

# AGROFORESTERIA

Vol. 7 N°26 2000

EN LAS AMERICAS

[www.catie.ac.cr/informacion/rafa/](http://www.catie.ac.cr/informacion/rafa/)



**Investigación  
Agroforestal de  
Posgrado 1999**



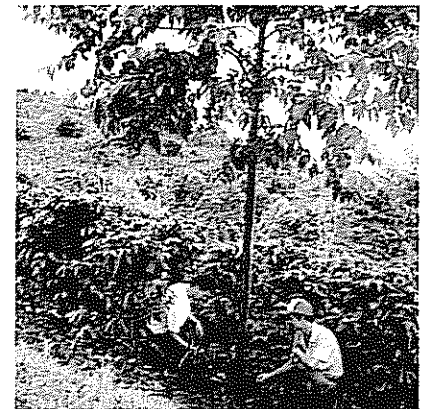




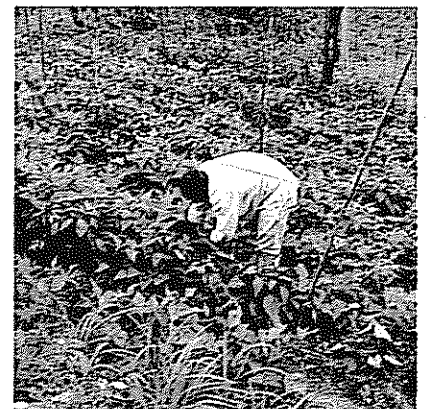
<b>1. Editorial</b>	
La agroforestería en el nuevo siglo: retos y perspectivas	
<b>2. Agroforestales en América</b>	
<b>3. Avances de Investigación</b>	
<i>E. Neri/J. Beer/E. Somarriba/M. Gómez/D. Current</i>	
Validación, adopción inicial y difusión de tecnología agroforestal en cacaoales con indígenas Ngöbe en Panamá	7
<i>E. Segura/J. Faustino/F. Jiménez/G. Páez/M. Gómez/M. Ibrahim</i>	
Contribución de las tecnologías agroforestales a la economía y el bienestar de los pequeños productores en tierras de ladera en El Salvador	10
<i>D. Leal/D. Kass/R. Lok/E. Kopsell/M. Ibrahim</i>	
×Evaluación participativa de alternativas agroforestales para la producción de palmito ( <i>Bactris gasipaes</i> ) en tierras de ladera del Atlántico de Costa Rica	14
<i>H. Lagha/C. Aliv/A. Olivier</i>	
Metodología para evaluar el potencial de sistemas agrícolas y agroforestales en el norte de Honduras	17
<i>V. Levasseur/A. Olivier/E. Somarriba</i>	
Sistemas agroforestales tradicionales en una comunidad maya en Belice	21
<i>J. Salegio/N. T. Krogman/M. Veeman/J. Faustino</i>	
Prácticas agroforestales: barreras sociales e incentivos para la participación rural en El Salvador	24
<i>G. Bonilla/E. Somarriba</i>	
Tipologías cafetaleras del Pacífico de Nicaragua	27
<i>J. U. Castellón/R. Muschler/F. Jiménez</i>	
Abonos orgánicos: efecto de sombra y altitud en almácigos de café	30
<i>J. O. Samayoa/V. Sánchez</i>	
Importancia de la sombra en la incidencia de enfermedades en café orgánico y convencional en Paraíso, Costa Rica	34
<i>A. C. Romero/F. Jiménez/R. Muschler</i>	
Crecimiento de almácigo de café con abono tipo bocashi y follaje verde de <i>Erythrina poeppigiana</i>	37
<i>E. Salazar/R. Muschler/V. Sánchez/F. Jiménez</i>	
×Calidad de <i>Coffea arabica</i> bajo sombra de <i>Erythrina poeppigiana</i> a diferentes elevaciones en Costa Rica	40
<i>M. Boulay/E. Somarriba/A. Olivier</i>	
Fenología de cacao bajo árboles de sombra en Talamanca, Costa Rica.	43
<i>J. C. Camargo/M. Ibrahim/E. Somarriba/B. Finegan/D. Current</i>	
Factores ecológicos y socioeconómicos que influyen en la regeneración natural del laurel en sistemas silvopastoriles del trópico húmedo y subhúmedo de Costa Rica	46
<i>H. J. Andrade/M. Ibrahim/F. Jiménez/B. Finegan/D. Kass</i>	
Dinámica productiva de sistemas silvopastoriles con <i>Acacia mangium</i> y <i>Eucalyptus deglupta</i> en el trópico húmedo	50
<i>M. H. Souza de Abreu/M. Ibrahim/C. Harvey/F. Jiménez</i>	
×Caracterización del componente arbóreo en los sistemas ganaderos de La Fortuna de San Carlos, Costa Rica	53
<i>P. E. Chesney/A. Schlönvoig/D. Kass</i>	
Producción de tomate con soportes vivos en Turrialba, Costa Rica	57
<i>R. Tardieu/D. Kass/A. Olivier</i>	
Efecto de prácticas agroforestales y agrícolas sobre el rendimiento de frijol y la disponibilidad de fósforo en un andisol de Costa Rica	61
<i>M. Cody/W. McGill/J. Alegre/D. Gill/D. Kass/R. Rothwell</i>	
Patrones de liberación y distribución de nitrógeno en barbechos mejorados	65
<b>4. ¿Cómo hacerlo?</b>	
<i>E. Somarriba</i>	
Diseño del pensum mínimo de una maestría interactiva en Agroforestería Tropical	68
<b>5. Noticias Agroforestales</b>	72
<b>6. Reseñas Agroforestales</b>	74
<b>7. Publicaciones Agroforestales</b>	77
<b>8. Agenda Agroforestal</b>	81



La abundancia del componente arbóreo difiere según el tipo de sistema de producción. Página 53.



Los sistemas más diversificados con café se encuentran en fincas pequeñas. Página 27.



Los abonos verdes y el estiércol incrementan el rendimiento en relación a parcelas sin insumos. Página 61.

En la presente edición fungió como Editor Técnico el Dr. Francisco Jiménez, Investigador Agroforestal CATIE.

# La agroforestería en el nuevo siglo: retos y perspectivas

Durante los últimos tres años, la Revista Agroforestería en las Américas (RAFA) ha dedicado un número por año para la publicación de resúmenes de investigaciones agroforestales realizados por estudiantes de postgrado de CATIE. Este trabajo se inició con la publicación de las tesis de maestría en Agroforestería Tropical y poco a poco ha incluido información sobre otras actividades de investigación y enseñanza, hasta convertirse en uno de los instrumentos de referencia obligatoria para identificar la tendencia del CATIE en agroforestería. Este año, nuevamente la RAFA dedica un espacio para la divulgación de resultados agroforestales de la investigación de estudiantes de maestría y doctorado, pero también incluye resultados de investigaciones realizadas por estudiantes de intercambio de las Universidades de Alberta y Laval (Canadá).

Tradicionalmente, la investigación agroforestal del CATIE —tanto en sistemas agroforestales como silvopastoriles— ha estado concentrada en aspectos biofísicos, ecológicos, de manejo y productividad; esta tendencia se reflejaba en la temática de los artículos publicados en la RAFA. Sin embargo, en este número en particular, el tema socioeconómico acaparó uno de los primeros lugares, al igual que los sistemas agrosilviculturales con cultivos perennes (seis artículos cada uno). Los sistemas silvopastoriles y los sistemas agrosilviculturales con anuales tuvieron una segunda posición con tres artículos cada uno. El contenido de este número permite vislumbrar la tendencia de la investigación agroforestal en el CATIE. Aspectos nuevos como por ejemplo la investigación participativa y los estudios de adopción están ganando importancia principalmente por su vínculo directo a las actividades desarrolladas en el campo. Para los centros académicos de investigación y desarrollo tecnológico es importante y necesario revisar sus pro-

gramas de investigación agroforestal, para que los aspectos socioeconómicos formen parte integral de la tendencia de investigación agroforestal en el CATIE.

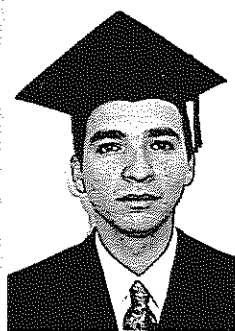
La globalización de la economía trae nuevos retos para el sector rural en las Américas. La competitividad del sector productivo agrícola tiene mayor importancia cada día. Para los técnicos e investigadores agroforestales, esta tendencia podría significar un cambio en la orientación de actividades hacia la búsqueda de sistemas de producción agroforestal más eficientes en términos de costos de producción, o con un menor uso de insumos externos. Por otro lado, el desarrollo de sistemas de producción para nichos específicos de mercado, tales como la producción orgánica en sistemas agroforestales, ofrece nuevas oportunidades para la producción y comercialización de cultivos tradicionales como café y cacao.

En 1998, el huracán Mitch mostró en forma clara la vulnerabilidad de la sociedad centroamericana ante fenómenos de esta magnitud. El actual uso no sostenible de la tierra y la falta de planificación urbana ponen en peligro el desarrollo potencial en la región. El uso inadecuado de la tierra junto con el cambio climático global son un gran reto para investigadores, planificadores y la sociedad en general. Es tiempo de ser más realistas y definir prioridades para un desarrollo regional sostenible. En este proceso, la agroforestería como tecnología alternativa a la agricultura intensiva tiene mucho que ofrecer. La investigación agrosilvicultural y silvopastoril debería orientarse más hacia problemas integrales a nivel de paisaje o cuenca, tomando en cuenta e integrando en sus metodologías y resultados los componentes principales de estos sistemas: las comunidades, los cultivos, el bosque, el agua y la biodiversidad; generando así sistemas de producción agroecológicamente mejorados.



Markku Kanninen  
Director Programa de Investigación, CATIE

## Agroforestales en América



**HERNAN JAIR ANDRADE CASTAÑEDA**, nació Colombia en 1973. Estudió en la Universidad de Tolima, Ibagué, Colombia, donde se graduó de Ingeniero Agrónomo en 1995. Trabajó como Asistente de Investigación y como Investigador en Formación en CORPOICA, Colombia. Con fondos propios y de Fundatrópicos ingresó al Programa de Maestría en Sistemas Agroforestales Tropicales del CATIE

en enero de 1998 y obtuvo su grado en diciembre de 1999. Tel: 441-2719. Email: hjandrade@starmedia.com



**ELOINA NERI DE MATOS**, nació en Brasilia de Minas, Brasil en 1963. Estudió en la Universidade Federal da Bahía donde se graduó de Ingeniera Agrónoma en 1991. Trabajó como Asesora Educacional en Asociaciones de pequeños productores rurales, en la búsqueda de alternativas sustentables de producción y comercialización de productos agrícolas. Con fondos de la OEA ingresó al Programa de maestría en sistemas Agroforestales Tropicales del CATIE

en enero de 1998 y obtuvo su grado en diciembre de 1999. Dirección: Rua 2 N° 300 Sao Félix de Araguaia.



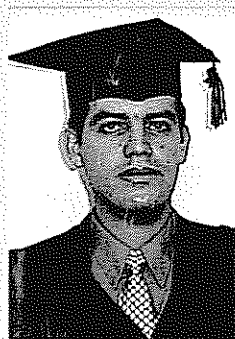
**GLENDA DEL CARMEN BONILLA ZUÑIGA**, nació en Nicaragua en 1962. Estudió en la Universidad Nacional Agraria, donde se graduó de Ingeniera Agrónoma en 1987. Trabajó como responsable técnica de un vivero forestal (Viveros El Paraíso). Fue jefe del Departamento de Silvicultura de la Escuela de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional Agraria y Coordinadora del Proyecto de Sistemas Agroforestales. Con fondos de DANIDA ingresó al Programa de Maestría en Sistemas Agroforestales Tropicales del CATIE en enero de 1998 y obtuvo su grado en diciembre de 1999. Dirección: Colonia Los Robles VIII etapa No.35 Teléfono: (505)270-0735. E-mail: gbonillazu@hotmail.com

en enero de 1998 y obtuvo su grado en diciembre de 1999. Dirección: Colonia Los Robles VIII etapa No.35 Teléfono: (505)270-0735. E-mail: gbonillazu@hotmail.com



**EUFEMIA SEGURA MAGAÑA**, nació en Santa Ana en El Salvador en 1967. Estudió en la Universidad Católica de Occidente de El Salvador donde se graduó como Ingeniera Agrónoma en 1996. Trabajó como Extensionista del CENTA, como Asistente Técnico Agropecuario y Forestal de pequeños y medianos productores. Administró y manejo proyectos financiados con fondos de inversión y fue Coordinadora de grupos ecológicos en El Salvador. Con fondos de DANIDA ingresó al Programa de Maestría en Sistemas Agroforestales Tropicales del CATIE en enero de 1998 y obtuvo su grado en diciembre de 1999. Dirección: Calle Panamericana Barrio San Antonio frente Hermaco Santa Ana.

en enero de 1998 y obtuvo su grado en diciembre de 1999. Dirección: Calle Panamericana Barrio San Antonio frente Hermaco Santa Ana.



**JUAN CARLOS CAMARGO GARCIA**, nació en Colombia en 1967. Estudió en la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, donde se graduó de Agrólogo en 1992. Trabajó en la Secretaría de Agricultura de Risaralda, Colombia, como Profesional Unidad Regional de Planificación Agropecuaria (URPA), Corporación Autónoma Regional de Risaralda Proyecto de Planificación Ambiental, Cuenca Alta del Río San Juan. Fue Coordinador del Área Biofísica Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad Tecnológica de Pereira. Profesor de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Tecnológica de Pereira. Docente Investigador GTZ ( Proyecto Facultad de Ciencias Ambientales Universidad Tecnológica de Pereira). Dirección: Finca La Julita, Pereira Risaralda Colombia, Facultad de Ciencias Ambientales

Tel: 0057- 63-212443. Email: jupipe@Utp.edu.co

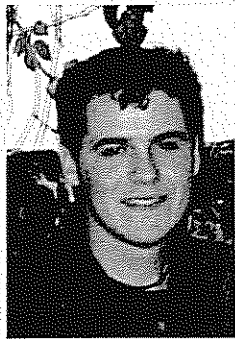


**DEBORAH LEAL RODRIGUEZ**, nació en Brasil en 1971. Estudió en la Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém donde se graduó de Licenciada en Medicina Veterinaria en 1993. Trabajó en Brasil como Investigadora en parasitología y anatomía de animales amazónicos (PET/ CAPES/Brasil) y Científica Inicial en manejo de vida silvestre con énfasis en ungulados amazónicos y ecología del cerdo semi-feral criado en el Estuario Amazónico. En Costa Rica ha trabajado como consultora veterinaria privada y con el Programa de Manejo de Vida Silvestre de la UNA, Costa Rica. Con fondos propios y ODA ingresó al Programa de Maestría en Sistemas Agroforestales Tropicales del CATIE en enero de 1998 y obtuvo su grado en diciembre de 1999. Dirección: 25 m. este de Palí-Guápiles, Limón, Costa Rica. Teléfono: 710-0158. E-mail: deborahleal@hotmail.com

En Costa Rica ha trabajado como consultora veterinaria privada y con el Programa de Manejo de Vida Silvestre de la UNA, Costa Rica. Con fondos propios y ODA ingresó al Programa de Maestría en Sistemas Agroforestales Tropicales del CATIE en enero de 1998 y obtuvo su grado en diciembre de 1999. Dirección: 25 m. este de Palí-Guápiles, Limón, Costa Rica. Teléfono: 710-0158. E-mail: deborahleal@hotmail.com



## ESTUDIANTES DE INTERCAMBIO



**MICHAEL JONATHAN CODY**, nació en Alberta, Canadá en 1969. Estudió en la Universidad de Alberta, donde se graduó como Bachiller forestal en 1992. Trabajó como forestal en la industria privada en Alberta, Canadá realizando diversas actividades relacionadas con la forestería (1992 – 1995). En la actualidad trabaja para la Compañía Komex International S.A. una empresa consultora sobre medio ambiente. Con fondos del International Development Research Center ingresó a la Universidad de Alberta donde obtuvo su maestría en Agroforestería en 1999. Dirección: 832 McPherson Rd. N.E., Calgary, AB, CANADA T2E 4Z5 Tel: 403 264 1953. Email: mcody@calgary.komex.com



**MICHAEL BOULAY**, nació en Québec, Canadá en 1967. Estudió en la Universidad de Laval, donde se graduó de Bachiller en Agronomía en 1991. Ha trabajado como Consultor en agronomía en Rwanda (1991-1993) y en la República Centroafricana (1993-1996). En la actualidad es representante de OXFAM-Québec en Bolivia, Chile y Brasil. Con fondos del International Development Research Center ingresó al Programa de Maestría de la Universidad de Laval, donde obtuvo su maestría científica en Agroforestería en 1998. Dirección: Edificio Esperanza, piso 8 Oficina 5, La Paz, Bolivia. Tel: (591-2)365910. Email: oxfamqc@zuper.net (Michel Boulay).



**HAKIM LAGHA**, nació en Québec, Canadá en 1970. Estudió en la Universidad de Laval, donde se graduó de Bachiller en Agronomía en 1995. Desde su egreso de la Universidad trabaja como consultor agroambiental en el Club Agroambiental Plein Champs en Granby, Québec. Con fondos del International Development Research Center ingreso al Programa de Maestría de la Universidad de Laval, donde obtuvo su maestría científica en Agroforestería en 1998. Dirección: 104 Wellington app. 14, Granby (Québec), J2H1A7, Canada. Tel: 1 (450) 777-3904 Email: hakim.lagha@sympatico.ca



**VIRGINIE LEVASSEUR**, nació en Chicoutimi, Québec, Canadá en 1972. Estudió en la Universidad de Laval, donde se graduó de Bachiller en Agronomía en 1996. Ha trabajado en aspectos sociales, económicos y políticos de sistemas agroforestales en Belice, Perú y Mali (África del Este). En la actualidad se encuentra realizando su Ph.D. en agronomía Tropical y Estudios Rurales (Universidad de Laval- Universidad de Toulouse le Mirail, Francia). Con fondos del International Development Research Center ingresó al Programa de Maestría de la Universidad de Laval, donde obtuvo su maestría científica en Agroforestería en 1998. Dirección: Département de Phytologie, Université Laval, Sainte-Foy, G1K7P4, Canadá. Email: virginie\_lev@hotmail.com



**RACEL MARIE THÉRÈSE TARDIEU**, nació en Loretteville, Québec, Canadá en 1972. Estudió en la Universidad de Laval, donde se graduó de Bachiller en Ciencias de la Bio-Agronomie en 1995. Trabajó en el desarrollo de un programa de enseñanza y extensión para pequeñas cooperativas agrícolas en Bolivia y Perú (1997-1998). En la actualidad es responsable del Proyecto SOCODEVI en Bolivia dedicado a la diversificación agrícola y alternativas de producción rentables. Con fondos del International Development Research Center ingresó al Programa de Maestría de la Universidad de Laval, donde obtuvo su maestría científica en Agroforestería en 1999. Dirección: 1) Avenida Irala 421, Primer Piso, Casilla 6289, Santa Cruz, Bolivia. Tel: (591) 3-377825; 2) 6794 de Honfleur, Tríos Rivières, Québec, Canada. Tel: (819) 371-1204. Email: racheltardieu@yahoo.com

**JULIUS VAN-TROI SALEGIO**, nació en Santa Tecla, La Libertad, El Salvador en 1968. Estudió en la Universidad de Carleton, Ottawa, Canadá, donde se graduó de Bachiller en Antropología en 1996. Trabajó como investigador en Economía en el Servicio Forestal y Recursos Naturales de Canadá, asistente de investigación en la Sección de Economía Rural en la Universidad de Alberta y apoyando un programa internacional para la juventud a través de una ONG llamada "Pueblo Partisans". Con fondos del International Development Research Center ingresó a la Universidad de Alberta, Canadá donde obtuvo maestría en abril del 2000. Dirección: 8507-85 avenida Edmonton, Alberta, Canadá, T6C 1G5 (780)440-1493. Email: jsalegio@gpu.srv.ualberta.ca

# Validación, adopción inicial y difusión de tecnología agroforestal en cacaotales con indígenas Ngöbe en Panamá<sup>1</sup>

Eloína Neri<sup>2</sup>, John Beer<sup>3</sup>, Eduardo Somarriba<sup>4</sup>,  
Manuel Gómez<sup>5</sup>, Dean Current<sup>6</sup>

**Palabras clave:** crecimiento, *Cordia alliodora*, extensión, sobrevivencia

**Validation, initial adoption and dissemination of agroforestry technology in cocoa plantations with Ngöbe indigenous people, Panama.**

## RESUMEN

Los promedios de sobrevivencia, altura total y dap del maderable *Cordia alliodora* (dos años de edad) en sistemas agroforestales con *Theobroma cacao* o con *Musa* spp. sembrado en 28 fincas por indígenas Ngöbe en la región de Bocas del Toro, en Panamá, fueron 70%, 3.4 m y 4.6 cm, respectivamente. Los agricultores estaban satisfechos con la tecnología propuesta; su principal motivación para sembrar *C. alliodora* era de tipo económico. La tecnología es sencilla y de fácil ejecución, excepto la poda del cacao. Las tasas de adopción fueron altas: 81 y 51%, en dos comunidades. Con relación al proceso de extensión, los agricultores desean recibir más asistencia técnica y, específicamente, visitas de los técnicos en sus fincas. Los días de campo (trabajo comunal en parcelas agroforestales) no resultaron actividades efectivas de capacitación.

## ABSTRACT

The average survival, total height and stem diameter at breast height of the timber tree *Cordia alliodora* (age 2 years) in agroforestry systems with *Theobroma cacao* or with *Musa* spp., planted in 28 farms of indigenous Ngöbe populations in Bocas del Toro, Panamá, were 70%, 3.4 m and 4.6 cm, respectively. The farmers were satisfied with the technology proposed and their main motivation for planting *C. alliodora* was economic. The technology is simple and easy to carry out, except for cacao pruning. The adoption rates were high: 81 and 51% in two communities. With respect to the extension process, farmers wanted more technical assistance, especially on-farm visits. The field days (communal workdays in agroforestry plots) were not efficient training activities.

## INTRODUCCIÓN

Entre 1988 y 1995, el Proyecto CATIE/GTZ/ANAM (Autoridad Nacional del Medio Ambiente) demostró la factibilidad biofísica y económica de la siembra del maderable *Cordia alliodora* (laurel) dentro de cacaotales establecidos en el trópico húmedo bajo, en el Atlántico de Panamá (Somarriba y Domínguez 1994, Cambroneiro y Platen 1995). En 1996, el Proyecto comenzó a difundir esta tecnología con los indígenas Ngöbe, en la región de Bocas del Toro. El objetivo de este estudio fue evaluar el comportamiento biofísico del laurel sembrado por los Ngöbe, entender las ventajas y limitaciones de la tecnología bajo el manejo de los agricultores, medir la adopción inicial y evaluar el proceso de extensión.

## METODOLOGÍA

El estudio fue conducido con agricultores indígenas Ngöbe en las comunidades de La Gloria y Valle de Riscó en Bocas del Toro, Panamá; esta es una región situada en la zona de vida Bosque Húmedo Tropical (Holdridge 1978). La población del estudio incluyó 47 familias en La Gloria y 31 en Valle de Riscó. Para las mediciones biofísicas y socioeconómicas, se utilizaron parcelas temporales (25 posiciones de siembra del maderable) y entrevistas con preguntas abiertas en 16 fincas de Valle de Riscó y 12 de La Gloria.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Sobrevivencia y crecimiento de *C. alliodora*.** El prome-

<sup>1</sup> Basado en Neri, E. 1999. Validación, adopción inicial y difusión de tecnología agroforestal en cacaotales con indígenas Ngöbe, Panamá. Tesis M.Sc., CATIE, Turrialba, Costa Rica. <sup>2</sup> M.Sc. en Agroforestería Tropical, CATIE, Turrialba, Costa Rica 1999. <sup>3</sup> Profesor Investigador, CATIE. Email: jbeer@catie.ac.cr <sup>4</sup> Profesor Investigador, CATIE. Email: esomarri@catie.ac.cr <sup>5</sup> Investigador, CATIE. Email: mgomez@catie.ac.cr <sup>6</sup> Consultor Socioeconomía.



dio general de sobrevivencia de *C. alliodora* (70%) pareció elevado (Cuadro 1), pues superó el 60% obtenido en los experimentos que generaron la tecnología en la región (Somarriva y Domínguez 1994). Sin embargo, este promedio sólo corresponde a las 28 fincas donde la siembra fue exitosa y no a la población total; en 26 fincas hubo una mortalidad promedio del 95% y por lo tanto, no fue posible establecer una parcela de evaluación.

La altura de los árboles de *C. alliodora* fue mayor en Valle de Risco. Su sobrevivencia, altura y dap fueron mayores con musáceas (*Musa* spp.) que con cacao (*Theobroma cacao*). Los fustes fueron clasificados como erectos (67%), poco retorcidos (13%), muy retorcidos (4%), bifurcados (12%) y quebrados (4%); sin diferencias entre comunidades, pero con menor cantidad de árboles bien formados en las plantaciones con musáceas. El Incremento Medio Anual (2.2 cm para dap y 1.7 m para altura) está dentro de lo esperado para esta especie (Johnson y Morales 1972, Greaves y McCarter 1990).

Cuadro 1. Sobrevivencia, dap y altura total de *Cordia alliodora* con 23 a 25 meses de edad, en sistemas agroforestales con *Theobroma cacao* o con *Musa* spp. en las comunidades Ngöbe de Valle de Risco y La Gloria, Panamá.

Comunidad o asocio	Sobrevivencia (%)	Altura total (m)	Dap** (cm)	Fuste erecto (%)
<b>Comunidad</b>				
Valle de Risco	78 (11) <sup>a</sup> *	3.6 (2.4) <sup>a</sup>	4.7 (2.4) <sup>a</sup>	67 (21) <sup>a</sup>
La Gloria	61 (27) <sup>b</sup>	3.1 (2.0) <sup>b</sup>	4.5 (2.0) <sup>a</sup>	69 (15) <sup>a</sup>
<b>Asocio</b>				
SAF con cacao	65 (21) <sup>b</sup>	3.3 (2.4) <sup>b</sup>	4.3 (2.2) <sup>b</sup>	71 (15) <sup>a</sup>
SAF con musáceas	86 (09) <sup>a</sup>	3.8 (1.9) <sup>a</sup>	5.1 (2.4) <sup>a</sup>	58 (26) <sup>b</sup>
<b>Promedio general</b>	<b>70 (20)</b>	<b>3.4 (2.3)</b>	<b>4.6 (2.3)</b>	<b>67</b>

\*Los valores entre paréntesis corresponden a la desviación estándar. Valores con letras iguales en una columna, para comunidad o asocio, no difieren significativamente (Tukey  $\alpha=0.05$ ).

\*\* Los valores de dap corresponden a un promedio del 40% de los árboles de la parcela, que lograron un tamaño suficiente para medir esta variable

**Evaluación Ngöbe de la siembra de pseudoestacas de laurel dentro de cacaotales establecidos.** La mayoría de los agricultores (96%) afirmó que *C. alliodora* fue el mejor árbol para sembrar dentro de cacaotales y apreciaron la tecnología difundida por el proyecto. Los principales motivos de aceptación fueron: crecimiento rápido (54%), poca sombra (50%), ausencia de plagas y enfermedades y baja mortalidad (25%). El interés principal por plantar los árboles fue económico: de todos los entrevistados, el 59% plantó *C. alliodora* pensando en vender la madera, el 15% para uso doméstico y el 26% pensando en ambos usos. Los agricultores están cambiando la sombra tradicional, compuesta por árboles de leña y otras especies sin valor comercial, por *C. alliodora*, para generar ingresos con la venta de la madera y así reducir las consecuencias de las constantes fluctuaciones de los precios del cacao en el mercado internacional. La especie *C. alliodora* tiene la ventaja de ser nativa y conocida por los agricultores, lo que elimina la incertidumbre de una especie desconocida.

**Ejecución de las recomendaciones del proyecto.** La mayoría de las recomendaciones tecnológicas del proyecto fueron fáciles de adoptar, muy compatibles con la cultura y los sistemas de producción de los Ngöbe y no presentaron mayores problemas de ejecución (Cuadro 2), por lo que el índice de ejecución de las recomendaciones (89%) fue alto. La eliminación de la sombra tradicional (79%) no provocó ninguna dificultad, pero la recomendación "poda del cacao" no fue plenamente adoptada (60%). El menor índice de ejecución se debió, probablemente, a que la poda drástica recomendada no es compatible con la cultura de los indígenas.

**Adopción y ampliación de la siembra de árboles.** La mayoría de los agricultores está en la primera fase de adopción (seguimiento) de la siembra de árboles (Cuadro 3). El porcentaje general (45%) de las personas que realizaron ampliación de la tecnología (segunda etapa

Cuadro 2. Ejecución de las recomendaciones para la siembra de *Cordia alliodora* con *Theobroma cacao* en dos comunidades Ngöbe en Panamá.

Comunidad	Ejecución de las recomendaciones (%)*							
	Limpieza	Poda	Siembra	Estaca	Selección	Chapias	Elim.	IER
Valle de Risco	100	59	100	100	77	95	68	86
La Gloria	100	60	100	95	95	100	90	91
Global	100	60	100	98	86	98	79	89

\*Recomendaciones del proyecto para la siembra de *C. alliodora* en cacaotales: Limpieza = limpieza del terreno; Poda = poda del cacao antes de la siembra de *C. alliodora*; Siembra = siembra de todas las pseudoestacas recibidas; Estaca = colocación de estaca señaladora junto a la pseudoestaca sembrada; Selección = selección del eje principal de *C. alliodora*; Chapias = realización de dos o más chapias después de la siembra; Elim. = eliminación de la sombra tradicional; IER = Índice de ejecución de recomendaciones. Las cifras representan los porcentajes de agricultores que ejecutaron cada recomendación.

de adopción) fue elevado, considerando la corta duración del programa de difusión (dos años). Las principales especies plantadas en esta segunda etapa de adopción fueron: *C. alliodora*, *Carapa guianensis* (bateo), *Cedrela odorata* (cedro) y *Minquartia guianensis* (criollo). Hubo más rechazo desde la primera etapa en La Gloria (49%) que en Valle de Riscó (19%). Las razones dadas por los productores para la mortalidad de los árboles fueron: falta de manejo, principalmente de chapias y sombra excesiva, porque sembraron dentro del cacaoal, sin podarlo.

Cuadro 3. Grados de adopción de la siembra de pseudoestacas de *Cordia alliodora* en comunidades Ngöbe, en Panamá.

Comunidad	Aceptación de la tecnología <sup>1</sup>	Porcentaje de adopción	
		Seguimiento <sup>2</sup>	Ampliación <sup>3</sup>
Valle de Riscó	31 (= 100 %)	81	61
La Gloria	47 (= 100 %)	51	26
Total	78 (= 100 %)	63	45

<sup>1</sup> # de agricultores que recibieron pseudoestacas de laurel; <sup>2</sup> porcentaje de agricultores que sembró y manejó las pseudoestacas y a los dos años obtuvo una sobrevivencia superior al 40%; <sup>3</sup> porcentaje de agricultores que sembró otros árboles maderables por iniciativa propia y sin ayuda externa.

**Proceso de capacitación y difusión de la tecnología.** En el proceso de difusión trabajaron un ingeniero forestal de ANAM, que actuó como coordinador y un asistente de campo del proyecto GTZ. En Valle de Riscó, el grupo agroforestal, ya organizado y con experiencia anterior en la siembra de árboles, renunció al proceso de capacitación (excepto a las visitas de los técnicos), mientras que La Gloria recibió gran atención del proyecto (Cuadro 4).

La siembra de árboles maderables constituyó una innovación para los agricultores de La Gloria y las visitas de los técnicos a las fincas deberían haber sido más frecuentes en ambas comunidades. Los agricultores manifestaron el deseo de recibir visitas (93%) y recomendaron al proyecto dar asistencia técnica y visitar las fincas (67%). Es probable que la tasa de adopción de la siembra de árboles en La Gloria (la comunidad sin experiencia previa) podría haber mejorado si se hubieran visitado más las fincas y se hubiera dado seguimiento a las plantaciones. A pesar de que hubo mayor número de días de campo en esta comunidad, los técnicos participaron pocas veces en estas actividades, que se transformaron en días de trabajo colectivo de los agricultores, básicamente para realizar chapias y no en eventos de capacitación efectivos.

Cuadro 4. Participación en el proyecto de difusión de la tecnología agroforestal CATIE/GTZ/ANAM de dos comunidades Ngöbe en Panamá.

Característica	Valle de Risco	La Gloria	Promedio
Número estimado de familias por comunidad	350	250	300
Número de familias participantes en abril/97	31	47	39
Fincas visitadas por los técnicos (%)*	25	36	30
Deseo de recibir visitas de los técnicos a la finca (%)*	88	100	94
Fincas donde se realizó día de campo (%)*	38	100	69
Participación en días de campo por familia (promedio)	4.5	32	18

\* El porcentaje se calculó con base en las familias participantes (78) y no en todas las familias de cada comunidad.

### CONCLUSIONES

Es factible sembrar laurel en plantaciones establecidas de cacao o musáceas en las fincas de los indígenas Ngöbe en Bocas del Toro, Panamá. Los árboles presentaron una buena sobrevivencia, pero un espaciamiento muy reducido (promedio 4.8 m), que resultó en una densidad excesiva para estos sistemas agroforestales. El alto grado de ejecución de las recomendaciones difundidas demuestra que son acertadas y están dentro de la capacidad de los agricultores; sólo se debe mejorar la recomendación "poda del cacao". Las tasas de adopción del 81% en la comunidad Valle de Riscó y del 51% en La Gloria son promisorias y muy alentadoras y demuestran el potencial de la tecnología desarrollada por CATIE/GTZ/ANAM. Sin embargo, existen debilidades en el proceso de difusión de esta tecnología que requieren más atención por parte del proyecto.

### LITERATURA CITADA

Cambronero, HI; Platen, HH.von. 1995. Maderables como alternativa para la sustitución de sombras en cacaoales establecidos: la economía. Turrialba, CR. CATIE. 30 p. (Serie Técnica. Informe Técnico no. 259)

Greaves, A; McCarier, PS. 1990. *Cordia alliodora*. A promising tree for tropical agroforestry. Oxford, UK: Oxford Forestry Institute. 37 p. (Tropical Forestry Papers no. 22).

Holdridge, LR. 1978. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica. IICA. 216 p.

Johnson, P; Morales, R. 1972. A review of *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken. Turrialba 22: 210-220.

Somarrriba, E; Domínguez, L. 1994. Maderables como alternativa para la sustitución de sombra en cacaoales establecidos. Manejo y crecimiento. Turrialba, CR. CATIE. 95 p. (Serie Técnica. Informe Técnico no. 240).





# Contribución de las tecnologías agroforestales a la economía y el bienestar de los pequeños productores en tierras de ladera en El Salvador<sup>1</sup>

Eufemia Segura<sup>2</sup>, Jorge Faustino<sup>3</sup>, Francisco Jiménez<sup>4</sup>,  
Gilberto Páez<sup>5</sup>, Manuel Gómez<sup>6</sup>, Muhammad Ibrahim<sup>7</sup>

**Palabras clave:** agroforestería, árboles de uso múltiple, granos básicos, relación beneficio-costo (B/C), tasa interna de retorno (TIR), valor actual neto (VAN)

**Contribution of agroforestry technologies to the economy and welfare of small producers on hillsides of El Salvador**

## RESUMEN

## ABSTRACT

Se caracterizó la configuración espacial de los cultivos anuales y los árboles de uso múltiple (AUM) que conforman los sistemas agroforestales en El Salvador. Se encontraron 39 combinaciones; predominan *Eucalyptus camaldulensis* con maíz/sorgo, maíz/sorgo/frijol y maíz/frijol, seguidos por *E. camaldulensis* + *Tectona grandis* con maíz/sorgo/frijol, *E. citriodora* con maíz/sorgo y *E. camaldulensis* con maíz en monocultivo. Las demás combinaciones aparecen con menor frecuencia. Los AUM incrementan entre un 11 y un 60% los beneficios obtenidos de los cultivos tradicionales y los arreglos agroforestales, desde un 12 a un 22%. *T. grandis* fue la especie más rentable. Entre los arreglos, los bosquetes, los bosquetes al contorno y en callejones fueron los de mayor rentabilidad.

The spatial configuration of annual crops and multipurpose trees (MPT) which constitute agroforestry systems in El Salvador was characterized. Thirty-nine different combinations were found, of which *Eucalyptus camaldulensis* with maize/sorghum, maize/sorghum/beans and maize/beans followed by *E. camaldulensis* + *Tectona grandis* with maize/sorghum/beans, *E. citriodora* with maize/beans and *E. camaldulensis* with maize predominated. The remaining combinations appeared with less frequency. Multipurpose trees increased the benefits obtained from traditional cropping by 11 to 60% and from agroforestry systems by 12 to 22%. The most profitable tree was *T. grandis* and the most profitable arrangements were rotational tree fallows, trees on the contour and alley farming.

## INTRODUCCIÓN

En El Salvador, el crecimiento de la población ha provocado la destrucción de muchos bosques primarios, lo que ha generado un desequilibrio en el uso de los recursos naturales que dificulta las condiciones de vida, sobre todo de los pobladores rurales. Los sistemas agroforestales son una opción con muchas ventajas (biofísicas, ambientales y socioeconómicas) para los pequeños agricultores de zonas tropicales. Desde 1992, el Centro Na-

cional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA) de El Salvador ha impulsado, promovido y transferido tecnologías con árboles de uso múltiple (AUM) (Portillo 1994, Juárez 1995). El objetivo de este estudio fue evaluar el impacto socioeconómico de las tecnologías agroforestales adoptadas por los pequeños productores en zonas de ladera de El Salvador.

<sup>1</sup> Basado en Segura, E. 1999. Contribución de las tecnologías agroforestales a la economía y el bienestar de los pequeños productores en tierras de ladera en El Salvador. Tesis M.Sc., CATIE, Turrialba, Costa Rica. <sup>2</sup> M.Sc. en Agroforestería Tropical, CATIE, Turrialba, Costa Rica 1999. <sup>3</sup> Líder Proyecto Focuecas. Email: jfaustin@catie.ac.cr. <sup>4</sup> Profesor Investigador, CATIE. Email: fjimenez@catie.ac.cr. <sup>5</sup> Decano Escuela de Postgrado, CATIE. Email: gpaez@catie.ac.cr. <sup>6</sup> Economista Área de Socioeconomía Ambiental, CATIE. Email: mgomez@catie.ac.cr. <sup>7</sup> Profesor Investigador, CATIE. Email: mibrahim@catie.ac.cr

## METODOLOGÍA

El estudio se realizó en cuatro regiones de trabajo del CENTA (San Andrés, Izalco, Santa Cruz Porrillo y Morazán) en El Salvador e incluyó 80 parcelas con árboles de uso múltiple establecidas por el CENTA conjuntamente con los agricultores.

A cada uno de los propietarios de las parcelas se le aplicó un formulario con preguntas abiertas y cerradas, que permitió recopilar información sobre aspectos socioeconómicos, costos de producción, rendimientos de los cultivos de granos básicos, tipos de arreglos agroforestales, valoración del comportamiento de los arreglos (ventajas, desventajas y percepción del beneficio) manejo y aprovechamiento de las parcelas agroforestales.

Para identificar las especies y los arreglos agroforestales de mayor aceptación se recolectó información sobre las especies y los arreglos elegidos por el productor al inicio de la actividad y en las ampliaciones de las parcelas, se verificaron las ampliaciones y se identificaron los criterios para la selección y las consideraciones para no ampliar las parcelas con AUM.

Para determinar la rentabilidad económica de los AUM y los sistemas agroforestales se recolectó información sobre: costos de producción, rendimientos y beneficios económicos de los principales cultivos; volumen en pie de las plantaciones forestales, sobrevivencia e incremento medio anual; valoración de la plantación en pie y del producto extraído; costo de la



La especie arbórea predominante fue *E. camaldulensis*, que abastece de materia prima para las necesidades forestales de la familia. La combinación maíz/sorgo y el arreglo en bosquetes fueron los mayoritariamente encontrados (Foto: E Segura)

plantación forestal; rentabilidad de la plantación para los diferentes arreglos y especies. Los indicadores financieros utilizados fueron: valor actual neto (VAN), tasa interna de retorno (TIR), relación beneficio costo



(B/T), valor esperado de la tierra (VET) e incremento promedio anual (IPA).

**RESULTADOS**

**Combinaciones de árboles y granos básicos.** De las 133 combinaciones posibles, se identificaron 39 en las 80 fincas estudiadas. La combinación de *E. camaldulensis* con maíz/sorgo y los sistemas maíz/sorgo/frijol y maíz/frijol fueron los sistemas predominantes (Cuadro 1). En segundo nivel se ubica *E. camaldulensis* y *T. grandis* combinado con maíz/sorgo/frijol, seguido de maíz con *E. camaldulensis* y maíz/sorgo con *E. citriodora*. El componente forestal más frecuente es *E. camaldulensis* (41%), que fue la especie más diseminada por el proyecto MADELEÑA. Los cultivos predominantes fueron los asociados maíz/sorgo, maíz/sorgo/frijol y maíz/frijol y el maíz en monocultivo. La frecuencia de combinación de especies forestales y cultivos anuales fue estadísticamente significativa ( $X^2$ ,  $P < 0.01$ ), lo que indica la diversidad de alternativas que tiene el productor.

**Ampliaciones de parcelas forestales.** La especie más utilizada por los productores en las ampliaciones de las parcelas fue *E. camaldulensis* (29%). El uso de *G. sepium* se incrementó en más del 100% con respecto a su presencia inicial en las parcelas (12%), lo que podría deberse a la disponibilidad de semilla y a la facilidad de siembra y establecimiento del árbol.

En las ampliaciones de las parcelas con especies forestales, el arreglo en bosquetes fue el más frecuente (56%). Los bosquetes en contorno y los linderos fueron los arreglos con menor ampliación (Figura 1).

Inicialmente el tamaño promedio de las parcelas agroforestales fue de 0.14 ha y de 0.47 km (317 árboles/parcela), mientras que el de las ampliaciones fue 0.08 ha y 0.45 km (277 árboles por productor). La tendencia de los productores no es a disminuir las áreas de cultivo sino a optimizarlas, ya que están sembrando árboles para abastecerse de productos maderables, sin sacrificar la producción y sin pensar en orientar sus productos hacia los mercados externos a su localidad.

Las cercas vivas y el cultivo en contorno aumentaron su aceptación al 9.8%, mientras que los callejones y el sistema

Cuadro 1. Configuración de las combinaciones de árboles y cultivos observados en las fincas del estudio (frecuencia de parcelas).

Cultivos forestales y sus combinaciones	Cultivos anuales y sus combinaciones								
	Trans*	M	Ar	M/Sor	M/Fr	M/Ar	M/Sor/Fr	Total	%
Cam	2	4		7	11		9	33	41.2
Cit		1		4			1	6	7.5
Tec	1			1	1			3	3.7
Leu				1				1	1.3
Aca				2				2	2.5
Glir				1				1	1.3
Cam/Cit	2			2	1		1	6	7.5
Cam/Tec		1		2			5	8	10
Cam/Leu		1				1		2	2.5
Cam/Aca	1				2			3	3.8
Cit/Leu		1						1	1.3
Cit/Aca				1				1	1.3
Cit/Glir		1						1	1.3
Leu/Glir				1				1	1.3
Cam/Cit/Tec				1				1	1.3
Cam/Cit/Aca			1	1			1	3	3.8
Cam/Tec/Leu		1			1			2	2.5
Cam/Leu/Aca	2			1	1			4	5
Cit/Tec/Leu/Aca							1	1	1.3
Total	8	10	1	25	17	1	18	80	100

\* Trans = fincas en transición (sin sembrar desde hace un año); M= maíz; Sor = sorgo; Ar = arroz; Fr = frijol; Cam = *E. camaldulensis*; Cit = *E. citriodora*; Aca = *A. mangium*; Glir = *G. sepium*; Tec = *T. grandis*; Leu = *L. leucocephala*; / = relevo del cultivo

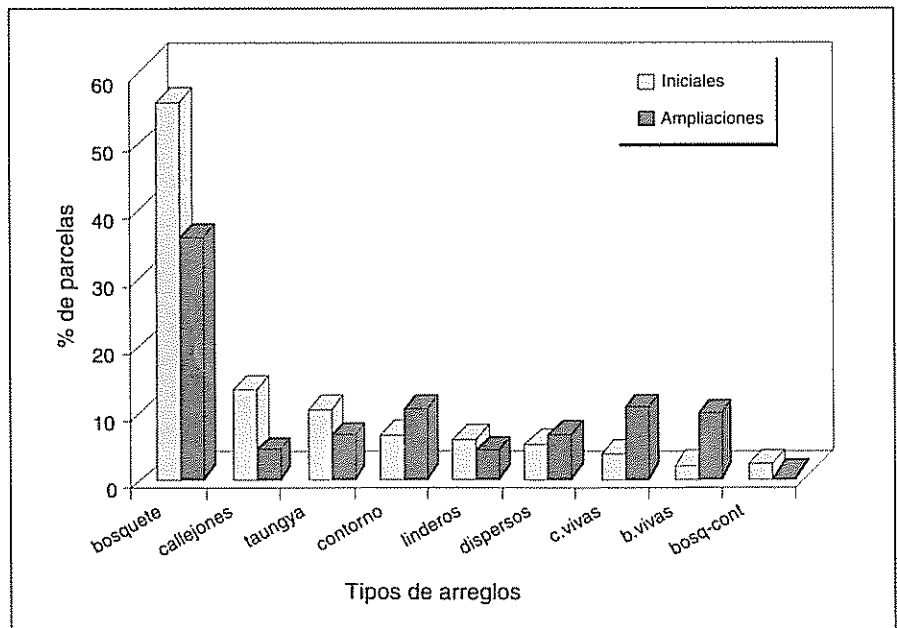


Figura 1. Frecuencia inicial y de ampliaciones de los arreglos agroforestales realizados por los agricultores en sus fincas

taungya, que fueron los SAF recomendados (Current *et al.* 1995), disminuyeron su aceptación en 3.7 y 5.9%, respectivamente.

**Rentabilidad de los arreglos forestales.** Todos los sistemas forestales fueron rentables, pero los arreglos en bosque, bosque en contorno y en callejones fueron los de más alta rentabilidad financiera (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Rentabilidad de las plantaciones agroforestales en las fincas de los pequeños productores de granos básicos en El Salvador (colones).

Arreglo	Unidad de medición	VAN	TIR (%)	B/C	VET	IPA	Edad (años)
Bosquete	ha	13324	23.0	2.0	14759	1903.4	7
Bosquete en contorno	ha, km	9082	39.3	2.6	10060	1297.4	7
Barrera viva	km	6780	30.4	1.8	7510	1356.0	7
En contorno	km	2720	11.7	1.5	3013	504.0	5
Callejones	km	9047	36.0	2.4	10022	1292.5	7
Linderos	km	2431	17.2	1.5	2692	486.1	5
Taungya	ha	3414	20.4	1.6	3781	682.7	5
Dispersos	ha	588	28.0	1.5	651	98.0	6

1US\$ = 8.75 colones salvadoreños

En el caso de los bosquetes, las ganancias netas alcanzan hasta 13324 colones por ha, con un turno de aprovechamiento de entre 5 y 7 años. La relación B/C más alta (2.6) fue para el sistema bosquetes en contorno e indica que por cada colón invertido, se obtiene un beneficio neto de 1.6 colones. Según el valor esperado de la tierra (VET), los productores podrían pagar hasta 14759 colones por ha para dedicarla a bosquetes, pero solamente 651 colones por ha para dedicarla a árboles dispersos, suponiendo una ganancia mínima del 6%. La tasa interna de retorno (TIR) alcanzó 39.3% para el arreglo de bosquetes en contorno.

Si se considera una tasa bancaria pasiva de 11.5% (1999), las opciones de inversión agroforestal tienen un rendimiento financiero mayor al obtenido por los depósitos a plazo fijo en los bancos.

Las especies maderables de mayor rentabilidad fueron *T. grandis* y *E. camaldulensis* y la de menor rentabilidad, *G. sepium* (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Rentabilidad de las plantaciones agroforestales, según las especies predominantes encontradas en las parcelas de pequeños productores de granos básicos.

Especies	VAN	TIR	B/C	VET	IPA	Edad (años)
<i>T. grandis</i>	25211	62.3	3.8	27926	5042	5
<i>A. mangium</i>	5463	15.2	1.7	6052	1093	6
<i>L. leucocephala</i>	5793	10.6	1.5	6416	1158	5
<i>E. camaldulensis</i>	12341	30.2	2.0	8979	1763	7
<i>E. citriodora</i>	8106	7.1	1.3	1250	1351	6
<i>G. sepium</i>	62	6.5	1.0	68	88	7

1US\$ = 8.75 colones salvadoreños.

Según el VAN, todas las especies aportan beneficios netos a la familia, sin embargo, *L. leucocephala*, *E. citriodora* y *G. sepium* no fueron rentables, ya que su tasa de descuento es menor que la tasa bancaria pasiva en El Salvador (11.5%). *T. grandis* fue la especie más rentable, con una relación B/C de 3.8; también tuvo la TIR más alta (62.3%).

### CONCLUSIONES

La especie arbórea predominante fue *E. camaldulensis*, que abastece la materia prima para las necesidades forestales de la familia. La combinación maíz/sorgo y el arreglo en bosquetes fueron los más frecuentes.

*T. grandis* fue la especie más rentable (VAN = 25211 colones/ha, TIR = 62.3% y B/C = 3.8). Los arreglos que proporcionaron mayores ganancias fueron los bosquetes (VAN = 13324 colones/ha, TIR = 23% y B/C = 2.0). Los arreglos agroforestales incrementaron entre un 12 y un 22% los ingresos de los productores y los AUM incrementaron desde un 11 hasta un 60% los beneficios del cultivo de granos básicos.

### LITERATURA CITADA

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. CR) 1992 *Mangium*. *Acacia mangium* Wild. Especie de árbol de uso múltiple en América Central. Turrialba. CR. CATIE 56 p. (Serie Técnica. Informe Técnico no 196)

Current D; Lutz, E; Scherr, S. 1995 Adopción agrícola y beneficios económicos de la agroforestería. Experiencias en América Central y el Caribe. Turrialba. CR. CATIE 39 p. (Serie Técnica. Informe Técnico no. 268)

Juárez, M. 1995 II Reunión anual sobre investigación forestal y agroforestal El Salvador. 20-21 de septiembre de 1995. San Salvador. SV. 145 p

Portillo, F. 1994. II Seminario Nacional de Extensión Forestal y agroforestal. San Salvador del 6-8 de julio de 1994. San Salvador. SV. 39 p

# Evaluación participativa de alternativas agroforestales para la producción de palmito (*Bactris gasipaes*) en tierras de ladera del Atlántico de Costa Rica<sup>1</sup>

Debora Leal<sup>2</sup>, Donald Kass<sup>3</sup>, Rossana Lok<sup>4</sup>,  
Edgar Köpsell<sup>5</sup>, Muhammad Ibrahim<sup>6</sup>

**Palabras clave:** *Arachis pintoii*, fertilización orgánica, investigación participativa, *Vigna unguiculata*, *Zea mays*.

**Participative evaluation of agroforestry alternatives for palmheart production (*Bactris gasipaes*) on hillsides of the Atlantic zone of Costa Rica.**

## RESUMEN

Se estudió la factibilidad agroecológica, económica y sociocultural del asocio de maíz (*Zea mays*) y caupí (*Vigna unguiculata*) con pejibaye joven (5-8 meses) para palmito (PJ) y de la fertilización orgánica con gallinaza (FO) y *Arachis pintoii* como cobertura viva (AP) en pejibaye (más de un año de producción) para palmito (PA), en una zona de ladera de la región Atlántica de Costa Rica. El maíz produjo 13541 elotes por ha; el caupí 0,275 t ha<sup>-1</sup>; el PA 1167, 1000 y 833 candelas de palmito por ha con y sin FO y con AP, respectivamente. El crecimiento en diámetro y altura del pejibaye joven fue mayor en el asocio con caupí, mientras que el PA fue mejor con FO. El maíz y caupí generarían beneficios netos (BN) de US\$ 334 y 162 ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Para la FO y AP, el BN fue de US\$ 680 y 60 ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, respectivamente. El caupí asociado con palmito fue la innovación más aceptada por los productores.

## ABSTRACT

Agroecological and economic feasibility and social acceptance of maize (*Zea mays*) and cowpea (*Vigna unguiculata*) associated with young palmheart and organic fertilization (OF) and use of *Arachis pintoii* (AP) as living cover in adult palmheart plantations on hillslopes of the Atlantic region of Costa Rica were studied. Maize intercropped with young palmheart produced 13541 ears per hectare. The production of cowpea was 0,275 t ha<sup>-1</sup>. Adult plantations produced 1167, 1000 and 833 palmhearts per hectare with organic fertilization, control and *A. pintoii*, respectively. Diameter and height growth of palmheart associated with cowpea were higher than with maize. OF growth was better for adult palmheart plantation than *A. pintoii* treatment. Maize and cowpea association with palmheart produced net profit (NP) of US\$ 334 and 162 ha<sup>-1</sup>, respectively. The NP of OF and AP were US\$ 680 and 60 ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>. Cowpea association was the innovation most accepted by producers.

## INTRODUCCIÓN

En Costa Rica, la siembra de pejibaye para palmito ha tomado gran impulso en los últimos años. En 1990, sólo en la Región Atlántica habían registradas 2639 ha y el 85% de los productores tenían áreas de producción inferiores a cinco hectáreas (Jansen 1996, Hamberlant *et al.* 1996). Uno de los mayores problemas enfrentados por los productores es la elevada inversión en agroqui-

micos, necesaria para el establecimiento y manejo del cultivo, principalmente en los dos primeros años (Jansen *et al.* 1996).

Por las distancias de siembra utilizadas, el pejibaye para palmito permite el asocio con cultivos anuales durante el primer año y el uso de árboles de servicio o madera-

<sup>1</sup> Basado en Leal Rodríguez, D 1999 Evaluación participativa de alternativas agroforestales para la producción de palmito (*Bactris gasipaes*) en tierras de ladera del Atlántico de Costa Rica. Tesis M Sc CATIE, Turrialba, Costa Rica. <sup>2</sup> M Sc. en Agroforestería Tropical 1999. CATIE, Turrialba. <sup>3</sup> Profesor Investigador, CATIE Email: dkass@catie.ac.cr <sup>4</sup> Profesora, CATIE Email: rlok@catie.ac.cr <sup>5</sup> Profesor Investigador, CATIE Email: ekopsell@catie.ac.cr <sup>6</sup> Profesor Investigador, CATIE Email: mibrahim@catie.ac.cr



bles, coberturas vivas y muertas y fertilización orgánica durante su edad adulta (Gómez 1995). Sin embargo, las alternativas sostenibles al uso de la tierra requieren de aceptación social (Raintree, 1987).

El objetivo de este estudio fue evaluar de manera participativa alternativas agroforestales para la producción de palmito, con el propósito de mejorar la situación socioeconómica de productores en tierras de ladera de la Zona Atlántica de Costa Rica.

**METODOLOGÍA**

El estudio se realizó en el asentamiento campesino Ne-guev, en la Zona Atlántica de Costa Rica (10 - 50 msnm, 25 °C de temperatura media y 3630 mm precipitación promedio). Mediante un taller participativo se analizaron, identificaron y seleccionaron junto con los productores, alternativas agroforestales que ellos estaban interesados en probar.

Las alternativas seleccionadas se clasificaron en dos grupos: las relacionadas con el aporte de ingresos en efectivo para financiar el establecimiento del palmito y las que buscaban evitar o reducir costos de mantenimiento y producción del palmito, mediante la sustitución de la fertilización química por orgánica y el uso de coberturas vivas para reducir los costos de control de malezas.

Se establecieron dos experimentos independientes en las fincas de cuatro agricultores. El primer experimento se estableció en fincas con palmito joven (5-8 meses de plantado). Los tratamientos fueron: 1) palmito asociado con maíz (60 cm entre hileras, 50 cm entre plantas; dos hileras dobles entre callejones de palmito), 2) palmito asociado con caupí (30 cm entre hileras y 20 cm entre plantas; tres hileras) y 3) palmito joven en monocultivo. El segundo experimento fue establecido en una plantación adulta de pejibaye para palmito; los tratamientos fueron: 1) palmito adulto asociado con *Arachis pintoi* como cobertura viva, 2) palmito adulto con fertilización orgánica (gallinaza) a razón de 3450 kg ha<sup>-1</sup> y 3) palmito sin ningún tratamiento especial. En ambos experimentos, las parcelas experimentales fueron de 30 m<sup>2</sup> (5 x 6m), con 24 cepas (8 cepas de parcela útil), plantadas a 2 x 1 m. El diseño utilizado fue de bloques al azar con ocho repeticiones, dos repeticiones por finca (total cuatro fincas). El tratamiento de la fertilización con gallinaza se distribuyó homogéneamente en la parcela. Los estolones de *A. pintoi* fueron sembrados al inicio de las lluvias, en el centro de los callejones de palmito, en hileras dobles.

En ambos experimentos fueron medidas las siguientes variables: altura, diámetro (a la apertura de la hoja más joven), número de hojas de cada brote, producción total de caupí y maíz (experimento 1), número de candelas (experimento 2), contenido de materia orgánica y densidad aparente del suelo antes y después de los tratamientos. Además, se registraron datos de costos y beneficios en efectivo para ambos experimentos y se realizó un análisis de presupuesto parcial, para determinar la factibilidad económica de las alternativas agroforestales.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

El palmito joven (PJ) asociado con caupí tuvo un crecimiento mayor en diámetro y altura comparado con el palmito asociado con maíz y con el monocultivo (p<0.05). El palmito asociado al maíz no mostró diferencias con respecto al palmito en monocultivo para ninguna de las variables evaluadas (Cuadro 1). La producción promedio estimada de maíz fue de 13541 elotes ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> y la de caupí fue de 0,275 t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>.

Cuadro 1. Cambios promedio de variables de crecimiento en palmito joven, Guápiles, Costa Rica.

Tratamientos	Diámetro (mm)	Número de hojas	Altura (cm)
Palmito monocultivo	9.3b	3.25a	97.1b
Palmito + caupí	11.9a	3.04a	119.7a
Palmito + maíz	8.4b	2.86a	110.7b

Valores con la misma letra dentro de la misma columna no difieren estadísticamente

Los cambios en las variables edáficas densidad aparente y contenido de materia orgánica no mostraron diferencias significativas para ninguno de los tratamientos tanto en palmito joven como para palmito adulto (Cuadro 2).

Cuadro 2. Cambios promedios de variables edáficas en palmito joven y adulto, Zona Atlántica, Costa Rica.

Variables	Palmito joven		Palmito adulto			
	Mono	Caupí	Maíz	Mono	Gallinaza	<i>A. pintoi</i>
Densidad aparente inicial (Mg cm <sup>-3</sup> )	0.48	0.52	0.48	0.52	0.50	0.54
Densidad aparente final (Mg cm <sup>-3</sup> )	0.58	0.62	0.65	0.60	0.63	0.67
Materia orgánica inicial (%)	8.7	9.7	9.6	8.0	7.3	7.6
Materia orgánica final (%)	8.8	10.2	10	7.6	7.1	8.3

Mono = monocultivo

La producción en palmito adulto no presentó diferencias significativa entre tratamientos. No obstante, las diferencias entre el tratamiento con gallinaza y con *A. pintoii* fueron considerables, desde el punto de vista económico. Los incrementos en las variables: diámetro, altura y número de hojas tampoco presentaron diferencias significativas (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Cambios promedio de variables de crecimiento y producción en palmito adulto, Zona Atlántica, Costa Rica.

Tratamientos	Diámetro (mm)	Número de hojas/brote	Altura (cm)	Número de candelas/ha
Monocultivo	3.9	43.4	1.0	1000
Gallinaza	3.8	44.5	1.1	1162
<i>Arachis pintoii</i>	4.0	43.3	0.9	833

Las alternativas para aumentar los ingresos produjeron, en el caso del maíz 13541 elotes/ha y en el caso del caupí 0.275 t/ha de frijol en un ciclo de cultivo, generando beneficios netos/ha/año de US\$ 334 y 162 respectivamente. En el caso del maíz se incluyó otro ingreso menor por el maíz de inferior calidad (US\$ 11); en el caso del caupí se generaron otros beneficios adicionales (US\$ 58) por disminuir el mantenimiento de la plantación, ya que el palmito creció más en este tratamiento (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Ingresos y costos del cultivo (US\$/ha/año) de maíz para elote y caupí en callejones de palmito joven, Guápiles, Costa Rica.

Alternativa agroforestal	Ingreso bruto	Beneficio adicional	Beneficio bruto	Costos netos	Beneficios
Maíz	455	11	466	132	334
caupí	275	58	333	170	162

En las alternativas para reducir los costos del palmito adulto, el establecimiento del *A. pintoii* y la aplicación de gallinaza fueron muy similares, alrededor de US\$ 250. El uso de gallinaza como abono generó un beneficio neto de US\$ 681, los cuales fueron producto de la venta de palmito excedente y la reducción de la compra de fertilizante químico (US\$ 254), mientras que el uso de *A. pintoii* dio un beneficio neto de US\$ 60 (cuadro 5). No obstante, los beneficios aparentes de la gallinaza con respecto al *A. pintoii* debe considerarse que los gastos por control de malezas con *A. pintoii* en los años siguientes serán inferiores, mientras que la gallinaza demandará este capital continuamente y en ocasiones, la gallinaza es difícil de conseguir.

**Cuadro 5.** Ingresos y costos del uso de gallinaza (US\$/ha/año) como fertilizante orgánico y *A. pintoii* como cobertura viva en callejones de palmito adulto, Guápiles, Costa Rica.

Alternativa Agroforestal	Ingreso Bruto	Costo evitado	Beneficio Bruto	Costo de la Alternativa	Beneficio Neto
Gallinaza	672	254	926	245	681
<i>A. pintoii</i>	0	334	334	274	60

En relación con la percepción de los productores, la alternativa que ganó la mayor simpatía de los productores fue el caupí; desde el principio los productores impulsaron esa idea, pues ya lo estaban utilizando. Dijeron que sería bueno mantener el palmito con caupí especialmente en años de precios bajos. Por otro lado, no creen poder producir y comercializar elotes de calidad en sus terrenos. Los productores percibieron el beneficio de la fertilización orgánica al palmito adulto; dijeron que el *A. pintoii* no compitió por nutrientes con el palmito adulto y sabían que pronto iniciaría a fijar nitrógeno; aunque algunos tenían dudas en relación con un crecimiento excesivo del *A. pintoii* que dificultara la salida de los nuevos brotes. Los productores creen en la factibilidad, garantía de comercialización y procesamiento total del palmito bajo manejo orgánico.

### CONCLUSIONES

Las alternativas agroforestales presentaron beneficios, tanto para el palmito joven como para el adulto, así como para la economía de la finca como un todo. El cultivo del maíz sobresalió económicamente, mientras que fue evidente el beneficio agroecológico y la aceptación sociocultural del caupí. Las introducciones de la fertilización orgánica y del *A. pintoii* fueron visualizadas como alternativas a mediano y largo plazo, con miras a un futuro mercado de palmito orgánico. En relación al *A. pintoii* se hace necesario determinar a más largo plazo sus interacciones con el palmito, mano de obra requerida para su manejo y beneficios por fijación de N.

### LITERATURA CITADA

Gómez D. 1995 La agricultura orgánica en Costa Rica y las alianzas estratégicas. In Simposio Centroamericano sobre Agricultura Orgánica (1995. San José, C. R.) Memoria Comps. JE García y J Monge-Nágera San José C. R., EUNED p. 215-236.

Hamberlant, O; Hernández L; Matamoros R; Ramírez, JC; Rojas JC; Obando C; Solís, R 1996. Análisis del proyecto de ampliación de áreas por parte de COOPROPALMITO Heredia, C. R. Universidad Nacional

Jansen HGP. 1996 Agricultural marketing in the Atlantic zone of Costa Rica: a production consumption and trade study of agricultural commodities produced by small and medium-scale farmers. Turrialba C. R. CATIE 94 p.

Raintree, JB 1987 Factors affecting the adoption of agroforestry innovations by traditional farmers. In: Beer, J; Fassbender HW; Heuveldop J. eds. Advances in agroforestry research. Turrialba, C. R. CATIE 380 p (Serie Técnica Informe Técnico/ CATIE No 117)

# Metodología para evaluar el potencial de sistemas agrícolas y agroforestales en el norte de Honduras<sup>1</sup>

H. Lagha<sup>2</sup>, C. Alix<sup>3</sup>, A. Olivier<sup>4</sup>

**Palabras clave:** clasificación de sistemas agrícolas, clasificación de sistemas agroforestales, criterios ecológicos, criterios financieros, criterios sociales, criterios técnicos, índice de sostenibilidad.

## RESUMEN

En el norte de Honduras se desarrolló una metodología para evaluar sistemas de producción agrícola y agroforestal tradicionales y propuestos por el Proyecto Desarrollo del Bosque Latifoliado. Se utilizaron criterios financieros, técnicos, sociales y ecológicos para establecer un sistema de codificación que permitiera valorar y clasificar la aceptación y adopción de los sistemas por parte de los agricultores; la suma de todos esos criterios permitió calcular un índice de sostenibilidad. Los resultados preliminares obtenidos muestran que la clasificación con base en estos criterios fue muy variable. El instrumento desarrollado ayuda a determinar qué sistemas de producción parecen ser los más aceptados y practicados por los agricultores hondureños en la zona de intervención del proyecto.

**Methodology for the evaluation of the potential of agricultural and agroforestry systems in Northern Honduras.**

## ABSTRACT

A methodology was developed for evaluating traditional agricultural and agroforestry production systems and alternatives proposed by the Broadleaf Forest Development Project in northern Honduras. A coding system was established whose values permitted the classification of acceptance and adoption rates of the systems by the farmers, using financial, technical, social, and ecological criteria. The sum of these values permitted the calculation of an index of sustainability for the systems. The preliminary results obtained showed that the classification of the production systems based in these criteria is very variable. The instrument developed helps to determine the systems which are more likely to be accepted and practiced by Honduran farmers in the zone of intervention of the project.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos 40 años, Honduras ha perdido más de tres millones de hectáreas de bosque, en su mayoría, bosques latifoliados de la zona tropical húmeda. La práctica de la agricultura migratoria tradicional de tumba y quema y la ganadería extensiva son las principales causas de la pérdida del recurso forestal. El Proyecto de Desarrollo del Bosque Latifoliado (PDBL), patrocinado por la Agencia Canadiense de Desarrollo Internacional (ACDI), en colaboración con instituciones locales y regionales, ha buscado promover la sustitución de estas prácticas y actividades de producción inadecuadas para la conservación de los recursos naturales de la zo-

na norte de Honduras, por sistemas agroforestales con cultivos anuales y perennes (maderables o frutales).

Pero cada tecnología debe ser evaluada, para conocer su potencial y sus limitaciones, antes de ser seleccionada y promovida como alternativa para los productores de la región. Con este objetivo, se elaboró una metodología sencilla, que permite evaluar los diferentes sistemas de producción en función de cuatro tipos de criterios: económicos, técnicos, sociales y ecológicos. Además, se propuso un índice de sostenibilidad constituido por la suma de los valores obtenidos para los cua-

<sup>1</sup> Basado en Lagha, H. 1998. Développement d'une méthodologie pour évaluer le potentiel de systèmes agroforestiers utilisés au Nord du Honduras. Thèse M.Sc. Université Laval, Québec, Canada. Traducido por F. Jiménez, Agroforestal, CATIE. <sup>2</sup> M.Sc. Agroforesterie, Université Laval, 1998

<sup>3</sup> Consejero técnico agroforestal, Proyecto de Desarrollo del Bosque Latifoliado, Honduras. <sup>4</sup> Profesor Département de Phytologie, Université Laval, Sainte-Foy (Québec), G1K 7P4, Canada



tro criterios anteriores, que se consideró como el reflejo del potencial de cada uno de los sistemas de producción para mejorar las condiciones de vida de los usuarios en el caso de ser adoptado y puesto en práctica por las familias rurales de la zona de intervención.

## METODOLOGÍA

El estudio se realizó en la zona norte de Honduras. Se utilizaron las guías técnicas de cada sistema de producción tradicional y las propuestas por el PDBL, elaboradas con los requerimientos necesarios para su desarrollo (PDBL 1997) a partir de los resultados de investigaciones realizadas en parcelas experimentales y en fincas de agricultores. Las guías técnicas contienen una descripción general de cada uno de los sistemas de producción, que incluye las actividades de establecimiento, las prácticas culturales requeridas hasta la cosecha y la transformación y comercialización de los productos.



Existen varios sistemas de producción que incluyen plantas perennes tales como naranjas, rambutan y madreño, que representan alternativas viables para los agricultores de la región tropical húmeda del Norte de Honduras (Foto: L. Meléndez)

Las guías se completaron con cuadros con información sobre los requerimientos de mano de obra, de insumos y de equipo, así como los productos cosechados y los rendimientos, para cada año y para todo el ciclo (20 años para la mayor parte de los sistemas agroforestales). Esta información sirvió luego para hacer un análisis financiero de cada sistema de producción, con el fin de obtener el flujo de caja y los principales índices financieros utilizados tradicionalmente para medir la rentabilidad de los sistemas evaluados.

En este estudio se presentan los resultados preliminares de la evaluación de 26 de estos sistemas: tres cultivos

anuales tradicionales de granos (maíz (*Zea mays*) en limpio, maíz-frijol (*Mucuna deeringiana*) de abono, frijol en limpio), un cultivo anual no tradicional de yuca (*Manihot esculenta*), tres sistemas semi-permanentes (plátano (*Musa spp*), piña (*Ananas comosus*), piña orgánica), nueve sistemas de árboles frutales y asocio (naranja (*Citrus sinensis*), naranja-maíz, naranja-yuca, naranja-plátano, naranja-piña, rambután (*Nephelium lappacem*)-plátano, rambután-maíz, rambután-yuca, rambután-piña) y 10 sistemas de cultivos permanentes tradicionales bajo sombra (cacao (*Theobroma cacao*)-yuca-guama (*Inga spp*), cacao-maíz-madreño (*Gliricidia sepium*), cacao-madreño-rambután, cacao-madreño-granadillo (*Dalbergia glomerata*), cacao-plátano-laurel negro (*Cordia megalantha*), café tradicional, café-guama, café-guama-caoba (*Swietenia macrophylla*), café-madreño-limba (*Terminalia superba*) y café-plátano-guama-laurel negro.

Para evaluar los sistemas de producción se consideraron cuatro criterios: la viabilidad financiera, la factibilidad técnica, la aceptabilidad social y la sostenibilidad ecológica (Tybirk 1992). Para cada uno de esos criterios, los sistemas recibieron un código de 0 a 12, de una escala ordinal (Simos *et al.* 1994) establecida para diferentes sub-criterios seleccionados (Gittinger 1985, Diop 1989):

- Para el criterio de viabilidad financiera se usaron el retorno a la mano de obra (RMO), la relación beneficio/costo (B/C), el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR).
- Para el criterio de factibilidad técnica se usaron el nivel de disponibilidad del material de propagación, el número total de actividades necesarias para el establecimiento y manejo del sistema, el equipo necesario para su práctica, la dificultad tecnológica del seguimiento, la necesidad de tratar la cosecha y la duración del periodo de conservación de la misma.
- Para el criterio de aceptabilidad social se usaron los requerimientos de mano de obra, la familiaridad con la especie o el cultivo, la contribución del cultivo a la seguridad en la tenencia de la tierra, el número de años requerido para recuperar la inversión inicial, el nivel de inversión y el nivel de estabilidad del precio de los productos generados.
- Para el criterio de sostenibilidad ecológica se usaron los niveles de fertilización, el control de plagas y enfermedades, el mejoramiento de la fertilidad del suelo, la cobertura permanente de la parcela durante el primer año y la cobertura de la parcela en el transcurso del ciclo.

Posteriormente, los códigos obtenidos para cada criterio se integraron a través de un índice de sostenibilidad (valores de 0 a 48) que permitió obtener una clasificación global de los sistemas estudiados.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Viabilidad financiera.** Varios de los sistemas de producción evaluados tienen un alto potencial financiero (Cuadro 1). Algunos de los cultivos que forman parte de esos sistemas de producción con un potencial financiero elevado, como el rambután y la piña, no son practicados tradicionalmente. Los sistemas agroforestales con café tuvieron una rentabilidad económica baja, debido al precio reducido del producto en los mercados en el momento en que se hizo el estudio y al bajo rendimiento observado durante los primeros años del ciclo de producción. El interés en estos sistemas de producción fue limitado en razón de su débil valor financiero, un factor que puede limitar su aceptación por parte de los productores.

Cuadro 1. Clasificación de los sistemas agrícolas y agroforestales de acuerdo con criterios financieros.

Código	Sistemas de producción
12	rambután-plátano, rambután-yuca, rambután-piña
11	yuca, plátano, naranja-piña, rambután-maíz
10	piña, naranja-yuca, naranja-plátano, cacao-madreado-rambután, cacao-plátano-laurel negro
8	naranja-maíz
7	frijol, naranja, cacao-yuca-guama
6	piña orgánica, café (cultivo tradicional)
5	maíz-frijol de abono, cacao-madreado-granadillo rojo, café-guama-caoba
4	cacao-maíz-madreado, café-guama
0	maíz, café-madreado-limba, café-plátano-guama-laurel negro

**Factibilidad técnica.** Los sistemas tradicionales ocuparon los primeros lugares dentro de la codificación; estos sistemas exigen un nivel técnico bajo y corresponden al saber-hacer y al nivel tecnológico de los agricultores de la zona de intervención del proyecto (Cuadro 2). Por lo general se trata de monocultivos o cultivos anuales de subsistencia como yuca, maíz y frijol. Los otros sistemas presentan mayores dificultades técnicas, porque exigen una capacitación inicial de los agricultores y demandan la integración de varias prácticas culturales. Los sistemas agroforestales con café ocuparon las últimas categorías de la clasificación; fueron considerados como sistemas de producción técnicamente difíciles, debido al gran número de prácticas culturales que exige el cultivo para obtener rendimientos elevados.

Cuadro 2. Clasificación de los sistemas agrícolas y agroforestales de acuerdo con criterios técnicos.

Código	Sistemas de producción
12	yuca
11	maíz, frijol, maíz-frijol de abono
10	café (cultivo tradicional)
9	plátano
8.5	naranja-yuca
8	piña orgánica, naranja-maíz, naranja
7.5	naranja-plátano
7	piña, rambután-yuca
6.7	cacao-yuca-guama
6.5	rambután-maíz, cacao-maíz-madreado
6	naranja-piña
5.33	cacao-madreado-rambután, cacao-madreado-granadillo rojo
5	rambután-plátano, cacao-plátano-laurel negro
4.75	café-plátano-guama-laurel negro
4.5	café-guama
4.33	café-madreado
4	café-guama-caoba
3.5	rambután-piña

**Aceptación social.** Los sistemas que obtuvieron un valor de codificación más alto para este criterio fueron, en su mayoría, los sistemas de cultivos practicados en la zona, como la asociación maíz-frijol de abono (Cuadro 3), que son bien conocidos por los agricultores y exigen poca inversión y mano de obra. La mayor parte de los sistemas agroforestales compuestos por dos o más cultivos tuvieron una pobre aceptación social de acuerdo a los

Cuadro 3. Clasificación de los sistemas agrícolas y agroforestales de acuerdo con criterios sociales.

Código	Sistemas de producción
12	frijol
11	maíz-frijol de abono
9	yuca
8	plátano
7.5	naranja-yuca
7	naranja-plátano
6.33	naranja-piña
6.16	cacao-yuca-guama
6	café (cultivo tradicional), maíz
5.5	rambután-yuca
5.16	cacao-madreado-granadillo rojo
5	naranja, naranja-maíz
4.66	cacao-maíz-madreado, cacao-madreado-rambután
4.25	café-plátano-guama-laurel negro
4	rambután-plátano, rambután-maíz
3.93	café-guama-caoba
3.63	café-madreado-limba
3	café-guama, piña, piña orgánica, naranja-piña
2	rambután-piña

sub-criterios utilizados. Esto se explica por la gran inversión inicial requerida para su establecimiento y el largo tiempo de espera para recuperar esa inversión.

**Sostenibilidad ecológica.** Los sistemas agroforestales que incluyeron más de un cultivo, de los cuales por lo menos uno fue una especie perenne, tuvieron un valor de codificación más alto que los monocultivos (Cuadro 4), pues ofrecieron mejor protección del suelo, un aporte más alto de materia orgánica y una mayor biodiversidad que estos. Sin embargo, el uso de fertilizantes químicos y de pesticidas para asegurar el control fitosanitario de esos sistemas contrarrestó esta ventaja y afectó el valor de codificación ecológica de varios de ellos, en comparación con los cultivos tradicionales, que requirieron pocos insumos.

Cuadro 4. Clasificación de los sistemas agrícolas y agroforestales de acuerdo con criterios ecológicos.

Código	Sistemas de producción
9	cacao-maíz-madreado, cacao-yuca-guama
8	maíz-frijol de abono, cacao-madreado-rambután, cacao-madreado-granadillo rojo, cacao-plátano-laurel negro, café (cultivo tradicional)
7	frijol, piña orgánica
6	maíz, naranja-maíz, café-guama-caoba, café-madreado-limba, café-plátano-guama-laurel negro
5	naranja-yuca, naranja-plátano, naranja-piña, rambután-plátano, rambután-maíz, rambután-yuca, café-guama
4	yuca, piña, naranja, rambután-piña
3	plátano

**Índice de sostenibilidad.** Entre los sistemas que obtuvieron valores de índice de sostenibilidad más altos, varios correspondieron a los practicados tradicionalmente en la zona (Cuadro 5). Los sistemas de producción que incluyeron café obtuvieron valores más bajos, sin embargo, un valor bajo de este índice no significa que el sistema no tiene interés para los productores de la región. Por ejemplo, el café, a pesar de la caída de los precios en el mercado internacional, es un cultivo que con frecuencia está presente entre los pequeños productores. Esto se explica porque una gran parte de los costos de establecimiento se deben a la mano de obra, y por lo general, ésta es asumida por el mismo agricultor que lo siembra porque tiene un mercado seguro para su café, lo que no es el caso de otros productos. Las variaciones en el nivel de educación, los costos de producción, la proximidad a las carreteras o los precios del mercado también pueden modificar el valor relativo de los diferentes sistemas de producción para un determinado productor.

Cuadro 5. Clasificación de los sistemas agrícolas y agroforestales de acuerdo con el índice de sostenibilidad.

Índice	Sistemas de producción
37	frijol
36	yuca
35	maíz-frijol de abono
31	plátano, naranja-yuca
30	café (cultivo tradicional)
29.5	naranja-plátano, rambután-yuca
29.3	cacao-plátano-laurel negro
28.8	cacao-yuca-guama
27.9	cacao-madreado-rambután
27	naranja-maíz
26.5	rambután-maíz
26	rambután-plátano
25	naranja-piña
24.2	cacao-maíz-madreado
24	piña, piña orgánica, naranja
23.5	maíz
21.5	rambután-piña
18.9	café-guama-caoba
16.5	café-guama
15	café-plátano-guama-laurel negro
13.9	café-madreado-limba

## CONCLUSIONES

Hay varios sistemas de producción que incluyen plantas perennes, como naranja, rambután y madreado, que representan alternativas viables para los agricultores de la región tropical húmeda del norte de Honduras.

La clasificación de los sistemas de producción en función de estos criterios puede ayudar a los productores, a los técnicos y a las instituciones proveedoras de servicios de transferencia y asistencia técnica, a seleccionar las alternativas de producción más adecuadas en función de las condiciones sociales, técnicas y biofísicas existentes. Esto puede llevar a una reducción de la presión ejercida sobre el bosque tropical del norte de Honduras, y consecuentemente, a una mejora del nivel de vida de los agricultores.

## LITERATURA CITADA

- Diop D. 1989. Projets productifs au Sénégal: guide d'évaluation économique Paris. FR. Éditions Karthala
- Gittinger JP. 1985. Analyse économique des projets agricoles. Paris. FR. Éditions Economica.
- PDBL (Proyecto de Desarrollo del Bosque Latifoliado) 1997. Guía técnica por sistema La Ceiba. HN. PDBL
- Simos J; Maystre YL; Pictet J. 1994. Méthodes multicritères ELECTRE: description, conseils pratiques et cas d'application à la gestion environnementale. Collection Gérer l'environnement. Lausanne. Suisse. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes.
- Tyrbirek K. 1992. Validación de prácticas agroforestales: Metodología y ejemplos. Turrialba. CR.



# Sistemas agroforestales tradicionales en una comunidad maya en Belice<sup>1</sup>

Virginie Levasseur<sup>2</sup>, Alain Olivier<sup>3</sup>, Eduardo Somarriva<sup>4</sup>

**Palabras clave:** arroz (*Oriza sativa*), barbecho, cacao (*Theobroma cacao*), frijoles (*Phaseolus vulgaris*), huerto casero, maíz (*Zea mays*), tumba y quema

**Traditional agroforestry systems in the Maya community of San Jose, Belize**

## RESUMEN

Se evaluó la importancia de tres sistemas agroforestales tradicionales para los productores de la comunidad maya de San José, en Toledo, Belice, con el objetivo de determinar si la agroforestería puede ofrecer una solución parcial al problema de degradación del bosque. Los tres sistemas agroforestales evaluados fueron: la milpa (un sistema de agricultura de tumba y quema), cacao bajo árboles de sombra y el huerto casero. Estos sistemas satisfacen casi completamente las necesidades alimenticias y de madera del grupo familiar y generan por lo menos el 62% del ingreso. Si se incrementa su productividad, se puede contribuir en la reducción de la deforestación de los bosques lluviosos en el sur de Belice.

## ABSTRACT

The objective of the present study was to evaluate the importance of three traditional agroforestry systems for the farmers of the Maya community of San Jose, Belize, in order to determine if agroforestry could offer a partial solution to the problem of forest degradation. Three types of traditional agroforestry systems are practiced in San Jose: the milpa (slash-and-burn agriculture), cacao cultivation under shade trees, and homegardens. These agroforestry systems almost entirely meet a family's needs for food and wood, and generate at least 62% of family income. Improving the productivity of these systems could help reduce deforestation in the rain forests in Southern Belize.

## INTRODUCCIÓN

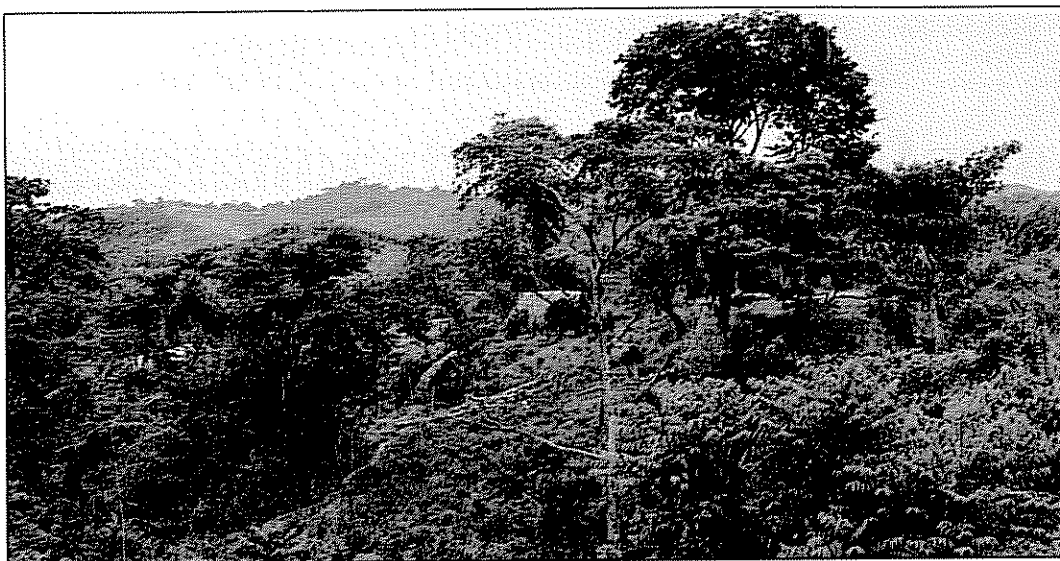
En Belice, la tasa deforestación es relativamente baja, aproximadamente un 0.25% año<sup>-1</sup> (FAO 1997). Sin embargo, en algunas zonas, la reducción del área de bosque se ha convertido en motivo de una creciente preocupación. En el distrito de Toledo, al sur del país, la agricultura de tumba y quema que practica la población maya (Arya y Pulver 1993) constituye, junto con la limitada disponibilidad de tierra agrícola (Levasseur y Olivier, en prensa), una de las principales causas de la deforestación. La alta tasa de crecimiento de la población (2.7% anual) presiona para romper el equilibrio entre el periodo de cultivo y el de barbecho y amenaza el bosque. Los sistemas agroforestales tradicionales, por su potencial productivo y ecológico, podrían suplir las necesidades de la población y reducir la deforestación. En este estudio se evalúa el potencial de tres sistemas agroforestales tradicionales para satisfacer las necesidades de una familia en la comunidad maya de San José.

## METODOLOGÍA

El estudio se realizó entre febrero y julio de 1997, en la comunidad de San José, en el distrito de Toledo. La comunidad se localiza al pie de la cadena montañosa Maya, a 25 km de la ciudad costera de Punta Gorda. El relieve es accidentado y se cultiva en pendientes del 5 al 25%. La precipitación promedio anual es de 3100 mm y la temperatura media es de 25.7°C.

Para recabar la información se utilizaron diferentes métodos. Se recurrió a la observación participante, en la que se compartió la vida diaria de los lugareños y sus actividades agrícolas, para recolectar datos sobre la dieta familiar, los mecanismos para la toma de decisiones, la división del trabajo familiar y el funcionamiento y la dinámica de la comunidad. Además, se realizaron entrevistas semi-estructuradas a 20 hombres y mujeres seleccionados al azar entre las 124 familias de la comunidad. En estas entrevistas se colectó información sobre los

<sup>1</sup> Basado en Levasseur, V. 1998. Le système agricole et les systèmes agroforestiers traditionnels de la communauté Maya de San José, Belice. Thesis, M.Sc. Université Laval, Québec, Canada. Traducido al español por L. Meléndez. Editor, CATIE. <sup>2</sup> Estudiante de Ph.D. Universidad de Laval, Canadá. <sup>3</sup> Profesor, Département de Phytologie, Université Laval, Sainte-Foy (Québec). G1K 7P4, Canada. Email: alain.olivier@plg.ulaval.ca. <sup>4</sup> Profesor Investigador, CATIE, Turrialba, Costa Rica. Tel (506)558-2593. Fax: (506)556-1576. Email: somarri@catie.ac.cr



Cualquier esfuerzo por intensificar el sistema de cultivo de los productores Maya debe planearse en forma participativa, para asegurar que se satisfaga el interés primario de los productores y sus familias (Foto: A. Olivier).

factores sociales, culturales, económicos y políticos que influyen en la producción agrícola. Se registraron datos sobre manejo de cultivos, rendimiento de las cosechas, actividad ganadera, precios del mercado local, ingreso y dieta familiar y estrategias de producción. Por último, se realizó un inventario de las especies vegetales y su presencia en los huertos caseros. Se identificaron las especies, su abundancia y los usos en 18 huertos caseros y se determinó la importancia de los sistemas agroforestales tradicionales para suplir las necesidades familiares de alimento, madera y dinero en efectivo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En San José se practican tres sistemas agroforestales tradicionales. El más importantes para la agricultura maya es la milpa, que les permite cultivar maíz, arroz y frijoles. Es un sistema tradicional de agricultura de tumba y quema en el que la tierra se deja entre 5-7 años en barbecho después de cada cosecha, por eso se considera un sistema agroforestal (Raintree y Warner 1986). En los casos del estudio, el área promedio destinada a la milpa fue de 2.4 ha por familia. Los productores limpian el terreno, dejan que los arbustos cortados se sequen al sol y queman los rastrojos a finales de abril, justo antes de las primeras lluvias. El maíz se siembra unos días después, cuando se cosecha el maíz se siembra arroz y luego frijol. En noviembre se siembra una segunda cosecha de maíz, llamada mata-hambre. Normalmente, el ciclo de mata-hambre se establece año tras año en la misma parcela: para mantener la fertilidad del suelo se usan leguminosas de cobertura, como mucuna (*Mucuna spp*) y kudzu (*Pueraria phaseoloides*).

Los productores comercializan alrededor de la cuarta parte de su producción de maíz y la mitad del arroz

(Cuadro 1). El maíz requiere menos inversión en mano de obra y es consumido por la familia, mientras que la mayor parte del arroz se vende. Más de la mitad de los productores de arroz comercializan más del 70% de su producción; el 95% de los productores vende al menos un producto de la milpa y el 25% de ellos vende entre tres y cuatro de esos productos.

El segundo sistema agroforestal de importancia encontrado en San José es el huerto casero. El promedio de área del huerto fue de 0.65 ha, para un promedio de 30 especies y 240 individuos en total. Se identificaron 164 especies de plantas, la mayoría arbustos o plantas perennes de uso múltiple (Cuadro 2); predominan las plantas alimenticias. Esta última característica indica la importancia del huerto casero para diversificar la dieta familiar, además de producir material de construcción o leña. Otras especies, aunque menos abundantes, se usan para tratar dolencias comunes o se siembran porque tie-

**Cuadro 1.** Promedio de área de siembra, producción, tiempo de trabajo y proporción de la cosecha vendida, para los cultivos de la milpa y mata-hambre. San José, Toledo, Belice, 1996.

Cultivo	Área cultivada (ha)	Producción (kg ha <sup>-1</sup> )	Tiempo trabajo (días hombre ha <sup>-1</sup> )	Proporción vendida (%)
maíz	1.62	1238	14.5	25
arroz	0.14	726	33.6	27
frijoles I <sup>a</sup>	0.08	910	66.0	16
frijoles II <sup>b</sup>	0.14	726	33.6	27
mata-hambre	1.20	420	15.3	0

<sup>a</sup> Primera cosecha del frijol (septiembre-noviembre)

<sup>b</sup> Segunda cosecha del frijol (enero-marzo)

nen valor cultural. Todos los productos del huerto casero son de consumo familiar. También incluye algunos animales pequeños, sobre todo gallinas (80% de los productores) y cerdos (75% de los productores). El 75% de los productores tenía un caballo.

**Cuadro 2.** Uso de las especies de plantas inventariadas en 18 huertos caseros. San José, Toledo, Belice, 1997.

Uso	Número de especies
Alimento (árboles frutales y arbustos)	36
Alimento (excepto frutas)	29
Materiales de construcción	29
Leña	28
Medicinal	8
Abono	7
Ornamental	6
Cultural	4
Otros	17
Total	164

El tercer sistema agroforestal tradicional fue el cacao bajo árboles de sombra. Los productores pertenecen a la Asociación de Productores de Cacao de Toledo (APCT). En 1997, los miembros de la Asociación recibieron US\$ 2.15 kg<sup>-1</sup> de cacao orgánico en grano, mientras que el precio del mercado para cacao convencional era de US\$ 1.90 kg<sup>-1</sup>. A pesar del buen potencial de mercado, el rendimiento anual es bajo, ligeramente inferior a los 70 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. Los productores destinaron poco tiempo (el 70% de ellos, menos de 10 días año<sup>-1</sup>) al manejo del cacaotal, a los árboles de sombra y a la fertilidad del suelo, de allí los bajos rendimientos.

Cada familia debe cultivar en promedio, 0.92 ha de maíz para satisfacer sus necesidades alimenticias; estas necesidades parecen satisfacerse con la producción de su milpa (1.62 ha por familia). Otros alimentos importantes en la dieta familiar son el arroz y los frijoles, que también se producen en la milpa. El huerto casero proporciona una fuente importante y diversa de otros alimentos. Al menos el 80% de la dieta familiar proviene de los tres sistemas agroforestales identificados

Las familias de la comunidad de San José necesitan, en promedio, 0.25 m<sup>3</sup> de leña por semana; el 70% de las familias obtiene su suministro directamente de la milpa, de los árboles que se cortaron y dejaron en el suelo. El 75% de las familias obtiene sus materiales de construcción del bosque secundario (milpa en periodo de barbecho) y primario. Muchas familias conservan árboles maderables en su huerto casero. Los sistemas agroforestales representan una importante fuente de madera.

Para cubrir los gastos básicos de la casa, se necesita un promedio de 18 US\$ por semana/familia. Además, hay gastos mayores ocasionales por eventos como matrimonios, muertes, enfermedad, etc. El 62% del ingreso familiar proviene de la venta de productos agroforestales.

## CONCLUSIONES

La compleja composición de los huertos caseros y los numerosos productos que los productores de San José obtienen de su milpa sugieren que estos comprenden muy bien el ambiente en el que viven. Los sistemas agroforestales tradicionales constituyen una importante fuente de alimentos y madera y generan las dos terceras partes del ingreso familiar.

Sus sistemas de finca son el resultado de una estrategia compleja, diseñada para satisfacer las necesidades de la familia con un mínimo riesgo de fracaso. La intensificación de los sistemas agroforestales tradicionales requiere movilizar los medios de producción (trabajo, tierra y capital), por lo que los productores tendrán que estimar el impacto de estos cambios en la satisfacción de las necesidades de sus familias (Brossier 1989). Las experiencias con proyectos de desarrollo anteriores en la región han mostrado que la lógica de los productores es algo diferente de la lógica que está detrás de las técnicas promovidas por los promotores de los proyectos. Cualquier esfuerzo por intensificar el sistema de cultivo de los productores mayas debe planearse en forma participativa, para asegurar que se satisfaga el interés primario de los agricultores y de sus familias.

## AGRADECIMIENTOS

A las familias de Raymundo y Justino Peck, al Alcalde de San José y a todos los miembros de la comunidad. Un agradecimiento especial para Allen Genus y Jorge Cawich. Este estudio fue posible gracias al apoyo financiero del Centro de Investigación de Desarrollo Internacional del Canadá (IDRC) y del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

## LITERATURA CITADA

- Arya L; Pulver, EL 1993. On-site appraisal of target areas for sustainable agriculture production activities. Belmopan, Belize Natural Resource Management Protection Project
- FAO 1997. Situación de los bosques del mundo Roma Italia 200 p
- Lambert JDH; Arnason JT. 1980 Nutrient levels in corn and competing weed species in a first year milpa. Indian Church, Belize. C.A. Plant and Soil 55: 415-427
- Levasseur, V; Olivier A. The farming system and traditional agroforestry systems in the Maya community of San Jose. Belize Agroforestry System (In press)
- Palm CA; Swift, MJ; Woormer, P. 1996 Soil biological dynamics in slash-and-burn agriculture. Agriculture, Ecosystems and Environment 58: 61-74
- Raintree, JB; Warner, K. 1986 Agroforestry pathways for the intensification of shifting cultivation. Agroforestry Systems 4: 39-54



# Prácticas agroforestales: barreras sociales e incentivos para la participación rural en El Salvador<sup>1</sup>

Julius Salegio<sup>2</sup>, Naomi T. Krogman<sup>3</sup>, Michele Veeman<sup>4</sup>, J. Faustino<sup>5</sup>

**Palabras clave:** agricultura de laderas, comparaciones sociales, comunidades rurales, crédito, degradación, sistemas agroforestales, sociología rural.

## RESUMEN

Se identificaron barreras e incentivos para la participación de pequeños productores en proyectos agroforestales en tierras de ladera de El Salvador. Se encontró que los principales obstáculos para la participación de los productores eran la competencia por la mano de obra de los proyectos agroforestales con el cultivo de maíz, la falta de información sobre tecnología de prácticas agroforestales y los problemas de tenencia de la tierra. Algunos de los mecanismos propuestos por los productores para promover la agroforestería fueron: uso de incentivos, mayor presencia y compromiso por parte de los promotores agroforestales en la comunidad, fortalecimiento de las organizaciones locales para apoyar la agroforestería, préstamos blandos, suministro de insumos agrícolas, capacitación agroforestal y empleo rural.

**Agroforestry practices: social impediments and incentives to rural participation in El Salvador**

## ABSTRACT

Research was conducted in El Salvador to identify impediments and incentives to the participation of small farmers in agroforestry projects on Salvadoran hillsides. We found that key impediments to farmers' participation in the projects were the concurrent labor demands of agroforestry projects and planting maize, lack of technological knowledge in agroforestry practices, and lack of secure land tenure. Farmers suggested incentives such as a greater presence and commitment by agroforestry promoters in the community, building strong local organizations to support agroforestry, soft loans, the provision of agricultural inputs, training, rural employment and agroforestry education.

## INTRODUCCIÓN

La participación rural en nuevos proyectos depende del nivel de organización que haya tenido la comunidad alrededor de otros proyectos, como salud o educación (Cernea 1985, Niang *et al.* 1997). Los estudios anteriores sugieren que los beneficios de las nuevas prácticas agroforestales pueden tener un impacto mayor si los productores están organizados y reconocen sus circunstancias, metas comunes y beneficios compartidos.

Hay poca información sobre las razones para participar en proyectos agroforestales en zonas de ladera. La promoción de sistemas agroforestales que permitan el diseño apropiado, la planificación y el manejo de proyectos

que reflejen las necesidades de los productores de laderas es un esfuerzo relativamente nuevo en El Salvador. El objetivo de este estudio fue identificar barreras e incentivos para la participación de los productores en este tipo de proyectos.

## METODOLOGÍA

Se utilizaron métodos de investigación cualitativos para examinar el marco social e individual de los miembros de las comunidades y entender cómo le dan sentido a los lugares donde residen, a través de sus símbolos, rituales, estructuras sociales y papeles sociales (Berg 1998).

<sup>1</sup> Basado en Salegio, J. 1999. Agroforestry Practices: social barriers and incentives to rural participation in El Salvador. Thesis M.Sc. University of Alberta, Canada. Traducido al español por L. Meléndez, Editor, CATIE. <sup>2</sup> M.Sc. Sociología Rural, 1999. Departamento de Economía Rural, Universidad de Alberta, Canadá. E-mail: jsalegio@gpu.srv.ualberta.ca. <sup>3</sup> Profesor Auxiliar, Sociología Rural, Departamento de Economía Rural, Universidad de Alberta, Canadá. Department of Rural Economy, Edmond, Alberta, Canada. GSB 515 T6G 2H1. Tel.: (780)492-4178. <sup>4</sup> Universidad Alberta, Canadá. <sup>5</sup> Líder Proyecto Focuecas. E-mail: jfaustin@catie.ac.cr

Antes de comenzar el proceso de colección de datos, se realizaron varias visitas a los sitios de la investigación, durante las cuales el investigador tuvo oportunidad de interactuar con los productores rurales y los líderes de la comunidad y familiarizarse con los proyectos agroforestales, el paisaje de laderas agrícolas y las opiniones de los productores sobre los proyectos

Se realizaron 23 entrevistas individuales semiestructuradas a productores de las comunidades Ciudadela Dr. Guillermo Manuel Ungo (15) y Cantón de Los Meléndez (8) y 25 a promotores agroforestales de la capital (San Salvador), 12 de organizaciones gubernamentales y 13 de no-gubernamentales. La información recabada en las entrevistas a los productores fue digitada y analizada por temas comunes, con métodos comparativos cualitativos (Glaser y Strauss 1967, Strauss y Corbin 1990).

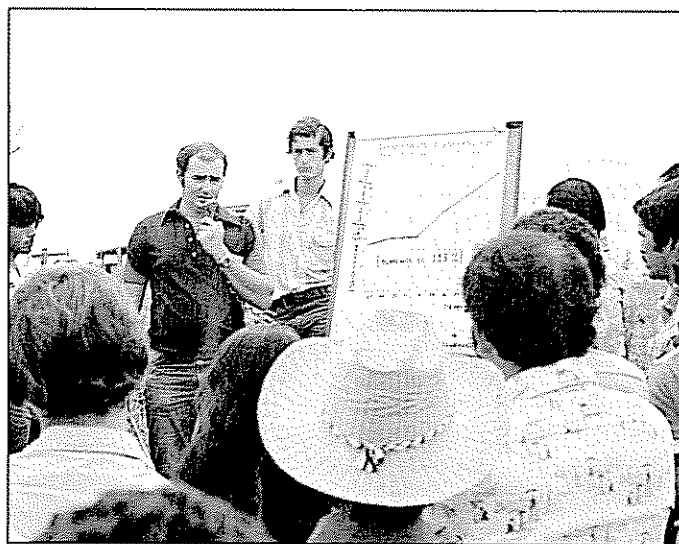
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Barreras para la participación rural del productor.** Las principales barreras para la participación en actividades agroforestales identificadas por los productores fueron las siguientes: competencia por mano de obra para el trabajo agroforestal durante la estación lluviosa (mayo-agosto), cuando los productores plantan sus campos de maíz, lo que reduce el atractivo y la oportunidad de participar en agroforestería; la falta de conocimiento tecnológico adecuado sobre prácticas agroforestales, y los problemas ligados a la tenencia de la tierra (no hay seguridad de obtener beneficios por los esfuerzos de plantar árboles en una tierra que no les pertenece o de la que no cuentan con título de propiedad). Los estudios futuros deberían considerar los problemas de asignación de tiempo, disponibilidad de mano de obra y tenencia de la tierra, cuando los productores están asociados con la adopción de nuevas prácticas agrícolas. Mientras existan esas barreras, deberían ofrecerse algunos incentivos para aumentar la participación.

### Incentivos para estimular la participación del productor.

Los productores manifestaron que la presencia de promotores agroforestales tuvo un papel crucial en la promoción y adopción de proyectos agroforestales; si contaran con una estructura orgánica local, aumentaría su interés por participar en esos proyectos. Mencionaron la importancia del suministro de información sobre agroforestería, por ejemplo, a través de las asambleas locales, como incentivo para aumentar su interés en esa actividad. Tanto los productores como los promotores sugieren utilizar algunos incentivos, como préstamos blandos, suministro de insumos agrícolas, educación y empleo rural.

**Participación de los productores rurales en la organización local.** Los promotores agroforestales de organizaciones no gubernamentales están más convencidos que los que trabajan en el sector público de la necesidad de que los productores cuenten con una organización rural fuerte para implementar actividades agroforestales exitosas. Consideran que el aumento en el apoyo financiero de las ONG ayudaría a promover una mayor participación del productor en los proyectos agroforestales. Señalaron que, por lo general, los productores están bien organizados en proyectos de salud y educación, pero les falta organización para los proyectos relacionados con el ambiente.



El apoyo gubernamental y de organizaciones privadas locales es necesario para lograr la participación de los productores en proyectos de desarrollo agroforestal, que realmente contribuyan a la rehabilitación de las laderas de El Salvador (Foto: F Solano)

Los productores de la ciudadela Dr. Guillermo Ungo, que habían estado organizados previamente, participaron más activamente que los de la comunidad Los Meléndez en los proyectos agroforestales locales, expresaron mayor entusiasmo por incrementar su participación y tuvieron una percepción más positiva de los beneficios del proyecto para el conjunto de la comunidad.

También se destacó la importancia de que las organizaciones gubernamentales y no-gubernamentales colaboren en la aplicación de nuevos proyectos. Los proyectos ya establecidos pueden proporcionar la estructura básica necesaria para que estos nuevos proyectos puedan introducirse e implementarse con más facilidad. En las comunidades que no están organizadas, se debe empezar con proyectos agroforestales pequeños, que fomenten la participación comunal de los grupos de base. Los proyectos pequeños promueven una mayor participa-

ción de los lugareños, y por su escala reducida, les permiten entenderse mejor (Bunch 1982). La expansión sólo puede darse cuando los productores son capaces de ocupar las posiciones previamente ocupadas por personas de fuera de la comunidad. Por otra parte, los miembros de las comunidades se mostraron más convencidos de la utilidad de cooperar en acciones colectivas en los sitios donde hay asociaciones anteriores relacionadas con organizaciones sociales, información previa sobre las ventajas de la cooperación y algunas ganancias eventuales si se lleva a cabo esa acción.

En la Figura 1 se aprecian algunas instancias que ofrecen la oportunidad de involucrar al productor. Cabe señalar que, aunque un proyecto agroforestal esté muy bien realizado técnicamente, tiene pocas posibilidades de éxito sin la participación y el apoyo de los productores.

El apoyo gubernamental y no-gubernamental a las organizaciones locales es imprescindible para contar con un número adecuado de productores dedicados a replantar árboles en una gran cantidad de laderas degradadas en El Salvador.

## CONCLUSIONES

La participación de los productores en los proyectos agroforestales estuvo limitada por la competencia por la demanda de mano de obra del cultivo de maíz, la falta de conocimiento tecnológico sobre prácticas agroforestales y los problemas de tenencia y titulación de tierras.

El uso de algunos incentivos, una mayor presencia y compromiso de los promotores agroforestales en la comunidad y la capacitación fueron identificados como mecanismos importantes para lograr una mayor participación de los productores en los proyectos agroforestales.

El apoyo gubernamental y no-gubernamental a las organizaciones locales es clave para lograr la participación de los productores en proyectos de desarrollo agroforestal que realmente contribuyan a la rehabilitación de las laderas degradadas en El Salvador.

**Reconocimientos:** A Evelaine Goggin-Michaud, por las revisiones del artículo; al Dr. Jorge Faustino, por el apoyo logístico en El Salvador; a Miguel Valle, por servir como enlace en el campo. También deseamos expresar nuestro aprecio al Dr. Michele Veeman, por sus amables gestiones respecto a nuestra beca y por sus útiles recomendaciones previas al trabajo de campo.

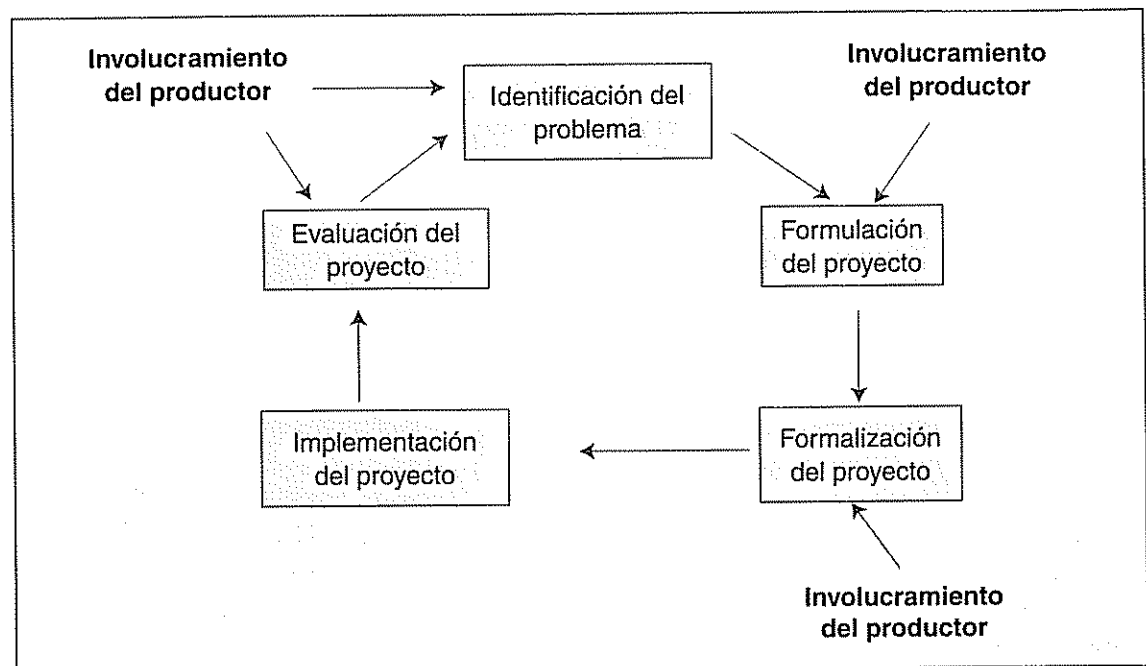


Figura 1. Oportunidades potenciales para involucrar a los productores en los proyectos agroforestales. Adaptado de Beckley *et al.* (1999).

## LITERATURA CITADA

- Beckley JM; Boxall, PC; Just, LK; Wellstead, AM 1999 Forest stakeholder attitudes and values: selected social-science contributions. Natural resources Canada Canadian Forestry Service Northern Forestry Center, Edmonton, Alberta
- Berg Bruce L 1998 Qualitative research methods for the social sciences. Boston, Mass Allyn & Bacon
- Bunch, R 1982 Two Ears of Corn: a guide to people-centered agricultural improvement. Oklahoma City: World Neighbors.
- Cernea, M 1985 "Alternative units of social organization: sustaining afforestation, strategies. *In* Putting people first: sociological variables in rural development. Washington, D.C.: Oxford University Press.
- Glaser, BG; Strauss, AL 1967. The discovery of grounded theory: strategies for qualitative research. Chicago: Aldine Publishing Co.
- Niang, A; Recke, H; Place, F; Kiome, R; Nandwa, S; Nyamai, D 1999 Soil fertility replenishment in Western Kenya. *Agroforestry Today*, 2 (1-2):19-21
- Noronha, R; Spears, J 1985 "Sociological variables in forestry. Project design. *In* Putting people first: sociological variables in rural development. Michael Cernea, ed. Washington D.C.: Oxford University Press.
- Strauss, A; Corbin, J 1990. Basics of qualitative research: grounded theory, procedures and techniques. Newbury Park CA: sage publications.

# Tipologías cafetaleras del Pacífico de Nicaragua<sup>1</sup>

Glenda Bonilla<sup>2</sup>, Eduardo Somarriba<sup>3</sup>

**Palabras clave:** análisis de conglomerados, análisis de componentes principales, análisis discriminante canónico, *Coffea arabica*, diversidad

**Tipology of coffee farm on the Pacific coast of Nicaragua**

## RESUMEN

Se estudiaron los factores biofísicos y socioeconómicos que pueden influenciar el diseño y el manejo del dosel de sombra en 36 fincas cafetaleras de la región del Pacífico, en Nicaragua. Se emplearon técnicas multivariadas para identificar los tipos de cafetales y evaluar la importancia relativa de los factores en las clasificaciones. Se identificaron tres tipos de cafetales: 1) fincas medianas (tamaño promedio = 6.7 ha), con diversos doseles (ocho especies), altos niveles de sombra (42%), manejo de bajos insumos y café como principal fuente de ingresos; 2) fincas pequeñas (tamaño promedio = 2.8 ha), con muchas musáceas, niveles de sombra similares al Grupo 1, menos riqueza en el dosel (seis especies) y manejo de bajos insumos; 3) fincas grandes, a mayor altitud, con baja riqueza en el dosel (cuatro especies), poca sombra (27%) y altos costos de insumos, sobre todo de fertilizantes.

## ABSTRACT

Biophysical and socioeconomic factors that influence the design and management of the shade canopy in 36 coffee farms in the Pacific region of Nicaragua were studied. Multivariate techniques were used to identify types of coffee plantations, and to evaluate the relative importance of the factors in the classifications. Three types of coffee plantations were identified: 1) medium-size farms (mean size 6.7 has), with diverse shade canopy (eight species), high shade levels (42%), low input management, and coffee as the main incomes source; 2) small farms (mean size 2.8 has), with many types of *Musa* spp, equal shade levels of the Group 1, smaller diversity level in the shade canopy (six species) and low input management, and 3) the largest farms, at higher altitudes, with low species diversity (four), few shade trees (27%) and high input management, mainly for fertilizers.

## INTRODUCCIÓN

El cafetal es un agroecosistema florísticamente diverso, con estratificación vertical, horizontal y temporal y diferentes productos y formas de manejo (Beer 1995, Llanderal y Somarriba 1998, Granados y Vera 1995, Escalante 1997, Mussak y Laarman 1989). La composición botánica y la estructura del dosel de sombra varía ampliamente entre cafetales de diferentes países, entre regiones de un mismo país y dentro de una misma región. En este estudio se analizan algunos factores biofísicos y socioeconómicos que podrían determinar el diseño y el manejo de los cafetales del Pacífico de Nicaragua.

## METODOLOGÍA

Entre marzo y julio de 1999, se estudiaron 36 fincas ubicadas en los departamentos de Managua, Masaya, Carazo y Granada (11°49'-12°02' N, 85°59'-86°21' O; altitud

entre 400-900 m, precipitación entre 1229-1585 mm y temperatura entre 23 y 26.7°C) (Salinas 1991) con la metodología de Somarriba y Llanderal (1998). La región cafetalera del Pacífico nicaragüense se dividió en tres subregiones con marcadas diferencias climáticas y poblacionales: Volcán Mombacho (a orillas del Lago de Nicaragua, más húmeda que las otras zonas, con poca población), Los Pueblos (topografía plana, precipitación intermedia, alta densidad poblacional) y El Crucero (más seco, topografía variable y población baja).

La diversidad del dosel de sombra se analizó utilizando los siguientes grupos funcionales: 1) árboles de sombra (ej. *Inga densiflora*); 2) maderables (ej. *Cedrela odorata*); 3) musáceas (*Musa* spp); 4) cítricos (*Citrus* spp); 5) otros frutales (ej. *Mangifera indica*); 6) leña (ej. *Gliricidia*

<sup>1</sup> Basado en Bonilla, G 1999. Tipologías cafetaleras del Pacífico de Nicaragua. Tesis M.Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 70 p. <sup>2</sup> M.Sc. en Agroforestería Tropical. CATIE, Turrialba, Costa Rica 1999 <sup>3</sup> Profesor-Investigador, CATIE, Turrialba Costa Rica. Tel: (506)558-2593. Fax: (506)556-1576. E-mail: esomarri@catie.ac.cr



*sepium*) y 7) otros componentes de sombra (ej. palmas o árboles remanentes del bosque natural que no forman parte de las categorías anteriores). Diferentes combinaciones de estos grupos dieron lugar a tipologías visuales del cafetal (tipologías *a priori*). Se identificaron cinco tipos visuales: 1) cafetales sólo con árboles de sombra; 2) cafetales con árboles de sombra y con maderables; 3) cafetales con árboles de sombra y con musáceas; 4) cafetales con árboles de sombra y con cítricos, y 5) cafetales con sombra mixta. Se estudiaron ocho fincas del tipo 1 y siete fincas de cada uno de los otros. En cada finca se recolectó información socioeconómica (entrevistas y formulario) y biofísica (parcelas temporales de 1000 m<sup>2</sup>).



Los sistemas con café más diversificados se encuentran en fincas pequeñas, con baja intensidad de manejo y bajo nivel socioeconómico

Las tipologías se analizaron con técnicas multivariadas (componentes principales, conglomerados y discriminante), utilizando tres procedimientos de clasificación: 1) análisis de los tipos de sombra formados *a priori*; 2) análisis de la clasificación usando todas las variables y 3) análisis de la clasificación usando variables seleccionadas mediante un análisis de correlación seguido de un análisis de componentes principales. Se comparó la congruencia entre las tipologías *a priori* y las obtenidas estadísticamente mediante Chi cuadrado ( $X^2$ ).

## RESULTADOS

Las variables que mejor explicaron las tipologías fueron: la diversidad del dosel de sombra (riqueza y abundancia relativas de los grupos funcionales), la importancia del cafetal como fuente de ingresos para el productor, el área del cafetal, la altitud, la intensidad del manejo del café (costo de insumos, herbicidas y especialmente, fertilizantes) y el rendimiento de café. El tercer procedimiento de clasificación produjo los mejores resultados. El 100% de la varianza original de los datos se explicó con sólo dos variables canónicas, con un error de conteo del 36%. La clasificación *a priori* requirió de

cuatro variables canónicas y tuvo un error de conteo del 75% (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Procedimientos de análisis multivariado de cafetales en el Pacífico de Nicaragua

Procedimiento	EEC (%)	CAN	Correlación canónica	Valor propio	Proporción acumulada
1	75	1	0.979 <sup>ns</sup>	23.08	0.61
		2	0.951 <sup>ns</sup>	9.54	0.86
		3	0.891 <sup>ns</sup>	3.86	0.96
		4	0.758 <sup>ns</sup>	1.35	1.00
2	30	1	0.995*	108.29	0.80
		2	0.974*	18.47	0.93
		3	0.948*	8.78	1.00
3	36	1	0.986*	36.24	0.88
		2	0.908*	4.70	1.00

EEC: error estimado de conteo

CAN: variable canónica

ns = no significativo

\* = significativo ( $p < 0.05$ )

La primera variable canónica en el tercer procedimiento acumuló el 88% de la variación original de los datos. En este componente canónico, las variables más importantes fueron la importancia de la finca como fuente de ingresos para el productor y la diversidad del dosel de sombra. La intensidad de manejo del café (costo total de insumos, herbicidas y fertilizantes), rendimiento, área del cafetal y altitud fueron las variables de mayor peso en la segunda variable canónica. Existe una relación inversa entre la diversidad del dosel de sombra y la intensidad del manejo del café.

Se identificaron tres tipos de fincas cafetaleras. En el Grupo 1, las fincas son medianas (6.7 ha), los productores consideran su finca como la principal fuente de ingresos, el dosel de sombra es diverso (ocho especies), tiene un alto nivel de sombra (42%) y un manejo con bajos insumos. En el Grupo 2, los cafetales son pequeños (2.8 ha), con muchas musáceas, iguales niveles de sombra que el Grupo 1, menor riqueza en el dosel (seis especies) y bajos insumos. Las fincas del Grupo 3 son grandes, se encuentran a mayor altitud, tienen baja riqueza en el dosel (cuatro especies), poca sombra (27%) y altos costos de insumos, sobre todo de fertilizantes (Cuadro 2). La clasificación estadística fue diferente de la clasificación *a priori*.

## DISCUSIÓN

Las relaciones entre el tamaño de las explotaciones cafetaleras, la riqueza y los niveles de sombra del dosel, el nivel de insumos y los rendimientos identificadas en es-

**Cuadro 2.** Características biofísicas y socioeconómicas de tipologías cafetaleras del Pacífico de Nicaragua

Variable	Tipologías estadísticas		
	1	2	3
Años de experiencia del productor	19	30	25
Importancia de la finca	1	2	1
<b>Económicas</b>			
Costo fertilizantes (\$ ha <sup>-1</sup> )	125	110	355
Costo herbicidas (\$ ha <sup>-1</sup> )	5	12	50
Costo insumos (\$ ha <sup>-1</sup> )	174	179	480
<b>Biofísicas</b>			
Área de cafetal (ha)	6.7	2.8	42.3
Altitud (m)	498	529	625
Rendimiento (qq oro ha <sup>-1</sup> )	13.5	11.2	20.7
Porcentaje de sombra	42	45	27
Riqueza del dosel (número de especies)	8	6	4
Abundancia en el dosel (plantas ha <sup>-1</sup> )	427	849	144
Diversidad Simpson	3.82	2.19	2.94

te estudio coinciden con lo manifestado por otros autores (Lagemann y Heuvelodop 1983, Landerl y Somarriba 1998). Los sistemas más diversificados se encuentran en fincas pequeñas, con baja intensidad de manejo y bajo nivel socioeconómico. Las fincas grandes utilizan más insumos y variedades mejoradas de café y tienen, por lo tanto, mayores rendimientos (Mejía 1990). En estas fincas la diversidad es entre campos dentro de la finca, mientras que en las fincas pequeñas, la diversidad se da entre fincas.

En el dosel se encontraron 56 especies que proveen de sombra al café y producen madera, fruta y leña. Las especies más abundantes fueron las musáceas (*Musa* sp.), el madero negro (*Gliricidia sepium*) y los cítricos (*Citrus* sp.). Los maderables son también importantes, aunque menos abundantes, e incluyen principalmente cedro (*Cedrela odorata*) y guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*). La diversidad botánica observada es sorprendente, porque en Nicaragua, los cafetales del Pacífico fueron afectados por el Plan de Renovación Cafetalera (CONARCA) implementado entre 1980 y 1983. En la Renovación se eliminaron los doseles altos, multiestratificados y diversos de los cafetales tradicionales y, en su lugar, se recomendaron doseles monoestratificados con pocas especies de sombra, leña y madera. El programa de renovación surgió como respuesta a la llegada de la roya (*Hemileia vastatrix*) en 1976 y como un mecanismo para elevar los rendimientos y reducir la zona cafetalera en el departamento de Carazo. Rice (1990) destacó los fuertes impactos ambientales negativos de este programa.

El dosel de sombra de los cafetales de El Crucero es particularmente simple debido a la lluvia ácida producida por los gases emitidos por el volcán Santiago (Chamorro 1996, Gutiérrez 1996), sólo permitieron utilizar unas pocas especies arbóreas, como copel (*Amphiterygium adstringens*) y chilamate (*Ficus isophlebia*), que son tolerantes. El 42% de los productores mencionó "los gases del cerro" como un problema importante para la caficultura en sus fincas. Sin embargo, no hay estudios detallados de este fenómeno ni de su impacto en la economía y el manejo de las fincas cafetaleras.

## CONCLUSIONES

- El área del cafetal, la altitud, la intensidad del manejo, la importancia de la finca como fuente de ingreso para los productores y la diversidad del dosel de sombra determinan las tipologías cafetaleras del Pacífico de Nicaragua.
- Se identificaron tres tipos de cafetales: 1) fincas medianas (6.7 ha), dosel diverso (ocho especies), altos niveles de sombra (42%), manejo de bajos insumos y café como principal fuente de ingresos; 2) fincas pequeñas (2.8 ha), con muchas musáceas, iguales niveles de sombra que el Grupo 1, menor riqueza en el dosel (seis especies) y bajos insumos; 3) fincas grandes, a mayor altitud, con baja riqueza en el dosel (cuatro especies), poca sombra (27%) y altos costos de insumos, sobre todo de fertilizantes.

## LITERATURA CITADA

- Beer J 1995. Efectos de los árboles de sombra sobre la sostenibilidad de un cafetal. Boletín PROMECAFE 68: 13-18
- Chamorro L 1996. Lluvia ácida en El Crucero afectará cafetales y cosecha cafetalera en esta zona. El Caficultor, la Revista del Productor Cafetalero (3) 14: 3-4
- Escalante E 1997. Café y Agroforestería en Venezuela. Agroforestería en las Américas 4 (13): 21-24.
- Granados D; Vera, LJ 1995. El sistema agroforestal cafetalero en Córdoba, Veracruz. Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales 1: 97-108
- Gutiérrez JF 1996. A propósito de la lluvia ácida en la zona de "El Crucero". El Caficultor, la Revista del Productor Cafetalero (3) 15: 27-29.
- Lagemann J; Heuvelodop J 1983. Characterization and evaluation of agroforestry systems: the case of Acosta-Puriscal, Costa Rica. Agroforestry Systems 1: 101-115
- Llanderl T; Somarriba E 1998. Tipologías de cafetales en Turrialba. Agroforestería en las Américas 6 (23): 30-32.
- Mejía EJ 1990. Caracterización y evaluación de diferencias en el manejo del cultivo del café (*Coffea arabica* L.) en dos municipios de Matagalpa, Nicaragua. Tesis M.Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE 102 p.
- Mussak MF; Laarman JG 1989. Farmer's production and timber trees in the cacao-coffee region of coastal Ecuador. Agroforestry Systems 9: 155-170.
- Rice RA 1990. Transforming agriculture: The case of coffee leaf rust and coffee renovation in Southern Nicaragua. Ph.D. Thesis. University of California Berkeley, California 304 p.
- Salinas IH 1991. Zonificación agroecológica para el cultivo de café (*Coffea arabica* L.) en Nicaragua. Tesis M.Sc. Turrialba, CR. CATIE 90 p.
- Somarriba E; Llanderl T 1998. Análisis de la diversidad del componente arbóreo en cafetales de Centroamérica. Turrialba, CR. CATIE 29 p (mimeo)

# Abonos orgánicos: efecto de sombra y altitud en almácigos de café<sup>1</sup>

Jorge U. Castellón<sup>2</sup>, Reinhold Muschler<sup>3</sup>, Francisco Jiménez<sup>4</sup>

**Palabras clave:** altura de planta, bocashi, chasparria (*Cercospora coffeicola*), defoliación, *Erythrina poeppigiana*, lombricompost, materia seca, pulpa de café

## RESUMEN

Se evaluó el efecto de nueve abonos orgánicos en un almácigo orgánico de *Coffea arabica* L. en función de la sombra (0 y 50%) y la altitud (600 y 1325 msnm). Las plántulas a 600 msnm presentaron los mayores valores de altura y materia seca, pero también de incidencia de *Cercospora coffeicola* y defoliación. En ambas altitudes, las plántulas crecieron más bajo sombra y los mejores tratamientos fueron lombricompost, pulpa de café, bocashi (material tipo compostado rápido formado por: 32% de suelo, 16% cascarilla arroz, 16% carbón, 3% cal agrícola, 1% melaza, 16% de semolina de arroz y 16% gallinaza) y el tratamiento fertilización más fungicidas (convencional). El uso de sombra y pulpa de café (procesada con o sin lombrices) en la relación 1:3 (substrato:suelo) permitió el crecimiento de plántulas de café sanas y vigorosas, las que fueron similares a las obtenidas con fertilización convencional.

**Organic manures: effect of shade and altitude in coffee nurseries**

## ABSTRACT

The study evaluated the development of seedlings of *Coffea arabica* L. as a function of nine organic amendments under two levels of shade (0 and 50%) and at two elevations (600 and 1325 masl). The plants at 600 masl had the greatest values for height and dry matter, but also for defoliation and incidence of *Cercospora coffeicola*. At both elevations, the seedlings were tallest under shade and the best treatments were earthworm compost, coffee pulp, bocashi (a rapidly composted fertilizer containing: 32% soil, 16% rice hulls, 16% charcoal 3% limestone, 1% molasses, 16% rice brand and 16% chicken manure) and fertilization plus fungicides (traditional). The experiment demonstrated that the use of shade and coffee pulp (processed with or without earthworms) in the ratio 1:3 (substrate: soil) permitted the growth of healthy and strong coffee seedlings which were similar to those obtained with traditional fertilization.

## INTRODUCCIÓN

Para establecer cafetales promisorios es importante producir plántulas de almácigo sanas y vigorosas. Entre los factores más importantes para el desarrollo de plántulas de café en almácigos se destacan la altitud, la temperatura, el fotoperíodo, la radiación solar (Arias 1987), la nutrición, la incidencia de plagas y la sombra (López *et al.* 1972). La mayoría de estos aspectos están muy relacionados con la altitud (Soto *et al.* 1991, Arias 1987). El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la altitud sobre el crecimiento de las plántulas de café con y sin sombra y con diferentes tipos de abonos orgánicos.

## METODOLOGÍA

El estudio se realizó en dos zonas cafetaleras de Costa Rica: Paraiso, a 1325 msnm y Turrialba, a 602; ambas

pertenecen a la formación ecológica "Bosque Húmedo Premontano" (Holdridge 1978). En cada zona se evaluaron dos niveles de iluminación (plena exposición solar y sombra de sarán al 50%). Se trasplantaron plántulas germinadas de la variedad Caturra en bolsas de polietileno de dos litros de capacidad. El sustrato utilizado fue suelo de origen volcánico mezclado con los siguientes materiales: pulpa de café procesada con lombrices (lombricompost), compost de pulpa (descompuesta) y abono bocashi (Sasaki 1994) en la relación 1:3 (substrato:suelo) en partes por volumen, inoculación con micorrizas de *Entrophospora colombiana* a 4 g de inóculo (en promedio 120 esporas por g de suelo), tres niveles de hojarasca de *Erythrina poeppigiana* (poró) equivalentes a 200, 400 y 600 kg N ha<sup>-1</sup>, fertiliza-

<sup>1</sup> Basado en Castellón, JU 1999. Uso de abonos orgánicos y sombra para almácigos de café orgánico. Tesis M Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. <sup>2</sup> M Sc en Agricultura Ecológica, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1999. <sup>3</sup> Profesor Investigador, CATIE. Tel. 558-2608 Fax 556-1891. Email: muschler@catie.ac.cr <sup>4</sup> Profesor Investigador, CATIE. Tel. 558-2228 Fax 556-11576. Email: fjimenez@catie.ac.cr

ción química más fungicidas (convencional) y un testigo absoluto.

En cada zona de estudio, se utilizó un diseño de parcelas divididas en bloques completos al azar con cuatro repeticiones. En las parcelas principales se asignaron aleatoriamente los niveles del factor "A" (0 y 50% de sombra) dentro de cada bloque. Los niveles del factor "B" (sustratos) se asignaron aleatoriamente en las subparcelas dentro de cada parcela principal. En cada bloque habían 18 subparcelas, nueve por cada nivel del factor "A". La unidad experimental tenía 10 bolsas, con dos plántulas por bolsa.

Las variables evaluadas fueron: altura de planta, defoliación, incidencia de *Cercospora coffeicola*, vigor y materia seca de hojas. Se realizó un ANDEVA para todas las variables y una prueba de comparación de medias. Para comparar el efecto particular de los sustratos, entre elevaciones o entre sombra y sol, se realizaron pruebas de "t".

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

**Altura de las plantas.** Los efectos de la iluminación, los sustratos y la interacción fueron significativos ( $p < 0.001$ ) en cada sitio (Cuadro 1). En ambos sitios, las plantas bajo sombra fueron más altas que a plena exposición solar. En Turrialba, bajo sombra, la altura de planta fue en promedio un 28% mayor que en Paraíso; el sustrato pulpa tuvo el mayor aumento (55%). A plena exposición solar, las plantas presentaron mayor altura promedio (41% mayor) con relación a Paraíso (Figura 1E). Los sustratos con los mayores incrementos fueron pulpa, lombricompost y fertilización más fungicidas (57, 58 y 108%, respectivamente). El menor crecimiento de las plántulas en Paraíso puede atribuirse a la mayor altitud, quizás por efecto del incremento en la proporción de luz ultravioleta (LUV), que aumenta con la altura y que limita el crecimiento de las plantas (Tranquillini 1964, López *et al.* 1972).

**Incidencia de *Cercospora coffeicola* y defoliación.** En Paraíso, la incidencia osciló entre el 15% y el 48%; los tratamientos que mostraron los menores valores fueron convencional, lombricompost, pulpa y bocashi. En Turrialba, al igual que la defoliación, la incidencia del hongo presentó mayores valores (24-57%) (Figura 1C). En Paraíso, los factores iluminación y composición de los sustratos, así como la interacción, fueron estadísticamente diferentes, mientras que en Turrialba fueron similares para la variable defoliación (Cuadro 2). En Turrialba, todos los tratamientos (excepto micorrizas bajo

Cuadro 1. Efecto de la altitud, la sombra y el sustrato en la altura de plántulas de café.

Tratamientos	Paraíso (1300 msnm)		Turrialba (600 msnm)		Incremento porcentual (Turrialba/Paraíso)	
	Sombra	Sol	Sombra	Sol	Sombra	Sol
Lombricompost	15.3 a	8.1 ab	19.4 ab	12.8 ab	27 *	58 **
Pulpa	13.7 bc	7.2 bc	21.2 a	11.3 bc	55 **	57 **
Bocashi	15.5 a	7.7 ab	18.7 b	10.1 cd	21 NS	31 NS
Micorrizas	11.0 f	8.4 a	15.9 c	11.2 bc	45 **	33 *
Poró 200	10.8 f	8.4 a	13.9 de	10.1 cd	29 NS	20 *
Poró 400	12.3 de	8.4 a	13.7 de	10.6 cd	11 **	26 NS
Poró 600	13.1 cd	8.2 ab	13.4 e	9.2 d	2 **	12 NS
Convencional	14.5 ab	6.5 c	18.8 b	13.5 a	30 NS	08 **
Testigo	11.3 ef	8.6 a	15.3 cd	10.7 cd	35 NS	24 NS
CV (%)	7.16		9.29			
Iluminación	**		**			
Trat. X Ilum.	**		**			

Valores con la misma letra dentro de cada columna no difieren estadísticamente según la prueba LSMEAN ( $p < 0.05$ )

sombra) presentaron mayor defoliación (entre 95 y 183% para sombra y sol, respectivamente) que en Paraíso (Figura 1D). En Paraíso, bajo sombra, la defoliación osciló entre el 10% (lombricompost) y el 48% (poró 200), mientras que a plena exposición, los valores extremos fueron para bocashi (9%) y el testigo absoluto (28%) En Turrialba, los valores menores correspondieron a los tratamientos convencional y pulpa. En ambos sitios, la mayor defoliación se observó en los tratamientos con poró, micorrizas y testigo absoluto.

Cuadro 2. Efecto de la altitud, la sombra y el sustrato en la defoliación de las plántulas de café.

Tratamientos	Paraíso (1300 msnm)		Turrialba (600 msnm)		Variación porcentual (Turrialba/Paraíso)	
	Sombra	Sol	Sombra	Sol	Sombra	Sol
Lombricompost	10.3 a	11.3 a	38.5 a	43.9 a	274 **	288 **
Pulpa	16.8 a	22.6 b	31.2 a	33.1 a	86 **	46 **
Bocashi	16.2 a	9.2 a	42.5 a	47.4 a	162 **	415 **
Micorrizas	46.7 b	19.6 b	42.5 a	40.6 a	-10 **	107 *
Poró 200	47.7 b	16.4 b	58.0 a	58.6 a	22 NS	257 **
Poró 400	43.4 b	25.9 b	63.0 a	60.6 a	45 **	134 **
Poró 600	41.5 b	24.3 b	57.0 a	51.0 a	37 NS	109 NS
Convencional	12.1 a	9.3 a	22.9 a	30.4 a	89 *	227 **
Testigo	37.5 b	27.6 b	54.8 a	47.4 a	46 *	72 NS
CV (%)	37.79		20.29			
Iluminación	**		NS			
Trat. X Ilum.	*		NS			

Valores con la misma letra dentro de cada columna no difieren estadísticamente según la prueba LSMEAN ( $p < 0.05$ )



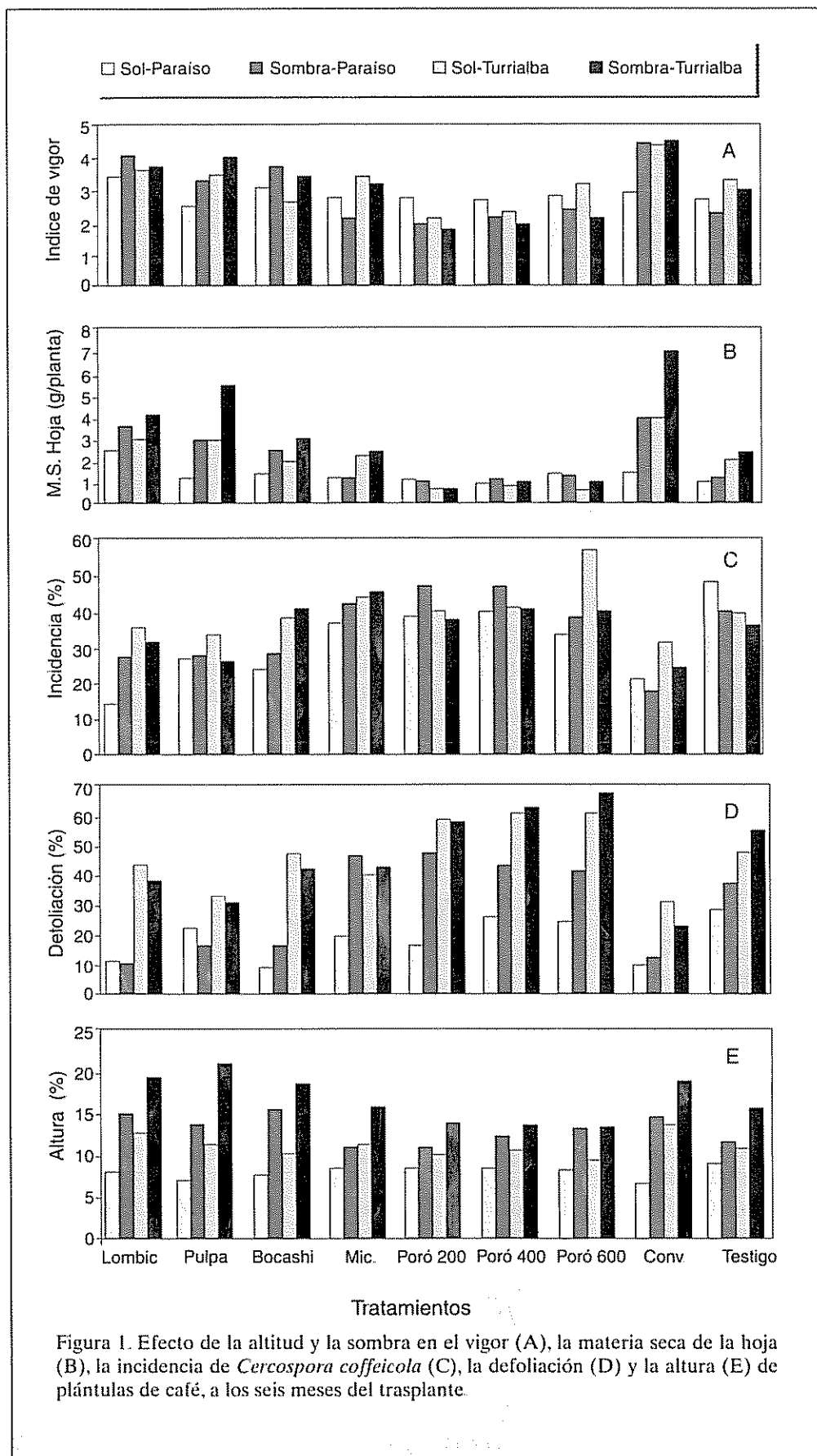


Figura 1. Efecto de la altitud y la sombra en el vigor (A), la materia seca de la hoja (B), la incidencia de *Cercospora coffeicola* (C), la defoliación (D) y la altura (E) de plántulas de café, a los seis meses del trasplante.

Los 720 m de diferencia entre la altura de los dos sitios modificaron significativamente la temperatura.

En Turrialba, la mayor incidencia de *C. coffeicola* y defoliación en la mayoría de los tratamientos se puede atribuir a que las condiciones climáticas favorecieron el desarrollo del hongo. Sin embargo, los sustratos pulpa y lombricompost, presentaron bajos valores de defoliación e incidencia y fueron estadísticamente similares al tratamiento convencional en ambos sitios.

**Materia seca de hojas.** Para ambos sitios, el efecto de la iluminación y los sustratos, así como su interacción fueron significativos. Los mayores valores se presentaron en Turrialba (Figura 1B). En los dos sitios los valores bajo sombra fueron superiores a los de plena exposición solar. En general, en ambos sitios, los tratamientos convencional, lombricompost, pulpa y bocashi presentaron los mayores valores y los tratamientos con poró, micorrizas y testigo absoluto tuvieron los valores más bajos. En Paraiso, bajo sombra, la materia seca de hojas presentó valores de entre 3.8 g/planta (convencional) y 1 g/planta (poró 200). A plena exposición solar, el mayor valor (2.5) correspondió a lombricompost y el menor (0.9) a poró 400. En Turrialba, la materia seca de hoja osciló entre 6.9 g/planta para convencional bajo sombra y 0.6 g/planta para poró 600 en sol.



Entre los 600 y los 1300 msnm se recomienda utilizar pulpa, lombricompost o bocashi en una proporción 1:3 de abono y suelo (Foto: F Jiménez).

**Vigor.** El efecto de la iluminación no fue significativo; sin embargo, la interacción tratamiento por iluminación fue estadísticamente significativo en ambos sitios. En los dos sitios, los tratamientos lombricompost, pulpa, bocashi y convencional presentaron los mayores valores (Figura 1A). Los valores en sombra fueron mayores que a plena exposición solar. En contraste, los tratamientos con poró, micorizas y testigo presentaron los valores más bajos. Los resultados obtenidos en este parámetro fueron consistentes con los valores obtenidos en las variables altura, defoliación, incidencia de *C. coffeicola* y materia seca de hoja.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las plántulas de café crecieron más a menor altitud (600 msnm), pero también sufrieron mayor defoliación e incidencia de *C. coffeicola*. En ambas altitudes, las plantas bajo sombra del 50% presentaron los mayores valores de altura y vigor y materia seca de hojas. Los mejores tratamientos en sol y sombra fueron: pulpa, lombricompost, bocashi y convencional. La evaluación del vigor demostró ser una técnica sencilla y no destructiva para caracterizar adecuadamente diferencias entre

tratamientos. Con base en los resultados obtenidos, se recomienda lo siguiente: usar sombra para la producción de almácigos de café en altitudes entre los 600 y los 1325 msnm; usar pulpa, lombricompost o bocashi en proporción 1:3 (abono: suelo) y utilizar el índice de vigor para evaluar el crecimiento de las plántulas.

### LITERATURA CITADA

- Addicott, FT 1968 Environmental factors in the physiology of abscission. *Plant Physiology* 43:1471-1479
- Arias MO 1987 Fisiología del café. San Salvador SV ISIC 176 p
- Fernández, CE; Muschler RG 1999 Aspectos de la sostenibilidad de los sistemas de cultivo de café en América Central. In: Bertrand, B; Rapidel, B eds. *Desafíos de la caficultura en Centro América*. San José, CR IICA, p 69-96
- Holdridge LR 1978 *Ecología basada en zonas de vida*. San José, CR IICA, 206 p
- López, CF; Naranjo JO; Villegas, EM; Valencia, AG 1972 Influencia de la altitud en el desarrollo de plántulas de café en almácigo. *Cenicafé* 23:87-103
- Sasaki, S 1994 *Manual del curso básico de agricultura orgánica*. San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica. P. 4-21
- Soto, F; Morales D; Dell Amico, J; Jerez, E 1991 Dinámica del crecimiento de plántulas de café bajo diferentes condiciones de aviveramiento. *Cultivos Tropicales* 12:77-85
- Franquillini, W 1964 The physiology of plants at high altitudes. *Annual Review of Plant Physiology* 15:345-362
- Valencia AG 1970 Estudio fisiológico de la defoliación causada por *Cercospora coffeicola* en el café. *Cenicafé* 21:105-114

# Importancia de la sombra en la incidencia de enfermedades en café orgánico y convencional en Paraíso, Costa Rica<sup>1</sup>

Jorge Omar Samayoa<sup>2</sup>, Vera Sánchez<sup>3</sup>

**Palabras clave:** *Cercospora coffeicola*, *Hemileia vastatrix*, *Mycena citricolor*, microclima.

## RESUMEN

Se evaluó la incidencia y severidad de enfermedades foliares en un cafetal convencional con sombra entre 0 y 30% y uno orgánico con sombra entre 30 y 65%, ambos con *Erythrina poeppigiana*. En ambas plantaciones se midió la precipitación diaria, la temperatura, la humedad relativa y el porcentaje de sombra. En el cafetal orgánico, la incidencia de *Cercospora coffeicola* fue menor, mientras que la de *Mycena citricolor* fue mayor. Sin embargo, la mayor parte del tiempo, la incidencia fue inferior al 10%. *Hemileia vastatrix* no mostró diferencias entre los dos sistemas. La humedad relativa y la temperatura media no se relacionaron con ninguna de las enfermedades estudiadas, sin embargo, *C. coffeicola* mostró relación positiva con la precipitación. La sombra fue un componente importante del manejo de las enfermedades en ambas plantaciones.

## ABSTRACT

**Importance of shade in disease incidence in organic and traditionally-grown coffee in Paraíso, Costa Rica.**

The incidence and severity of leaf diseases was evaluated in a traditional coffee plantation with shade between 0 and 30% and one organic coffee plantation with shade between 30 and 65%, both with *Erythrina poeppigiana* shade. Daily precipitation, temperature relative humidity and shade percentage were measured in both plantation. The incidence of *Cercospora coffeicola* was lower in the organic coffee plantation but that of *Mycena citricolor* was greater although incidence rarely exceeded 10% of the trees. There was no differences in *Hemileia vastatrix* occurrence between the two systems. The mean relative humidity and temperature were not related to any of the diseases studied. *C. coffeicola* increased with precipitation. The shade was an important component in the management of the diseases in each plantation.

## INTRODUCCIÓN

Para el cultivo convencional de café, la tendencia ha sido la siembra en altas densidades, con eliminación o reducción de la sombra y uso intensivo de insumos químicos externos. En el corto plazo, este manejo se traduce en mayor producción (Estívariz 1997), pero puede causar un deterioro de la plantación (Figueroa *et al.* 1996) que la predisponga al ataque de enfermedades como chasparria (*Cercospora coffeicola*), antracnosis (*Colletotrichum* spp.) y *Corticium salmonicolor* (Beer *et al.* 1998).

El manejo orgánico del café es una alternativa al sistema convencional para la producción sostenible,

pues incorpora una mayor diversidad de componentes y reduce el uso de insumos químicos externos. Para el manejo de enfermedades se han utilizado variedades resistentes, fertilización balanceada y sombra (Figueroa *et al.* 1996). Sin embargo, el uso de la sombra ha sido cuestionado, señalando que puede disminuir la producción y crear un ambiente microclimático propicio para el desarrollo de ciertas enfermedades (Beer *et al.* 1998). En esta investigación se evaluaron las principales enfermedades foliares en un cafetal orgánico y uno convencional, con diferentes manejos de sombra.

<sup>1</sup> Basado en Samayoa JO. 1999. Desarrollo de enfermedades en café bajo manejo orgánico y convencional en Paraíso, Costa Rica. Tesis M.Sc. 1999. CATIE, Turrialba, Costa Rica. <sup>2</sup> M.Sc. Agricultura Ecológica. CATIE, Turrialba, Costa Rica. Email: jorge\_omar\_s@hotmail.com <sup>3</sup> Profesora Investigadora. CATIE. Email: sanchezv@catie.ac.cr

**METODOLOGÍA**

El estudio se realizó en las fincas Cristina y Los Chiles en Paraíso, Cartago, Costa Rica (09° 51' N 83° 50' O; 1300 msnm, temperatura media 17.1 °C, precipitación de 1780 mm año<sup>-1</sup>), en plantaciones con cafetos en producción. Los suelos de la zona son de origen volcánico, con buenas propiedades físicas y moderadamente fértiles.

Ambas plantaciones han sido manejadas según los criterios de cada enfoque por al menos siete años y utilizan sombra de poró (*Erythrina poeppigiana*) (4 x 4 m, 625 árboles ha<sup>-1</sup>). En la plantación orgánica, la sombra se mantuvo entre el 30 y el 65%, y en la plantación convencional, entre 0 y 30%. En cada sistema de producción se seleccionaron 25 plantas en un área de 1.5 ha, y en cada planta, tres bandolas, donde se verificó la incidencia y severidad de las enfermedades. La temperatura y humedad relativa se midieron con un termohigrógrafo bimetálico marca Wilth Lambrecht y la precipitación, con un pluviómetro colocado en un espacio abierto junto a las plantaciones. La radiación fotosintética incidente se midió con un ceptómetro (Delta-T-Devices); se hicieron 80 lecturas (una por metro) en cinco puntos de cada plantación elegidos al azar. Para comparar la incidencia y severidad de las enfermedades entre sistemas de manejo en cada muestreo, se usó la prueba de Mann-Whitney.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

**Temperatura y humedad relativa dentro del cafetal.**

Las diferencias en temperatura y humedad relativa entre ambos cafetales fueron pequeñas. Sin embargo, durante los meses más secos (enero a abril) la humedad relativa mínima fue 4.5% menor en el cafetal convencional (Figura 1). La temperatura máxima fue 0.6 °C mayor en el cafetal convencional y en los meses con menor precipitación, la diferencia fue 0.7 °C. Esto indica que en los meses más secos, durante las horas más calurosas del día, cuando la humedad relativa es mínima, el cafetal orgánico presentó un ambiente más fresco por contar con más sombra. Este efecto debido a la sombra es más evidente en los ambientes con una estación seca bien definida, que en aquellos donde las lluvias se presentan por un período más prolongado (Estívariz 1997).

**Incidencia y severidad de enfermedades foliares.**

**Cercospora coffeicola:** La incidencia y severidad de la chasparria fueron mayores en el cafetal convencional que en el orgánico ( $p=0.0008$  y  $p=0.0271$ ), en parte por influencia del menor porcentaje de sombra (Figura 2). Monterroso (1999) reporta un comportamiento similar en cafetales con sombra y a pleno sol. *C. coffeicola* se desarrolla principalmente en el estrato superior de la

planta, que es donde se concentra la mayor actividad metabólica (Monterroso 1999). Por lo tanto, la sombra puede ayudar en el manejo de esta enfermedad que, con el manejo convencional, requiere de aplicaciones de fungicidas o fertilizantes para su control.

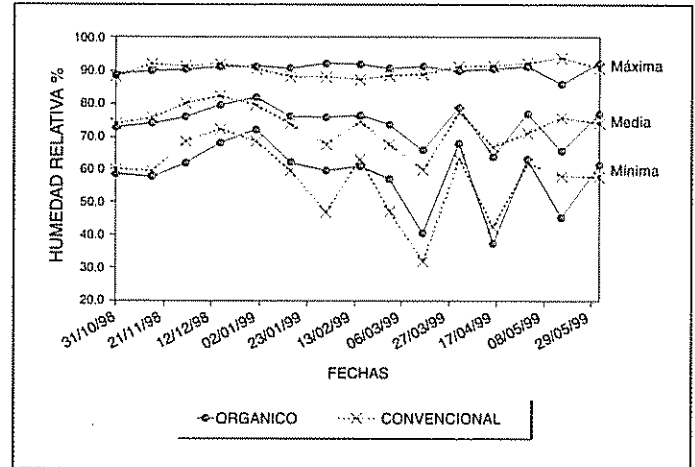


Figura 1. Promedios quincenales de humedad relativa máxima, mínima y media en un cafetal bajo manejo orgánico y otro bajo manejo convencional Paraíso, Cartago, Costa Rica. 1998-1999.

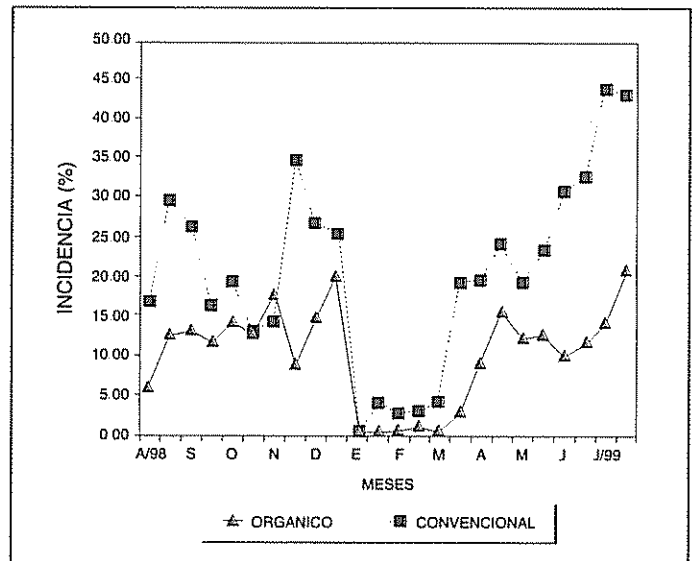


Figura 2. Incidencia de *C. coffeicola* (n=25) en un cafetal orgánico y uno convencional. Paraíso, Cartago, Costa Rica. 1998-1999.

No se encontró relación entre la incidencia de *C. coffeicola* y la temperatura y humedad relativa dentro del cafetal. La enfermedad estuvo más relacionada con la precipitación, donde hubo una correlación significativa ( $r=0.72$   $p=0.0055$  en orgánico y  $r=0.63$   $p=0.0193$  en convencional); la precipitación promueve la formación de follaje nuevo, que es más susceptible al ataque del hongo. Este presentó la menor incidencia durante la época seca, cuando las plantas presentaron menor cantidad de follaje nuevo (Figura 3).



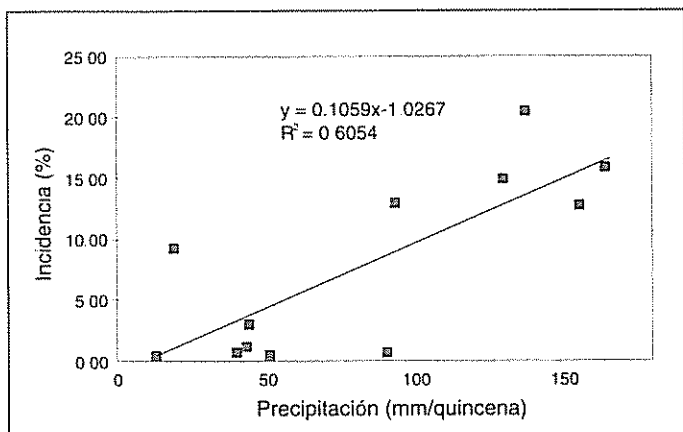


Figura 3. Relación entre la precipitación y la incidencia de *C. coffeicola* en el follaje en el cafetal bajo manejo orgánico. Paraiso, Cartago, Costa Rica. 1998-1999.

**Mycena citricolor:** El ojo de gallo (*M. citricolor*) mostró mayor incidencia y severidad bajo manejo ( $p=0.0001$  para ambas variables). La máxima incidencia de *M. citricolor* ocurrió durante la cosecha (Figura 4). Este comportamiento ha sido observado en otras zonas de Costa Rica (Umaña *et al.* 1990), donde la epidemia se relacionó con altas precipitaciones y humedad relativa. Sin embargo, en este estudio no se encontró correlación entre estas variables y la incidencia del hongo en cada plantación. Sólo durante dos muestreos, en enero, la incidencia fue mayor del 10%, pero esto coincidió con una etapa fenológica en la que el follaje puede ser menos importante para la planta, pues ya ha ocurrido el llenado de los frutos (Arcila 1988). Al final de la evaluación, la incidencia de la enfermedad regresó al mismo nivel del año anterior, lo que reduce el riesgo de que el inóculo residual se incremente y la epidemia del siguiente ciclo sea mayor. Por lo tanto, esto muestra que *M. citricolor* no representó una limitante en el cafetal orgá-

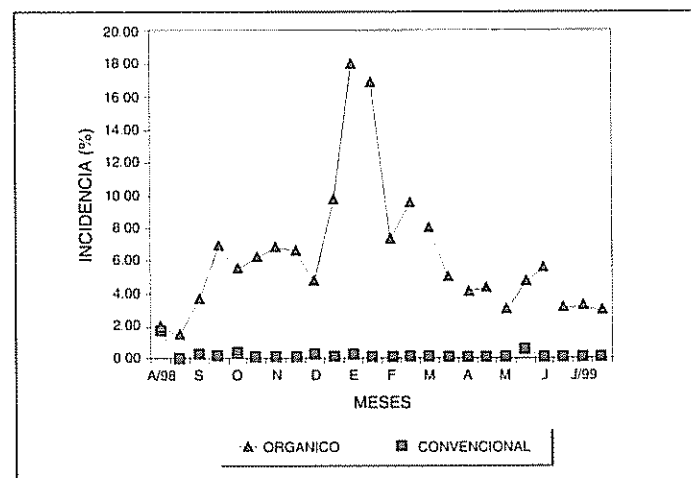


Figura 4. Incidencia de ojo de gallo (*Mycena citricolor*) ( $n=25$ ) en el follaje en café orgánico y convencional. Paraiso, Cartago, Costa Rica. 1998-1999.



La sombra fue un factor importante en el manejo de las enfermedades, tanto en cafetales orgánicos como en los convencionales (Foto: J. Samayoa)

nico con sombra. El objetivo debe ser buscar un nivel de sombra que reduzca el daño por *C. coffeicola* pero que no incremente el de *M. citricolor*.

La roya (*Hemileia vastatrix*) no mostró diferencias entre los sistemas de manejo y podría haber otros factores, como la producción, que condicionen el nivel de incidencia. Otras enfermedades, como *Colletotrichum* spp. y *Phoma costarricensis*, fueron menos importantes y presentaron baja incidencia.

### CONCLUSIONES

La sombra fue un factor importante en el manejo de enfermedades en el cafetal orgánico y convencional. *Cercospora coffeicola* presentó mayor incidencia y severidad en el follaje del cafetal convencional, influenciado por la sombra menor. Esta enfermedad afectó severamente el cultivo, pues atacó el follaje joven y causó defoliación. La incidencia y severidad de *Mycena citricolor* fueron mayores en el cafetal orgánico debido a la mayor sombra. Sin embargo, sólo durante un mes, que coincidió con la cosecha, la incidencia fue superior al 10%. Después de este incremento, la enfermedad regresó al nivel de incidencia que mostró al inicio de los muestreos. *Hemileia vastatrix* tuvo un comportamiento similar en ambos sistemas de manejo. La máxima incidencia se presentó durante la cosecha. La humedad relativa y la temperatura no mostraron relación con el desarrollo de las enfermedades en ninguna de las dos plantaciones.

### LITERATURA CITADA

Arcila, P.J. 1988. Aspectos fisiológicos de la producción de café (*Coffea arabica* L.) In Tecnología del Cultivo del Café. Caldas. CO. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia p 59-111.

Beer, J; Muschler, R; Kass, D; Somarrriba, E. 1998. Shade management in coffee and cacao plantations. *Agroforestry Systems* 38:139-164

Estívariz, J.J. 1997. Efecto de la sombra sobre la floración y producción de café (*Coffea arabica* var. Caturra), después de una poda completa en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag Sc Turrialba, CR. CATIE. 65 p.

Figueroa, R; Fischersworing, B; Roskamp, R. 1996. Guía para la caicultura ecológica. Lima PE. Novella Publigráf 171 p.

Monterroso, D. 1999. Interacción patosistemas-sombra en el sistema café. In Semana Científica CATIE. Logros de la Investigación para el Nuevo Milenio. Actas Turrialba CR. CATIE p 156-161.

Umaña, G; Vargas, L; González, M; Vargas, E. 1990. Epidemiología del ojo de gallo (*Mycena citricolor*) en dos zonas cafetaleras de Costa Rica. In Taller regional sobre roya, ojo de gallo y otras enfermedades del café. San José CR. IICA-PROMECAFE p

# Crecimiento de almácigo de café con abono tipo bocashi y follaje verde de *Erythrina poeppigiana*<sup>1</sup>

Ana C. Romero<sup>2</sup>, Francisco Jiménez<sup>3</sup>, Reinhold Muschler<sup>4</sup>

**Palabras clave:** café orgánico, poró, sombra

## RESUMEN

Se evaluó el efecto de abono tipo bocashi (material tipo compostado rápido formado por: 32% de suelo, 16% cascarilla arroz, 16% carbón, 3% cal agrícola, 1% melaza y 16% de semolina de arroz y 16% gallinaza) y follaje verde de *E. poeppigiana* (poró) sobre la altura, el vigor y la producción de materia seca de plántulas de *Coffea arabica*, cv. Caturra, bajo 50% de sombra y a plena exposición solar. El crecimiento y desarrollo de las plantas fue mejor bajo sombra que a plena exposición. Bajo el 50% de sombra, no hubo diferencias significativas entre el uso exclusivo de bocashi (proporciones abono/suelo: 1:3 ó 1:1) y el manejo convencional (fertilización química y agroquímicos) para ninguna de las variables. El menor crecimiento de plantas se presentó en los tratamientos con biomasa fresca de poró. Para la preparación del abono tipo bocashi se puede sustituir la granza de arroz por cascarilla de café. La sustitución de la semolina de arroz por alimento para ganado debe estudiarse con más detalle.

**Growth rate of coffee seedlings using bocashi manure and *Erythrina poeppigiana* green foliage**

## ABSTRACT

The study reports the effects of organic fertilizers type bocashi ( a rapidly composted fertilizer containing: 32% soil, 16% rice hulls, 16% charcoal 3% limestone, 1% molasses, 16% rice bran and 16% chicken manure) and fresh green foliage of *E. poeppigiana* on height, vigor and biomass production of 6-month-old plants of *Coffea arabica* cv. Caturra grown with and without 50% shade. The plants under 50% shade grew better than those without shade. Under 50% shade, none of the parameters differed among the 1:3 and 1:1 bocashi soil ratio and conventional management (synthetic fertilizers and agrochemicals). The treatments with green manure of *Erythrina* showed the poorest growth. When using bocashi, rice hulls may be substituted by coffee parchment. The substitution of rice bran by cattle feed concentrate will require more detailed study in the future.

## INTRODUCCIÓN

La demanda de productos orgánicos ha creado nuevas oportunidades de exportación para los países en desarrollo (FAO 1999). Uno de los aspectos claves en este tipo de manejo es la sustitución de fertilizantes químicos por abonos orgánicos, para reducir la dependencia de insumos externos de altos costos económicos y ambientales. La producción de almácigos de buena calidad es crítica para el éxito de la plantación de café (Rodríguez 1990), lo mismo que el uso de la sombra en los cafetales establecidos (Muschler 1997). El objetivo de este estudio fue evaluar los efectos de abono tipo bocashi y follaje verde de *E. poeppigiana* en la producción de almácigos de café en condiciones de plena exposición solar y con un 50% de sombra.

## METODOLOGÍA

El estudio se realizó en el área experimental Cabiria, en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), en Turrialba, Costa Rica (9° 53' Lat. N y 83° 39' Long. O; 602 msnm; temperatura media de 21.7°C; humedad relativa promedio de 87%; precipitación promedio de 2640 mm).

Dos meses después de sembrar el semillero, las plántulas de café cultivar Caturra se transplantaron a bolsas de polietileno de dos litros de capacidad, con suelo según los tratamientos. Las plantas se ubicaron en dos niveles de iluminación: a plena exposición solar y con un 50% de sombra artificial, utilizando sarán. La evalua-

<sup>1</sup> Basado en Romero, AC. 1999. Producción de almácigo de café con abonos orgánicos. Tesis M.Sc., CATIE. Turrialba, Costa Rica. <sup>2</sup> M.Sc. en Agricultura Ecológica, 1999. CATIE, Turrialba, Costa Rica. <sup>3</sup> Profesor Investigador, CATIE. Tel. (506)558-2598 Fax (506)556-1576. Email: fjimenez@catie.ac.cr <sup>4</sup> Profesor Investigador, CATIE. Tel. (506)558-2608 Fax (506)556-1891. Email: muschler@catie.ac.cr

ción final del crecimiento del almácigo se realizó seis meses después de establecido el vivero. Los tratamientos utilizados fueron: bocashi basado en la receta original de Sasaki (1994) en la proporción volumétrica substrato-suelo 1:3; bocashi en el que se sustituyó la granza de arroz por cascarilla de café en tres proporciones volumétricas de mezcla bocashi-suelo (1:3, 1:1, 3:1); bocashi en el que se sustituyó la semolina de arroz por concentrado para ganado en la proporción substrato-suelo 1:3; biomasa fresca de *Erythrina poeppigiana* equivalente a 200, 400 y 600 kg de N ha<sup>-1</sup> y los tratamientos control (sólo suelo) y manejo convencional (suelo + fertilización química y uso de agroquímicos). Se utilizó un diseño de parcelas divididas en bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. En las parcelas grandes se asignaron aleatoriamente los dos niveles del factor "A" (0 y 50% de sombra). Los nueve niveles del factor "B" (substratos) se asignaron aleatoriamente en las subparcelas, dentro de cada parcela grande. En total se tuvieron 72 subparcelas. La unidad experimental consistió de 10 bolsas, con dos plantas por bolsa. Las variables evaluadas fueron: altura de planta, producción de materia seca y vigor de las plantas. El vigor se evaluó mediante un índice basado en una escala de 1-5, donde 1 corresponde a plantas de poco desarrollo y 5 a plantas sanas, vigorosas, de buen desarrollo, sin defoliación y sin síntomas visibles de deficiencia. Los índices 2, 3 y 4 fueron estados intermedios entre esos dos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Altura de las plantas.** Los efectos de los substratos, el

nivel de iluminación y la interacción de ambos factores fueron estadísticamente significativos ( $p < 0.001$ ). Las plantas bajo sombra fueron más altas que las que crecieron a plena exposición solar (Cuadro 1), excepto para los tratamientos con biomasa fresca de poró 200 y 400 kg N ha<sup>-1</sup>, para los cuales no hubo diferencias significativas entre las condiciones de iluminación. Bajo sombra, los mejores tratamientos fueron bocashi original y bocashi con cascarilla de café en las proporciones bocashi-suelo 1:3 y 1:1, que fueron estadísticamente iguales al tratamiento de manejo convencional. En plena exposición solar, la mayor altura de plantas se obtuvo con el tratamiento convencional seguido de los tratamientos bocashi original y control. En ambas condiciones de iluminación, el menor crecimiento en altura se presentó con los tratamientos con biomasa fresca de poró. La variación de la proporción de mezcla volumétrica bocashi-suelo de 1:3 a 1:1 no afectó la altura de la planta. Sin embargo, cuando dicha proporción se aumentó a 3:1, el crecimiento disminuyó significativamente bajo sombra y a plena exposición solar, la mayoría de las plantas murieron. La sustitución de la granza de arroz por cascarilla de café o de la semolina de arroz por concentrado para ganado como ingredientes del bocashi redujo significativamente la altura de las plantas en plena exposición solar; resultados similares se obtuvieron bajo condiciones de sombra al sustituir la semolina por concentrado.

**Vigor de las plantas.** Los efectos de los substratos, el nivel de iluminación y la interacción de ambos factores

Cuadro 1. Altura, vigor y peso seco de plantas de café cultivar Caturra en la etapa de vivero, bajo sombra del 50% y a plena exposición solar, bajo diferentes substratos. Turrialba, Costa Rica.

Tratamientos	Altura (cm)		Vigor		Materia seca (g planta <sup>-1</sup> )	
	Sombra	Sol	Sombra	Sol	Sombra	Sol
Bocashi original	24.1bcde	18.3 b	3.76 bc	2.89 bcd	12.6 a	7.8 abc
Bocashi cascarilla café 1:3	25.0 bc	15.7 cdef	3.84 abc	2.29 ef	13.0 a	6.3 abcd
Bocashi cascarilla café 1:1	25.4 abc	14.1 efg	3.79 bc	2.11 efg	13.2 a	2.6 ef
Bocashi cascarilla café 3:1	20.0 g	*	3.07 d	*	11.5 abc	*
Bocashi alimento de ganado	22.2 efg	14.2 efg	3.85 abc	2.39 def	9.4 bcde	3.9 def
Poró 200 kg N ha <sup>-1</sup>	13.3 h	12.1gh	2.42 e	2.03 fg	2.3 f	2.0 f
Poró 400 kg N ha <sup>-1</sup>	15.3 h	13.5 fgh	2.68 de	2.35 ef	3.3 f	2.7 f
Poró 600 kg N ha <sup>-1</sup>	13.7 h	11.0 h	2.52 e	1.97 fg	3.1 f	2.7 f
Manejo convencional	25.0 bcd	20.8 a	3.88 abc	3.65 a	13.8 a	7.9 abc
Suelo (control)	21.4 fg	18.0 bc	3.84 abc	3.35 ab	6.7 e	5.9 bcde
Iluminación	**	**	**			
Tratamiento x iluminación	**	**	**			

Valores con la misma letra dentro de cada columna no difieren estadísticamente según la prueba LSMEAN ( $p < 0.05$ )

\* Las plantas murieron

\*\* Diferencia estadística altamente significativa

fueron estadísticamente significativos ( $p < 0.001$ ). Las plantas bajo sombra tuvieron mayores índices de vigor que las que crecieron a plena exposición solar (Cuadro 1), aunque las diferencias fueron estadísticamente significativas sólo para los tratamientos con bocashi y poró 600 kg N ha<sup>-1</sup>. Bajo sombra, los mayores índices de vigor se observaron en los tratamientos de bocashi, manejo convencional y control; los tratamientos de menor vigor fueron los de biomasa fresca de poró. A plena exposición solar, las plantas con mayor índice de vigor correspondieron a los tratamientos manejo convencional y testigo y las de menor, a los tratamientos de biomasa fresca de poró. La variación en la proporción de bocashi-suelo de 1:3 a 1:1 no afectó el vigor de la planta. Sin embargo, cuando la proporción se aumentó a 3:1, el vigor disminuyó significativamente bajo sombra y en el sol, la mayoría de las plantas murieron.

**Materia seca de las plantas.** Los efectos de los substratos, el nivel de iluminación y la interacción de ambos factores fueron estadísticamente significativos ( $p < 0.001$ ). Las plantas bajo sombra tuvieron mayor producción de materia seca que las que crecieron a plena exposición solar (Cuadro 1). Bajo sombra, los mayores valores de peso seco se observaron con los tratamientos de bocashi y manejo convencional. A plena exposición solar, las plantas con mayor peso seco correspondieron a los tratamientos manejo convencional, bocashi original y bocashi con cascarilla de café en proporción 1:3. Bajo sombra, no se observaron diferencias en el peso seco de las plantas entre los tratamientos con diferentes proporciones de mezcla bocashi y suelo, pero a plena exposición solar, las plantas que crecieron en el substrato con proporción de mezcla 1:3 tuvieron mayor peso seco.

Los tratamientos con los menores valores de altura, vigor y materia seca fueron los de biomasa fresca de poró. Este comportamiento podría deberse a un exceso de nitrógeno en la biomasa fresca que puede causar toxicidad de amoníaco (Aranda, 1995), pues los microorganismos que procesan el substrato liberan una parte del nitrógeno hacia la atmósfera (Mendoza y López 1999). Por lo tanto, se sugiere compostar la biomasa fresca de poró antes de utilizarla como abono orgánico para almácigo de café.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El crecimiento y desarrollo de las plantas de café, expresado a través de la altura, vigor y producción de materia seca, fue mayor bajo 50% de sombra que a plena exposición solar. Bajo el 50% de sombra no hubo diferencias significativas para ninguna de las variables entre el uso



El uso de diferentes abonos orgánicos pueden sustituir el uso de agroquímicos en la producción de almácigos (Foto: F. Jiménez)

de sólo bocashi (proporciones abono:suelo 1:3 ó 1:1) y el manejo convencional de los viveros (fertilización química y uso de pesticidas), lo que sugiere que este tipo de abono orgánico puede sustituir el uso de agroquímicos en la producción de almácigo de café orgánico. La biomasa fresca de poró usada como abono verde redujo el crecimiento de las plantas de café con respecto a los restantes tratamientos, por lo que se sugiere estudiar el manejo apropiado de este material, compostándolo antes de utilizarlo. Para la preparación de abono tipo bocashi para almácigo de café se puede sustituir la granza de arroz por cascarilla de café sin afectar la calidad del abono ni su efecto favorable sobre las plantas. La sustitución de la semolina de arroz por alimento para ganado debe estudiarse con más profundidad, pues los resultados no mostraron tendencias claras.

## LITERATURA CITADA

- Aranda D 1995 Lombricompostaje de residuos orgánicos. In Curso Taller sobre Agricultura Orgánica Memoria Veracruz ME Universidad Veracruzana p 69-79.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación II). 1999. Agricultura orgánica Roma. IT. Comité de Agricultura. 15º período de sesiones (25-29 de enero 1999) 47 p.
- Mendoza, A; López E. 1999 Manual de cafeicultura orgánica. Guatemala. GU. ANACAFE. 157 p
- Muschler R 1997 Sombra o sol para un cafetal sostenible: un nuevo enfoque de una vieja discusión. In Simposio Latinoamericano de cafeicultura Memorias. San José CR IICA p 471-475
- Rodríguez O 1990. Evaluación de programas de fertilización de almácigos de café en el cantón de Pérez Zeledón San José. CR ICAFE Boletín Técnico 53 (1): 1
- Sasaki S. 1994 Manual del curso básico de agricultura orgánica. San José. CR. Universidad de Costa Rica p 4-21



# Calidad de *coffea arabica* bajo sombra de *Erythrina poeppigiana* a diferentes elevaciones en Costa Rica<sup>1</sup>

Eduardo Salazar<sup>2</sup>, Reinhold Muschler<sup>3</sup>,  
Vera Sánchez<sup>4</sup>, Francisco Jiménez<sup>5</sup>

**Palabras clave:** café, Caturra, Catimor, densidad de sombra, poró

## RESUMEN

La calidad de los granos de café fue comparada bajo diferentes niveles de sombra y elevaciones. La calidad del café fue mejor bajo sombra; este efecto fue más marcado en alturas inferiores a los 700 msnm. Los principales beneficios de la sombra intermedia y densa fueron un aumento en la fracción de granos grandes y mejores características físicas y organolépticas. Para Caturra, la sombra mejoró los índices de uniformidad del grano y acidez de la bebida; para Catimor 5175, mejoraron los índices de dureza, ranura y cuerpo de la bebida. A mayores elevaciones (1000 y 1300 msnm), los valores de uniformidad, ranura y dureza del grano, así como la acidez, el aroma y el cuerpo de la bebida, también fueron mejores bajo sombra intermedia comparado con menos sombra. Para ambas variedades, las cualidades físicas y organolépticas difirieron poco entre fechas de cosecha.

*Coffea arabica* quality under *Erythrina poeppigiana* shade at different elevations in Costa Rica

## ABSTRACT

Coffee bean quality was compared at different shade levels and elevations. The quality of coffee was better under shade; this effect was most pronounced at lower elevations. At 700 masl, the main benefits from intermediate and dense shade were increased bean size and improved physical and organoleptic characteristics of the beans. For Caturra, shade improved the values for uniformity of the bean and for acidity of the brew; for Catimor 5175, shade improved the values for hardness of the bean, center-cut and body of the brew. Also at the mid-elevation sites (1000 and 1300 masl), the values for uniformity, center-cut and hardness of the beans, as well as the organoleptic qualities of acidity, aroma and body were superior under intermediate shade than under less shade. For both varieties, the physical and organoleptic qualities differed only slightly with dates of harvest.

## INTRODUCCIÓN

En Costa Rica, la mayor parte del café se cultiva a plena exposición solar o bajo sombra regulada con dos a tres podas de los árboles por año (Fernández y Muschler 1999). Una de las especies de sombra más utilizada es *Erythrina poeppigiana*. Aunque cafetos sin sombra pueden producir más que bajo sombra, puede disminuir la calidad de los granos y aumentar la concentración de ácido clorogénico, cafeína, sacarosa y trigonelina (Guyot *et al.* 1996). No obstante, bajo ciertas condiciones, un sombreamiento intermedio permite mantener una alta productividad y calidad de los granos y de la bebida (Zuluaga 1990, Muschler 2000), por el aporte de los ár-

boles a la fertilidad del suelo y a un microclima más moderado (Fournier 1988). Aunque se sabe que las características físicas y organolépticas del grano mejoran con la elevación (Guyot *et al.* 1996), el estudio de la calidad del café bajo diferentes densidades de sombra a diferentes elevaciones ha recibido muy poca atención. El presente trabajo investiga este último aspecto.

## METODOLOGÍA

En Costa Rica, se comparó la calidad del café maduro bajo diferentes niveles de sombra en cuatro sitios (elevaciones) de acuerdo al siguiente esquema: en el área experimental *El Cañal* (Turrialba, 700 msnm, 22 °C,

<sup>1</sup> Basado en Salazar, E. 1999. Calidad de *Coffea arabica* bajo sombra de *Erythrina poeppigiana* a diferentes elevaciones en Costa Rica. Tesis M.Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. <sup>2</sup> M.Sc. Agricultura Ecológica, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1999. <sup>3</sup> Profesor Investigador, CATIE. Tel. 558-2608 Fax 556-1891. Email: muschler@catie.ac.cr <sup>4</sup> Profesora Investigadora, CATIE. Tel. 558-2368. Fax 556-1533. Email: sanchezv@catie.ac.cr <sup>5</sup> Profesor Investigador, CATIE. Tel. 5582598. Fax 556-1576. Email: fjimenez@catie.ac.cr

87% HR, 2600 mm) se compararon cuatro densidades de sombra (Cuadro 1) en las variedades Caturra y Catimor 5175; en *La Esmeralda* (Turrialba, 1050 msnm, 19 °C, 89% HR, 2750 mm) y *Birrisito* (Paraíso, 1300 msnm, 17 °C, 82% HR, 1800 mm) se compararon sombra variable e intermedia en la variedad Caturra y en *La Pastora* (San Marcos de Tarrazú, 1650 msnm, 16 °C, 84% HR, 1750 mm) se comparó sombra variable y sin sombra en la variedad Caturra.

**Cuadro 1.** Densidades de sombra utilizadas en las diferentes áreas experimentales de Costa Rica, 1999.

Densidades de sombra	Manejo
1. Sin sombra	Cafetos sin sombra durante todo el año.
2. Sombra variable	Poda de todas las ramas de <i>E. poeppigiana</i> dos veces por año (0 a 50% sombra).
3. Sombra intermedia	Poda de algunas ramas de <i>E. poeppigiana</i> (40 a 60% sombra).
4. Sombra densa	Árboles de <i>E. poeppigiana</i> a libre crecimiento (60 a 80% sombra).

Cada muestra consistió en 2 kg (peso fresco) de café en fruto, tomado al azar del café cosechado de 20 a 25 plantas por tratamiento. El beneficiado se realizó en húmedo. Las propiedades físicas (tamaño, uniformidad, ranura, dureza, color y olor del grano) y organolépticas (aroma, cuerpo y acidez de la bebida) fueron determinadas en "pruebas a ciegas" por Jimmy Bonilla, catador oficial del Consorcio de Cooperativas Cafetaleras de Guanacaste y Montes de Oro R.L. (COOCAFE), Costa Rica, siguiendo la metodología de Menchú (1966). Los datos se analizaron mediante análisis de varianza y pruebas de t.

## RESULTADOS

En el sitio más bajo ("*El Cañal*"), el porcentaje de granos grandes (>6.7 mm de diámetro) se incrementó de menos del 60% en sombra variable o sin sombra, a más del 75% en los tratamientos con sombra intermedia o densa, para ambas variedades (Caturra y Catimor 5175). Tendencias similares se observaron a mayores elevaciones, aunque las diferencias fueron menos evidentes conforme la elevación aumentó hasta que, finalmente, en el sitio de mayor elevación (1650 msnm), las muestras indicaron un comportamiento inverso con respecto a las otras áreas experimentales.

Excepto por un leve aumento del índice de color bajo sombra densa (Fig. 1), en el sitio más bajo (*El Cañal*), los índices de color y olor del grano no difirieron en ninguno de los sitios (Figuras 1 y 2). Con pocas excepciones (uniformidad para Catimor en el sitio más alto), los ín-

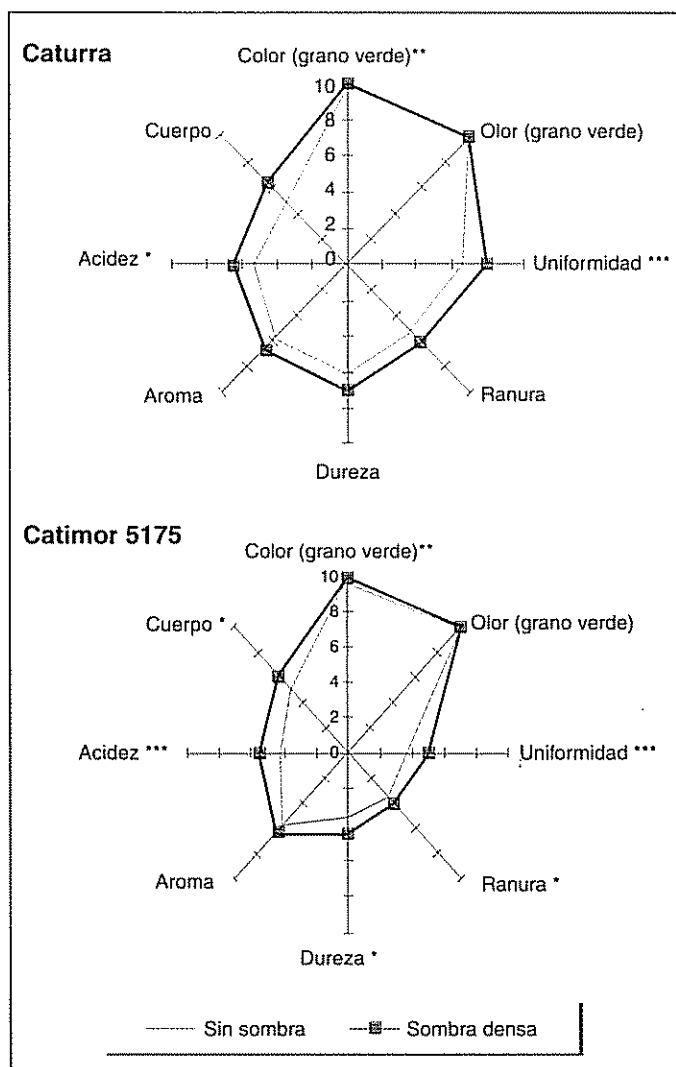


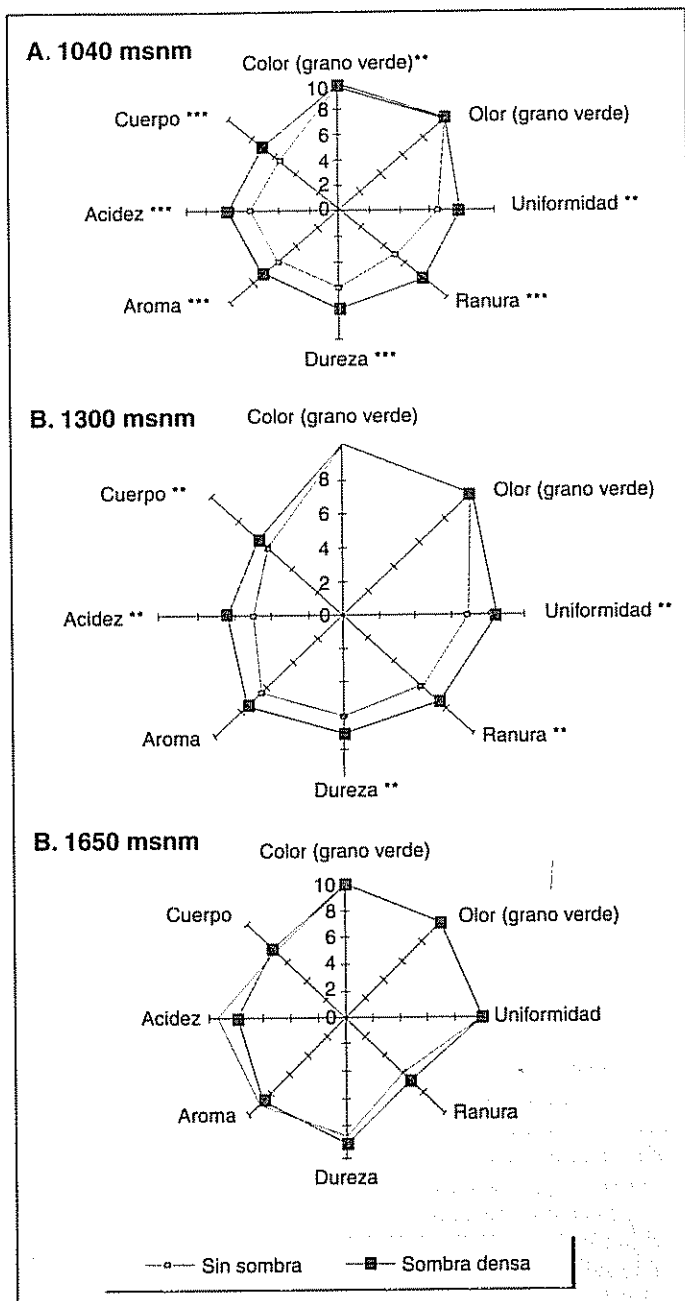
Figura 1. Atributos de la calidad del grano verde (color y olor) y tostado (uniformidad, ranura y dureza) en dos variedades de *Coffea arabica* cultivadas sin sombra y bajo sombra densa de *Erythrina poeppigiana* (n = 3) a baja elevación en "*El Cañal*" (700 msnm, 2600 mm, Turrialba, Costa Rica, 1999).

La escala utilizada fue un índice relativo con un máximo de 10. La significancia entre los tratamientos fue: \*\*\* $\alpha < 0.01$ , \*\* $\alpha < 0.05$  y \* $\alpha < 0.1$ .

dices para ranura, uniformidad y dureza aumentaron con el nivel de sombra en todos los sitios (Figuras 1 y 2). También se notaron mejoras similares bajo los niveles relativamente más altos de sombra en cada sitio, para los atributos organolépticos aroma, acidez y cuerpo. Sin embargo, en el sitio de mayor elevación, las diferencias desaparecieron (Figura 2).

## DISCUSIÓN

Los mayores porcentajes de granos grandes y los mayores índices para uniformidad, ranura, dureza, aroma, acidez y cuerpo bajo mayores niveles de sombra en *El Cañal*, *La Esmeralda* y *Birrisito* indican que la sombra



**Figura 2.** Atributos de la calidad del grano verde (color y olor) y tostado (uniformidad, ranura y dureza) de *Coffea arabica* var. Caturra en tres diferentes altitudes de Costa Rica 1999: (A) "La Esmeralda" (n = 4; 1040 msnm, Turrialba, Cartago); (B) "Birrisito" (n = 5; 1300 msnm, Paraíso, Cartago) y (C) "La Pastora" (n = 1; 1650 msnm, San Marcos de Tarrazú, San José). La escala utilizada fue un índice relativo con un máximo de 10. La significancia entre sombra variable y sombra intermedia fue: \*\*\* $\alpha < 0.01$ , \*\* $\alpha < 0.05$  y \* $\alpha < 0.1$ , según la prueba de t.

puede favorecer estos atributos de calidad al menos hasta los 1300 msnm. Este comportamiento se debe, probablemente, al efecto microclimático de la sombra que retarda la maduración de los frutos y posibilita una mayor concentración de azúcares (Guyot *et al.* 1996).

La aparente ausencia de este efecto a los 1600 msnm (*La Pastora*) podría indicar que, a esta elevación, los cafetos ya no se benefician de la moderación microclimática debida a los árboles. Los valores mayores para todos los atributos encontrados en este sitio respaldan esta conclusión.

Para interpretar las diferencias en *Birrisito* hay que considerar que, además de las diferencias de sombra, también había diferencias de manejo (orgánico con sombra intermedia versus convencional con sombra variable). Sin embargo, dado el enfoque del presente estudio, estos dos factores no podían ser separados. En general, las mejoras en las cualidades organolépticas coinciden con las afirmaciones de Menchú (1966), Cabrera *et al.* (1992) y Guyot *et al.* (1996). Sin embargo, es notable que el aumento relativo de los atributos organolépticos para Catimor fue menor que las diferencias reportadas por Muschler (1998, 2000).

### CONCLUSIONES

Aunque la sombra mejoró los valores de las variables para ambas variedades, Catimor mostró valores muy inferiores a Caturra. El papel de la sombra para mejorar la calidad del café fue marcado en elevaciones de hasta 1300 msnm. Los datos exploratorios de mayor elevación (1650 msnm) sugieren que la sombra no mejoró la calidad en esas condiciones. Se recomienda corroborar la información sobre el papel de la sombra a elevaciones superiores a los 1300 msnm, con muestras múltiples y en sitios representativos para diferentes zonas agroecológicas.

### LITERATURA CITADA

Cabrera, C; Acevedo, A; Caro, P; Vilches, E; Lacerra, J; Turíño, M; Rodríguez, C. 1992. Evaluación de algunos índices físicos y calidad a la taza de *Coffea arabica* var. Caturra rojo durante tres años en tres zonas del Es-cambay Centro Agrícola (CU) 19 (2-3): 21-27

Fernández, CE, Muschler, R. 1999 Aspectos de la sostenibilidad de los siste-mas de cultivo de café en América Central In: Bertrand, B, Rapidel, B (eds), Desafíos de la Caficultura en Centroamerica IICA-PROME-CAFE-CIRAD pp 69-96.

Fournier, A. 1988 El cultivo del cafeto (*Coffea arabica* L.) al sol o a la sombra un enfoque agronómico y ecofisiológico. Agronomía Costarricense 12: 131-146

Guyot, B; Gueule, D; Manez, J; Perriot, J; Giron, J; Villain, L. 1996 Influence de l'altitude et de l'ombrage sur la qualité des cafés Arabica Plantations, Recherche, Développement: 272-283

Menchú, F. 1966. La determinación de la calidad del café Guatemala, GU, Asociación Nacional del Café 51 p

Muschler, R. 1998. Tree-Crop compatibility in agroforestry: production and quality of coffee grown under managed tree shade in Costa Rica Ph D Thesis, Florida, University of Florida 219 p

Muschler, R. Shade improves coffee quality in a sub-optimal zone of Costa Rica. Agroforestry Systems (en prensa)

Radillo, R. 1963. Catación y clasificación del café en Guatemala Revista Cafe-talera (GU) 21: 8-29

Zuluaga, J. 1990. Los factores que determinan la calidad de café verde. In 50 años de Cenicafe Conferencias conmemorativas Caldas, CO. Cenica-fé p 167-183

# Fenología de cacao bajo árboles de sombra en Talamanca, Costa Rica<sup>1</sup>

Michael Boulay<sup>2</sup>, Eduardo Somarriba<sup>3</sup>, Alain Olivier<sup>4</sup>

**Palabras clave:** *Erythrina poeppigiana*, floración, *Gliricidia sepium*, *Inga edulis*, producción, rebrote foliar, *Theobroma cacao*.

**Cocoa phenology under shade trees in Talamanca, Costa Rica.**

## RESUMEN

## ABSTRACT

Se estudió la fenología de seis cruces interclonales de cacao (*Theobroma cacao*) bajo sombra de *Erythrina poeppigiana*, *Gliricidia sepium* e *Inga edulis* en la zona Atlántica de Costa Rica, en 1992. Los patrones de sombra difirieron entre especies, pero se detectaron muy pocas diferencias significativas en el rebrote de hojas, la floración y la producción de cacao. Sin embargo, las diferencias en los niveles de sombra parecen afectar la intensidad del rebrote foliar, la floración y la producción del cultivo.

A study of the phenology of six cacao (*Theobroma cacao*) interclonal crosses under the shade of *Erythrina poeppigiana*, *Gliricidia sepium* or *Inga edulis* was carried out in Atlantic region of Costa Rica in 1992. Although shade patterns differed between shade species, only a few significant differences were detected in cacao flushing, flowering and production patterns. However, differences in shade levels seemed to affect the intensity of flushing, flowering and production.

## INTRODUCCIÓN

El cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L.) bajo sombra permanente de árboles es un sistema agroforestal tradicional en zonas tropicales. La sombra puede afectar la fenología del cultivo (Alvim 1977, Ampofo y Bonaparte 1981), ya que bajo esta condición, el rebrote foliar y la floración son menos intensos y menos frecuentes que en cacaotales sin sombra. Los rendimientos de cacao son menores bajo sombra densa que bajo sombra rala o a pleno sol. El objetivo del estudio fue evaluar el rebrote foliar, la floración y la producción de cacao seco de seis cruces interclonales de cacao bajo la sombra de *Erythrina poeppigiana*, *Gliricidia sepium* o *Inga edulis* en Costa Rica.

## METODOLOGÍA

El experimento se llevó a cabo en Talamanca, Costa Rica (9° 36' N; 82° 45' O), en un suelo Fluvaquentic Eutropept. Los árboles de sombra se plantaron en setiembre y las plantas de cacao en octubre de 1988. Se utilizaron los siguientes cruces interclonales: UF 676 x IMC 67, UF

613 x UF 29, UF 613 x IMC 67, UF 668 x Pound 7, UF 613 x Pound 12 y Catongo x Pound 12. El nivel de sombra se manejó mediante podas regulares y raleos selectivos. Los árboles de cacao fueron podados una vez, después de cada cosecha principal (normalmente entre febrero y marzo). El manejo y la producción del ensayo fueron descritos por Somarriba *et al.* (1997).

Las especies de sombra se plantaron en un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. Cada parcela (1296 m<sup>2</sup>) tuvo 36 árboles de sombra y 100 de cacao. Los árboles de sombra se plantaron a 6 m x 6 m (278 árboles ha<sup>-1</sup>), el cacao, a 3 x 3 m (1111 árboles ha<sup>-1</sup>). Las mediciones se realizaron en las 36 plantas centrales de cada parcela (seis plantas por cruce interclonal).

Entre noviembre de 1991 y noviembre de 1992 se realizaron evaluaciones quincenales del rebrote foliar, la floración y la producción de cacao (peso seco). El rebrote foliar y la floración se midieron con una escala visual de

<sup>1</sup> Basado en Boulay, M. 1999. Étude de la phénologie des différents hybrides de cacaoyer associés à six espèces d'arbres d'ombrage. Thesis M.Sc., Université Laval, Québec, Canada. Traducido al español por L.Meléndez. Editor, CATIE. <sup>2</sup> M.Sc. in Agroforestry, Université de Laval, Sainte-Foy (Québec), 1999 Canada. <sup>3</sup> Profesor Investigador CATIE. Tel: (506)558-2593. Fax: (506)556-1576. Email: esomarri@catie.ac.cr <sup>4</sup> Département de Phytologie, Faculté des Sciences de l'agriculture et de l'alimentation, Université Laval. Email: alain.olivier@plg.ulaval.ca

cinco clases (0-4). Para rebrote: 0 = sin rebrote, 1 = rebrote de <25% de superficie de la copa, 2 = rebrote de ≥25 a <50% de superficie de la copa, 3 = rebrote de ≥50 a <75% de superficie de la copa y 4 = rebrote de ≥75% de superficie de la copa. Para floración: 0 = sin floración, 1 = poca floración, 2 = floración de poca a media, 3 = floración de media a mucha y 4 = mucha floración. Para cada clase visual, se contaron las flores a lo largo del tronco principal y en los 75 cm proximales de todas las ramas primarias de 12 árboles de cacao por parcela y se ajustó una regresión lineal de los datos. La correlación entre las clases visuales y el número de flores fue de  $r = 0.82$  (Luján 1992).



La selección de las especies de sombra en cacao tiene que basarse en aspectos prácticos (por ej. disponibilidad de semillas, facilidad de propagación y poda) y criterios financieros (Foto: F. Solano)

El rebrote foliar, la floración y la producción de cacao se analizaron utilizando un diseño de parcelas subdivididas con las especies de sombra como parcelas principales, los cruces interclonales de cacao como subparcela y las fechas de medición como sub-subparcelas. Para comparar los promedios se utilizó la Diferencia Mínima Significativa (DMS).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Rebrote foliar.** No se encontraron diferencias significativas entre las especies de sombra. Se detectaron diferencias significativas entre fechas de medición ( $p < 0.0001$ ) y para la interacción entre las especies de sombra y las fechas de medición ( $p < 0.0001$ ). El cacao rebrotó cada 6-8 semanas (Figura 1). La intensidad del rebro-

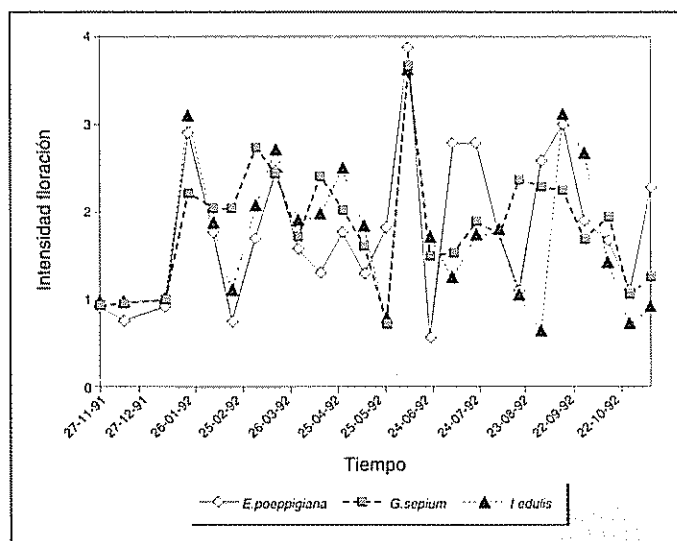


Figura 1. Rebrote foliar de cacao bajo sombra de *Erythrina poeppigiana*, *Gliricidia sepium* o *Inga edulis*.

Escala: 0 = sin rebrote, 1 = rebrote de <25% de superficie de la copa, 2 = rebrote de ≥25 a <50% de superficie de la copa, 3 = rebrote de ≥50 a <75% de superficie de la copa y 4 = rebrote de ≥75% de superficie de la copa

te difirió entre las especies de sombra en cuatro de los seis picos de rebrote. El promedio fue 1.8, que equivale a casi el 50% de la copa de árbol de cacao en estado de rebrote. A pesar que se observaron grandes diferencias en los niveles de sombra entre las especies para una fecha dada (Luján 1992), los patrones de rebrote foliar no fueron afectados por la variabilidad de la sombra. Los resultados concuerdan con lo reportado por Ampofo y Bonaparte (1981), quienes indican que el rebrote de cacao bajo sombra puede empezar después y puede ser de mayor duración que en árboles a pleno sol, pero que la presencia o ausencia de sombra tiene efectos significativos solamente en la intensidad del rebrote. Taylor y Hadley (1988) observaron que la concentración de auxinas fue más alta en los extremos de las hojas y tallos emergentes de cacao, al inicio de cada periodo de rebrote foliar. Al parecer, en este estudio el rebrote de cacao también estuvo bajo un control endógeno.

**Floración.** Se encontraron diferencias significativas por efecto de las especies de sombra ( $p < 0.0169$ ), las fechas de medición ( $p < 0.0001$ ) y la interacción ( $p < 0.0001$ ) entre especies de sombra y fechas. La floración ocurrió durante todo el año, con los niveles más bajos después de la cosecha principal del cacao (Figura 2). Aunque los patrones de floración fueron similares bajo las tres especies de sombra, la floración bajo *G. sepium* fue consistentemente más alta que bajo las otras. El promedio de floración fue 1.5, es decir, entre bajo y medio. Las principales diferencias entre tratamientos fueron detectadas



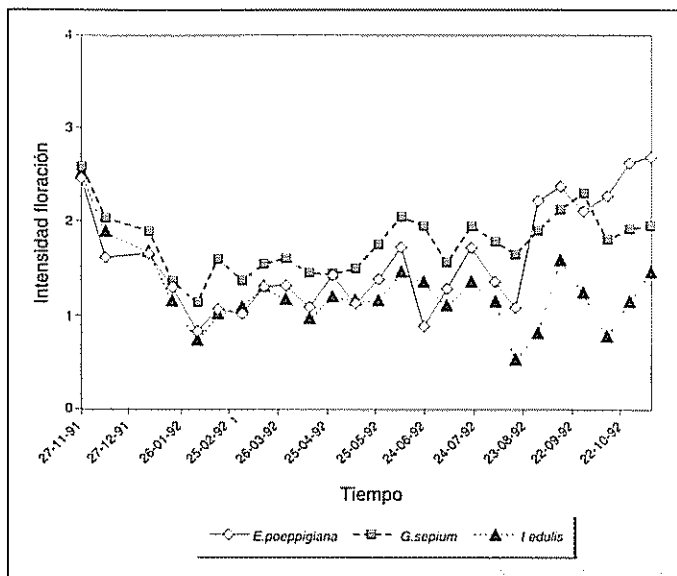


Figura 2. Floración de cacao bajo sombra de *Erythrina poeppigiana*, *Gliricidia sepium* o *Inga edulis*

Escala: 0 = sin floración, 1 = poca floración, 2 = floración de poca a media, 3 = floración de media a mucha y 4 = mucha floración

en términos de intensidad de la floración durante los picos de floración. Alvim (1977) menciona que la floración es influenciada por mecanismos endógenos tales como la acción de fitohormonas y la competencia entre frutos y flores por los productos de la fotosíntesis. Los resultados obtenidos en este estudio permiten suponer que el mecanismo que controla la floración es endógeno.

**Producción de cacao.** La producción no difirió entre las especies de sombra (Figura 3). Se encontraron diferencias significativas entre fechas de medición ( $p < 0.001$ ) y la interacción entre las especies de sombra y las fechas ( $p < 0.0001$ ). El rendimiento promedio del cacao seco ( $700 \text{ kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ ) fue excelente si se compara con los 300 a  $400 \text{ kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$  obtenidos en cacaotales bajo sombra, pero bajo, comparado con los 1500 a  $2000 \text{ kg ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$  obtenidos en plantaciones de cacao a pleno sol. El menor rendimiento del cacao bajo sombra podría deberse al aumento de mazorcas abortadas debido a la competencia entre mazorcas jóvenes, tallos y hojas nuevas por los productos de la fotosíntesis (Alvim 1977).

## CONCLUSIONES

Los patrones de rebrote foliar, floración y producción del cacao no fueron afectados por las especies de sombra. Los patrones de brote y floración probablemente estuvieron influidos por mecanismos endógenos. Sin embargo, las diferencias en los niveles de sombra parecen afectar la intensidad del brote, la floración y la producción durante sus respectivos picos.

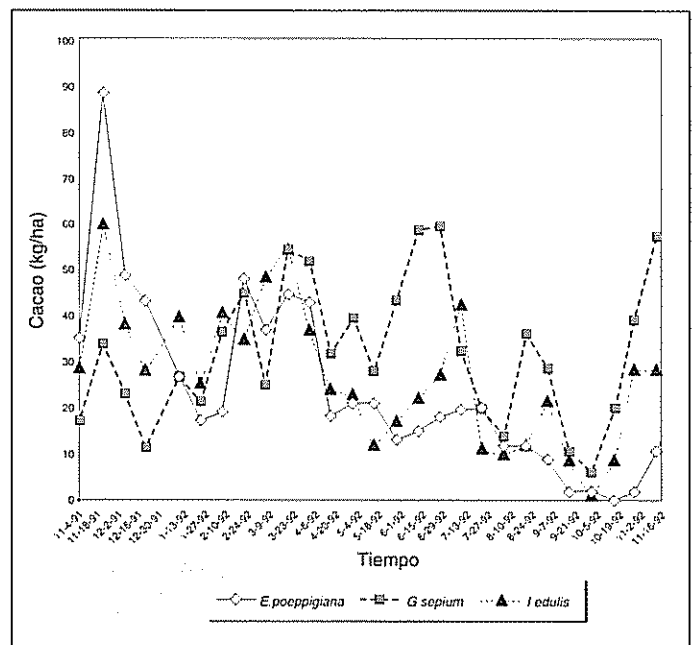


Figura 3. Producción de cacao bajo sombra de *Erythrina poeppigiana*, *Gliricidia sepium* o *Inga edulis*

La poda diferenciada (frecuencia e intensidad) de las especies de sombra no afectó el rendimiento del cacao. La selección de las especies de sombra tiene que basarse en aspectos prácticos (por ej. disponibilidad de semillas, facilidad de propagación y poda) y criterios financieros.

**Agradecimientos:** Al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), el Proyecto Agroforestal CATIE-GTZ y el Centro de Investigación de Desarrollo Internacional (IDRC), que proporcionaron el apoyo financiero para la realización del estudio. A Onías Rodríguez, dueño de la finca, y a los asistentes de campo que apoyaron la investigación.

## LITERATURA CITADA

- Alvim, PT. 1977. Environmental effects on growth and flowering. In: Alvim, PT; Kozłowski, TT. eds. Ecophysiology of Tropical Crops. London, GB, Academic Press p. 299-313.
- Ampofo, ST; Bonaparte, ENA. 1981. Flushing, flowering and pod-setting of hybrid cocoa in a cocoa shade/spacing/cultivar experiment. In Alliance des pays producteurs de cacao VII Conférence Internationale sur la Recherche Cacaoyère Douala, CM. p. 103-108.
- Luján, R. 1992. Dinámica de doseles de tres especies de leguminosas de sombra y efectos sobre la fenología de seis cruces interclonales de cacao. Tesis M.Sc. Turrialba, CR, CATIE. 100 p.
- Somarriba, E; Meléndez, L; Campos, W; Lucas, C; Luján, R. 1997. Cacao bajo sombra de leguminosas en Talamanca, Costa Rica: manejo, fenología, sombra y producción de cacao. CATIE Serie Técnica, Informe Técnico no 289, Turrialba, Costa Rica. 59 p.
- Taylor, SJ; Hadley, P. 1988. Studies on growth periodicity and its control in mature cocoa (*Theobroma cacao* L.) grown in controlled environmental conditions: the physiological role of auxins. In Alliance des pays producteurs de cacao. X Conférence Internationale sur la Recherche Cacaoyère Santo Domingo, DR. p. 169-175.

# Factores ecológicos y socioeconómicos que influyen en la regeneración natural del laurel en sistemas silvopastoriles del trópico húmedo y subhúmedo de Costa Rica<sup>1</sup>

Juan C. Camargo<sup>2</sup>, Muhammad Ibrahim<sup>3</sup>,  
Eduardo Somarriba<sup>4</sup>, Bryan Finegan<sup>5</sup>, Dean Current<sup>6</sup>

**Palabras clave:** análisis multivariado, calidad, daños, dinámica poblacional, estados de desarrollo, laurel (*Cordia alliodora*) modelos de regresión, mortalidad.

## RESUMEN

Se estudiaron las condiciones ecológicas y socioeconómicas que influyen en la regeneración natural del laurel (*Cordia alliodora*) en potreros de dos zonas ecológicas de Costa Rica. Se cuantificó la población de *C. alliodora* en los estados de plántulas, brinzales, latizales y fustales. Se obtuvieron cuatro conglomerados con diferentes patrones de regeneración natural; las variables que más contribuyeron a separar los conglomerados fueron las características edáficas, la dependencia económica de la finca y su manejo, el uso anterior a las pasturas y las prácticas para establecerlas. El 43% de los brinzales presentó daños; este fue el estado de regeneración más susceptible y el que presentó mayor mortalidad. Las condiciones ambientales, las especies de la pastura y el hábito de crecimiento afectaron la dinámica poblacional del laurel en la fase temprana de establecimiento; su comportamiento mejoró cuando las condiciones de estrés hídrico fueron menos severas.

**Ecological and socio-economic factors influencing laurel (*Cordia alliodora*) natural regeneration in silvopastoral systems in the humid and sub-humid tropics of Costa Rica.**

## ABSTRACT

The ecological and socio-economic conditions influencing natural regeneration of laurel (*Cordia alliodora*) in pastures in two ecological zones of Costa Rica were studied. *C. alliodora* populations in seedling, sapling, young tree and mature tree stages were quantified. Four clusters with different natural regeneration patterns were obtained. The variables that contributed the most to separate the clusters were their edaphic characteristics, type of farm economic dependency and management, previous use of the pastures and the practices carried out in order to establish them. Forty-three percent of the saplings presented damage, showing the sapling stage to be the most susceptible stage of regeneration and the one with the highest mortality rate. Environmental conditions together with pasture species and their growth habit affected laurel population dynamics during the early establishment stage; its performance was better under less severe condition of hydric stress.

## INTRODUCCIÓN

En Costa Rica, los sistemas ganaderos tradicionales enfrentan serios problemas por la baja en los precios de sus productos, la disminución del rendimiento y la degradación del entorno (Pomareda *et al.* 1997). En este contexto, los árboles maderables resultan una

alternativa importante en la recuperación de áreas degradadas y la diversificación de las fincas ganaderas en zonas donde la producción de madera tiene mayor importancia por su valor comercial (Howard 1995).

<sup>1</sup> Basado en Camargo, JC 1999 Factores ecológicos y socioeconómicos que influyen en la regeneración natural del laurel (*Cordia alliodora*) en sistemas silvopastoriles del trópico húmedo y sub-húmedo de Costa Rica Tesis M. Sc., CATIE, Turrialba, Costa Rica. <sup>2</sup> M. Sc. Agroforestería Tropical, Docente Investigador, Facultad de Ciencias Ambientales, Universidad Tecnológica de Pereira. E-mail: jupipe@utp.edu.co <sup>3</sup> Profesor Investigador, CATIE. Tel 558-2595. Fax 556-1576. Email: mibrahim@catie.ac.cr <sup>4</sup> Profesor Investigador, CATIE. Tel 558-2593. Fax 556-1576. Email: esomarri@catie.ac.cr <sup>5</sup> Profesor Investigador, CATIE. Tel 558-2615. Fax 556-7730. Email: bfinegan@catie.ac.cr <sup>6</sup> Consultor Socioeconomía

El laurel (*Cordia alliodora*) está presente en muchas de las fincas ganaderas del país, como parte de sistemas silvopastoriles. Su regeneración natural dentro de los potreros es común en la zona húmeda de Guápiles (Kampen 1996) y en la sub-húmeda de Esparza (Viera y Barrios 1997) y resulta facilitada por la alta producción y la fácil dispersión de las semillas (Greaves y McCarter 1990, Boshier y Lamp 1997).

El objetivo de la investigación fue estudiar los factores ecológicos y socioeconómicos que influyen en la regeneración natural de *C. alliodora* en sistemas silvopastoriles.

### METODOLOGÍA

El estudio se realizó en Costa Rica, en 30 sitios de la zona húmeda de Guápiles (4000 mm de precipitación promedio anual, temperatura media de 25 °C y suelos ácidos de topografía plana) y 30 sitios de la zona sub-húmeda de Esparza (2000 mm de precipitación promedio anual, temperatura media de 27 °C, suelos neutros y pendiente media). Para escoger los sitios se tuvo en cuenta la presencia de árboles adultos de laurel con un área de influencia de 100 m de radio, que hubiera ganadería activa y la anuencia del productor (muestreo aleatorio dirigido). En cada sitio se estableció una parcela temporal y, mediante un muestreo con diseño anidado, se cuantificó la población de laurel en cuatro estados de desarrollo: plántulas (0.1 m < altura ≤ 0.3 m), brinzales (0.3 m < altura ≤ 1.5 m), latizales (>1.5 m altura y < 5 cm dap) y fustales (dap>5 cm). También se recolectó información sobre suelos, pendiente y vegetación asociada. El nivel de vida, la dinámica del uso de la tierra y el manejo actual y pasado de la finca se midieron a través de una encuesta aplicada a los productores.

Se realizó un análisis de componentes principales y con las variables de mayor peso, se ajustaron modelos de regresión múltiple para cada uno de los estados de desarrollo del laurel. Con las variables utilizadas en los modelos, se realizó un análisis de conglomerados para agrupar los sitios según características similares y mediante análisis canónico discriminante, se determinaron las variables de mayor peso en la separación de los conglomerados.

En los árboles en los estados de latizales y fustales, se identificaron daños por ramoneo, corte de tallo (quemaduras por fuego y herbicidas), enfermedades, plagas, mortalidad y calidad según la forma. Para estas variables se hicieron comparaciones entre zonas y pruebas de dependencia de las características de los sitios. También se estudió la dinámica poblacional en la fase tem-

prana de establecimiento de los árboles, mediante la evaluación de la germinación de semillas y la mortalidad de las plántulas en un ciclo de ochenta días después de la siembra - por dispersión - de las semillas de laurel, dentro de *Brachiaria decumbens* e *Hyparrhenia rufa* en Esparza y de *Cynodon nlemfuensis* e *Ischaemum ciliare* en Guápiles. Se usó un diseño experimental de parcelas divididas en bloques completos al azar y cinco repeticiones. En cada pastura se aplicaron dos tratamientos de manejo eliminando (chapea) o no (sin chapea) la cobertura del pasto.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Regeneración natural y factores ecológicos y socioeconómicos que la afectan.** La abundancia de árboles jóvenes fue mayor en Esparza (Cuadro 1), debido, posiblemente, a una estrategia de adaptación de la especie a condiciones más severas. También se asocia con periodos más largos de floración bajo estas condiciones (Boshier 1992), que podrían conducir a una mayor producción de semillas. Los estados más adultos tienden a ser mayores en Guápiles, y hay relación con los usos anteriores de la tierra en tacotales y agricultura.

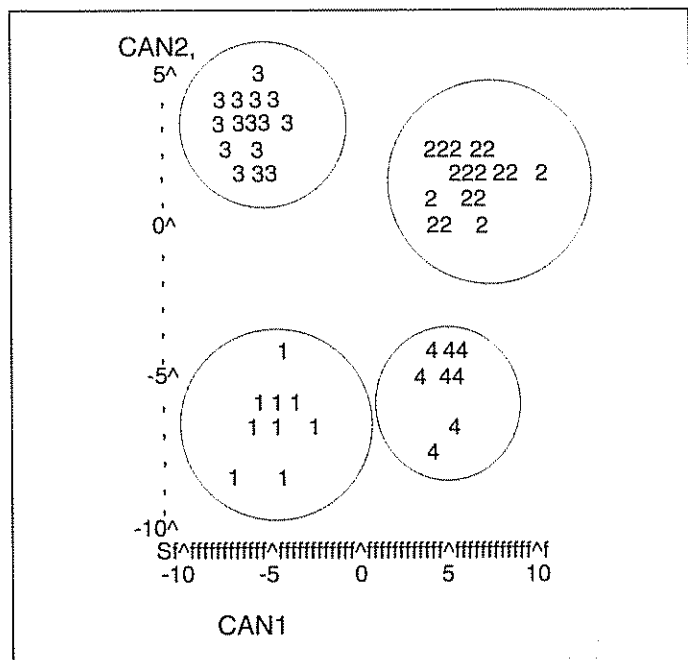
Cuadro 1. Densidad media (árboles ha<sup>-1</sup>) de regeneración natural del laurel en Guápiles y Esparza, Costa Rica.

Estado de desarrollo	Zona de estudio				p
	Guápiles		Esparza		
	Media	Desv. Est.	Media	Desv. Est.	
Plántulas	1120	223	5873	8766	0.0005*
Brinzales	502	712	711	147	0.326ns
Latizales	192	278	107	142	0.539ns
Fustales	280	216	84	108	0.0001*

\* diferencias estadísticamente significativas; ns: diferencias no significativas

Los modelos de regresión lograron explicar el 58% ( $r^2 = 0.58$ ) de la variabilidad para la cantidad de plántulas, el 77% ( $r^2 = 0.77$ ) para los brinzales, el 65% ( $r^2 = 0.65$ ) para los latizales y el 65% ( $r^2 = 0.65$ ) para los fustales. Todos involucraron variables edáficas, de vegetación asociada, de manejo de las pasturas y de uso anterior de la tierra. La tendencia mostró mayor peso de los factores edáficos en los primeros estados de desarrollo y del manejo y el uso anterior de la tierra en los estados de desarrollo posteriores. Del análisis de conglomerados se obtuvieron cuatro grupos de sitios con diferentes patrones de regeneración natural (dos en cada zona); el análisis canónico discriminante mostró que las variables que contribuyeron más a separar los conglomerados fueron las características edáficas (CAN1), la depen-

dencia económica de la finca y su manejo (CAN2), el uso anterior de la tierra y las prácticas para establecer ese uso. (CAN3) (Figura 1).



**Figura 1.** Relación entre los conglomerados o grupos de sitios con respecto a las variables canónicas 1 y 2 en Guápiles y Esparza, Costa Rica. (Hay 11 observaciones ocultas. Los números representan los conglomerados: 1 y 3 en Guápiles y 2 y 4 en Esparza)

En el conglomerado 1 la población promedio de plántulas, brinzales y latizales fue baja y la de fustales, alta. Los suelos mostraron baja fertilidad química pero buenas condiciones físicas. Los productores no dependen económicamente de la finca, tuvieron agricultura antes de las pasturas, tienen ingresos bajos y restricciones para incluir árboles en la finca. El conglomerado 2 mostró un promedio alto de plántulas y brinzales, pero bajo de latizales y fustales. Predominaron las pendientes fuertes y los suelos fértiles pero físicamente limitados. Los productores dependen económicamente de la finca, poseen ingresos medios, la mayoría ha realizado quemas y en los últimos cinco años sólo han tenido pastos. El conglom-

merado 3 tiene una población media de plántulas y brinzales y alta de latizales y fustales. La pendiente es ligera; los suelos tienen una fertilidad moderada y buenas propiedades físicas. La mayoría de los productores depende económicamente de la finca y tiene ingresos altos; gran parte de ellos tuvo tacotales y agricultura antes de las pasturas. El conglomerado 4 mostró un promedio alto de plántulas y brinzales y medio de latizales y fustales. Los suelos son fértiles pero físicamente limitados y con pendientes fuertes. Los productores no dependen económicamente de la finca y poseen ingresos bajos; la mayoría arrienda los potreros; las pasturas tienen períodos de abandono y durante los últimos cinco años han estado dedicadas a uso agrícola y tacotales (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Regeneración natural del laurel (árboles ha<sup>-1</sup>) de acuerdo al estado de desarrollo de los árboles y la agrupación en conglomerados.

Estado de los árboles	Conglomerados			
	1	2	3	4
Plántulas	460b*	5600 <sup>a</sup>	1600b	6800 <sup>a</sup>
Brinzales	134a	746 <sup>a</sup>	547a	597 <sup>a</sup>
Latizales	51a	77 <sup>a</sup>	265b	199b
Fustales	240b	69c	297a	127b

\* Valores con la misma letra en una fila no difieren estadísticamente (p=0.05)

**Daños, mortalidad y calidad de los árboles de laurel de regeneración natural.** Se encontró un 43% de los brinzales con daños; éste fue el estado de la regeneración más susceptible; los fustales fueron los menos afectados (13% de daño). La mortalidad también fue más alta en los brinzales. La evaluación de calidad mostró los árboles con mejor forma en Guápiles que en Esparza, lo que concuerda con el número de árboles sin daños (Cuadro 3). Para el total de plántulas, brinzales y latizales dañados, el tipo de daño más frecuente fue el tallo cortado (93.5, 73.5 y 81%, respectivamente) y en fustales, el ataque de parásitas (97%).

Los daños por tallo cortado se relacionaron con el con-

**Cuadro 3.** Población total (árboles ha<sup>-1</sup>), daño y mortalidad (%) registrados en la regeneración natural del laurel en Guápiles y Esparza, Costa Rica.

Estado de desarrollo	Población total			Población con daños (%)			Mortalidad (%)		
	Guápiles	Esparza	Total	Guápiles	Esparza	Total	Guápiles	Esparza	Total
Plántulas	168	248	416	26*	12.5*	18	0sa	0.8sa	0.5
Brinzales	303	429	732	50*	39*	43	1*	3*	2.2
Latizales	261	145	406	18ns	22ns	19.5	0sa	1.5sa	0.5
Fustales	594	179	773	16*	3.4*	13	0.7*	4.5*	1.5

\* = diferencias significativas entre zonas (p<0.05) ns = no significativas sa = valor de 0 en una zona, no análisis estadístico



Las condiciones ambientales junto con la pastura y su hábito de crecimiento afectaron la dinámica del laurel en la fase temprana de establecimiento su comportamiento fue mejor cuando hubo un menor estrés hídrico.

El control manual de malezas y el ramoneo, con la presencia de ganado y disminuyeron cuando aumentó la población de fustales. Para los fustales, los problemas por parásitos fueron más importantes en condiciones húmedas y en ausencia de prácticas silviculturales. En general, los daños variaron de acuerdo con el estado de desarrollo, pero los brinzales fueron los más susceptibles. El ramoneo fue importante en brinzales y latizales y se incrementó con mayor carga animal; los suelos degradados y las condiciones húmedas aumentaron los daños en fustales.

**Dinámica poblacional en la fase temprana de establecimiento del laurel.** La dinámica poblacional mostró que, en Guápiles, la germinación fue más alta dentro de *C. niemfuensis* con chapias (59 vs. 11%) y la mortalidad fue mayor cuando no se chapeó (30 vs. 69%). Dentro de *I. ciliare*, hubo más germinación cuando no se hizo chapia (24 vs. 50%), pero la mortalidad fue más alta (85 vs. 42%). En Esparza, cuando no se hizo chapia en *B. decumbens*, hubo mayor germinación (28 vs. 21%) y menor mortalidad (55 vs. 63%). Dentro de *H. rufa*, la germinación fue más alta cuando no se eliminó la cobertura (8 vs. 6%), pero la mortalidad fue mayor con el mismo tratamiento (83 vs. 76%). En general, el balance entre germinación y mortalidad muestra mejores resultados para la zona húmeda en el tratamiento con chapia y para la zona sub-húmeda con el tratamiento sin chapia (Figura 2). El uso de estiércol líquido como repelen-

te no mostró resultados significativos y los daños fueron por pisoteo del ganado.

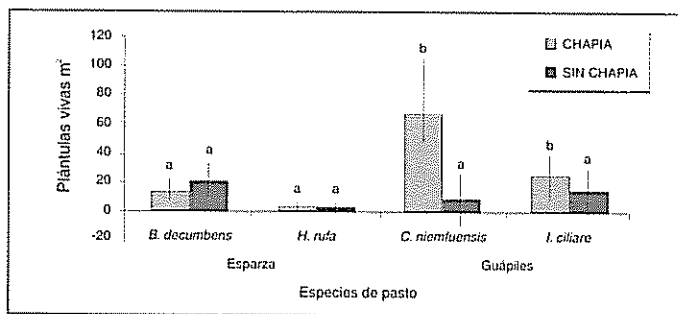


Figura 2. Densidad promedio de plántulas vivas (plantas m<sup>-2</sup>) al final del ciclo de 80 días, para las cuatro pasturas y dos formas de manejo, en Guápiles y Esparza, Costa Rica. (Las líneas verticales representan la desviación estándar; letras diferentes dentro de tipos de pasturas, indican diferencias significativas (P<0.05).

## CONCLUSIONES

Las características edáficas y la vegetación asociada son los factores biofísicos más relevantes en la regeneración natural del laurel dentro de potreros. Las variables socioeconómicas tienen más peso que las biofísicas; las que muestran mayor relevancia son las prácticas de combate de malezas y el uso del suelo anterior a la pastura, que son las que justifican la decisión del productor de dejar árboles en su finca. En Guápiles y Esparza hubo patrones de regeneración natural diferentes, influenciados por las características de la zona.

Los daños variaron de acuerdo con el estado de desarrollo de los árboles; los brinzales fueron los más susceptibles. Las condiciones de alta humedad y ausencia de manejo silvicultural beneficiaron los daños en fustales. La calidad de los árboles fue mejor en la zona de Guápiles, debido al uso de prácticas de manejo silvicultural, como podas y raleos.

Las condiciones ambientales, junto con la pastura y su hábito de crecimiento, afectaron la dinámica del laurel en la fase temprana de establecimiento; su comportamiento fue mejor cuando las condiciones de estrés hídrico fueron menos severas.

## LITERATURA CITADA

- Boshier, D. 1992. A study of the reproductive biology of *Cordia alliodora* (R and P) Oken. Thesis Ph.D. Oxford, England. Linacre College 150 p.
- Boshier, A.; Lamp, T. 1997. *Cordia alliodora* genética y mejoramiento de árboles. Oxford Forestry Institute University of Oxford. Tropical Forestry Papers.
- Greaves, A.; McCarter, P. 1990. *Cordia alliodora*. A promising tree for tropical agroforestry. Tropical Forestry Papers no 22 37 p.
- Howard, A. 1995. Price trends for stumpage and selected agricultural products in Costa Rica. Forest Ecology and Management 26: 101-110.
- Kampen, P. 1996. Trees in grassland The influence of the trees on grass

production within sylvopastoral systems of the Atlantic zone of Costa Rica. Proyecto REPOSA (CATIE, MAG Wageningen University) Field report no. 149. 33 p.

- Pomareda, C.; Pérez, E.; Ganoza, V.; Matamoros, M.; Javier, O. 1997. La ganadería e industrias afines en Honduras: desafíos y propuestas para su modernización. 75 p.
- Viera, C.; Barrios, C. 1997. Exploración sumaria de la producción de maderas en potreros de la zona ganadera de Esparza especies, manejo y dinámica del componente maderable. Curso Manejo Forestal II. CATIE, Turrialba, CR. 34 p.



# Dinámica productiva de sistemas silvopastoriles con *Acacia mangium* y *Eucalyptus deglupta* en el trópico húmedo<sup>1</sup>

Hernán J. Andrade<sup>2</sup>, Muhammad. Ibrahim<sup>3</sup>,  
Francisco Jiménez<sup>4</sup>, Bryan Finegan<sup>5</sup>, Donald Kass<sup>6</sup>

**Palabras clave:** *Brachiaria brizantha*, *B. decumbens*, eficiencia de radiación solar, energía metabolizable, *Panicum maximum*, producción de materia seca, proteína cruda, radiación fotosintéticamente activa.

## RESUMEN

Se estudió el efecto de dos especies arbóreas (*Acacia mangium* y *Eucalyptus deglupta*) sobre la productividad y eficiencia del uso de radiación (EUR) en tres gramíneas (*Brachiaria brizantha*, *B. decumbens* y *Panicum maximum*) en Guápiles, provincia de Limón, Costa Rica. La especie de mayor producción de materia seca, energía metabolizable y proteína cruda fue *P. maximum*, que superó a *B. brizantha* y *B. decumbens* (34.8, 19.2 y 14.0 t MS ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>; 12.3, 5.9 y 4.0 Gcal ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup>; 533, 298 y 201 kg PC ha<sup>-1</sup> ciclo<sup>-1</sup>, respectivamente). La eficiencia del uso de radiación (EUR) fue mayor en las áreas sombreadas que en las expuestas al sol. *P. maximum* fue la gramínea de mayor EUR, respecto a *B. brizantha* y *B. decumbens* (3.6, 1.8 y 1.4 g MS MJ<sup>-1</sup>).

**Production dynamics of silvopastoral systems with *Acacia mangium* and *Eucalyptus deglupta* in the humid tropics**

## ABSTRACT

The effect of two tree species (*Acacia mangium* and *Eucalyptus deglupta*) on the productivity and radiation use efficiency (RUE) of three grasses (*Brachiaria brizantha*, *B. decumbens* and *Panicum maximum*) was studied in Guápiles, Costa Rica. *P. maximum* was the species of greater production of dry matter, metabolizable energy and crude protein, outproducing *B. brizantha* and *B. decumbens* (34.8, 19.2 and 14.0 t DM ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>; 12.3, 5.9 and 4.0 Gcal ha<sup>-1</sup> cycle<sup>-1</sup>; 533, 298 and 201 kg CP ha<sup>-1</sup> cycle<sup>-1</sup>, respectively). The radiation use efficiency (RUE) was greater in shaded zones than in those exposed to sun. *P. maximum* was the grass with the greatest RUE, exceeding *B. brizantha* and *B. decumbens* (3.6, 1.8 and 1.4 g DM MJ<sup>-1</sup>).

## INTRODUCCIÓN

Los sistemas silvopastoriles (SSP) son una opción productiva y desaceleradora del proceso de degradación observado en las áreas ganaderas. En estos sistemas se presentan relaciones de interferencia y facilitación entre componentes (Pezo e Ibrahim 1999); una de las más importantes es la alteración de la radiación incidente en las pasturas (Wilson y Ludlow 1991) y su efecto sobre la producción y calidad forrajera. *A. mangium* y *E. deglupta* son especies arbóreas de uso múltiple, bien adap-

tadas a las regiones tropicales húmedas, con una estructura del dosel contrastante. *B. brizantha*, *B. decumbens* y *P. maximum* están ampliamente distribuidas en el trópico y se utilizan con frecuencia en los sistemas ganaderos.

El objetivo del estudio fue estimar el efecto de las especies arbóreas (*A. mangium* y *E. deglupta*) sobre la productividad y la calidad nutricional de tres gramíneas (*B. brizantha*, *B. decumbens* y *P. maximum*) en SSP en el trópico húmedo.

<sup>1</sup> Basado en Andrade HJ 1999 Dinámica productiva de sistemas silvopastoriles con *Acacia mangium* y *Eucalyptus deglupta* en el trópico húmedo. Tesis M.Sc., CATIE, Turrialba, Costa Rica. <sup>2</sup> M.Sc en Agroforestería Tropical, 1999. CATIE, Turrialba, Costa Rica. Email: h Andrade@starmedia.com <sup>3</sup> Profesor Investigador, CATIE. Tel. 558-2595. Email: mibrahim@catie.ac.cr <sup>4</sup> Profesor Investigador, CATIE. Tel. 558-2251. Email: fjimenez@catie.ac.cr <sup>5</sup> Profesor Investigador. CATIE. Tel. 558-2615. Email: bfinegan@catie.ac.cr <sup>6</sup> Profesor Investigador. CATIE. Tel. 558-2592. Email: dkass@catie.ac.cr

## METODOLOGÍA

El estudio se realizó en Guápiles, en la Zona Atlántica de Costa Rica (10° 09' Lat. N.; 83° 38' Long. O.; 125 msnm; temperatura media de 24.6 °C; humedad relativa promedio de 87%; precipitación media anual de 4560 mm), que se clasifica como bosque tropical lluvioso. La radiación solar global promedio varía entre 13 y 17 MJ m<sup>-2</sup> día<sup>-1</sup> (Zelada 1996). Los suelos de la zona se clasifican como Typic Dystropept.

Los árboles de *A. mangium* y *E. deglupta* fueron plantados en septiembre de 1997. En cada parcela se establecieron seis hileras de árboles de 33 m de longitud, con 9 m de distancia entre hileras y 3 m entre árboles, en dirección 5° SE. Las gramíneas se sembraron con semilla sexual entre junio y septiembre de 1998. En total, se establecieron 18 unidades experimentales, que se pastorearon durante tres días, con una carga animal de 2 UA ha<sup>-1</sup> y 24 días de periodo de descanso.

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con arreglo en parcelas en franjas, con tres repeticiones. Las parcelas principales estaban formadas por un arreglo factorial de las dos especies arbóreas y las tres gramíneas; las subparcelas fueron posiciones respecto a la línea de árboles (A, B, C, D, E, F).

**Producción de materia seca.** Se realizaron muestreos antes de cada pastoreo. Se cortaron dos muestras por subparcela, utilizando marcos de 50 x 50 cm, con una altura de corte de 10 cm para las braquiarias y 20 cm para *P. maximum*. El material vegetal contenido dentro del marco se pesó fresco y luego se secó en un horno a 65 °C, hasta peso constante. Para estimar la producción anual se consideró una eficiencia de uso del forraje de 0.6 para las braquiarias y 0.5 para *P. maximum*; esta eficiencia se calculó a partir de muestreos realizados antes y después de un pastoreo.

**Eficiencia del uso de radiación (EUR).** Se estimó con base en la relación entre la producción de materia seca y la radiación fotosintéticamente activa (RAFA) incidente; esta última se calculó mediante la radiación global y el porcentaje de transmisión, que se presume que no varía considerablemente a lo largo del día (Zelada 1996). El porcentaje de transmisión se estimó realizando mediciones con un ceptómetro y considerando el mayor valor de RAFA para cada parcela.

**Producción de energía metabolizable y de proteína cruda.** Se tomaron 200 g de material fresco de plantas enteras y se secaron en el horno hasta peso constante (65

°C); luego se determinó la digestibilidad *in vitro* de materia seca (DIMS) y el contenido de proteína cruda. Con base en la producción de materia seca y las variables mencionadas, se estimó la producción de energía metabolizable (EM) y de proteína cruda (PC).



Las especies arbóreas no afectaron la productividad de las pasturas, ni su eficiencia de uso de radiación. *Panicum maximum* fue la gramínea de mejor comportamiento productivo (Foto: J.C. Camargo)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

*B. decumbens* fue la especie que redujo más el rendimiento bajo sombra, seguida de *P. maximum* y *B. brizantha* (23, 30 y 39%, respectivamente). La producción de materia seca fue mayor en *P. maximum*, que superó a *B. brizantha* y *B. decumbens* en 81 y 149% (34.8, 19.2, 14.0 t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, respectivamente) (Figura 1). Zelada (1996) obtuvo resultados similares, donde la producción de *P. maximum* fue siempre superior a la de *B. brizantha*. En un estudio de productividad de pasturas en SSP con *E. poeppigiana*, Bustamante (1981) encontró que *P. maximum* produjo más que otras seis especies de gramíneas. Estas diferencias de producción se deben a las características fenotípicas de las especies.

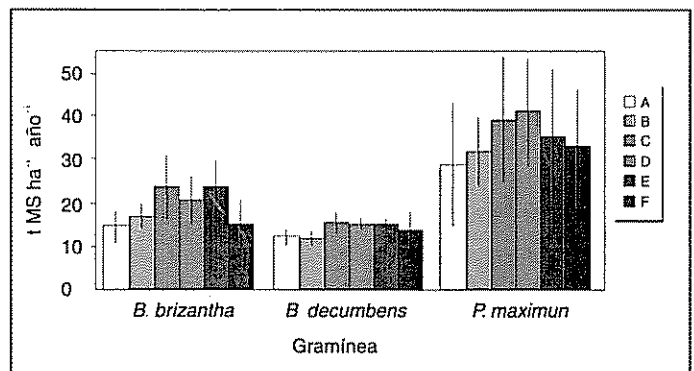


Figura 1. Efecto de la posición sobre la producción de tres gramíneas mejoradas; las barras de error corresponden a la desviación estándar

Se presentaron diferencias significativas ( $P < 0.01$ ) entre especies en la eficiencia del uso de radiación (EUR). *P. maximum* fue la más eficiente, pues superó en un 94% a *B. brizantha* y en un 149% a *B. decumbens*. La mayor EUR se alcanzó en las posiciones A y F, que fueron estadísticamente diferentes ( $P < 0.05$ ) a las demás; la EUR a pleno sol (C y D) se redujo respecto a los sitios sombreados (A y F) (Figura 2). Zelada (1996), al reducir artificialmente la luz a un 25%, encontró una EUR menor en *P. maximum* y mayor en *B. brizantha* (6.4 y 4.5 g MS MJ<sup>-1</sup>). El aumento de EUR en condiciones de sombra posiblemente se debe a cambios morfológicos de las plantas para compensar la baja fotosíntesis, como un incremento en el área foliar específica (Wong y Wilson 1980, Shelton *et al.* 1987).

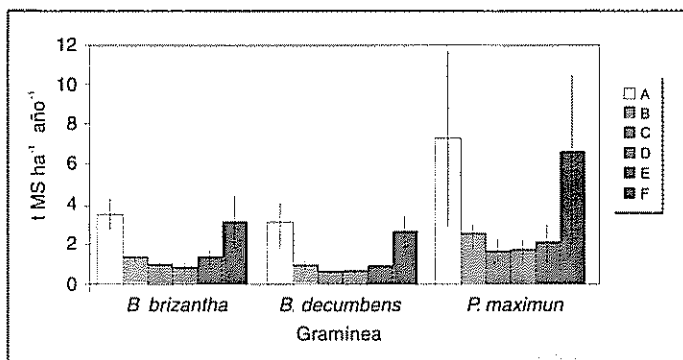


Figura 2. Eficiencia del uso de radiación (EUR) para tres gramíneas mejoradas; las barras de error corresponden a la desviación estándar.

Las especies arbóreas y las posiciones no afectaron significativamente ( $P > 0.05$ ) la producción de energía metabolizable y de proteína cruda de los forrajes, mientras que las especies gramíneas sí influyeron ( $P < 0.05$ ). *P. maximum* alcanzó la mayor producción de EM, superando en 79 y 166% a *B. brizantha* y *B. decumbens*, respectivamente (Figura 3). La producción de PC en *P. maximum* fue superior a la de *B. brizantha* y *B. decumbens*, que fue 107 y 205% más alta, respectivamente (Figura 4). Aunque el contenido EM y PC en el forraje de *P. maximum* fue inferior al de las demás gramíneas, esto se compensa con la alta producción de biomasa. En las tres gramíneas se observa un mecanismo de compensación, pues aunque hubo diferencias de pro-

**LITERATURA CITADA**

Bustamente, J. 1991. Evaluación de comportamiento de ocho gramíneas forrajeras asociadas con poró (*Erythrina poeppigiana*) y solas. Tesis Mag. Sc Turrialba, CR, CATIE. 131 p.  
 Pezo, D.; Ibrahim, M. 1999. Sistemas silvopastoriles. 2ª ed. Turrialba, CR, CATIE. 275 p (Módulos de enseñanza agroforestal Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ No 2)  
 Shelton HM; Humphreys, LR; Batello C. 1987 Pastures in the plantations of Asia and the Pacific: Performance and prospect Tropical Grasslands 21: 159-168

ductividad entre posiciones, la producción de EM y PC se mantuvo constante, lo que indica el alto grado de adaptación de estas especies en SSP.

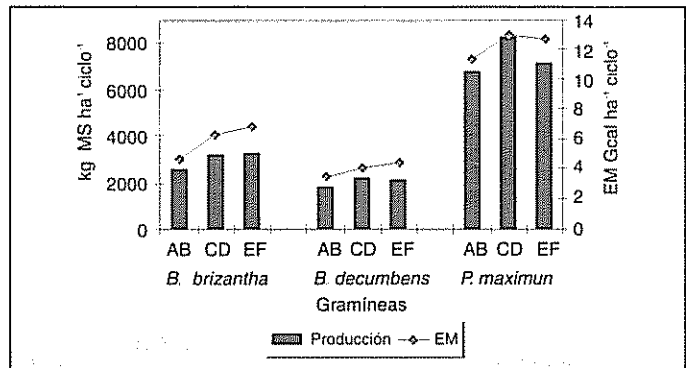


Figura 3. Producción de materia seca (MS) y energía metabolizable (EM) de tres gramíneas en SSP.

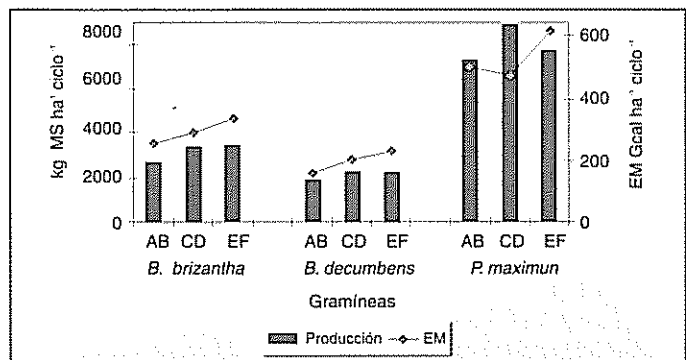


Figura 4. Producción de materia seca (MS) y proteína cruda (PC) de tres gramíneas mejoradas en SSP.

**CONCLUSIONES**

Las especies arbóreas no afectaron la productividad de las pasturas ni su eficiencia de uso de radiación. *Panicum maximum* fue la gramínea de mejor comportamiento productivo en términos de producción de materia seca, energía metabolizable y proteína cruda y en eficiencia de uso de radiación. *Brachiaria brizantha* y *B. decumbens* mostraron un rendimiento semejante. La mayor producción de las pasturas bajo sombra, en comparación con los monocultivos de gramíneas nativas, muestra la alta productividad de estos SSP.

Wilson, JR; Ludlow, MM. 1991. The environment and potential growth of herbage under plantations. In Shelton, HM y WW Stür, eds. Forages for plantations crops. ACIAR Proceedings No. 32. Canberra, AU, ACIAR p 10-24.  
 Wong CC; Wilson, JR. 1980 Effects of shading on the growth and nitrogen content of Green Panic and Siratro in pure and mixed swards defoliated at two frequencies. Australian Journal of Agriculture Research 31: 269-285  
 Zelada E. 1996. Tolerancia a la sombra de especies forrajeras herbáceas en la Zona Atlántica de Costa Rica. Tesis Mag. Sc Turrialba, CR CATIE. 88 p

# Caracterización del componente arbóreo en los sistemas ganaderos de La Fortuna de San Carlos, Costa Rica

María Helena Souza de Abreu<sup>1</sup>, Muhammad Ibrahim<sup>2</sup>,  
Celia Harvey<sup>3</sup>, Francisco Jiménez<sup>4</sup>

**Palabras clave:** árboles en potreros, cercas vivas, ganadería, sistemas silvopastoriles

## RESUMEN

Se caracterizaron los sistemas de producción ganadera con énfasis en el componente arbóreo en la región de la Fortuna de San Carlos en Costa Rica. Se encontraron tres tipos de sistemas de producción: mixto (leche y agricultura), especializado en leche y doble propósito (leche y carne). El área total de las fincas en el sistema de doble propósito fue, en promedio, nueve veces superior al de los otros sistemas; el área con pasturas y árboles también fue mayor en este sistema. En promedio, la producción de leche por finca en el sistema de doble propósito fue superior en un 82% a la del especializado en leche y en un 168% a la del sistema mixto, sin embargo, la productividad (kg ha<sup>-1</sup>) fue mayor en fincas especializadas en leche.

Entre el 70 y el 88% de los árboles encontrados en los tres sistemas correspondieron a especies maderables; el laurel (*Cordia alliodora*) fue el más abundante, aunque la densidad (11 árboles ha<sup>-1</sup>) se considera baja. El 85% de todas las fincas tiene cercas vivas donde predominan el poró (*Erythrina* sp) y el madero negro (*Gliricidia sepium*). La longitud total promedio de las cercas vivas fue mayor en el sistema de doble propósito (52.8 km) que en el especializado en leche (8.6 km) y en el sistema mixto (5.5 km); sin embargo, el porcentaje de cercas vivas con respecto al área de pastos fue similar en los tres sistemas de producción.

Se concluye que las fincas ganaderas de doble propósito tienen una mayor abundancia de especies maderables comerciales, lo que podría estar relacionado con el hecho de que los finqueros tratan de reducir los riesgos económicos diversificando la producción.

## INTRODUCCIÓN

En Costa Rica, más del 90% de las fincas ganaderas tienen árboles dispersos en los potreros para proveer sombra a los animales y generar otros beneficios, como la venta de madera; por otra parte, más del 75% de las fin-

**Characterization of the tree component of livestock systems in La Fortuna, San Carlos, Costa Rica.**

## ABSTRACT

Livestock production systems and the tree component within them were characterized in La Fortuna, San Carlos, Costa Rica. Three types of production systems were observed: mixed (dairy and agriculture), dairy and dual purpose (milk and meat). The total area of farms in the dual purpose system was, on average, nine times greater than in the other systems. Also, the pasture and tree area was greater within the dual purpose system. The mean production of milk by farm in the dual purpose system was 82% greater than in the dairy system and 168% greater than in the mixed system; however, the productivity (kg ha<sup>-1</sup>) was highest for dairy farms.

For the three types of production systems, laurel (*Cordia alliodora*) was found to be the most abundant species of the observed timber species which constitute 70 to 88% of the trees although the density (11 trees ha<sup>-1</sup>) of laurel was considered low. Eighty five percent of the farms had living fences in which poró (*Erythrina* spp.) and madero negro (*Gliricidia sepium*) predominated. The mean total length of the living fences was greater in the dual purpose system (52.8 km) compared to 8.6 km for the dairy system and 5.5 km for the mixed system. Nevertheless, the percentage of living fences with respect to the pasture area was similar in the three systems of production.

It is concluded that dual purpose cattle farms had greater abundance of commercial timber species which may be related to the fact that these livestock farmers try to reduce risk by diversifying farm production.

<sup>1</sup> Estudiante Ph.D. Agroforestería Tropical CATIE-Universidad de Goettingen. Email: mhabreu@catie.ac.cr <sup>2</sup> Profesor Investigador. CATIE. Tel. 558-2595 Fax 556-1576. Email: mibrahim@catie.ac.cr <sup>3</sup> Profesor Investigador. CATIE. Tel. 558-2516 Fax 556-1576. Email: charvey@catie.ac.cr <sup>4</sup> Profesor Investigador. CATIE. Tel. 558-2598 Fax 556-2598. Email: fjimenez@catie.ac.cr



La abundancia del componente arbóreo en los sistemas ganaderos de La Fortuna de San Carlos difiere según el tipo de sistema de producción de finca, predominando los árboles aislados en pasturas y cercas vivas en los sistemas de doble propósito (Foto: M E Abreu)

dispersión de las semillas y contribuyen a la regeneración natural (Guevara *et al.* 1994; Harvey y Haber 1999).

Aunque varios autores han discutido la presencia de árboles y cercas vivas en pastizales (Marmillod 1989, Montagnini 1992), hay muy pocos estudios sistemáticos de los árboles dispersos en pasturas que permitan evaluar la importancia económica y ecológica del componente arbóreo en las fincas ganaderas, con el fin de ofrecer recomendaciones viables sobre el manejo y diseño espacial del componente arbóreo en los diferentes tipos de sistemas ganaderos que se practican en la región. El objetivo de este estudio fue caracterizar el componente arbóreo en fincas lecheras de La Fortuna de San Carlos, en Costa Rica.

## METODOLOGÍA

En mayo de 1999, se aplicó una encuesta a 35 ganaderos seleccionados al azar en nueve sitios de la Fortuna de San Carlos, para obtener información sobre: área de producción, sistemas de producción animal, pastos, árboles dispersos en la pastura, cercas vivas, razas bovinas y rendimientos de leche. Con esta información se realizó un análisis canónico discriminante que identificó tres sistemas de producción ganadera: 1) mixto (leche y agricultura), 2) especializado en leche y 3) doble propósito (leche y carne).

Con base en las encuestas se seleccionaron 10 fincas (cuatro de producción mixta, tres especializadas en leche y tres de doble propósito), donde se realizó un estudio detallado de las especies de árboles dispersos y en las cercas vivas de los potreros, su abundancia, origen y distribución espacial, con énfasis en las especies más comunes: laurel (*Cordia alliodora*) y cedro (*Cedrela odorata*). El tamaño de la muestra fue del 10% del área total en las fincas de menos de 100 ha y del 5% en las fincas mayores de 100 ha.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Sistemas de producción.** En promedio, la superficie total de las fincas con el sistema de doble propósito fue nueve veces superior a la de las fincas con otros sistemas ( $p < 0.001$ ). El área con pasturas y árboles fue mayor en el sistema de doble propósito que en el sistema mixto y el especializado en leche (Cuadro 1). En promedio, en el sistema mixto se utiliza el 81% del área de la finca para la producción de pastos y el resto para cultivos como yuca (*Manihot esculenta*) y plátano (*Musa AAB*). La mayoría de las fincas tiene más de un lote con actividades definidas; por ejemplo, las vacas en producción lechera se mantienen cerca de la casa, mientras que las vacas secas están en lotes más alejados. El 90% de las fincas mantiene áreas de bosque virgen.



**Cuadro 1.** Características biofísicas y de producción promedio, por sistema de producción. La Fortuna, San Carlos, 1999 (n= 35 fincas).

Tipo de sistema	Área de finca (ha)	Área de pasto (ha)	Área de pastos con árboles (%)	Producción de leche por finca (kg finca <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup> )	Producción de leche (kg ha <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup> )
Mixto (13 fincas)	44 b* (10-102)**	35 b	16 b (3.5 - 23)	442 b	12.6 b
Especializado en leche (9 fincas)	50 b (10-106)	46 b	27 b (5.0 - 67)	651 b	14.2 b
Doble propósito (8 fincas)	327 a (210-548)	273 a	74 a (29 - 78)	1188 a	4.3 a

\* Los promedios con la misma letra en una columna no difieren significativamente (P<0.05)

\*\*Los números entre paréntesis indican los rangos de variación

La producción promedio de leche por finca en el sistema de doble propósito fue un 82% mayor que en el especializado en leche y un 168% mayor que en el sistema mixto (p <0.001), pero la producción de leche por unidad área fue un 230 y un 193% menor que en los otros sistemas (Cuadro 1)

**Especies de árboles dispersos en los sistemas de producción.** En la región hay pastizales con sombra natural y sin sombra. La sombra natural la conforman sobre todo especies comerciales como laurel (*C. alliodora*) y cedro (*C. odorata*) que se regeneran naturalmente, sin ningún manejo silvicultural. También se encuentran con alguna frecuencia otras especies, como higuera (*Ficus spp.*), limón dulce (*Citrus sinensis*), guava (*Inga sp.*), guayaba (*Psidium guajava*), poró (*Erythrina spp.*) y otros maderables, como lagarto (*Zanthoxylum belizense*), gavilán (*Pentaclethra macroloba*) y surá (*Terminalia oblonga*) (Cuadro 2). Los árboles maderables son una fuente de ingresos adicionales para la finca.

**Abundancia y densidad.** Entre el 73 y el 88% de los árboles encontrados en los potreros corresponden a especies maderables. El laurel fue la especie predominante

en las fincas con sistema de doble propósito (Cuadro 3). En los sistemas mixto y especializado en leche predominan los árboles no maderables, que proveen mayor sombra que el laurel. Esto se justifica porque estas fincas tienen razas exóticas puras que requieren mayor sombra para disminuir el estrés calórico (Gregory 1995, MacArthur 1991, Souza de Abreu *et al.* 1999).

La densidad de árboles fue mayor en los sistemas especializados en leche y de doble propósito. En el sistema mixto se encontró mayor densidad de laurel, lo que se puede interpretar como una estrategia de los productores para reducir el riesgo de la fluctuación de precios de la carne y la leche mediante la diversificación con especies maderables de alto valor (Pezo *et al.* 1999).

En términos generales, la densidad del laurel y el cedro en las fincas ganaderas se considera baja, pues la copa permite la transmisión de un alto porcentaje de la radiación solar hasta el estrato de las pasturas (Bronstein 1984). La mayoría de las fincas ganaderas tiene pasto estrella, que mantiene una alta cobertura del suelo, lo que causa competencia y mortalidad en las plántulas de laurel. El manejo de las pasturas con una alta intensidad de

**Cuadro 2.** Especies de árboles maderables más comunes en pasturas de La Fortuna de San Carlos, Costa Rica, 1999 (n=35).

Nombre científico	Nombre común	Nº de fincas*	Método de establecimiento	Localización o distribución en potreros
<i>Cordia alliodora</i>	laurel	35	regeneración natural	dispersa o cercas vivas
<i>Cedrela odorata</i>	cedro	33	regeneración natural	dispersa
<i>Terminalia oblonga</i>	surá	19	regeneración natural	dispersa y orilla de ríos
<i>Pentaclethra macroloba</i>	gavilán	8	regeneración natural	dispersa y orilla de ríos
<i>Zanthoxylum belizense</i>	lagarto	5	regeneración natural	dispersa y orilla de ríos
<i>Brosimum alicastrum</i>	ojoche	4	regeneración natural	dispersa y orilla de ríos
<i>Tabebuia ochracea</i>	corteza	4	regeneración natural	dispersa y orilla de ríos
<i>Carapa guianensis</i>	caobilla	4	regeneración natural	dispersa y orilla de ríos
<i>Tectona grandis</i>	teca	3	plantación	regular
<i>Ceiba pentandra</i>	ceibo	3	regeneración natural	dispersa y orilla de ríos

\* Se refiere al número de fincas en que se encontró la especie correspondiente

pastoreo o con chapea localizada antes la floración de los árboles podría incrementar la densidad de los árboles maderables en los potreros (Camargo *et al.* 2000).

**Cuadro 3.** Abundancia de árboles por sistema de producción ganadera. La Fortuna de San Carlos, 1999 (número promedio de árboles ha<sup>-1</sup>).

Árboles	Mixta (n =4)	Especializado en leche (n =3)	Doble propósito (n=3)
Laurel	7.33 b <sup>1</sup>	10.34 b	16.08 a
Cedro	0.63 a	1.44 a	0.62 a
Otros maderables <sup>2</sup>	2.51 a	4.33 a	1.26 a
No maderables <sup>3</sup>	1.99 b	6.00 a	2.51 b
Total	12.46 a	22.11 b	20.47b

<sup>1</sup> Valores con la misma letra en una fila no difieren estadísticamente (p < 0.05)

<sup>2</sup> Lagarto, surá, gavilán, poró

<sup>3</sup> Limón dulce, naranja, guayaba, guava e higuerón (árboles frutales y de sombra)

**Cercas vivas.** El 85% de las fincas tienen cercas vivas, en las que predominan dos especies: poró (*Erythrina* spp.) y madero negro (*Gliricidia sepium*). El poró fue la especie más utilizada (94% de las fincas); sólo el 3.5% (n= 35) de las fincas estudiadas tiene *C. alliodora* (maderable) sembrado en cercas vivas (Cuadro 4). Se espera que conforme aumenten los costos de mano de obra, se incremente la siembra de árboles maderables en cercas vivas para generar mayores ingresos (Botero *et al.* 1998).

**Cuadro 4.** Cantidad de cercas vivas por sistema de producción ganadera. La Fortuna de San Carlos, Costa Rica. 1999.

Tipo de sistema	Longitud total promedio de cercas vivas (km)	Área promedio de pasto (ha)	% de cercas vivas con relación el área de pasto
Mixto	5.6	35	15.7
Especializado	8.6	46	18.7
Doble propósito	51.8	273	19.0

La longitud promedio de las cercas vivas fue significativamente mayor en el sistema de doble propósito (51.8 km) que en el especializado en leche (8.6 km) y en el sistema mixto (5.6 km). La proporción de fincas con cercas vivas varió muy poco entre los tres tipos de sistema, aunque hubo una tendencia a que fuera mayor en las fincas de doble propósito, debido, posiblemente, a que las fincas especializadas en leche utilizan más las cercas eléctricas en el manejo de los animales.

## CONCLUSIONES

La abundancia del componente arbóreo presente en los pastizales de los sistemas ganaderos de La Fortuna de San Carlos difiere según el tipo de sistema de producción ganadero encontrado en la finca; predominan los árboles aislados en pasturas y cercas vivas en los sistemas de doble propósito. Se observaron diferencias significativas en cuanto al área de potreros con árboles en relación al área total de la finca y en la longitud de las cercas vivas entre el doble propósito y los otros dos sistemas ganaderos. A pesar de que no hubo diferencias significativas entre estos dos sistemas, se observó una tendencia a mayor abundancia del componente arbóreo en las fincas especializadas en leche en relación con las fincas mixtas.

**Agradecimiento:** Se agradece a los 35 ganaderos de La Fortuna de San Carlos que participaron en el estudio y generosamente brindaron valiosas informaciones sobre sus fincas. También a la M.Sc. Eloína Neri de Matos por su excelente asistencia en la fase de muestreo del trabajo de campo.

## LITERATURA CITADA

- Botero, J; Ibrahim, M; Bouman, B; Andrade, H; Camargo, JC. 1999. Modelaje de opciones silvopastoriles para el sistema ganadero de doble propósito en el trópico húmedo Agroforestería en las Américas 6 (23): 60-62
- Bronstein, GE. 1984. Producción comparada de una pastura de *Cynodon plectostachyus* asociada con árboles de *Cordia alliodora*, con árboles de *Erythrina poeppigiana* y sin árboles. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 110 p
- Camargo, JC; Ibrahim, M; Somarriba, E; Finegan, B; Current, D. 2000. Factores ecológicos y socioeconómicos que influyen en la regeneración natural de laurel (*Cordia alliodora*) en sistemas silvopastoriles del trópico húmedo y subhúmedo de Costa Rica. Agroforestería en las Américas (en este volumen)
- Gregory, NG. 1995. The role of shelterbelts in protecting livestock: a review. New Zealand Journal of Agricultural Research 38: 423-450.
- Guevara, S; Meave, J; Moreno-Casasola, P; Laborde, J; Castillo, S. 1994. Vegetación y flora de potreros en la sierra de los Tuxtlas, México. Acta Botánica Mexicana 28: 1-27.
- Harvey, CA; Haber, WA. 1999. Remnant trees and the conservation of biodiversity in Costa Rican pastures. Agroforestry Systems 44: 37-68
- Marmillod, A. 1989. Actitudes de los finqueros hacia los árboles. In Beer, JW; Fassbender, H; Heuveldop, J eds. Avances en la investigación agroforestal. Turrialba, CR. CATIE p 294-306
- Mearthur, AJ. 1991. Forestry and shelter for livestock. In International Conference Agroforestry: principles and practice. Edinburgh, UK, 1989. Proceedings. Amsterdam, NL. Elsevier Science Publishers.
- Montagnini, F. 1992. Sistemas agroforestales: principios y aplicaciones en los trópicos. San José, CR. OEF 622 p
- Pezo, D; Ibrahim, M; Beer, J; Camero, LA. 1999. Oportunidades para el desarrollo de sistemas silvopastoriles en América Central. Turrialba, CR, CATIE 47 p.
- Souza de Abreu, MH; Ibrahim, M; Silva, JC. 1999. Árboles en pastizales y su influencia en la producción de pasto y leche. In Congreso Latinoamericano sobre Agroforestería para la Producción Agrícola Sostenible. Memorias Cali, CO. CIPAV

# Producción de tomate con soportes vivos en Turrialba, Costa Rica

Patrick E. Chesney<sup>1</sup>, Andrea Schlönvoigt<sup>2</sup>, Donald Kass<sup>3</sup>

**Palabras clave:** agroforestería, *Erythrina poeppigiana*, *Gliricidia sepium*, *Lycopersicon esculentum*, marchitez, nutrientes, *Phytophthora infestans*, *Pseudomonas solanacearum*, rendimiento, tizón tardío.

## RESUMEN

Se estudió el comportamiento agronómico del tomate (*Lycopersicon esculentum*) en un sistema agroforestal con soportes vivos de *Erythrina poeppigiana* y *Gliricidia sepium* en Turrialba, Costa Rica. Con el soporte vivo de *E. poeppigiana*, la biomasa aérea de tomate (31 g MS planta<sup>-1</sup>), el rendimiento de frutos (332 g MF planta<sup>-1</sup>), la concentración de N total en la materia seca del pecíolo (3.6%) y la concentración de nutrientes en la materia seca del fruto [K(4.3%), P(0.4%), N(2.9%)] fueron superiores a los valores obtenidos con *G. sepium* o el control (soporte muerto). Con soportes de *G. sepium*, el ataque de *Pseudomonas solanacearum* causó 13% de mortalidad y 10% de pérdida de rendimiento de frutos. Con soportes *E. poeppigiana*, la enfermedad más importante fue *Phytophthora infestans*, que causó un 16% de pérdida en el rendimiento de frutos. Se concluye que el soporte de *E. poeppigiana* tiene mayor potencial para la producción de tomate en un sistema que no incluye agroquímicos.

**Tomato production with live stakes in Turrialba, Costa Rica**

## ABSTRACT

We studied agronomic variables of tomato (*Lycopersicon esculentum*) produced on live stakes (*Erythrina poeppigiana* or *Gliricidia sepium*) in Turrialba, Costa Rica. Aboveground biomass (31g DM plant<sup>-1</sup>), fruit yield (332 g FM plant<sup>-1</sup>), concentration of total N in the petiole dry matter (3.6%), and nutrient concentration in fruit dry matter: K(4.3%), P(0.4%), N(2.9%), of tomato staked to *E. poeppigiana* were higher than the values obtained when tomato was staked to *Gliricidia sepium* or the control (non-living stake). With *G. sepium* supports, attack by *Pseudomonas solanacearum* caused 13% plant mortality and 10% loss in fruit yield. With *E. poeppigiana* supports, the most important disease was *Phytophthora infestans* which caused a 16% loss in fruit yield. We concluded that *E. poeppigiana* has more potential for the development of tomato in a production system without the use of agrochemicals.

## INTRODUCCIÓN

En Costa Rica, el uso de productos agroquímicos para la producción convencional de tomate (*L. esculentum*) durante la época lluviosa representa alrededor del 35% de los costos de producción (Calvo *et al.* 1990). La producción de tomate bajo sistemas agroforestales puede disminuir este porcentaje, a través de los servicios de los árboles en fijación de nitrógeno (Dommergues 1995), aumento del fósforo fácilmente disponible (Haggar *et al.* 1991) o reciclaje de nutrientes (Beer 1988); también puede reducir los costos de los soportes (Current 1998). Otro beneficio es la modificación favorable de la fertilidad del suelo (Heredia 1996). Estudios sobre hortalizas en sistemas agroforestales han mostrado que el uso de fertilizantes no necesariamente contribuye a un mayor

rendimiento de los cultivos asociados con árboles, en relación con los que no reciben fertilizantes (Chen *et al.* 1989), y que este tipo de asociación agroforestal podría ser rentable en algunas zonas tropicales (Palada *et al.* 1992).

El objetivo principal de este estudio fue evaluar el comportamiento agronómico y la producción de tomate con soportes vivos de *E. poeppigiana* o *G. sepium*.

## METODOLOGÍA

### Diseño experimental

Se estudiaron dos especies como soporte vivo (*E. poeppigiana* y *G. sepium*) y un soporte muerto [bambú

<sup>1</sup> Estudiante Ph.D. CATIE - Göttingen. E-mail: pchesney@catie.ac.cr <sup>2</sup> Profesor Investigador. CATIE Tel 558-2594 Fax 556-1576 E-mail: aschlönv@catie.ac.cr <sup>3</sup> Profesor Investigador. CATIE Tel 558-2595 Fax 556-1576 E-mail: dkass@catie.ac.cr

(*Bambusa vulgaris*) o caña brava (*Ginerium sagittatum*) para tomate, cv. Dina Panamá. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones. El área de las parcelas principales fue de 12 x 8 m, con hileras alternas de árboles de 2 y 8 años, con un espaciamiento de 3 x 2 m (Figura 1).

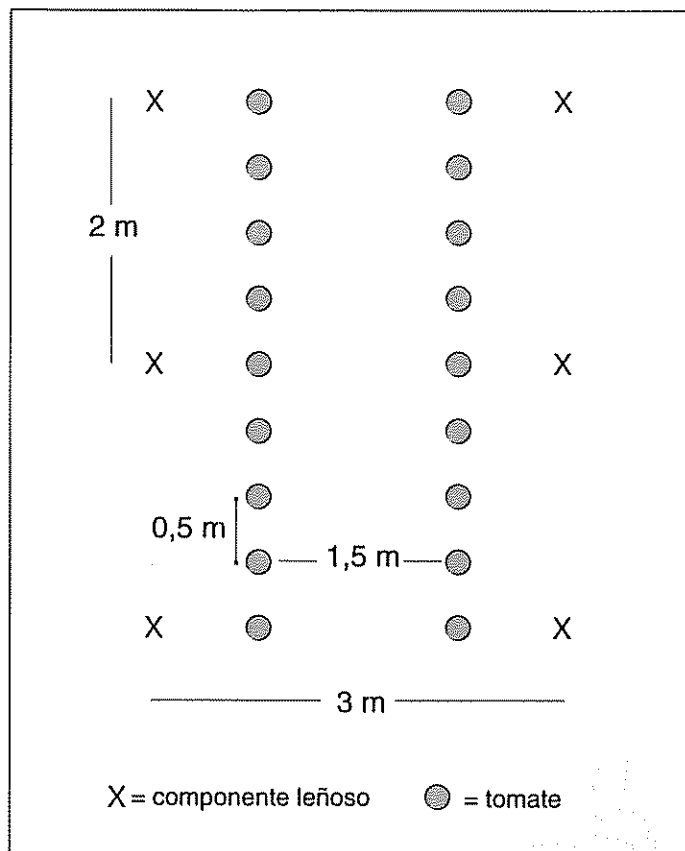


Figura 1. Arreglo de las especies en un sistema agroforestal de soporte vivo para tomate.

### Manejo del ensayo y variables evaluadas

**Árboles:** Dos semanas antes de la siembra del cultivo, los árboles se podaron completamente a una altura de 1.5 m. Durante el período de floración del tomate se

efectuó otra poda parcial (se dejó sólo una rama apical) para mejorar la transmisión de radiación solar y la aireación del cultivo. La mitad de la biomasa proveniente de la poda completa se incorporó a lo largo de los surcos del tomate; la otra mitad se distribuyó uniformemente sobre la superficie del suelo, en los callejones, al igual que la biomasa de la poda parcial. Dos semanas antes de la siembra, se aplicó cal dolomítica equivalente a 500 kg ha<sup>-1</sup>. La biomasa obtenida de la poda total del árbol se separó en hojas, tallos tiernos y tallos leñosos. Se midió el peso fresco de cada fracción y luego se tomaron sub-muestras de 500 g que se secaron a 70 °C durante tres días, para obtener el peso seco.

**Cultivo:** Las semillas se sembraron en cartuchos de papel de 200 ml de volumen que contenían una mezcla de tierra, bocashi (material de compostado rápido) y granza de arroz (en relación 10:3:1). Esta mezcla se desinfectó con Basamid® (50g m<sup>-2</sup>). El tomate se trasplantó en los callejones 22 días después de la siembra, con un espaciamiento de 1.5 m entre surcos y 0.5 m entre plantas (Figura 1). Las enfermedades se manejaron con aplicaciones de Kilol® (fungicida-bactericida orgánico) cada 2 ó 3 días. Las malezas se controlaron manualmente. No se usaron insecticidas, herbicidas ni fertilizantes químicos.

Se obtuvieron seis cosechas de frutos maduros de tomate entre los 75-105 días después del transplante (DDT). Los frutos frescos comerciales y dañados se pesaron en forma separada. A los 75 DDT, se cortaron 12 plantas de tomate con frutos para estimar la materia seca (MS) y determinar el contenido de Ca, Mg, K, N y P en el fruto y de N en el peciolo de la hoja.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Biomasa de las podas de los árboles

El soporte vivo de *E. poeppigiana* produjo más biomasa y recicló más N que el de *G. sepium* (Cuadro 1) y por su rápida descomposición, mostró buen potencial para su-

**Cuadro 1.** Biomasa (Mg ha<sup>-1</sup> MS) y concentración de nitrógeno en la hoja (% por peso seco) de tres podas aéreas de *Erythrina poeppigiana* y *Gliciridia sepium*.

Especie	Mes de la poda	Intensidad de la poda	Biomasa aérea total		Biomasa de la hoja		Concentración de N en la hoja	
			Edad de los árboles (años)					
			2	8	2	8	2	8
<i>E. poeppigiana</i>	10-98	completa	3.51	5.51	1.68	2.22	4.33	4.24
<i>E. poeppigiana</i>	12-98	parcial	0.55	0.84	0.42	0.64	3.79	4.24
<i>E. poeppigiana</i>	05-99	completa	4.82	5.75	2.11	2.79	4.08	4.29
<i>G. sepium</i>	10-98	completa	1.23	2.33	0.35	0.53	3.68	3.27
<i>G. sepium</i>	12-98	parcial	0.11	0.20	0.09	0.17	3.54	3.56
<i>G. sepium</i>	05-99	completa	0.11	0.21	0.07	0.12	3.95	4.45



El tomate mostró un mejor comportamiento con soportes vivos de *E. poeppigiana* (Foto: P. Chesney)

ministrar nutrientes al cultivo. Durante los meses posteriores a la poda parcial, la producción de biomasa de *G. sepium* fue mucho menor comparada con *E. poeppigiana*, lo que sugiere que *G. sepium* tiene menos tolerancia al tipo de poda utilizado.

**Biomasa del tomate y rendimiento de fruta fresca**

Los valores más altos de biomasa aérea total (75 DDT) y el rendimiento total de frutos de tomate (67-105 DDT) se obtuvo con soportes de *E. poeppigiana*, y los menores, con el soporte muerto (Cuadro 2). Estos resultados se atribuyen a las mejores condiciones químicas y físicas del suelo, favorecidas por *E. poeppigiana* (Heredia 1996, Kass *et al.* 1989).

El rendimiento de tomate (290 g de peso fresco por planta) fue bajo con respecto al valor de la producción convencional (1 kg por planta) obtenido en el Valle Central de Costa Rica (Calvo *et al.* 1990); posiblemente, esto se deba a que la cantidad de nutrientes reciclados por los sistemas utilizados no fue suficiente para satisfacer las necesidades de los cultivos asociados. La producción del tomate convencional (producción intensiva con altos insumos de agroquímicos) utiliza aproximadamente 400 kg ha<sup>-1</sup> de fertilizante de NPK durante la época lluviosa (Calvo *et al.* 1990); esta cantidad excede en mu-

**Cuadro 2.** Concentraciones de nutrientes en la materia seca del fruto y el pecíolo del tomate, cultivado con soporte vivo y muerto, a los 75 DDT.

Soporte	Biomasa aérea total (g MS planta <sup>-1</sup> )		Peso fresco del fruto (g planta <sup>-1</sup> )		Pérdida de peso fresco del fruto (g planta <sup>-1</sup> )	
	Edad del árbol (años)					
	2	8	2	8	2	8
<i>E. poeppigiana</i>	26a	31a	332a	283a	33	46
<i>G. sepium</i>	19a	14b	289a	304a	27	20
Soporte muerto	17a	17b	240a	240a	17	17
Promedio	21	21	287	275	25	28

Promedios en la misma columna seguida por la misma letra, no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ ).

cho los 100 a 150 kg ha<sup>-1</sup> de N que suministra *E. poeppigiana* (Kass *et al.* 1989).

**Concentración de nutrientes en la planta de tomate**

Se encontraron mayores concentraciones de NPK en los frutos de tomate asociado con *E. poeppigiana* que en el asociado con *G. sepium* o soporte muerto (Cuadro 3). Aparentemente, este efecto se relaciona con el suministro de nutrientes por la biomasa de las podas de los árboles. Heredia (1996) también obtuvo mayor contenido



**Cuadro 3.** Concentraciones de nutrientes en la materia seca del fruto y peciolo del tomate, cultivado con soporte vivo y muerto, a los 75 DDT en Turrialba, Costa Rica.

Soportes	Concentración de nutrientes en el fruto (%)										N-peciolo (%)	
	Ca		Mg		N		P		K		2	8
Edad del árbol (años)	2	8	2	8	2	8	2	8	2	8	2	8
<i>E. poeppigiana</i>	0.11a	0.14a	0.27 <sup>a</sup>	0.27a	2.83a	2.90 <sup>a</sup>	0.43a	0.39a	4.19a	4.28a	3.59a	3.33a
<i>G. sepium</i>	0.08a	0.11a	0.24ab	0.20b	2.64a	2.54c	0.33a	0.35a	3.72a	3.43b	3.08a	3.23a
Muerto	0.10a	0.10a	0.22b	0.22b	2.76a	2.76b	0.37a	0.37a	3.56a	3.56b	2.86a	2.86a
Promedio	0.10	0.11	0.24	0.23	2.74	2.73	0.37	0.37	3.82	3.76	3.18	3.15

Promedios en la misma columna seguida por la misma letra, no son significativamente diferentes ( $p \leq 0.05$ ).

de P en las hojas de *E. poeppigiana* que en *G. sepium*. Además, los árboles de ocho años de edad suministraron más N (Cuadro 3). El K tuvo la mayor influencia en la calidad del fruto, junto con el N y el P; los tres elementos constituyen el 93% de las sustancias minerales del tomate (Chamarro 1995).

#### Enfermedades del tomate

Durante la fase reproductiva, el tizón tardío (*Phytophthora infestans*) causó daños en los frutos del tomate asociado con *E. poeppigiana*. Esta enfermedad se desarrolla preferiblemente bajo sombra y en un microclima húmedo, que al parecer no se pudo controlar satisfactoriamente con una poda parcial durante el ciclo del cultivo. Durante la fase vegetativa, la marchitez (*Pseudomonas solanacaerum*) afectó la planta de tomate, sobre todo en el asocio con soportes vivos de *G. sepium*, causando una mortalidad de las plantas hasta del 13 % (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Mortalidad de las plantas de tomate causada por *Pseudomonas solanacaerum* en Turrialba, Costa Rica.

Soporte	Mortalidad de las plantas (%)
<i>E. poeppigiana</i> de 2 años	4.8
<i>E. poeppigiana</i> de 8 años	2.4
<i>G. sepium</i> de 2 años	4.8
<i>G. sepium</i> de 8 años	13.1
Soporte muerto	3.6

#### CONCLUSIONES

Los resultados muestran un mejor comportamiento agronómico del tomate con soporte vivo de *E. poeppigiana* comparado con *G. sepium* y soporte muerto. Sin embargo, en comparación con las producciones convencionales con manejo intensivo en Costa Rica, este sistema tuvo rendimientos muy bajos. Se requiere validar estas especies en sistemas productivos con insumos adicionales de fertilizantes y manejo integrado de plagas.

#### LITERATURA CITADA

- Beer, J. 1988. Litter production and nutrient cycling in coffee (*Coffea arabica*) or cacao (*Theobroma cacao*) plantations with shade trees. *Agroforestry System* 7:103-114
- Calvo, G.; French, J.; Siman, J.; Kooper, N. 1990. Caracterización agroeconomía de la fitoprotección del tomate. Valle Central de Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas* 15:67-82
- Chamarro, J. 1995. Anatomía y fisiología de la planta. In: Nuez, F. ed. *El Cultivo del Tomate*. Madrid, ES, Ediciones Mundi-Prensa, p. 43-91
- Chen, YS; Kang, BT; Caveness, FE. 1989. Alley cropping vegetable crops with *Leucaena* in Southern Nigeria. *HortScience* 24(5):839-840
- Current, D. 1997. ¿ Los sistemas agroforestales generan beneficios para las comunidades rurales? Resultados de una investigación en América Central y el Caribe. *Agroforestería en las Américas* 4(16): 8-14.
- Dommergues, YR. 1995. Nitrogen fixation by trees in relation to soil nitrogen economy. *Fertiliser Research* 42:215-230
- Haggar, J; Warren, GP; Beer, J; Kass, D. 1991. Phosphorous availability under alley cropping and mulched and unmulched sole cropped systems in Costa Rica. *Plant Soil* 137:275-283
- Heredia, Y. 1996. Cambios en propiedades químicas y físicas del suelo en seis años de cultivos en callejones y comparación de dos métodos de extracción de fósforo en *Calliandra calothyrsus*, *Erythrina poeppigiana* y *Gliricidia sepium*. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE 67 p
- Kass, D; Barrantes, A; Campos, W; Jiménez, M; Sánchez, J. 1989. Resultados de seis años de investigación de cultivo en callejones en la Montaña, Turrialba, Costa Rica. *El Chasqui* 19:5-24.
- Palada, M; Kang, B; Claassen, S. 1992. Effect of alley cropping with *Leucaena leucocephala* and fertiliser application on yield of vegetable crops. *Agroforestry Systems* 19:139-147

# Efecto de prácticas agroforestales y agrícolas sobre el rendimiento de frijol y la disponibilidad de fósforo en un andisol de Costa Rica<sup>1</sup>

R. Tardieu<sup>2</sup>, D. Kass<sup>3</sup>, A. Olivier<sup>4</sup>

**Palabras clave:** cultivo en callejones, enmiendas orgánicas, estiércol, *Erythrina berteroana*, *Mucuna deeringiana*, mulch, *Phaseolus vulgaris*.

**Effect of agroforestry and agricultural practices in bean yield and phosphorus availability in an soil in Costa Rica.**

## RESUMEN

Se estudió el efecto del cultivo en callejones de *Erythrina berteroana*, de la utilización de un abono verde (mulch de *Mucuna deeringiana* o de *E. berteroana*) y de la aplicación de estiércol sobre las formas y la disponibilidad de fósforo en el suelo, así como sobre el rendimiento del frijol durante dos ciclos de cultivo en Turrialba, Costa Rica. Los mayores rendimientos de frijol se obtuvieron cuando se aplicó abono verde de *E. berteroana*. La aplicación de estiércol también tuvo un efecto positivo sobre el rendimiento del frijol. El cultivo en callejones y la utilización de abono verde de *M. deeringiana* no mejoraron de manera significativa el rendimiento del cultivo. Las diferencias en rendimiento observadas no parecen estar relacionadas con el contenido de fósforo disponible en el suelo, ya que éste fue similar para todos los tratamientos.

## ABSTRACT

The effect of alley farming with *Erythrina berteroana*, of the use of green manures (mulch of *Mucuna deeringiana* or *E. berteroana*) and of the application of dairy manure on the forms and availability of soil P as well as on the yield of beans during two cropping cycles was studied in Turrialba, Costa Rica. Highest bean yields were obtained when a mulch of *E. berteroana* was applied. The application of dairy manure also had a positive effect on the yield of this crop. Alley farming and the use of *M. deeringiana* green manure did not improve bean yields significantly. Differences observed in bean yield did not appear to be related to available phosphorus content of the soil since the latter was similar in all treatments.

## INTRODUCCIÓN

El cultivo en callejones, el uso de abono verde y la aplicación de estiércol son técnicas utilizadas en los trópicos húmedos para mantener la fertilidad de los suelos y la productividad de las tierras de ladera. El aporte de materia orgánica constituye un elemento común de estas prácticas agrícolas y agroforestales. La aplicación de enmiendas orgánicas permite aumentar la disponibilidad de fósforo en suelos con alta capacidad de retención de este elemento (Browaldh 1992). El fósforo es uno de los

elementos más limitantes para la producción agrícola en los suelos de zonas tropicales húmedas. A pesar de esta situación, hay muy pocos estudios específicos sobre la dinámica del fósforo en agroecosistemas en suelos ácidos tropicales, lo que limita la comprensión del tema. El objetivo del estudio fue analizar el efecto de diferentes prácticas agrícolas y agroforestales sobre la disponibilidad de fósforo y el rendimiento de frijol en un Andiso en Costa Rica.

<sup>1</sup> Basado en Tardieu, R. 1999. Effets de pratiques agroforestières et agricoles sur le rendement du haricot et la disponibilité du phosphore dans un andisol du Costa Rica. M.Sc. Thesis, Université Laval, Québec, Canada. Traducido al español por Francisco Jiménez, Agroforestal, CATIE. <sup>2</sup> M.Sc. Agroforesterie, Université Laval. 1999. <sup>3</sup> Profesor Investigador, CATIE. Tel. (506)558-2592. Fax (506)556-1576. Email: dkass@catie.ac.cr <sup>4</sup> Professeur, Département de Phytologie, Université Laval, Sainte-Foy (Québec), G1K 7P4. Email: alain.olivier@plg.ulaval.ca

## METODOLOGÍA

El estudio se realizó en la finca experimental San Juan Sur del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), en Turrialba, Costa Rica (9° 52' Lat. N.; 83° 42' Long. O.; 950 msnm; precipitación media anual de 2636 mm; temperatura media de 20.5 °C), entre julio de 1996 y febrero de 1997). El suelo corresponde a un Andisol clasificado como Acrudoxic Melanudand.

Las mediciones de las variables se realizaron durante el curso de dos ciclos de cultivo de frijol (8 de julio al 24 de septiembre de 1996 y 2 de diciembre de 1996 al 28 febrero de 1997). La densidad de siembra del frijol fue de 200000 plantas ha<sup>-1</sup>. Se evaluaron siete tratamientos dispuestos en bloques al azar con tres repeticiones. Los tratamientos evaluados fueron: 1) monocultivo de frijol (sin enmiendas orgánicas); 2) frijol en callejones de *E. berteriana* plantado a 0.5 x 4 m (CC4m); 3) frijol en callejones de *E. berteriana* plantado a 0.5 x 6 m (CC6m); 4) frijol con abono verde de *Mucuna deeringiana*; 5) frijol con abono verde de *E. berteriana ex situ* (8000 kg ha<sup>-1</sup> de biomasa fresca); 6) frijol con estiércol de bovino (8000 kg ha<sup>-1</sup> de biomasa fresca); 7) suelo desnudo (sin cultivo ni enmiendas).

Durante el primer ciclo de cultivo, se midió el fósforo (P) disponible en el suelo en tres ocasiones, mediante el método de extracción Olsen modificado por Díaz-Romeu y Hunter (1978). Durante el segundo ciclo, se determinaron las fracciones de fósforo orgánico (P<sub>o</sub>) y fósforo inorgánico (P<sub>i</sub>) mediante el método de Hedley modificado por Macedo (1996). El rendimiento del frijol fue evaluado en ambos ciclos de cultivo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Fósforo disponible en el suelo.** No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos para el contenido de fósforo disponible en el suelo en los diferen-

tes periodos de muestreo durante el primer ciclo de cultivo del frijol (Figura 1), lo que sugiere que el aporte de materia orgánica mediante las enmiendas no tuvo efecto sobre la disponibilidad de P del suelo. El análisis estadístico mostró una disminución ( $P = 0.0069$ ) de la cantidad de fósforo disponible con el tiempo, durante este mismo ciclo de cultivo. Resultados similares fueron obtenidos por Szott *et al.* (1991) en un ultisol de baja fertilidad en Perú. También Hagggar *et al.* (1991) mencionan que el cultivo en callejones o la aplicación de mulch no tuvo ningún efecto significativo sobre la reserva de P isotópico intercambiable en un inceptisol de Costa Rica.

**Fraccionamiento del fósforo del suelo.** No se obtuvieron diferencias significativas entre los tratamientos para las diversas fracciones de P del suelo, con excepción de la fracción de P inorgánico extraído con NaOH (P<sub>i</sub>-NaOH) ( $P = 0.0184$ ) (Cuadro 1). Esto probablemente se debe al fuerte poder fijador del suelo (entre 77 y 86% de retención de P), así como a la baja cantidad de P aplicada en los diferentes tratamientos. Sólo el P proveniente de los tratamientos con estiércol y abono verde (*ex situ*) constituyeron una adición real de P al suelo; el P agregado a partir de las enmiendas en otros tratamientos proviene del reciclaje de este elemento en la parcela. El contenido de P<sub>i</sub>-NaOH en el suelo fue significativamente más alto con los tratamientos de abono verde que con los otros tratamientos, a excepción del suelo desnudo. El aporte repetido de materia orgánica proveniente del exterior del sitio experimental podría estimular la mineralización de la reserva de P orgánico. Es probable que el P mineralizado en los suelos con fuerte retención de fósforo sea fijado rápidamente por el hierro y el aluminio, aumentando la fracción de P<sub>i</sub>-NaOH.

Aunque el contenido de P del suelo del sitio experimental aumentó a cerca de 1200 mg kg<sup>-1</sup>, sólo una parte infi-

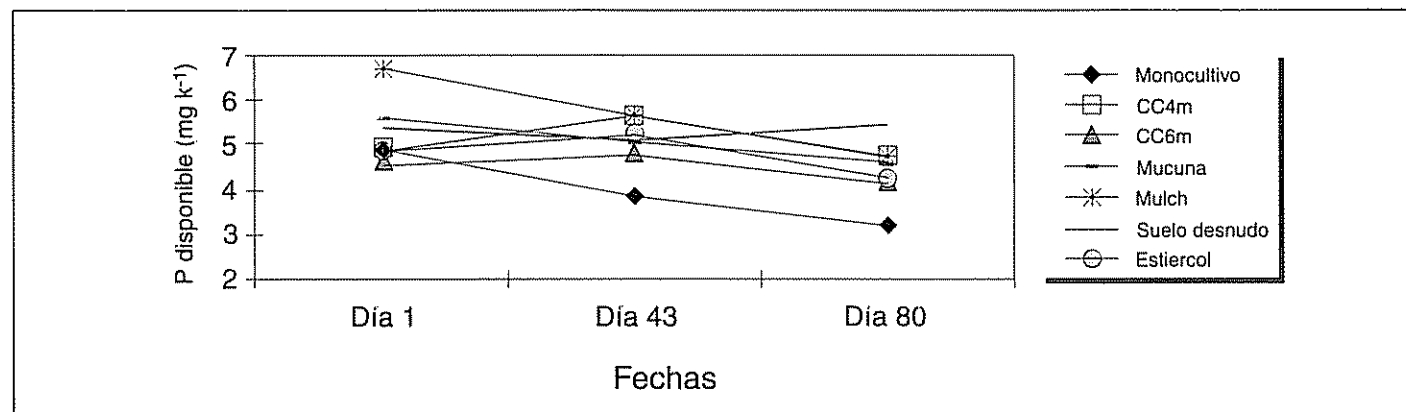


Figura 1. Evolución del contenido de fósforo disponible en el suelo durante el primer ciclo de cultivo del frijol.

**Cuadro 1.** Contenido de diferentes fracciones de fósforo del suelo ( $\text{mg kg}^{-1}$  y % del P total) en diferentes sistemas de cultivo de frijol, en Turrialba, Costa Rica.

Tratamiento	P <sub>i</sub> resina	P <sub>i</sub> NaHCO <sub>3</sub>	P <sub>i</sub> NaOH	P <sub>i</sub> HCl	P <sub>o</sub> NaHCO <sub>3</sub>	P <sub>o</sub> NaOH	P residual	P total
Testigo	0.36 a* (0.02%)	16.60 a (1.3%)	142.31 c (11.4%)	3.33 a (0.26%)	84.56 a (6.8%)	377.12 a (30.2%)	623.40 a (49.8%)	1248 a (100%)
CC4m	0.29 a (0.02%)	13.11 a (1.1%)	150.85 bc (12.8%)	1.78 a (0.15%)	74.10 a (6.2%)	358.10 a (30.3%)	580.32 a (49.2%)	1179 a (100%)
CC6m	0.23 a (0.02%)	16.86 a (1.3%)	146.47 c (11.9%)	2.31 a (0.18%)	73.80 a (6.0%)	362.27 a (29.5%)	621.79 a (50.8%)	1224 a (100%)
<i>Mucuna</i>	0.32 a (0.02%)	16.48 a (1.2%)	151.16 bc (11.6%)	2.76 a (0.21%)	76.63 a (5.9%)	348.94 a (26.9%)	700.95 a (54.0%)	1297 a (100%)
Abono verde <i>Erythrina</i>	0.35 a (0.02%)	16.81 a (1.3%)	181.19 a (14.5%)	1.75 a (0.14%)	71.26 a (5.7%)	311.71 a (24.9%)	665.20 a (53.3%)	1248 a (100%)
Suelo desnudo	0.15 a (0.01%)	17.35 a (1.4%)	173.35 ab (13.6%)	2.27 a (0.17%)	78.86 a (6.19%)	324.68 a (25.5%)	674.06 a (52.9%)	1272 a (100%)
Estiércol	0.24 a (0.02%)	16.43 a (1.3%)	139.42 c (11.8%)	2.65 a (0.22%)	73.28 a (6.2%)	342.26 a (29.1%)	604.86 a (51.3%)	1178 a (100%)

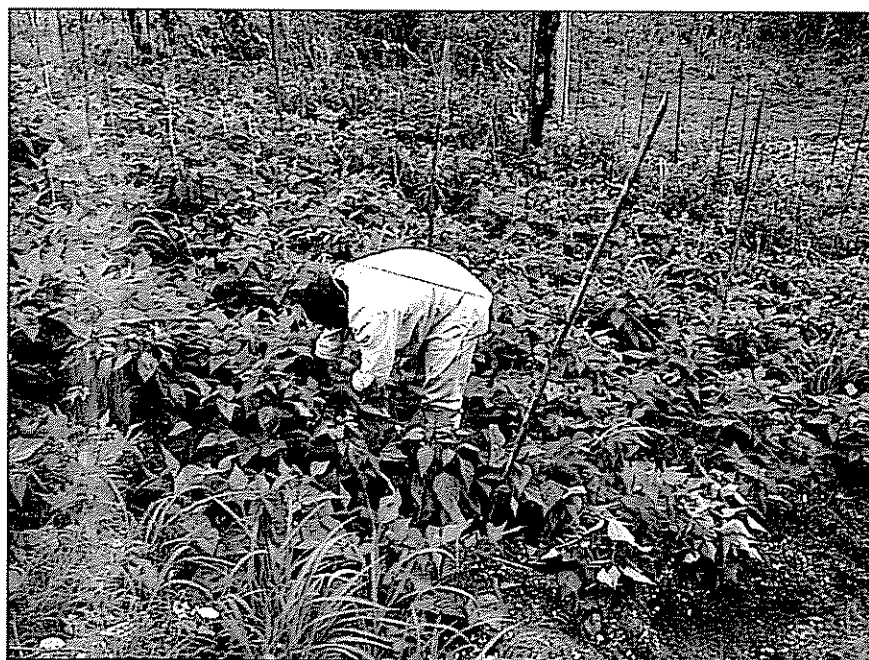
\* Las medias de una misma columna seguidas de la misma letra no son significativamente diferentes según la prueba de LSD ( $P = 0.05$ ).

ma de este P (P<sub>i</sub>-resina y P<sub>i</sub>-NaHCO<sub>3</sub>) (cerca del 1.5 %) es asimilado rápidamente por la planta. El P residual, que no está disponible para la planta, constituye entre el 49.5 y el 54.0% del P total. Por lo tanto, para corregir la carencia de P, sería recomendable efectuar una fertilización mineral. El P moderadamente disponible (P<sub>o</sub>, P<sub>i</sub>-NaOH y P<sub>i</sub>-HCl) constituye entonces una fuente potencial importante, en particular en las regiones tropicales, donde el uso de fertilizantes fosfatados es limitado. Así, ciertas plantas tendrían la capacidad de absorber el P ligado al hierro mediante la extracción de ciertas sustan-

cias quelatantes. El mejoramiento genético de plantas capaces de utilizar P fijado en suelo o la identificación de cepas de microorganismos que lo puedan solubilizar podrían conducir a una mejor utilización del fósforo.

**Rendimiento en grano del frijol.** Hubo interacción significativa ( $P = 0.0058$ ) entre los tratamientos y los ciclos de cultivo para esta variable. Para los dos ciclos se observaron diferencias significativas entre los tratamientos ( $P < 0.0001$  y  $P = 0.0067$ , respectivamente). En ambos casos, los rendimientos más altos fueron alcanzados con la

*La aplicación de abono verde y estiércol incrementaron el rendimiento comparado con el testigo y podría constituir una alternativa para los productores que tengan acceso a ese tipo de recursos (Foto: L. Meléndez).*



aplicación de mulch de *Erythrina ex situ*, aunque no hubo diferencia significativa con el tratamiento de estiércol durante el segundo ciclo de cultivo (Cuadro 2). La superioridad del tratamiento de mulch podría explicarse por el efecto combinado del aporte de materia orgánica y de elementos nutritivos, de la cobertura del suelo, así como de la ausencia de competencia interespecifica.

**Cuadro 2.** Rendimiento del frijol en grano durante dos ciclos de cultivo bajo diferentes prácticas agrícolas y agroforestales en Turrialba, Costa Rica.

Tratamiento	Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> ) Primer ciclo de cultivo	Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> ) Segundo ciclo de cultivo
Testigo	268 b*	86 c*
CC4m	86 c	177 bc
CC6m	49 c	167 bc
<i>Mucuna</i>	275 b	98 c
Abono verde de <i>Erythrina</i>	642 a	376 a
Estiércol	29 b	264 ab
Promedio	270	198

\* Las medias de una misma columna seguidas de la misma letra no difieren significativamente según la prueba de LSD (P = 0.05).

El rendimiento del frijol en los tratamientos de cultivo en callejones fue similar o inferior al del testigo durante los dos ciclos. Esto podría explicarse por una competencia por los recursos así como por el ataque de los jobotos (*Phyllophaga* sp.), de los cuales la *Erythrina* es un hospedante, a las raíces del frijol. Los daños al frijol se observaron sobre todo durante el primer ciclo del cultivo; la presencia de la plaga se observó desde finales de junio hasta fines de julio. El sistema de cultivo en callejones, tal y como fue utilizado en este estudio, no parece constituir una alternativa muy ventajosa para el agricultor.

La utilización de abono verde de *Mucuna*, contrario a los estudios realizados antes en el mismo sitio (Arriaza 1995, López 1996), no mejoró de manera significativa el rendimiento del frijol en comparación con el testigo.

#### LITERATURA CITADA

- Arriaza, NA. 1995. Comparación de tres prácticas agronómicas para el manejo y conservación de suelos en ladera, bajo el sistema frijol-maíz en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc., Turrialba, CR, CATIE. 125 p.
- Browaldh, M. 1992. Influence of organic and inorganic fertilizers on common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) grown in a P-fixing mollic andosol. *Biological Agriculture and Horticulture* 9: 87-104.
- Díaz-Romeu, R; Hunter, A. 1978. Metodología de muestreo de suelos, análisis químico de suelos y tejido vegetal de investigaciones en invernadero Turrialba, CR, CATIE. 62 p. (Serie Materiales de Enseñanza no. 12).

Parece que la disminución progresiva de la fertilidad del suelo observada en las parcelas experimentales afectó el crecimiento y la producción de biomasa de la *Mucuna* y redujo el impacto positivo de esta enmienda.

Durante el segundo ciclo de cultivo, el rendimiento del frijol fue inferior, probablemente a causa de la disminución progresiva del rendimiento observada por otros en el mismo sitio (Arriaza 1995, López 1996). Esto no es extraño si se considera que, al final del primer ciclo de cultivo, el contenido de elementos minerales (P, K, Ca y Mg) y el pH del suelo fue inferior en todos los tratamientos a los niveles críticos reportados para el cultivo de frijol (datos no presentados). Los aportes externos de elementos nutritivos (tratamientos con abono verde y estiércol), así como por el reciclaje de nutrientes (tratamientos de cultivo en callejones y *Mucuna*) no fueron suficientes para mantener la fertilidad del suelo y suplir las necesidades de los cultivos. La fertilización mineral complementaria parece necesaria para asegurar buenos resultados y la sostenibilidad de los diferentes sistemas de producción estudiados.

#### CONCLUSIÓN

La aplicación de enmiendas orgánicas, el uso de abono verde y el cultivo en callejones son prácticas con potencial para una agricultura sostenible. Sin embargo, diferentes factores pueden limitar su eficacia. En este estudio, el uso de enmiendas orgánicas en los niveles utilizados en el experimento no tuvo efectos sobre el contenido de fósforo disponible en el suelo. Los tratamientos de *Mucuna* y cultivo en callejones presentaron rendimientos iguales o menores al testigo. La aplicación de abono verde *ex situ* y de estiércol incrementaron el rendimiento del frijol en comparación al testigo y podrían constituir una alternativa para los agricultores que tienen una fuente de abono verde cerca de la parcela de cultivo. Se requiere más investigación para determinar en qué medida pueden mejorarse estas prácticas para beneficio del agricultor.

- Haggar, JP; Warren, GP; Beer, J; Kass, DCL. 1991. Phosphorous availability under alley cropping and mulched and unmulched sole cropping systems in Costa Rica. *Plant Soil* 137: 275-283.
- López, FL. 1996. Comparación de la dinámica de fósforo en cultivo en callejones y coberturas orgánicas para frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en San Juan Sur, Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc., Turrialba, CR, CATIE. 107 p.
- Macedo, LV. 1996. Efecto de enmiendas orgánicas sobre las formas y la disponibilidad de fósforo en un suelo inceptisol de origen volcánico. Tesis Mag. Sc., Turrialba, CR, CATIE. 54.
- Szott, LT; Palm, CA; Sánchez, PA. 1991. Agroforestry in acid soils of the humid tropics. *Advances in Agronomy* 45: 275-300.



# Patrones de liberación y distribución de nitrógeno en barbechos mejorados<sup>1</sup>

Michael Cody<sup>2</sup>, William McGill<sup>3</sup>, Julio Alegre<sup>4</sup>,  
Dara Gill<sup>3</sup>, Donald Kass<sup>5</sup>, Richard Rothwell<sup>3</sup>

**Palabras clave:** abonos verdes, Costa Rica, lignina, mineralización de nitrógeno, Perú, polifenoles, suelos.

## RESUMEN

Se investigaron modelos de liberación de N en la biomasa podada de dos especies arbóreas (*Inga edulis* y *Centrosema macrocarpum*) y una leguminosa herbácea (*Colubrina glandulosa*) con respecto a las características químicas de los materiales. También se documentó la distribución de N en el suelo después de la tala y quema de la biomasa. La relación lignina más polifenoles a nitrógeno (L+PF: N) fue mejor que la relación carbono a nitrógeno (C: N) para predecir la cantidad de N liberado. Las tasas de mineralización se retrasaron en la mayoría de los casos, en contraste con las suposiciones de los modelos de disminución exponencial. La tumba y quema produjo un aumento rápido del N mineral en el primer metro de suelo; parte de este N se lixivió por debajo de un metro.

**Nitrogen release and distribution patterns in improved fallows.**

## ABSTRACT

Patterns of N release from the prunings of two tree species (*Inga edulis* y *Centrosema macrocarpum*) and one herbaceous legume (*Colubrina glandulosa*) were investigated in relation to the chemical characteristics of the materials. Also, N distribution in the soil following slash and burn was documented. Lignin + polyphenols to nitrogen ratio (L+PF:N) was better than carbon to nitrogen ratio (C:N) as a predictor of the quantity of N release. In contrast to the assumptions of exponential decay models, mineralization rates were retarded in most cases. Slash and burn disturbance resulted in a mineral N flush in the first meter of soil; some of this N was leached below one meter.

## INTRODUCCIÓN

En los trópicos húmedos, la productividad del suelo depende de la conservación y el reciclaje de nutrientes dentro del sistema suelo-planta. En los sistemas agroforestales, el uso eficaz de abonos orgánicos requiere que la liberación de nutrientes se realice en forma paulatina, para que haya un máximo aprovechamiento por parte de los cultivos y para que las pérdidas por lixiviación o volatilización sean mínimas. La mineralización del nitrógeno (N) de los abonos orgánicos puede ser afectada por varios de los constituyentes químicos de la biomasa (nitrógeno, carbono, lignina y polifenoles), así como por las perturbaciones ocasionadas por la práctica de tumba y quema.

Los objetivos del estudio fueron: investigar cómo las características químicas del mulch aplicado se correlacio-

nan con el patrón de mineralización del N en la zona de crecimiento radicular (experimentos 1 y 2) e investigar la distribución de N en el suelo luego de una perturbación por tumba y quema (experimento 3).

## METODOLOGÍA

El primer experimento se realizó en colaboración con el ICRAF, en la estación experimental de San Ramón, Yurimaguas, Perú en un barbecho mejorado. El suelo fue clasificado como Ultisol, mixed loamy siliceous, isohyperthermic, Typic Paleudult (Tyler 1975). Se realizaron muestreos de la solución del suelo mediante lisímetros, a dos profundidades secuenciales, bajo los siguientes tratamientos de mulch: *Inga edulis*, *Centrosema macrocarpum* CIAT 5065 y *Colubrina glandulosa*. Se tomaron muestras de la interfase suelo-mulch con un li-

<sup>1</sup> Basado en Cody, MJ 1999. Cycling nitrogen for productivity in agroforestry: nitrogen lignin and polyphenol control on mineralization Thesis M.Sc. 1999 University of Alberta, Canada Traducido al español por Luis Meléndez, Editor, CATIE <sup>2</sup> M.Sc. 1999 University of Alberta, Edmonton, Canada <sup>3</sup> Profesor investigador, University of Alberta, Edmonton, Canada. <sup>4</sup> Investigador Agroforestal, ICRAF Perú Email: j.alegre@cgiar.org <sup>5</sup> Profesor Investigador, CATIE, Turrialba Email: dkass@catie.ac.cr

símetro de plato y a 15 cm de profundidad, en el suelo mineral, con un lisímetro de succión. Se realizaron correlaciones estadísticas entre lignina (L), polifenoles (PF) y contenido de nitrógeno (N). Se determinó el volumen de N en los tratamientos de mulch y la concentración de N en la solución de suelo.

El segundo experimento se realizó en colaboración con el CATIE, en un invernadero en Turrialba, Costa Rica; se utilizó una técnica de columna de incubación-lixiviación. Las columnas consistieron en los tratamientos de mulch aplicados a contenedores a un suelo Andisol, mezcla fina de isothermic, Acrudoxic Melanudand (López y Kass 1996) sin contaminar, contenido en secciones de tubo de cañería de PVC. Las columnas se lixiviaron artificialmente y se analizó el lixiviado para determinar el contenido de N. Se ajustaron dos modelos matemáticos diferentes a los datos de la mineralización (uno exponencial y otro llamado Gompertz modificado), lo que permitió investigar las curvas de mineralización y las conexiones potenciales entre los modelos y las características de los tratamientos de mulch.

El experimento 3 se realizó durante el establecimiento de una cosecha de maíz dentro de un sistema de barbecho mejorado (Yurimaguas, Perú) después de la tala y quema de la vegetación del barbecho. Se tomaron muestras de suelo una vez por semana después de cada lluvia, utilizando lisímetros de succión a 15, 30, 50 y 100 cm de profundidad y se les hizo un análisis del contenido de N mineral.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Experimento 1

Para la mayor parte del periodo estudiado, la relación L+PF:N correlacionó bien con la concentración de N mineral en la solución del suelo de la zona radicular (Cuadro 1). Esta correlación se observó tanto en la interfase del mulch-suelo, como a 15 cm de profundidad. La relación C:N no correlacionó bien con el N mineral en la solución del suelo. Estos resultados son consistentes con la literatura (Lehmann *et al.* 1995, Handayanto *et al.* 1997). La relación L+PF:N puede ser una herramienta muy útil para los responsables del manejo de sistemas agroforestales que deseen predecir la disponibilidad de N de los mulch aplicados.

### Experimento 2

Los resultados de la columna de incubación-lixiviación mostraron tasas de mineralización retrasadas en la mayoría de los tratamientos. La prueba estadística indicó que el modelo modificado de Gompertz se ajustó mejor

Cuadro 1. Coeficientes de correlación (r) entre el porcentaje de incremento de N de la biomasa podada en los muestreos con lisímetros y las características químicas de la biomasa.

Lisímetros de plato (superficie del suelo)						
Días de muestreo	3	11	18	28	41	47
L+PF:N	-0.90**	-0.80**	-0.83**	-0.60**	-0.54*	-0.77**
C:N	-0.58*	-0.58*	-0.54**	-0.40ns	-0.23ns	-0.65**
Lisímetros de succión (15 cm de profundidad)						
Días de muestreo	-	13	20	30	44	50
L+PF:N	-	-0.34ns	-0.73**	-0.88**	-0.76**	-0.67*
C:N	-	-0.44ns	-0.53ns	-0.48ns	-0.38ns	-0.70*

\*\* Significativo (p≤0.01) \* Significativo (p≤0.05) ns: no significativo L = lignina PF = polifenoles N = nitrógeno C = carbono

que el exponencial a los datos de la mayoría de los tratamientos. Otros autores han aplicado exitosamente el modelo exponencial a sus datos de mineralización (Handayanto *et al.* 1997). De acuerdo con nuestra información, éste es el primer informe de mineralización retrasada realizado en barbechos agroforestales. El retraso en la mineralización tiene implicaciones importantes en cuanto al manejo del tiempo en la aplicación del mulch para obtener un beneficio máximo en las cosechas.

El modelo modificado de Gompertz permitió cuantificar varios aspectos de las curvas de mineralización: tiempo de retraso, porcentajes de tiempo máximo de mineralización y cantidad total de N mineralizable. Estas propiedades fueron calculadas y correlacionadas con las características de la poda de cada uno de los tratamientos de mulch (Cuadro 2).

Cuadro 2. Correlación (r) entre las características químicas de los tratamientos de mulch y las estimaciones del modelo de N potencialmente mineralizable y tiempo para la tasa máxima de mineralización.

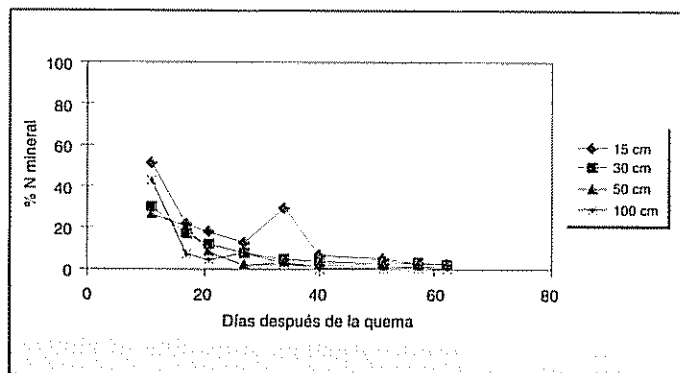
Relación	Nitrógeno mineralizable				Tiempo para la tasa máxima de mineralización	
	Andisol	Ultisol	Andisol	Ultisol	Andisol	Ultisol
L + PF:N	-0.93*	-0.93*	0.37ns	-0.07ns		
C:N	0.44ns	0.46ns	-0.86ns	-0.90*		

\* = significativo (p≤0.05) ns = no significativo

### Experimento 3

Los resultados de las pruebas con lisímetros de succión indican que las formas y la concentración de N mineral en el primer metro de suelo fueron muy dinámicas en los dos meses siguiente a la perturbación por la tumba y quema realizada.

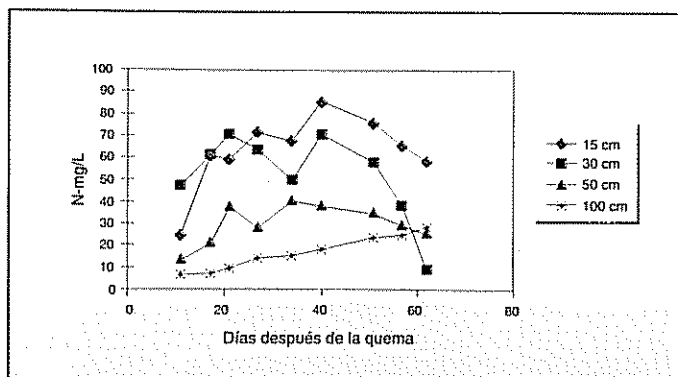
Algunas características de las formas y distribución del N seguido de la perturbación fueron notables. La proporción de suelo con N mineral como  $\text{NH}_4^+$  se redujo del 50% a <10% en el primer mes de la perturbación (Figura 1). Esto es muy significativo, ya que el  $\text{NH}_4^+$  constituye una parte muy pequeña del N mineral en la solución del suelo en ese sitio (J. Alegre, comunicación personal).



**Figura 1.** Evolución del porcentaje de nitrógeno mineral como  $\text{NH}_4^+$  en el tratamiento de *Inga + Centrosema*, después de quemar la vegetación de barbecho y sembrar maíz. Yurimaguas, Perú.

La acumulación inmediata de  $\text{NH}_4^+$  después de la quema puede ocurrir por diversas causas: deposición de la ceniza, calentamiento de la tierra, descomposición de raíces finas (Raison 1979); todos estos fenómenos ocurren cerca de la superficie del suelo en ese sitio. Por lo tanto, encontrar concentraciones relativamente altas de  $\text{NH}_4^+$  a 50 y 100 cm de profundidad en las primeras semanas después de la quema sugiere que el mismo se lixiviará rápidamente por debajo de la zona de raíces.

La segunda característica común a todos los tratamientos fue la tendencia de las curvas en las concentraciones de N mineral en todas las profundidades (Figura 2). Las curvas de los estratos profundos (50 y 100 cm) fueron



**Figura 2.** Evolución del porcentaje de nitrógeno mineral ( $\text{NH}_4^+$  +  $\text{NO}_3^-$ ) en el tratamiento de *Inga + Centrosema* después de quemar la vegetación de barbecho y sembrar maíz. Yurimaguas, Perú.

normalmente coincidentes; las curvas en los estratos poco profundos (15 y 30 cm) estuvieron ligeramente retrasadas. La coincidencia de las curvas de las capas superiores y de las más bajas también puede indicar traslados inmediatos y rápidos de N mineral, como resultado de la infiltración durante los siguientes eventos de precipitación. Debido a que, en este sitio, la zona de raíces del maíz se limita a 20-30 cm, el N mineral transferido por debajo de los 30 cm no estuvo disponible para el cultivo y pudo ser trasladado a mayor profundidad y posiblemente perdido del sistema suelo-planta. Las curvas a 50 y 100 cm sugieren que el N mineral fue transferido subsecuentemente a capas más profundas, porque no pudo haber sido absorbido por el maíz. Una tercera característica común a la mayoría de los tratamientos fue el aumento en la solución del nitrógeno mineral del suelo a 50 y 100 cm de profundidad.

### CONCLUSIONES

La relación L+PF:N podría ser utilizada con mucha seguridad para predecir el N mineralizable de la biomasa de especies de uso agroforestal. Esto resulta apoyado por la correlación entre la relación L+PF:N y la mineralización de N en la solución de suelo en Yurimaguas, Perú y por la correlación entre la relación L+PF:N y el N mineralizable estimado por el modelo ajustado y modificado de Gompertz para los datos de la columna de incubación-lixiviación. Sin embargo, la información sobre los patrones de mineralización de N puede ser más importantes para lograr una sincronía que la simple correlación entre las características químicas de los tratamientos de mulch y las cantidades acumuladas de N mineralizado.

La continuación de la práctica de tumba y quema en Yurimaguas, permite inferir que pueden darse traslados rápidos de N mineral a 50 y 100 cm; a mayores profundidades, posiblemente se pierda del sistema suelo-planta.

### LITERATURA CITADA

Handayanto E; Cadisch G; Giller, KE. 1997. Regulating N mineralization from legume tree pruning by mixing residues of different quality. *Soil Biology and Biochemistry* 29: 1417-1426.

Lehmann, J; Schroth G; Zech, W. 1995. Decomposition and nutrient release from leaves, twigs and roots of three alley-cropped tree legumes in central Togo. *Agroforestry Systems* 29: 21-36.

López FL; Kass DCL. 1996. Efecto de enmiendas orgánicas en la dinámica del fósforo e indicadores de actividad biológica sobre el rendimiento del frijol en un suelo Acrudoxic Melanudand. *Agroforestería en las Américas* 3: 12-15.

Raison RJ. 1979. Modification of the soil environment by vegetation fires, with particular reference to nitrogen transformations: a review. *Plant and Soil* 51: 73-108.

Tyler, EJ. 1975. Genesis of the soils within a detailed soil survey area in the upper Amazon Basin, Yurimaguas, Peru. Ph D. Dissertation, Raleigh, North Carolina, North Carolina State University, Raleigh.

## ¿Cómo hacerlo?

# Diseño del pensum mínimo de una maestría interactiva en Agroforestería Tropical

## ¿2B + 5H + 5E?

Eduardo Somarriba

La agroforestería es una especialidad que integra forestería, ecología, agricultura y ganadería tradicionales. Los estudiantes que ingresan a un programa de estudio de la agroforestería proceden, en su mayoría, de estas profesiones. En este “Cómo hacerlo” se ofrecen algunas reflexiones para profesores, científicos, personas e instituciones interesados en diseñar cursos o programas de enseñanza agroforestal.

El pensum, es decir, el listado de cursos y contenidos que proporcionan la instrucción académica de un programa de maestría, se puede diseñar utilizando cursos Básicos (B), Herramientas (H) y de Especialidad (E). En este artículo se presentan los razonamientos que condujeron a la fórmula  $2B + 5H + 5E$  como propuesta del pensum mínimo de una maestría científica, interactiva, en Agroforestería Tropical (AFT), e incluye algunos conceptos básicos de diseño curricular, se muestra cómo el pensum surge de la confrontación entre los requisitos del perfil de egreso y de ingreso de los estudiantes, se describen en forma breve los contenidos de los cursos, se propone un calendario lógico y se discuten algunas fortalezas y limitaciones de esta propuesta.

### MAESTRÍAS Y SUBESPECIALIDADES, DURACIÓN Y ESFUERZO

La fórmula  $2B + 5H + 5E$ , los nombres y contenidos de los cursos (descritos abajo) definen la Maestría en AFT. Un sub-conjunto de estos cursos (digamos,  $0B + 0H + 3E$ ) define la Subespecialidad en AFT. Por ejemplo, supongamos que la fórmula  $3B + 4H + 4E$  define una Maestría en Agricultura Orgánica (AOR) y que  $1B + 0H + 3E$  define la Subespecialidad en AOR. Un estudiante de la maestría en AFT puede obtener Sub-Espe-

cialidad en Agricultura Orgánica si estudia el pensum de AFT ( $2B + 5H + 5E$ ) y los cursos de la Sub-Especialidad en AOR ( $1B + 0H + 3E$ ). Y viceversa (Figura 1).

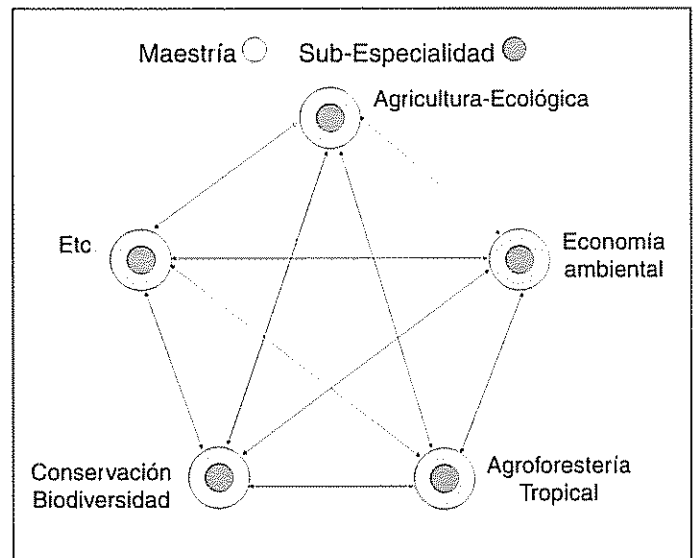


Figura 1. Modelo hipotético de Maestrías interactivas.

El número total de horas de estudio para el aprendizaje de un curso es una variable importante para el diseño del pensum. Los expertos en diseño curricular utilizan el término “crédito” como una medida del esfuerzo de estudio. En este artículo se propone un esfuerzo de 60 horas por crédito. Cursos de tres créditos (180 horas) son comunes en muchos programas de maestría. El esfuerzo se puede distribuir en un semestre (20 semanas), cuatrimestre (16 semanas), trimestre (12 semanas) o en módulos intensivos de corta duración, entre tres y seis semanas, que fueron los periodos utilizados en el diseño del pensum.

## EL PENSUM EN AGROFORESTERÍA TROPICAL

El pensum se diseña: 1) confrontando el perfil de egreso del máster agroforestal con su perfil de ingreso y 2) identificando la secuencia lógica que asegura una fluida formación académica y una progresión natural desde la etapa de "cursos" hacia la etapa de "investigación de tesis". El perfil de egreso define el conjunto de conocimientos y destrezas que el máster agroforestal debe manejar al finalizar su maestría. El perfil de ingreso identifica las limitaciones y potencialidades de la población estudiantil al iniciar la maestría y permite incluir en el pensum la instrucción académica necesaria (Somarriba y Beer 2000).

## EL PERFIL DE EGRESO

Agroforestería es el manejo de las interacciones entre las plantas leñosas perennes y los otros componentes de los sistemas de producción de una finca, para la satisfacción de los intereses (producción, conservación, diversificación, seguridad, etc.) del productor. Entonces, el máster agroforestal debe ser capaz de: 1) analizar la estructura y función de una amplia gama de sistemas agroforestales y silvopastoriles; 2) identificar los problemas y las oportunidades agroforestales de las fincas, 3) diseñar alternativas agroforestales productivas, sostenibles y adoptables y 4) desarrollar investigación científica en agroforestería.

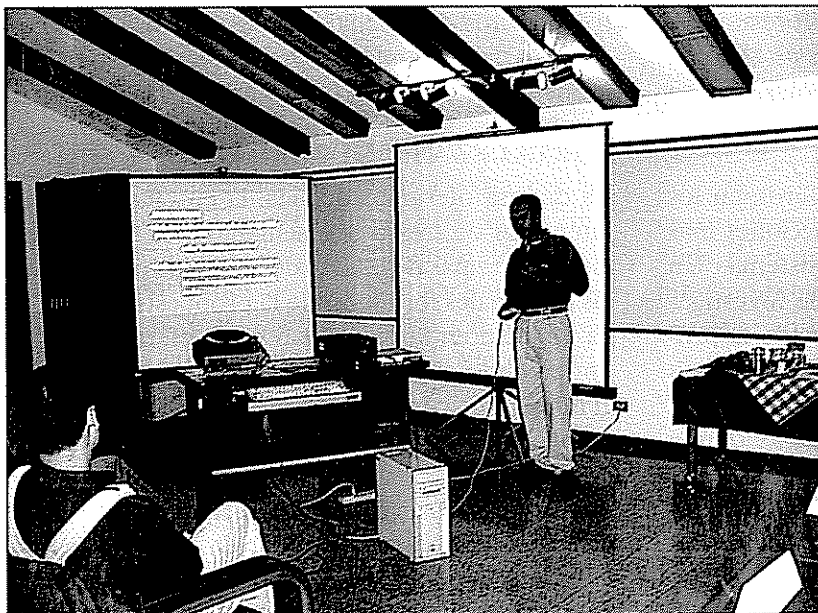
## EL PERFIL DE INGRESO

La población estudiantil agroforestal proviene de una amplia gama de profesiones, que incluye biología, ecología, ciencias agrarias (la mayoría), ciencias forestales y ambientales, humanidades y profesiones liberales (la

minoría). El agroforestal necesita una base "generalista" más amplia (que incluya agronomía, forestería, ecología, producción animal y humanidades) que la que ofrece cada una de estas profesiones. Otros elementos necesarios que se deben reforzar dentro del perfil de ingreso incluyen: lectura y comprensión del idioma inglés, uso de computadoras y paquetes informáticos (procesador de textos, una hoja de cálculo), manejo de Internet y correo electrónico, búsqueda y manejo de información bibliográfica, redacción técnica y métodos estadísticos.

## EL PENSUM MÍNIMO

La fórmula  $2B + 5H + 5E$  se propone como el pensum mínimo para una maestría interactiva en Agroforestería Tropical. **Los cursos Básicos (B)** pueden incluir: 1) Humanidades (opcional para estudiantes que provienen de estas disciplinas) y 2) Fundamentos de la Ciencia y Formulación de Proyectos de Investigación. **Los cursos de Herramientas (H)** pueden incluir: 1) Un curso que abarque Informática, Manejo de Literatura Científica y Redacción Técnica; 2) Dos cursos de Métodos Estadísticos, 3) Un curso de Inglés (énfasis en lectura y comprensión de literatura científica) y 4) Un curso Electivo, que responda al interés o necesidades de formación del estudiante (por ej. para la investigación de tesis). Herramientas electivas podrían incluir: Sistemas de Información Geográfica, Econometría, un segundo curso de Inglés, etc. **Los cursos de Especialidad (E)** incluyen: 1) Silvicultura Agroforestal, 2) Agroforestería con Cultivos Anuales y Perennes, 3) Leñosas Perennes en Sistemas Ganaderos, 4) Metodologías de Investigación Agroforestal y 5) Diagnóstico y Diseño Agroforestal de Fincas.



La maestría interactiva en Agroforestería Tropical permite una mayor flexibilidad al momento de seleccionar las subespecialidades (Foto: L. Meléndez).



Los contenidos de los cursos básicos y especializados merecen comentario. En Fundamentos de la ciencia y formulación de proyectos de investigación; se debe profundizar en el método científico y otros métodos de investigación (lógica, inducción y deducción), de modo que los estudiantes desarrollen la habilidad para identificar con claridad el problema, formulen hipótesis verificables, enuncien un sistema de objetivos (generales y específicos) precisos, aseguren un estrecho vínculo con el diseño de tratamientos, la selección de las variables de evaluación y los procedimientos de campo y de análisis, que los datos, análisis e interpretaciones conduzcan al enunciado de las conclusiones.

Los contenidos de Humanidades deben ser amplios e incluir aspectos antropológicos, sociales y económico-financieros; los aportes de la antropología pueden incluir el estudio del conocimiento tradicional, la racionalidad campesina (seguridad *versus* rentabilidad, historia familiar, ciclos de vida, visión a futuro, etc.), los patrones culturales que afectan las preferencias y aversiones de los productores sobre las leñosas perennes y el rol del género en el manejo agroforestal. Los aportes de las ciencias sociales deben enfatizar el estudio de la participación y los métodos para promoverla, la generación, diseminación y adopción de tecnologías, la interacción entre los actores sociales a nivel de la comunidad. Los aportes de lo económico-financiero deben incluir elementos de economía de la producción, análisis e indicadores financieros, diversificación, riesgo y estabilidad, elementos de macroeconomía y de economía ambiental.

Ahora veamos los contenidos de los cursos especializados. Primero, un curso de Silvicultura Agroforestal que ofrezca las bases forestales mínimas para los no-forestales y que luego explore las prácticas silvícolas de una amplia gama de sistemas agroforestales. Luego, dos cursos: 1) Agroforestería con Cultivos Anuales y Perennes y 2) Leñosas Perennes en Sistemas Ganaderos, en los que se estudie la estructura, función, interacciones más importantes, manejo y producción de cada sistema. Un cuarto curso que explore las Metodologías de Investigación Agroforestal, enfocados sobre aspectos de la productividad, los procesos ecológicos y las interacciones biofísicas. Finalmente, un quinto curso que enfoque el Diagnóstico y el Diseño Agroforestal de Fincas, donde los estudiantes, que ya han recibido toda la teoría necesaria, la apliquen a fincas reales. Los contenidos de los cuatro últimos cursos han sido presentados en otro documento (Somarriba y Beer 2000).

El curso de Silvicultura Agroforestal merece un comentario adicional. Al igual que en plantaciones forestales o bosques naturales, la silvicultura agroforestal tiene peculiaridades que ameritan tratamiento específico. Por ejemplo, la propagación vegetativa, el manejo de estacas, rebrotes y enraizamiento son muy comunes en agroforestería. Las podas, muy orientadas a mejorar la forma del fuste para la producción de madera de aserrío en la silvicultura forestal, alcanzan notable diversidad en agroforestería donde se aplican, no solo para mejorar forma maderable, sino también para regular sombra, producir biomasa (forraje o mulch), propagar material, producir varas (ej. soportes para producción de hortalizas), aislar visualmente o manejar el viento en plantaciones lineales, etc. El manejo de poblaciones, plantadas o de regeneración natural, es también muy amplio en agroforestería, ya que éstas varían desde unos pocos árboles dispersos en potreros arbolados o en cultivos perennes con sombra (<100 árboles ha<sup>-1</sup>) hasta >10000 plantas ha<sup>-1</sup> en bancos forrajeros o en barbechos mejorados. El estudio y manejo de las copas, de la arquitectura de la planta y el control del crecimiento son de singular importancia en la silvicultura agroforestal y deben ser tratados con latitud y profundidad.

### CALENDARIZACIÓN

La secuencia lógica de los cursos de una Maestría en Agroforestería Tropical es evidente. Primero, Inglés, seguido del curso de Informática "*et al*", el curso básico de Humanidades, luego los cinco cursos agroforestales, los Métodos Estadísticos y finalmente, el curso básico sobre Fundamentos de la Ciencia y Formulación de Proyectos de Investigación (Cuadro 1). Este pensum requiere un total de 48 semanas por año, incluye 15 cursos, todos de tres créditos, de los cuales 39 son de formación académica y seis de herramientas generales (Inglés, Informática, Manejo de Literatura Científica, Redacción Técnica).

### FORTALEZAS Y DEBILIDADES

La diversa oferta académica, la enseñanza en módulos intensivos de tres o seis semanas y la flexibilidad para elegir los temas de interés de la población estudiantil son las principales fortalezas de la propuesta de este artículo. El impacto en la diversidad de la oferta es importante. Por ejemplo, si la universidad ofrece N maestrías afines, el número de combinaciones Maestría y Subespecialidad es  $N*(N-1)$ . Si  $N = 5$  Maestrías, las combinaciones ascienden a  $5*4 = 20$ , un notable incremento en la diversidad de la oferta, sin cambiar el número de maestrías ya ofrecidas. La oferta diversificada puede incrementar el ingreso al programa de maestría y responder mejor a las demandas del mercado laboral de los egresados.

**Cuadro 1.** Calendario lógico de una Maestría interactiva en Agroforestería Tropical.

Curso #1	Curso #2	Sesión	Duración (semanas)	Créditos
Inglés	-	1	3	3*
Informática <i>et al.</i>	-	2	3	3*
Humanidades	Herramienta Electiva	3	6	6
Libre	-	-	1	-
Silvicultura Agroforestal	Subespecialidad 1	4	6	6
AF con anuales y perennes	Subespecialidad 2	5	6	6
Libre	-	-	1	-
Leñosas perenes en ganadería	Sub-Especialidad 3	6	6	6
Metodologías Investigación AF	-	7	3	3
Diagnóstico-Diseño AF fincas	-	8	3	3
Libre	-	-	1	-
Métodos estadísticos 1	-	9	3	3
Métodos estadísticos 2	-	10	3	3
Formulación Proyectos Investigación	-	11	3	3
Total	-	-	48	39

\* No se cuentan como créditos académicos

La enseñanza en módulos intensivos tiene varios aspectos positivos: 1) permite a los profesores concentrar el esfuerzo docente en periodos cortos; 2) mejora la capacidad de aprendizaje de los estudiantes, quienes solo tienen que estudiar uno o dos temas en forma simultánea; 3) facilita la programación de giras y prácticas de campo. Un buen equilibrio entre instrucción teórica y experiencia de campo es esencial en agroforestería.

La flexibilidad, es decir, la capacidad del estudiante para elegir los cursos a estudiar, se puede diseñar a varios niveles. En primer lugar, se puede elegir un programa de estudios con o sin sub-especialidad. En segundo lugar, se pueden elegir los cursos de Subespecialidad que mejor se ajusten a los conocimientos previos o a los intereses de los estudiantes. Por ejemplo, un estudiante de la Maestría en Agricultura Orgánica que opta por la Subespecialidad en AFT podría escoger tres de los cinco cursos de Especialidad. Así, un estudiante sin interés en sistemas silvopastoriles ni en investigación agroforestal podría "tomar" el curso de Silvicultura Agroforestal, Agroforestería con Cultivos Anuales y Perennes y Diagnóstico y Diseño Agroforestal de Fincas y Agroecosistemas.

El programa interactivo "Maestría con Subespecialidad" propuesto en este artículo ofrece 12 créditos electivos (31% del pensum), que incluye los tres cursos de Espe-

cialidad y un curso de Herramientas. En el caso de optar por "Maestría sin Subespecialidad", los estudiantes estudian el pensum mínimo de la maestría y completan sus requerimientos académicos (típicamente 30-40 créditos) "tomando" cursos electivos sin responder a una subespecialidad específica. La relación entre cursos "obligatorios" y "electivos" es igual en ambos esquemas.

**Debilidades y limitaciones:** 1) el perfil de egreso tiene un fuerte componente "biofísico", pero es débil en la formación social y económica; 2) los módulos intensivos exigen la disponibilidad exclusiva de los profesores durante el periodo de instrucción; 3) el programa de trabajo de cada curso debe ser detallado y disponer de todos los materiales educativos del curso; 4) el requisito de Subespecialidad no debe ser excesivo para que permita acomodar la carga de estudio en el calendario y 5) los cursos especializados de las diferentes maestrías (y por ende, de las Subespecialidades) deben ofrecerse en forma simultánea para compatibilizar el calendario. Se pueden combinar cursos modulares intensivos con cursos de mayor duración, siempre y cuando la duración del módulo (número de semanas) sea múltiplo de la duración del curso extendido.

#### LITERATURA CITADA

Somarriba E y Beer J 2000. Maestría en Agroforestería Tropical del CATIE Serie Institucional, Publicación Miscelánea No. 10. CATIE, Turrialba Costa Rica 90 p

# Evaluación y documentación de proyectos agroforestales en pequeña escala en América Central

Celia A. Harvey

La mayoría de los proyectos de desarrollo rural y conservación, promueven el uso de sistemas agroforestales (SAF) como una alternativa de producción más sostenible, que permite la conservación de los recursos naturales y brinda servicios ambientales. En América Central, existen muchas instituciones, proyectos y ONG's con conocimientos valiosos sobre tecnologías agroforestales. Sin embargo, la mayoría de estas experiencias nunca han sido documentadas y evaluadas de manera sistemática. En consecuencia, toda esa información y experiencias no están disponibles para las comunidades, productores, decisores, científicos y organizaciones que podrían beneficiarse de estos conocimientos. Con frecuencia esta situación resulta en la duplicación de esfuerzos, o incluso, la repetición de errores comunes (por ej. uso de especies no aptas para una zona determinada).

El Proyecto Agroforestal CATIE-DANIDA, desarrolla una iniciativa llamada "Miniproyectos Agroforestales" cuyo fin es documentar y evaluar proyectos agroforestales en marcha y sistematizar experiencias agroforestales en América Central, a través de la capacitación, asistencia técnica y colaboraciones con universidades y organizaciones locales que trabajan en SAF. Por medio de esta iniciativa se espera aumentar la capacidad local para documentar e investigar SAF, y asegurar que las experiencias y conocimientos adquiridos sean publicados y diseminados a otras organizaciones que trabajan en este campo.

La iniciativa suministra fondos limitados (US\$1000-US\$2000) a pequeños proyectos de investigación "miniproyectos" ofrece capacitación y asistencia técnica du-

rante el proceso de investigación (discusiones sobre metodologías de documentación, análisis de datos, redacción técnica, preparación de artículos para publicar, etc). Los proyectos son de corta duración (un año). Los temas prioritarios son inventarios o caracterizaciones de SAF tradicionales, o la documentación de SAF establecidos por proyectos, que nunca fueron evaluados formalmente. El proyecto no suministra fondos para establecer nuevos SAF o nuevos ensayos experimentales.

Se han establecido siete "miniproyectos" (Cuadro 1) en colaboración con miembros de las Redes Agroforestales de El Salvador y Nicaragua. Cada iniciativa consiste de un equipo de cuatro a ocho personas; incluye estudiantes universitarios, profesores y técnicos de instituciones u ONG agroforestales. La evaluación y documentación de los SAF es realizada por los estudiantes (trabajo de tesis), en colaboración con (y bajo la supervisión de) profesores y técnicos de organizaciones locales. Se espera que la colaboración entre las diferentes instituciones aumente los vínculos entre éstas entidades, creando nuevas alianzas para futuros trabajos y resulte en un intercambio de conocimientos y experiencias.

Aunque la iniciativa es pequeña y todavía se encuentra en un fase piloto, es un paso importante para generar y diseminar información sobre experiencias locales con SAF. Para asegurar que los resultados estén disponibles a otras organizaciones, los resultados serán diseminado por medio de presentaciones a las Redes Agroforestales, talleres con comunidades locales y publicados en una edición especial en *Agroforestería en las Américas* y otros medios.

Cuadro I. Resumen de los "miniproyectos" apoyados por el Proyecto Agroforestal CATIE-DANIDA

Título del miniproyecto	Participantes	País	Sistema agroforestal evaluado	Sistema
Cuantificación de frutos producidos de leñosas perennes durante la época seca en Nicaragua	Universidad Nacional Agraria (UNA), Nitlapán	Nicaragua	Árboles dispersos en potreros	Tradicional
Conocimiento local sobre el uso de especies leñosas perennes en la alimentación de ganado	Universidad Nacional Agraria (UNA), FORESTAN	Nicaragua	Sistemas silvopastoriles	Tradicional y establecido
Evaluación ecológica y socioeconómica de las cortinas rompevientos al este de León, Nicaragua	Universidad Nacional Autónoma de León (UNAN) Espino Blanco	Nicaragua	Cortinas rompevientos	Establecido
Evaluación bioeconómica de cuatro especies forestales maderables en asocio con café	Universidad El Salvador (UES), PROCAFE	El Salvador	Café con sombra	Establecido
Evaluación de árboles dispersos en el sistema maíz-sorgo	Universidad Evangélica de El Salvador (UEES) CENTA	El Salvador	Árboles dispersos en milpas	Tradicional
Evaluación de la producción de carbón de eucalipto plantando en sistemas agroforestales en Rosarios de Mora y Panchimalco, San Salvador	Universidad de El Salvador (UES) CENTA, PAES	El Salvador	Cortinas rompevientos, linderos	Establecido
Evaluación de árboles forestales sembrados en asocio con canavalia en áreas degradadas	Universidad Monseñor Oscar Arnulfo Romero (UMOAR), FUDECIT	El Salvador	Árboles dispersos con canavalia	Establecido



La evaluación de la producción de carbón proveniente de eucalipto plantado en asocio con maíz en Panchimalco, El Salvador, es una de las investigaciones apoyadas por el programa de miniproyectos. Estudiantes, profesores y asesores participan en las mediciones. (Foto: C. Harvey).

Para mayor información respecto a esta iniciativa pueden contactar a: Celia A. Harvey, Proyecto Agroforestal CATIE-DANIDA. Tel: 506 556-6431, fax: 506 556-1572. Email: charvey@catie.ac.cr

# Proyecto Árboles Mesoamericanos: “Manual de Consulta para Manejo y Uso de Árboles en Fincas y Restauración Ecológica” (PAM)

## *¿Por qué es importante el PAM ?*

La diversidad Mesoamericana tiene una dinámica propia que requiere de un enfoque particular para un manejo más sostenible. La mayoría de las iniciativas forestales se caracterizan por trabajar con pocas especies, a menudo exóticas, con los respectivos riesgos asociados y tipos de gestión dirigida. A pesar de que existen muchas recopilaciones con información sobre árboles útiles, pocas veces se establece el concepto de “utilidad” desde el punto de vista del productor, o son incluidas dentro del contexto de los sistemas agrícolas.

## *¿Cuáles son los objetivos del PAM ?*

- Recopilar información sobre el conocimiento actual de especies arbóreas nativas y sus funciones, respondiendo a las inquietudes e intereses de diferentes usuarios.
- Sintetizar y documentar información dispersa, en un solo “Manual para Extensionistas”, que incluya aspectos como formas de siembra, manejo de regeneración natural en fincas, selecciones de especies nativas realizadas por productores, usos, servicios ambientales, aprovechamiento, mercadeo de las especies y proveedores de información específica como por ej. precios de mercado, sitios de comercialización, incentivos, etc.
- Capacitar a extensionistas, editores técnicos y educadores en el uso del manual para elaborar materiales de extensión.
- Apoyar la difusión y utilización eficaz del Manual a través de redes de colaboradores.

## *¿Qué beneficios ofrece el PAM ?*

- Producir un manual para extensionistas: “Árboles Mesoamericanos: Manual de consulta para manejo y uso de árboles en fincas y restauración ecológica” (marzo 2002).

- Capacitar técnicos en países mesoamericanos en la producción de materiales de extensión (durante 2002).
- Producir ejemplos de materiales de extensión (diciembre 2002).
- El proyecto es financiado por el Programa de Investigación Forestal (FRP siglas en Inglés) del Departamento para el Desarrollo Internacional (DFID) del Gobierno Británico y tendrá una duración de tres años (abril 2000 – marzo 2003).

## *¿Cómo se puede colaborar con el PAM ?*

- En los países mesoamericanos el proyecto colabora con las Redes Agroforestales a través de las cuales los interesados pueden colaborar y solicitar información del proyecto.
- El PAM ofrece becas para investigaciones (tesis de licenciatura) para evaluar materiales de extensión forestal y agroforestal utilizados en Guatemala, El Salvador, Nicaragua y Honduras.
- Las instituciones públicas y privadas, los servicios de extensión, proyectos, ONG's y personas que quieran compartir información sobre el manejo y uso de especies forestales y frutales nativas pueden contactarnos para que la información sea incluida, tanto durante la selección de especies, como en el mismo Manual.

*Para mayor información y desarrollar formas de colaboración con el PAM contactar a:*

**Coordinación general y elaboración del Manual:**  
Dr. David Boshier  
Oxford Forestry Institute (OFI)  
South Parks Road, Oxford,  
OX1 3RB  
Inglaterra  
e-mail:  
david.boshier@plants.ox.ac.uk

**Coordinación de actividades en Mesoamérica:**  
Dra. Andrea Schlönvoigt  
Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)  
Apdo. 88, Turrialba, Costa Rica  
Tel. 00506-558 2594  
Fax. 00506-556 1576  
e-mail: aschlönv@catie.ac.cr



# Proyecto CATIE - PANIF

## Producción sostenible, rehabilitación y conservación en la Reserva Natural Mirafior-Moropotente, Estelí, Nicaragua

Por iniciativa de los productores, los territorios de las Mesas de Moropotente y de Mirafior fueron declarados Reservas Naturales. La tierra (20 000 ha) es privada e incluye a unas 900 familias que se dedican a la ganadería extensiva, hortalizas, granos básicos y café. Los bosques están muy fragmentados y cubren el 20% de la superficie total. Destacan tres relieves: la Zona Baja entre 900 y 1200 m altitud (bosques secos y mixtos de *Quercus* spp y *Pinus oocarpa*), las Mesas entre 1000 y 1200 m altitud (bosques secos y nebliselvas) y la Zona Alta entre 1200 y 1400 m de altitud (nebliselvas). Lluve entre 1000 y 1400 mm anuales.

El Programa Ambiental Nicaragua – Finlandia (PANIF) ha desarrollado, en forma participativa con las comunidades, un Plan de Manejo de la Reserva. Se pretende identificar y promover actividades de desarrollo, investigación y capacitación que armonicen la producción sostenible con la rehabilitación y la conservación. Los enfoques y modelos que se desarrollen y validen en la Reserva servirán para dirigir acciones en otras Áreas Protegidas de Nicaragua, con problemas similares de uso, tenencia y una cobertura boscosa reducida y fragmentada.

El Proyecto CATIE-PANIF es una de las actividades del Programa de Investigación del Plan de Manejo. Las investigaciones son desarrolladas por estudiantes y profesores-investigadores del CATIE. En el año 2000 se encuentran en marcha cuatro estudios simultáneos e integrados:

1) Paisajes, fragmentación boscosa y biodiversidad en los bosques de nebliselva (Ana Paula Correa, Bryan Finnegan, Celia Harvey). Estos bosques poseen el mayor potencial de conservación de la Reserva y el estudio proveerá información sobre cómo mejorar la conectividad boscosa mediante el uso de corredores biológicos.

2) Conocimiento local, población y producción de biomasa y forraje de *Acacia pennatula* (Carbón) en las Mesas de Moropotente (Hernán Nieto, Eduardo Somarriba). El Carbón es una especie invasora, importante fuente de leña, postes y forraje para ganado y vida silvestre (especialmente aves). Este estudio ofrecerá recomendaciones sobre el potencial de producción sostenible de leña y postes de esta especie.

3) Sistemas silvopastoriles para la producción y la conservación (Francisco Casasola, Muhammad Ibrahim). La ganadería es la principal forma de uso de la tierra en buena parte de la Reserva y eso justifica la búsqueda de alternativas silvopastoriles que mejoren la producción sostenible y la conservación.

Tipologías cafetaleras y dinámica de patógenos en la producción sostenible de café (Cristian Zúñiga, Vera Sánchez). Por su diversidad florística y estructural, los cafetales de la zona alta ofrecen una excelente oportunidad para producir y conservar biodiversidad.

Posiblemente surgirán nuevas propuestas de investigación. En forma preliminar se han propuesto una investigación sobre 1) Evaluación ambiental y productiva de sistemas de cultivos anuales importantes para la subsistencia (granos básicos) y la economía de la población local y por sus posibles impactos ambientales (quemadas y erosión del suelo, contaminación con agroquímicos, etc.) y 2) La estimación del costo financiero y ambiental de la transformación hacia una producción sostenible, rehabilitación y conservación en Mirafior.

### Se puede obtener mayor información:

José Villa, PANIF, MARENA, Managua, Nicaragua  
Tel: (505) 2331277, Email: panifapb@ibw.com.ni

Eduardo Somarriba, CATIE, Turrialba, Costa Rica  
Email: esomarri@catie.ac.cr

# Implementación participativa de agroforestería y MIP en café sobre bases ecológicas

## Programa Regional CATIE-MIP/AF- NORAD

### ANTECEDENTES

En la última década, el CATIE en colaboración con organizaciones donantes y diferentes instituciones en Nicaragua desarrolló una experiencia participativa con productores en Manejo Integrado de Plagas (MIP). Con bases en esa experiencia y con el apoyo económico de la Agencia Noruega para el Desarrollo NORAD se inició una segunda fase de capacitación para consolidar los procesos iniciados en Nicaragua y promover una expansión a seis zonas pilotos en cuatro países de América Central. Por su importancia regional, el café ha recibido un apoyo fuerte, en especial lo relacionado con una mejor comprensión de la ecología y de las interacciones con diferentes especies de sombra, con la intención de estabilizar los rendimientos del cafetal, diversificar e incrementar los ingresos y contribuir a la conservación de los recursos y la biodiversidad.

El nuevo Programa "Implementación participativa de agroforestería y MIP en café sobre bases ecológicas" tiene una duración de cinco años (1998-2003) y desarrolla actividades en la región e involucra instituciones públicas y privadas. Al inicio fortalecerá los conocimientos y habilidades de familias

cafetaleras, técnicos de campo y especialistas en el sector café en Nicaragua, especialmente en fincas de productores que no utilizan plaguicidas en el manejo de sus cafetales. Los elementos principales del modelo de implementación participativa son: la capacitación participativa de grupos de hombres y mujeres (enfoque de género) durante los momentos claves del ciclo del café (a través de la observación, análisis y experimentación) como base para la toma de decisiones; la capacitación campesino-campesino y otros miembros de la comunidad; procesos de extensión realizados con base en razonamientos ecológicos; toma de decisiones para la investigación con base en las necesidades locales e involucramiento de todos los participantes en todos niveles de la planificación (definición de objetivos, monitoreo y evaluación).

### PLANES DEL PROGRAMA MIP/AF PARA REGIONALIZAR SUS ACTIVIDADES

Se realizarán actividades piloto en seis zonas cafetaleras de América Central para ampliar las experiencias y modelos desarrollados en Nicaragua (Figura 1). El Programa concentrará sus actividades en Nicaragua hasta el año

2001, luego realizará actividades en otros países en forma escalonada. La coordinación inicial de las zonas piloto se llevará a cabo en Costa Rica y en Trifinio, una región cafetalera ubicada entre las fronteras de Guatemala, El Salvador y Honduras

Las actividades planificadas –tanto en investigación como capacitación– incluyen:

1. Sistematizaciones de tecnologías y criterios de decisión en aspectos de suelo-clima, café-árboles-red alimenticia.
2. Establecimiento de ensayos a largo plazo (20 años) para evaluar interacciones sombra - variedad de café - sistemas MIP - suelo/clima en áreas piloto
3. Investigación participativa con 20 grupos de familias cafetaleras en países de la región.
4. Establecimiento de una red de parcelas de validación con árboles en cafetales en diversos países centroamericanos
5. Colaboración con especialistas en mejorar la organización y contenido de capacitaciones con técnicos y grupos de familias.
6. Realización de procesos de capacitación con 100 técnicos.

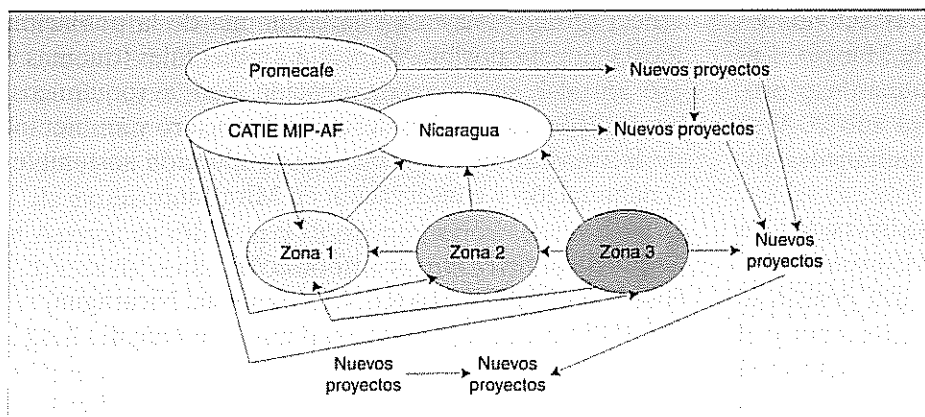


Figura 1 Formas de implementación MIP participativo del programa CATIE MIP/AF en Nicaragua a otras zonas cafetaleras

Parte del objetivo de las investigaciones en MIP - Agroforestería en café es desarrollar estrategias para convertir cafetales actuales (caracterizados por poca producción y sombra irregular) a cafetales productivos en términos de producción, servicios ambientales y productos arbóreos.

### Para más información con:

Dr. Charles Staver  
 CATIE-MIP-AF-NORAD  
 Tel. (00505) 265 7114  
 Email: catienic@ibw.com.ni