silvicultura de Eucalyptus globulus Labill. en la Provincia de Huelva: Efectos del laboreo en el árbol. Proyecto Fin de Carrera. E.T.S.I. Agrónomos y Montes. Universidad de Córdoba. 92 p.*
- Sánchez, C. 1999. *Silvicultura de Eucalyptus globulus Labill. en la Provincia de Huelva: Evaluación y caracterización de la biomasa acumulada del clon 334-1-AR bajo cuatro condiciones. Proyecto Fin de Carrera. E.T.S.I. Agrónomos y Montes. Universidad de Córdoba. 90 p.*
- Satoo, T. 1970. A synthesis of studies by the harvest method: primary production relations in the temperate deciduous forest of Japan, in *Analysis of temperate forests ecosystems*. Springer Verlag, Berlin. 55-72.
- Varsa, E. C.; S. K. Chong; J. O. Abolaji; D. A. Farquhar y F. J. Olsen. 1997. Effects of deep tillage on soil physical characteristics and corn (*Zea mays* L.) root-growth and production. *Soil and Tillage Research* 43: 219-228.
- Vogt, K. A.; D. J. Vogt y J. Bloomfield. 1998. Analysis of some direct and indirect methods for estimating root biomass and production of forest at an ecosystem level. *Plant and Soil* 200: 71-89.

