

# Control del crecimiento lateral de las raíces de especies maderables de rápido crecimiento utilizando gramíneas como barreras biológicas

Michaela Schaller<sup>1</sup>, Goetz Schroth<sup>2</sup>, John Beer<sup>1</sup>, Francisco Jiménez<sup>1</sup>

**Palabras claves:** agroforestería, competencia radicular, *Cordia alliodora*, Costa Rica, *Eucalyptus deglupta*

**CONTROL OF LATERAL ROOT GROWTH OF RAPIDLY GROWING TIMBER SPECIES USING GRAMINEAE AS BIOLOGICAL BARRIERS**

## RESUMEN

Se investigó el potencial de cinco especies de gramíneas como barreras biológicas para reducir la competencia radicular entre árboles maderables de crecimiento rápido (*Eucalyptus deglupta* y *Cordia alliodora*) y cultivos asociados. Las barreras impidieron el paso de las raíces de *C. alliodora* de ocho meses de edad, pero fueron inefectivas contra las raíces de *E. deglupta* de cuatro meses de edad. El crecimiento de ambas especies de árboles en asociación con las gramíneas fue menor que en el control. Debe ser posible mejorar el efecto de las barreras estableciendo varias hileras en lugar de una o reduciendo la distancia de siembra dentro de la hilera.

## SUMMARY

A study was made of the potential of five species of gramineae as biological barriers to reduce root competition between rapidly growing timber trees (*Eucalyptus deglupta* and *Cordia alliodora*) and associated crops. These barriers limited the development of the roots of eight month old *C. alliodora*, but were not effective against the roots of four month old *E. deglupta*. The growth of both tree species was reduced when the barriers were present. It should be possible to increase the barrier effect by establishing several barrier lines instead of only one, or by reducing the inter-plant distance within the barrier.

## INTRODUCCIÓN

La competencia radicular limita el desarrollo de sistemas agroforestales. El "manejo de raíces" del componente arbóreo puede reducir la competencia con los cultivos (Schroth, 1995; 1999). Yocum (1937) demostró que la presencia del sistema radicular del maíz, el cual es relativamente competitivo, restringía el desarrollo lateral y aumentaba el desarrollo vertical de las raíces del manzano (*Malus domestica*). El efecto de las gramíneas sobre la distribución de las raíces de los árboles fue también demostrado por Atkinson *et al.*, (1978). En este estudio, realizado en Costa Rica, se evaluó el potencial de cinco especies de gramíneas, de diferente competitividad, para controlar el desarrollo lateral de las raíces de dos especies maderables de rápido crecimiento: *Eucalyptus deglupta* y *Cordia alliodora*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio de campo se estableció en diciembre de 1997, en el área experimental "La Montaña" del CATIE en Turrialba, Costa Rica (9°53' N; 83°38' O; altitud 602 m, 2684 mm año<sup>-1</sup>, 21.7 °C). Debido al efecto "El Niño" (1998), la precipitación durante los primeros tres meses del estudio fue solamente de 254 mm; el promedio del sitio es de 617 mm. Por esta razón, fue necesario regar árboles y gramíneas dos veces por semana. El suelo es un Andic Eutropept (Kass *et al.*, 1995), desarrollado sobre depósitos aluviales, arcilloso y rico en nutrientes, no tiene piedras y drenado mediante una zanja adyacente al campo experimental. Las parcelas consistieron de hileras individuales de tres árboles, plantados a 0.3 m dentro de la hilera y 1.5 m entre hileras. En un lado de la hilera de árboles, a 30 cm de distancia de éstos, se plantó una hilera de gramínea. Se evaluaron cinco especies: *Cymbopogon nardus*, *Vetiveria zizanioides*

<sup>1</sup> CATIE, Turrialba, Costa Rica, schaller@catie.ac.cr; jbeer@catie.ac.cr; fjimenez@catie.ac.cr; <sup>2</sup> University of Hamburg, c/o Embrapa Amazonia Ocidental, C.P. 319. 69011-970 Manaus-AM, Brazil, schroth@internext.com.br

(vetiver), dos gramíneas frecuentemente usadas en el control de la erosión; *Saccharum* sp. (caña de azúcar); *Panicum maximum* (pasto guinea) o *Brachiaria brizantha*, dos pastos que producen forraje de alto valor nutritivo. Hileras de árboles sin gramíneas fueron utilizadas como control; todos los tratamientos se repitieron tres veces. Las gramíneas fueron establecidas mediante propagación vegetativa, a 12 cm de espaciamiento dentro de la hilera en el caso de *V. zizanioides*, *C. nardus* y *B. brizantha* y a 30 cm para las especies de mayor porte: *Saccharum* sp. y *P. maximum*. Para el establecimiento de los árboles se utilizaron plántulas de viveros en bolsas plásticas. *E. deglupta* fue evaluado a los cuatro meses y *C. alliodora* a los ocho meses después de la plantación, debido al crecimiento inicial más lento de *C. alliodora*. Las raíces de los árboles y de las gramíneas fueron excavadas manualmente, removiendo con cuidado las capas superficiales de suelo, hasta exponer las raíces laterales del árbol. La posición de las raíces fue registrada con la ayuda de una malla de 10 x 10 cm.

## RESULTADOS

**Interacciones entre *C. alliodora* y las gramíneas.** El sistema radicular de *C. alliodora* exploró el suelo de manera relativamente extensiva y consistió solamente en unas pocas raíces finas. Las raíces laterales primarias irradian desde la raíz pivotante a una profundidad de 10-20 cm, profundizando ligeramente conforme se alejaron del tronco (Figura 1). Los sistemas radiculares de árboles vecinos se evitaron mutuamente. La mayoría de las raíces crecieron en dirección opuesta a

la barrera, evitando así el contacto con las raíces de la gramínea, produciendo un sistema radicular fuertemente asimétrico (Figura 1). El pasto guinea, una especie agresiva y de rápido crecimiento, tuvo el efecto barrera más fuerte, impidiendo el paso de las raíces de *C. alliodora*. Los sistemas radiculares de *V. zizanioides* y de *C. nardus* fueron los menos densos y su efecto barrera fue menos pronunciado.

**Interacciones entre *E. deglupta* y las gramíneas.** El sistema radicular de *E. deglupta* se caracterizó por raíces laterales que irradian muy superficialmente desde el tallo. Este sistema radicular desarrolló localmente una red muy densa de raíces finas, donde las condiciones fueron favorables (ej. en sitios con acumulación de hojarasca, fertilizante o cal). En general, las raíces de *E. deglupta* pasaron a través de la barrera, pero fueron influenciadas de diferente manera dependiendo de la especie de gramínea: 1) Pasaron a través de la barrera por "puntos débiles", especialmente entre las cepas vecinas de gramínea. Esto fue probablemente favorecido por el rápido crecimiento de las raíces de los árboles, las cuales llegaron a la línea de gramínea antes de que éstas formaran una barrera radicular densa. Para alcanzar estos "puntos débiles", las raíces de los árboles frecuentemente cambiaron su dirección de crecimiento; 2) Doblaron ligeramente hacia abajo y pasaron bajo la barrera de gramínea; 3) Se dividieron en varias raíces de diámetros más pequeños, las cuales pasaron a través de la barrera creciendo alrededor de cepas individuales de gramíneas (particularmente con vetiver).

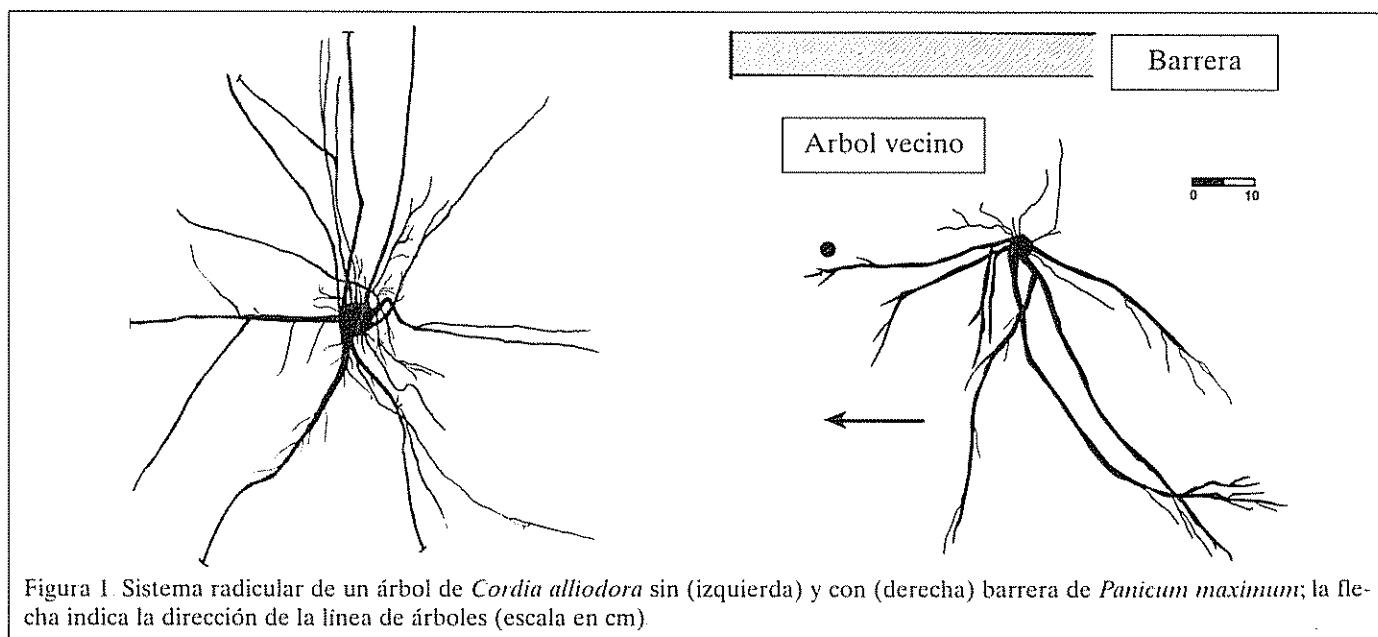
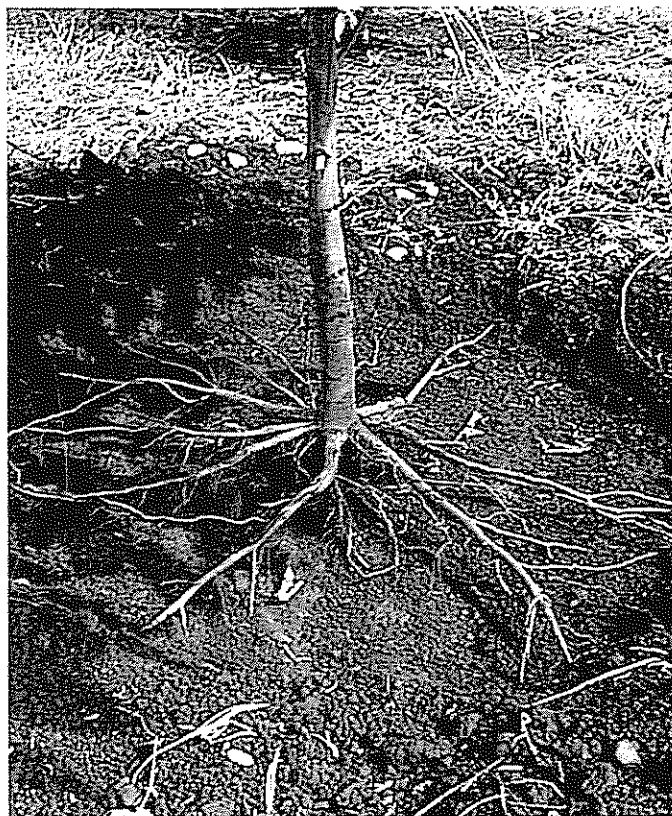


Figura 1 Sistema radicular de un árbol de *Cordia alliodora* sin (izquierda) y con (derecha) barrera de *Panicum maximum*; la flecha indica la dirección de la línea de árboles (escala en cm)



El sistema radicular de *Eucalyptus deglupta* se caracterizó por raíces laterales que crecen muy superficialmente desde el tallo  
(Foto: L. Meléndez)

Esta reacción, observada especialmente en la asociación con *V. zizanioides*, podría llevar a una reducción de la extensión de las raíces del árbol, y de esa manera, a una reducción de la competencia con el cultivo que crece detrás de las barreras y 4) Cuando las raíces de los árboles alcanzaron la barrera en un ángulo pequeño, cambiaron su dirección y crecieron paralelamente a la franja de gramínea sin atravesarla (observado solamente con *P. maximum*). En los dos casos en que las raíces del árbol se toparon con las de *B. brizantha*, se desviaron aproximadamente 90 grados y crecieron alejándose de la barrera.

## DISCUSIÓN

La estrategia del sistema radicular de *C. alliodora* fue evitar el contacto con los sistemas radiculares de árboles vecinos de la misma especie y de las barreras de gramíneas. Este sistema radicular se puede manejar con barreras biológicas, pues aún una única hilera de gramínea forzó a las raíces de *C. alliodora* a crecer en la dirección opuesta y previno, de manera efectiva, que exploraran el suelo más allá de la barrera. Un cultivo que creciera aquí, competiría únicamente con la

gramínea y no con el árbol, al menos en este estado inicial de desarrollo. En contraste, el sistema radicular de *E. deglupta* no respondió a la competencia con las gramíneas, excepto con aquellas fuertemente competitivas (*B. brizantha* y *P. maximum*), cruzó la barrera y se convirtió en un potencial competidor con el cultivo principal.

Se requieren barreras más eficientes para controlar el desarrollo de las raíces de *E. deglupta*. Estas opciones incluyen: 1) escogencia de una especie de gramínea competitiva (bajo el suelo); 2) plantar barreras con hileras múltiples de gramíneas en lugar de barreras de una sola hilera; 3) plantar los árboles después de las gramíneas para que el sistema radicular de éstas últimas esté más denso al momento del contacto con las raíces del árbol y 4) usar fertilización dirigida, ubicando el fertilizante dentro de la línea del árbol para reforzar el efecto barrera. Para que sean eficientes, las barreras deben afectar la distribución de las raíces del árbol y no tanto su crecimiento (en este estudio, las gramíneas redujeron el crecimiento de los árboles hasta un 40% con respecto al testigo, lo cual es excesivo), ser baratas de establecer y manejar y producir otros beneficios como forraje o control de erosión.

## CONCLUSIONES

El desarrollo lateral de las raíces de árboles jóvenes de *C. alliodora* puede ser manipulado con franjas simples de gramíneas. El control del desarrollo radicular de especies arbóreas más agresivas, como *E. deglupta*, requiere de barreras más eficientes. Es necesario dedicar mayor esfuerzo a la identificación de especies gramíneas eficientes y al diseño de barreras eficientes, baratas y productivas. Es necesario estudiar la eficiencia de las barreras en el caso de árboles más viejos.

## BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Atkinson D, Johnson MG, Mattam D and Mercer ER (1978) The effect of orchard soil management on the uptake of nitrogen by established apple trees. *Journal of Science Food and Agriculture* 30: 129-135
- Kass DCL, Jiménez M, Kaufmann JH and Herrera C (1995) Reference soils of the Turrialba valley and slopes of the Irazú volcano. *Soil Brief Costa Rica* N° 2. Turrialba, Costa Rica. CATIE and International Soil Reference and Information Center. 26 p.
- Schroth G (1995) Tree root characteristics as criteria for species selection and systems design in agroforestry. In: Sinclair FL (ed) *Agroforestry: Science, Policy and Practice*. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers. pp. 125-143
- Schroth G (1999) A review of belowground interactions in agroforestry, focussing on mechanisms and management options. *Agroforestry Systems* (in press)
- Yocum WW (1937) Root development of young delicious apple trees as affected by soils and by cultural treatments. University of Nebraska Agricultural Experimental Station. *Research Bulletin* 95: 1-55