

EFECTO DE ÁRBOLES MADERABLES EN BARRERAS ANTIEROSIVAS SOBRE EL CRECIMIENTO DE CAFÉ EN UNA ZONA TROPICAL HÚMEDA DE COSTA RICA

Michaela Schaller¹
Francisco Jiménez²,
Götz Schroth³,
John Beer²

RESUMEN

En los últimos años se ha observado la sustitución de árboles de sombra tradicionales, como *Inga* spp. o *Erythrina* spp., con árboles maderables de crecimiento rápido, por caficultores en América Central. Debido a ese crecimiento rápido, se supone que existe competencia por agua y nutrientes con el café. Se ha demostrado, que el sistema radicular de gramíneas puede restringir el desarrollo lateral y aumentar el desarrollo vertical de las raíces de árboles, reduciendo de esta manera, la competencia entre los árboles y los cultivos asociados. Estas gramíneas pueden cumplir, al mismo tiempo, la función de barreras antierosivas. Se evaluó el efecto de los árboles maderables *Eucalyptus deglupta* o *Cordia alliodora* con o sin barreras vivas de vetiver (*Vetiveria zizanioides*) o brachiaria (*Brachiaria brizantha*) sembradas a ambos lados de las líneas de árboles, sobre el crecimiento de café (*Coffea arabica* Var. Catuaí) en comparación con el sistema tradicional de café asociado con poró (*Erythrina poeppigiana*). El crecimiento de los árboles fue satisfactorio, aunque fue limitado por el ataque de hormigas cortadoras. Con 16 meses de edad, la altura promedio del eucalipto fue de 6.1 m y la del laurel de 2.7 m. El crecimiento del café fue parecido en los tratamientos con poró y con los maderables sin barreras. Los tratamientos con barreras mostraron un desarrollo menor, debido a la reducción en el crecimiento del café en las líneas de los árboles, limitado en ambos lados por las barreras. Las hileras de café que tenían la barrera solamente en un lado, no fueron afectadas por las mismas.

Durante la fase de establecimiento (16 meses) y bajo las condiciones del experimento (alta precipitación y alto nivel de fertilización), los árboles maderables no mostraron una competencia fuerte por agua y nutrientes con el café. Barreras antierosivas de vetiver y brachiaria en fajas simples no perjudicaron el café y se recomiendan en terrenos inclinados.

¹ Universidad de Bayreuth, Instituto de Ciencias de Suelo, c/o Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), 7170 Turrialba, Costa Rica, Fax: (506) 556 77 66, E-mail: schaller@catie.ac.cr; ² Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), 7170 Turrialba, Costa Rica; ³ Universidad de Hamburgo, Instituto de Botánica Aplicada, c/o Embrapa Amazônia Ocidental, C.P. 319, 69011-970 Manaus-AM, Brasil

Palabras clave: árboles maderables, *Inga* spp. o *Erythrina* spp, *Eucalyptus deglupta* o *Cordia alliodora*, sombra, barreras vivas, vetiver (*Vetiveria zizanioides*)

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, se ha observado la sustitución de árboles de sombra tradicionales del café, como *Inga* spp. o *Erythrina* spp., con árboles maderables de crecimiento rápido (Beer *et al.* 1997, Galloway y Beer 1997), como *Eucalyptus deglupta* (eucalipto) y *Cordia alliodora* (laurel), por los caficultores en América Central. Esto se debe a los precios bajos del café, a la opción de tener otro producto comercial (madera) y para reducir la mano de obra asociada con el manejo de la sombra de los árboles de servicio (Tavares *et al.* 1999). La introducción de especies maderables en Costa Rica, sobre todo, de *E. deglupta*, fue también favorecida por el pago de incentivos forestales (Viera *et al.* 1999). Sin embargo, debido a su crecimiento rápido, que por ejemplo puede llegar a un incremento anual de más de 5 m de altura para *Eucalyptus* y entre 2-3 m para *Cordia* (Geilfus 1994), se supone que existe competencia por luz, agua y nutrientes entre los árboles maderables y el café asociado. Una posibilidad de reducir la competencia entre los árboles y cultivos asociados, en la capa superficial, es en manipular las raíces arbóreas para que se desarrollen en

profundidades mayores y/o en áreas limitadas (Schroth 1995, 1999). Se ha demostrado que el sistema radicular de gramíneas, que es relativamente competitivo, puede restringir el desarrollo lateral y aumentar el desarrollo vertical de las raíces de árboles (Yokum 1937, Atkinson *et al.* 1978). En un estudio preliminar se observó que el sistema radicular del laurel es muy sensitivo a la competencia de gramíneas, mientras la extensión lateral del sistema radicular del eucalipto fue solamente restringida cuando se usaron barreras vivas muy competitivas y en densidades muy altas (Schaller *et al.* 1999).

Al mismo tiempo, las barreras vivas pueden controlar significativamente la erosión de suelo de pendientes. En muchos cafetales en América Central y otras regiones del mundo, la pérdida de la capa fértil es un problema grave, debido al cultivo en zonas de pendiente y/o la práctica cultural de mantener el cafetal "limpio". El problema se presenta más en cafetales recién establecidos, por la escasa cobertura del suelo. Una barrera viva que se ha usado mucho es el vetiver (*Vetiveria zizanioides*) por su poca competitividad con los cultivos asociados y su alta capacidad en retener el suelo (National Research

Council 1993). La desventaja de esta especie es que tiene poco valor comercial. Por lo tanto, es importante también evaluar la aptitud de gramíneas forrajeras, por ejemplo, para el control de erosión de suelo. Una gramínea con poca extensión lateral y un sistema radicular muy denso es, por ejemplo, la brachiaria (*Brachiaria brizantha*) que es muy apeticible para el ganado.

El interés de este estudio fue evaluar el comportamiento del café asociado con árboles maderables en comparación con el sistema tradicional con poró. Al mismo tiempo, se evaluó el efecto de barreras antierosivas dobles de vetiver y brachiaria sobre el crecimiento de plantas de café, que – sembradas entre los árboles maderables y el café – pueden también reducir la competencia entre los mismos. Además las estructuras antierosivas logran mayor estabilidad, cuando son apoyadas por árboles.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció a finales del año 1998 en un cafetal nuevo cerca de Atirro, Turrialba, Costa Rica (9°49' Lat. N. y 83°39' Long. O., 797 m.s.n.m., temperatura promedio anual de apr. 20°C, 3000 mm de precipitación anual). El uso anterior del terreno fue de una plantación de

macadamia abandonada, y el suelo es un Andic Dystrudept (Soil Survey Staff, 1999). Los tratamientos fueron: café (*Coffea arabica* Var. Catuaí) asociado con árboles maderables de *E. deglupta* o *C. alliodora*, con barreras vivas de vetiver o de brachiaria o sin barrera, más un testigo con poró (*Erythrina poeppigiana*) como árbol tradicional de sombra en café. El café fue sembrado a 2 m entre hileras y 0.8 m entre plantas (2 plantas/golpe) y los árboles a 14 m entre hileras y 3.2 m entre árboles, en las hileras de café. Las barreras fueron sembradas a doble línea a 90 y 110 cm, en ambos lados de la línea de los árboles. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con tres repeticiones.

Se evaluó el crecimiento de los árboles (altura y diámetro del tallo a la altura del pecho) y del café (altura y diámetro del tallo en la base de la planta (10 cm arriba del suelo) para ambas guías). Para evaluar el efecto de los árboles sobre el café se hicieron mediciones separadas para las diferentes hileras de café, según su distancia de la hilera de los árboles. Además se midió el sombreado del café por los árboles con un ceptómetro. Las lecturas se realizaron encima de las plantas de café entre las 10 a.m. y las 2 p.m. bajo condiciones similares de radiación solar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los árboles de *E. deglupta* mostraron un crecimiento acelerado, con una altura promedio de 6.1 m (s.d.=1.1) y un diámetro promedio de 7.6 cm (s.d.=1.6) en 16 meses. El crecimiento del laurel fue más lento, con una altura promedio de 2.7 m (s.d.=0.7) y un diámetro promedio de 3.7 cm (s.d.=1.7) con la misma edad. El laurel, que es sensitivo a la compactación del suelo (CATIE 1994), mostró un crecimiento reducido en algunas partes del ensayo donde hubo antiguas terrazas preparado con tractor y por lo tanto mayor compactación del suelo. Un factor limitante para el crecimiento de ambas especies ha sido el fuerte y casi continuo ataque de hormigas zompopas (*Atta* spp. y *Acromyrmex* spp.). La altura máxima para el eucalipto fue 9.1 m y para el laurel 4.4 m, lo que indica que ambas especies tienen un mayor potencial de crecimiento que el crecimiento actual, limitado por el ataque de las zompopas. No se detectaron diferencias en el crecimiento de los

árboles entre los tratamientos con y sin barrera, lo que significa, que el crecimiento de los árboles no fue limitado por la competencia de las barreras vivas. También podría ser el resultado del ataque de las zompopas.

El crecimiento de café fue rápido debido a la alta aplicación de insumos por parte de la finca (apr. 2 t fertilizante ha⁻¹ a⁻¹). Con 18 meses de edad, la altura promedio de las plantas fue 1.1 m y el diámetro basal promedio 2.1 cm. Entre los tratamientos hubo diferencias significativas ($p=0.049$) en el crecimiento de café: el diámetro fue mayor en las plantas del tratamiento con poró (2.11 cm) y luego en los tratamientos con los árboles sin barreras (2.09 cm). El diámetro del tallo en los tratamientos con la barrera vetiver fue 2.04 cm y el diámetro menor se encontró en los tratamientos con la barrera de brachiaria (2.00 cm). Los cafetos en las líneas con los árboles siempre mostraron un crecimiento menor que las líneas puras de café (Cuadro 1).

Cuadro 1: Diámetro del tallo de las plantas de café (10 cm sobre el suelo) a los 18 meses en las líneas puras de café y en las líneas con *Cordia alliodora* o *Eucalyptus deglupta*, con y sin barreras vivas de *Brachiaria brizantha* o *Vetiveria zizanioides*, en Turrialba, Costa Rica.

Tratamiento	Diámetro de café (cm) en las líneas puras de café ¹⁾	Diámetro de café (cm) en las líneas con árboles ²⁾	P ³⁾
Laurel sin barrera	2.09	2.05	0.337
Eucalipto sin barrera	2.10	2.02	0.078
Laurel con vetiver	2.10	1.89	0.0001
Eucalipto con vetiver	2.07	1.84	0.0001
Eucalipto con brachiaria	2.04	1.88	0.0006
Laurel con brachiaria	2.00	1.88	0.007

¹⁾ n=80; ²⁾ n=20; ³⁾ análisis de contraste ortogonal

En el caso de laurel sin barreras, la reducción en el diámetro de las plantas de café en las líneas con árboles en comparación con las demás líneas fue mínima y no significativa. Para el eucalipto sin barrera la misma reducción fue casi significativa. La diferencia entre especies de árboles puede ser causada por la mayor competitividad del eucalipto, expresado por su crecimiento mucho más rápido que el del laurel. Otra posibilidad relacionada es la mayor densidad de sombra bajo eucalipto, con una reducción de la radiación solar entre 3 y 81% en la línea de los árboles (promedio de 46%). La menor reducción de sombra (3%) resultó a la par de árboles cuyas hojas fueron comidas por las zompopas. La

reducción promedio de la radiación solar en la línea del laurel fue, con un promedio de 35%, no tan serio como en el caso de eucalipto. El laurel casi no tuvo efecto de sombra en las líneas de café vecinas, mientras que la reducción de la radiación fotosintética activa en eucalipto en líneas vecinas de café varió entre un promedio de 10 y 30%, dependiendo de la exposición. Considerando que en esta zona ocurre nubosidad muy temprano (ya a partir de las 11 a.m.), puede ser que la tasa de fotosíntesis del café debajo del eucalipto esté reducida por falta de radiación solar. Para los tratamientos con barreras, la reducción en el crecimiento de café en la línea de los árboles, con barreras a 1 m de distancia en los dos lados fue, por lo general,

altamente significativa. No se presentaron diferencias significativas entre las barreras aunque se esperaba que la brachiaria fuese más competitiva por su crecimiento más vigoroso. Una posible explicación es que las chapias frecuentes y más fuertes en el caso de la brachiaria, disminuyeron su competitividad radical. La primera línea de café a la par de las barreras (y línea de árboles) no mostró un crecimiento reducido en ningún tratamiento excepto del tratamiento de laurel con brachiaria donde el diámetro del café en las líneas a la par de las barreras estuvo insignificativamente reducido en comparación con las líneas de café más lejano de las barreras. Esto indica, que los árboles todavía no tenían un efecto negativo sobre el café fuera de la hilera de los árboles y además, que la presencia de las barreras vivas en solamente un lado de la hilera de café, no tuvo un efecto negativo sobre su crecimiento. Solamente las plantas de café en la línea central se desarrollaron menos a causa de la competencia de los árboles y de las franjas de barreras a ambos lados. Es posible, que en estos resultados ya se nota el efecto de la restricción de la extensión lateral de las raíces de los árboles y una acumulación de las mismas dentro del espacio delimitado por las barreras, aunque los árboles, sobretodo de laurel, eran todavía demasiado pequeños para obtener efectos muy claros. No hubo

diferencias entre el crecimiento de café en la primera hilera arriba de las barreras, donde se acumula el suelo atrapado, y la línea abajo, que no tiene el efecto benéfico del acumulo de suelo. Detrás de las primeras barreras de ambas especies (según su posición en la pendiente) se formaron terrazas de hasta más que medio metro de altura durante la duración del experimento. El acumulo de suelo detrás de la segunda barrera fue mucho menos. Con más duración es probable que el café en las línea arriba de las primeras barreras tenga un mayor crecimiento

CONCLUSIONES

Bajo condiciones de alta precipitación y un nivel alto de fertilidad del suelo y/o fertilización del cafetal, árboles jóvenes de *Eucalyptus deglupta* y *Cordia alliodora* no tuvieron un efecto negativo significativo sobre el crecimiento del café. Debido a su crecimiento mucho más rápido, *E. deglupta* da sombra a una edad más temprana que el laurel, que es una ventaja sobre todo en regiones calientes y soleadas. Al mismo tiempo, la competencia entre el eucalipto y el café fue solamente un poco y - a esta edad - insignificativamente mayor que entre el laurel y el café.

Las dos barreras vivas se mostraron muy eficaz en reducir la erosión de

suelo que se presenta sobre todo en plantaciones recién establecidas debido a la escasa cobertura de suelo. Por lo tanto, el uso de la gramínea forrajera brachiaria podría ser una alternativa interesante al vetiver que no tiene mucho valor económico además de la protección de suelo. Para un mejor control de erosión, se recomiendan dos franjas seguidas de barreras vivas. Sin embargo, las estructuras antierosivas con barreras a ambos lados de una línea de café resultaron en una reducción significativa en el desarrollo de las plantas de café entre las barreras. A mediano plazo, estos efectos de competencia pueden ser compensados por la reducción de pérdidas de suelo y fertilizante debido al efecto antierosivo de las barreras y por la reducción de la competencia entre los árboles maderables y el café.

BIBLIOGRAFÍA

- Atkinson, D; Johnson, MG; Mattam, D; Mercer, ER. 1978. The effect of orchard soil management on the uptake of nitrogen by established apple trees. *J. Sci Food Agric* 30: 129-135.
- Beer, J; Muschler, R; Somarriba, E; Kass, D. 1997. Maderables como sombra para café. *Boletín PROMECAFE* (Guatemala) 76/77: 5-7.
- CATIE. 1994. Laurel. *Cordia alliodora* (Ruiz y Pavón) Oken. Especie de árbol de uso múltiple en América Central. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 52 p. (Serie Técnica. Informe Técnico No. 239).
- Galloway, G; Beer, J. 1997. Oportunidades para fomentar la silvicultura en cafetales en América Central. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 168 p.
- Geilfus F (1994) El Arbol al servicio del agricultor. Manual de Agroforestería para el desarrollo rural. Volumen 2. Guía de Especies. Enda-Caribe. Turrialba, Costa Rica, 778 p.
- National Research Council. 1993. Vetiver Grass: A thin line against erosion. Washington. D.C., National Academic Press. 171 p.
- Schaller, M; Schroth, G; Beer, J; Jiménez, F. 1999. Control de crecimiento lateral de las raíces de especies maderables de rápido crecimiento utilizando gramíneas como barreras biológicas. *Agroforestería en las Américas* 6 (23): 36-38.
- 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, Neth-

- erlands, Kluwer. p 125-143.
- Schroth, G. 1999. A review of belowground interactions in agroforestry, focussing on mechanisms and management options. *Agrofor. Syst.* 43 (1-3): 5-34.
- Soil Survey Staff (1999) *Keys to Soil Taxonomy*. 8th edition. SMSS technical monograph no. 19., Pocahontas Press Blacksburg, Virginia. 600 p.
- Tavares, FC; Beer, J; Jimenez, F; Schroth, G; Fonseca, C. 1999. Experiencia de agricultores de Costa Rica con la introducción de árboles maderables en plantaciones de café. *Agroforestería en las Américas* 6 (23): 17-20.
- Viera, CJ; Koepsell, E; Beer, J; Lok, R; Calvo, G. 1999. Incentivos financieros para establecer y manejar árboles maderables en cafetales. *Agroforestería en las Américas* 6 (23): 21-23.
- Yokum, WW. 1937. Root development of young delicious apple trees as affected by soils and by cultural treatments. *Univ. Nebraska Agric Exp Stat Res Bull* no. 95: 1-55.