

# AGROFORESTERIA

EN LAS AMERICAS

Vol. 5 N°17-18 Enero-Junio 1998

Edición Especial

*Tesis de Maestría en Agroforestería 1997*

*Conocimiento Tradicional*

*Sistemas Silvopastoriles*

*Sistemas Agroforestales  
Café-Cacao*

## 1. Editorial

Educación de postgrado e investigación agroforestal en CATIE ..... 4

## 2. Agroforestales en América

L. Meléndez  
Nuevos Agroforestales en América ..... 5

## 3. Avances de Investigación

L. Ochoa/C. Fassae/E. Somarriba/A. Schlönvoigt  
Conocimiento de mujeres y hombres sobre las especies de uso medicinal y alimenticio del huerto casero en la Península de Nicoya, Costa Rica ..... 7

G. Samaniego/ R. Lok  
Valor de la percepción y del conocimiento local de indígenas Ngöbe en Chiriquí, Panamá ..... 12

T. Ludewigs/E. Somarriba/O. Ramírez  
Estabilidad y riesgo en sistemas agroforestales con cacao (*Theobroma cacao*) plátano (*Musa AAB*) y laurel (*Cordia alliodora*) ..... 17

M. Jiménez/J. Aguirre/M. Ibrahim/D. Pezo  
Efecto de la suplementación con morera (*Morus alba*) en la ganancia de peso posdestete de terneras de lechería ..... 23

M.H. Franco/M. Ibrahim/D. Pezo/A. Camero/J.L. Araya  
Degradabilidad rumial *in situ* y solubilidad de la proteína de rebrotes de *Cratylia argentea* de diferentes edades ..... 29

X. Estrada/M. Ibrahim/A. Camero/S. Abarca/C. Hidalgo  
Degradación rumial de forrajes tropicales cuando se sustituye King Grass (*Pennisetum purpureum* \* *Pennisetum typhoides*) por Morera (*Morus alba*) ..... 34

J. Esquivel/M. Ibrahim/F. Jiménez/D. Pezo  
Distribución de nutrientes en el suelo en asociaciones de poró (*Erythrina berteroana*) madero negro (*Gliricidia sepium*) o *Arachis pintoi* con *Brachiaria brizantha* ..... 39

E. Morales / J. Beer  
Distribución de raíces finas de *Coffea arabica* y *Eucalyptus deglupta* en cafetales del valle central de Costa Rica ..... 44

J. Estivariz/R. Muschler  
Efecto de la sombra sobre el vigor y producción de *Coffea arabica* var. Caturra, después de una poda total del café en Turrialba, Costa Rica ..... 49

R. Valdívieso/E. Somarriba/G. Galloway/W. Vázquez/D. Kass  
Crecimiento del laurel (*Cordia alliodora*) en sistemas agroforestales de Talamanca, Costa Rica y Changuinola, Panamá ..... 54

F. González/D. Kass  
Efecto de barbechos mejorados de *Acacia mangium* sobre la disponibilidad de fósforo en *Vigna unguiculata* en un Ultisol ácido ..... 59

M. Simón/M. Ibrahim/B. Finegan/D. Pezo  
Efectos del pastoreo bovino sobre la regeneración de tres especies arbóreas comerciales del Chaco Argentino: un método de protección ..... 64

## 4. ¿Cómo Hacerlo?

E. Somarriba  
Diagnóstico y diseño agroforestal ..... 68

5. Noticias Agroforestales ..... 73

6. Reseñas de Libros ..... 75

7. Agenda Agroforestal ..... 76

8. Publicaciones Agroforestales ..... 76

# AGROFORESTERIA

EN LAS AMERICAS



Cafetales con *Eucalyptus* sp. en Juan Viñas, Costa Rica (Foto L. Meléndez).



En este número fungió como Editor Técnico Eduardo Somarriba, Coordinador Académico de la Maestría en Sistemas Agroforestales, CATIE.

Este número es financiado parcialmente por el Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación, por medio del Proyecto Strengthening Educational Research and Development Institutions in the Countries of CATIE's mandate, Gobierno de Holanda.

Esta Edición Especial incluye los números 17 y 18 debido a la cantidad de investigaciones realizadas. Creímos oportuno ponerlos a disposición de los lectores lo más pronto posible. Esperamos que sean de utilidad.

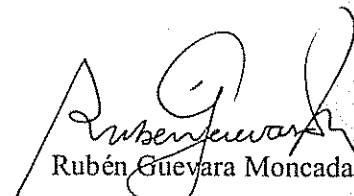
## *Educación de postgrado e investigación agroforestal en CATIE*

**E**l año pasado, la Revista Agroforestería en las Américas (RAFA) dedicó un número especial a la divulgación de los resultados de las tesis de maestría en Agroforestería Tropical publicadas en 1996. Este año, nuevamente, la RAFA dedica un espacio a la divulgación de los resultados de las tesis agroforestales desarrolladas en las maestrías de Agroforestería Tropical, Socio-Economía Ambiental y Manejo de bosques y de la Biodiversidad.

La temática de este número especial incluye estudios socioeconómicos (dos artículos), biofísicos (nueve artículos) y mixtos (un artículo). Los estudios socioeconómicos incluyen: 1) las diferencias de género en el conocimiento tradicional sobre plantas alimenticias y medicinales en huertos caseros y 2) un estudio antropológico de la valoración del manejo agroforestal en fincas de poblaciones indígenas. Los estudios biofísicos incluyen cinco investigaciones sobre sistemas silvopastoriles, dos sobre sistemas agroforestales con café, uno sobre el componente arbóreo de varios sistemas agroforestales y uno sobre barbechos mejorados y sus efectos sobre los suelos degradados. Los estudios silvopastoriles incluyen tres investigaciones sobre arbustos forrajeros y sus efectos sobre la nutrición y producción animal y dos estudios de las relaciones entre árboles - praderas - suelos - animal. Los estudios sobre cafetales analizan relaciones bajo el suelo (raíces finas) y sobre el suelo (sombra) entre cafetos y árboles de sombra. Un artículo sobre la modelación bioeconómica de la estabilidad y el riesgo financiero de sistemas basados en madera, cacao y plátano establece un puente entre los enfoques biofísicos y los socioeconómicos.

La diversidad temática es sorprendente, especialmente si tomamos en cuenta que en los dos últimos años se ha dedicado un notorio esfuerzo a priorizar y a focalizar (y por ende, a reducir) los temas de investigación de las Áreas Técnicas del CATIE. Es evidente que la confluencia de profesores de varias disciplinas científicas en el asesoramiento de una misma tesis, enriqueció los enfoques y las metodologías de estudio.

La investigación de temas focalizados, para asegurar impacto, la estrecha vinculación entre docencia e investigación, el desarrollo de investigación orientada al entendimiento de interacciones entre componentes biológicos, ecológicos, económicos, sociales y culturales de sistemas agroforestales y la representación femenina en las investigaciones son elementos importantes de la política del CATIE. El 42% de los artículos de este número especial tienen a una mujer como autor principal. Esto no es ni casualidad ni sesgo en la selección de los artículos. El promedio de mujeres que ingresaron a la Escuela de Postgrado en los últimos tres años es del 44% en Agroforestería Tropical y en Economía Ambiental y del 41% en Agricultura Ecológica Tropical. Aspiramos a la equidad total en todas las esferas institucionales.



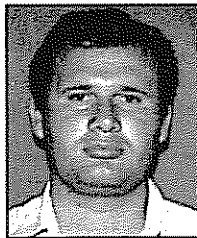
Rubén Guevara Moncada  
Director General

# Agroforestales en América

## Nuevos Agroforestales en América

.....

**JENNY ESTIVARIZ COCA**, nació en Oruco, Bolivia en 1968, estudió en la Universidad de Mayor de San Andrés, Bolivia donde se graduó de Ingeniero Agrónomo en 1991. Trabajó como auxiliar de docencia en la Universidad de San Andrés en la Cátedra de Química Analítica, impartiendo cursos teóricos y de laboratorio hasta 1991. Fue extensionista agrícola en la Corporación de Desarrollo de la Paz. Con fondos de ODA ingresó al Programa de Maestría en Sistemas Agroforestales del CATIE en enero de 1996 y obtuvo su grado en diciembre de 1997. Dirección: Villa Adela, Plan 113, Manzano 333, vivienda 43. Teléfono 830799.



**JORGE ESQUIVEL QUIROS**, nació en San José, Costa Rica en 1967. Estudió en la Universidad de Costa Rica donde se graduó en 1992 como Ingeniero Agrónomo. Trabajó como asistente de investigación en el proyecto de árboles forrajeros para alimentación de cabras de CATIE. De 1993 a 1995 fue el Jefe del proyecto de árboles forrajeros del proyecto CATIE-GTZ. Con fondos de ODA ingresó al Programa de Maestría en Sistemas Agroforestales del CATIE en enero de 1996 y obtuvo su grado en diciembre de 1997. Dirección: Moravia, San José. Teléfono 235-8040.

**XOCHILT ESTRADA GUEVARA**, nació en Managua, Nicaragua en 1968. Estudió en la Universidad Nacional Agraria donde se graduó de Ingeniera Agrónoma en 1992. Trabajó como asesora técnica de una ONG CECOTROPIC en el área pecuaria trabajando con bovinos en el trópico seco, posteriormente trabajó para el MARENA en el proyecto Los Maribios asesorando a mujeres campesinas. Con fondos de DANIDA ingresó al Programa de Maestría en Sistemas Agroforestales del CATIE en enero de 1996 y obtuvo su grado en diciembre de 1997. Dirección: Bº: María Auxiliadora, calle 7, casa 38 Managua, Nicaragua, Teléfono: 2491390.



**FELICITA GONZÁLEZ DE LEÓN**, nació en David, Panamá en 1956, estudió en la Universidad de Panamá, donde se graduó de Ingeniero Agrónomo en 1981. Desde 1981 hasta 1995 trabajó como asistente de investigación y docencia en el Departamento de Protección Vegetal de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá y luego fue Jefe del Laboratorio de Protección Vegetal de la Universidad de Panamá. Con fondos de BID/UNIPAN ingresó al Programa de Maestría en Sistemas Agroforestales del CATIE en enero de 1996 y obtuvo su grado en diciembre de 1997. Dirección: David, Panamá; teléfono: 774-0411  
E-mail: fcaup@chiriqui.com



**MARCO HELI FRANCO VALENCIA**, nació en Manizales, Caldas, Colombia en 1962. Estudió en la Universidad de Caldas, Colombia, donde se graduó de Ingeniero Agrónomo en 1983. Trabajó en la empresa privada en la planificación de créditos cafetaleros; posteriormente trabajó como instructor de agricultores en el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) en cultivos de caña de azúcar, pastos y forrajes. Con beca de

FUNDATROPICOS/ WWF ingresó al Programa de Maestría en Sistemas Agroforestales del CATIE en enero de 1996. Obtuvo su Maestría en diciembre de 1997. Dirección: Manizales, Colombia. Teléfono: 823023.



**THOMAS LUDEWIGS**, nació en Sao Paulo, Brasil, en 1967. Estudió en la Escuela Superior de Agricultura Luiz Queiroz, donde se graduó de Ingeniero Agrónomo en 1991. Trabajó con el Convenio INPA/UNESCO como investigador con coberturas de vivas, realizando evaluaciones del estado nutricional de pasturas; posteriormente trabajó con el convenio CPAA/NCSU como investigador de áreas degradadas. Con beca de

SUNY ingresó al Programa de Maestría en Sistemas Agroforestales del CATIE en enero de 1996 y obtuvo su grado en diciembre de 1997. Dirección: Manaus, Brasil, Teléfono: (092) 622-4983



**EDDY MORALES RÍOS**, nació en Uyini, Bolivia en 1961. Estudió en el Instituto Superior de Agricultura de Tashkent, donde se graduó de Ingeniero Agrónomo en 1988. Trabajó para el CIDAIE, en la sistematización, análisis y difusión de información agroecológica. Fue promotor social y agrónomo voluntario en proyectos de producción hortícola en comunidades del Altiplano, apoyando el seguimiento y evaluación de proyectos de desarrollo rural. Con fondos de ODA ingresó al Programa de Maestría en Sistemas Agroforestales del CATIE en enero de 1996 y obtuvo su grado en diciembre de 1997. Dirección: Ciudad Satélite, Plan 482, calle 17, # 1818 ap postal 7125, La Paz Bolivia, Tel: 811056

de proyectos de desarrollo rural. Con fondos de ODA ingresó al Programa de Maestría en Sistemas Agroforestales del CATIE en enero de 1996 y obtuvo su grado en diciembre de 1997. Dirección: Ciudad Satélite, Plan 482, calle 17, # 1818 ap postal 7125, La Paz Bolivia, Tel: 811056



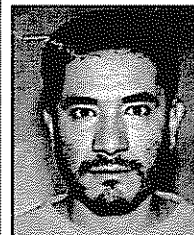
**LORENA OCHOA LÓPEZ**, nació en Honduras en 1960. Estudió en la Universidad Nacional Autónoma de Honduras, donde se graduó como Licenciada en Biología en 1991. Trabajó como Coordinadora-investigadora del Proyecto de Huertos Caseros de CATIE en Honduras, en el levantamiento de diagnósticos en comunidades. También trabajó como investigadora del proyecto Ecología Organización Comunal y Género en

Choluteca en el levantamiento de investigación botánica y zoológica. Con fondos de DAAD ingresó al Programa de Maestría en Economía y Sociología Ambiental del CATIE en enero de 1996 y obtuvo su grado en diciembre de 1997. Dirección: Colonia Kennedy, Tercera Calle, peatonal 26, Zona 1. No 3924, Tegucigalpa, Honduras Tel: 31-2601.



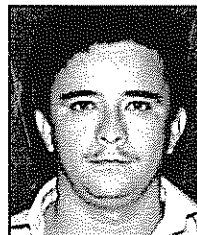
**ROBERTO VALDIVIESO TABORGA**, nació en Cochabamba, Bolivia en 1967. Estudió en la Universidad Mayor de San Simón, Bolivia, donde se graduó como Ingeniero Agrónomo en 1991. Trabajó como investigador del IBTA-PROINPA en la limpieza viral y micropropagación de semillas de papa y diagnóstico de enfermedades; posteriormente trabajo como

investigador en la Universidad de San Simón en el desarrollo de medios de cultivo *in vitro* para cultivos tropicales. Con beca de la Fundación KELLOG ingresó al Programa de Maestría en Sistemas Agroforestales del CATIE en enero de 1996 y obtuvo su grado en diciembre de 1997. Dirección: Cochabamba, Bolivia Teléfono: 26059



**MARTÍN SIMÓN GONZÁLEZ**, nació en Salta, Argentina en 1964. Estudió en la Universidad Nacional Santiago del Estero (UNSE), donde se graduó como Ing. Forestal en 1990. Trabajó para el Convenio MAGIC-UNSE-Fundapaz-Gobierno de Baja Sajonia, realizando investigaciones silvícolas en la región y elaborando proyectos silvopastoriles. Con fondos del

Banco Mundial y propios ingresó al Programa de Maestría en Manejo de Bosques y de la Biodiversidad del CATIE en enero de 1996 y obtuvo su grado en diciembre de 1997. Dirección: Facultad Ciencias Forestales de la UNSE, Av. Belgrano (s) 1912, Argentina Tel.: (085) 214994. E-mail: msimon@funda1.inv.org.ar



**GILBERTO SAMANIEGO PEÑA**, nació en Pesé, Panamá en 1963. Estudió en CURLA/UNAH en Honduras, donde se graduó de ingeniero Forestal en 1990. Trabajó en la Reserva forestal La Yeguada del INRENARE como Jefe de la sección Agroforestal PAN/GTZ/INRENARE en la producción de viveros forestales y protección de la reserva. Posteriormente fue Jefe de la Sección Agroforestal del Proyecto Ngöbe del

INRENARE/GTZ. Con fondos de HOLANDA ingresó al Programa de Maestría en Sistemas Agroforestales del CATIE en enero de 1996 y obtuvo su grado en diciembre de 1997. Dirección: Casa 2820, Calle Collado, Chitré, Panamá. Teléfono: 9965743



**MARIBEL JIMENEZ MONTERO**, nació en Heredia, Costa Rica en 1970 y se graduó en la Universidad Nacional de Heredia en Costa Rica, con el título de ingeniera Agrónoma en 1994. Con fondos de ODA ingresó al Programa de Maestría en Sistemas Agroforestales del CATIE en enero de 1996, obteniendo su grado en diciembre de 1997. Actualmente es funcionaria de UPA-

NACIONAL dando apoyo técnico en aspectos de género, sistemas de producción sostenibles en Cartago, Costa Rica. Dirección: Santa Bárbara de Heredia. Apdo Postal 120-3009. Teléfono: 269-7017; E-mail: zunjim@sol.racsa.co.cr

## Conocimiento de mujeres y hombres sobre las especies de uso medicinal y alimenticio en huertos caseros de Nicoya, Costa Rica<sup>1</sup>

.....  
Lorena Ochoa<sup>2</sup>  
Cécile Fassaert<sup>3</sup>  
Eduardo Somarrriba<sup>4</sup>  
Andrea Schlonvoigt<sup>5</sup>

**Palabras clave:** conocimiento, huertos caseros, medicinales, alimenticios, diversidad, género, Costa Rica.

### RESUMEN

Se evaluó el conocimiento de mujeres y hombres sobre "partes utilizadas", "formas de preparación" y "formas de aplicación" de 13 especies de uso alimenticio y medicinal encontradas en 23 huertos caseros de Costa Rica. Las mujeres conocen más que los hombres acerca de las especies medicinales ( $p < 0.05$ ) y también sobre las formas "de preparación" y "de aplicación"; hombres y mujeres conocen por igual las partes utilizables de las plantas medicinales. No se encontraron diferencias entre hombres y mujeres respecto al conocimiento de las especies de uso alimenticio; sin embargo, las mujeres conocen más que los hombres sobre musáceas.

### MEN AND WOMEN'S KNOWLEDGE ABOUT MEDICINAL AND FOOD SPECIES IN HOME GARDENS OF NICOYA COSTA RICA

### ABSTRACT

An evaluation was made of the comparative knowledge of men and women with respect to the "parts used", "forms of preparation", and "forms of application" of thirteen species with food and medicinal uses found in 23 Costa Rican home gardens. With respect to medicinal species, men and women have equal knowledge of the "parts used" while women have greater knowledge of the "forms of preparation" and "forms of application". Women have a greater knowledge of medicinal species than men ( $p < 0.05$ ). There was no difference in the knowledge of man and women about food crops except for the musáceas (bananas and plantains) where women had the greater knowledge.

<sup>1</sup> Basado en Ochoa, L.: 1997. Los conocimientos de la mujer y el hombre sobre el manejo de las plantas alimenticias y medicinales, dentro de los sistemas de producción campesina en fincas pequeñas. Tesis M.Sc. CATIE, C.R.  
<sup>2</sup> M. Sc. en Economía y Sociología Ambiental, CATIE, Turrialba, Costa Rica 1997.  
<sup>3</sup> Investigador Científico, especialista en género, CATIE. E-mail: fassaert@catie.ac.cr  
<sup>4</sup> Profesor Investigador Asociado, CATIE. E-mail: esomarr@catie.ac.cr  
<sup>5</sup> Profesor Investigador Asistente, CATIE. E-mail: aschlon@catie.ac.cr

## INTRODUCCIÓN

Los huertos caseros, por la diversidad de especies presentes, contribuyen al fortalecimiento y a la diversificación de la dieta de la familia campesina pues aportan vitaminas, hierro, calcio, calorías y proteínas (Falconer y Arnold, 1991); también incluyen plantas de uso medicinal. Además, facilitan la introducción de nuevas especies (Rivera *et al.*, 1993) y constituyen bancos de germoplasma que mantienen la biodiversidad (Calderón, 1994).

En América Central y el Caribe se ha estudiado el conocimiento tradicional sobre plantas de uso alimenticio y/o medicinal, sus principios activos, actividad biológica y toxicidad (Morton, 1981; MINSA, 1990; Robineau, 1991). Sin embargo, la información disponible no toma en cuenta las diferencias de género en cuanto a estos conocimientos. El objetivo de esta investigación fue evaluar el conocimiento de mujeres y hombres sobre el uso de las especies alimenticias y medicinales presentes en los huertos caseros de pequeñas fincas en la provincia de Puntarenas, Costa Rica

## METODOLOGÍA

El estudio se llevó a cabo en seis comunidades de los

distritos de Lepanto y Cóbano, en la subregión sur de la península de Nicoya. Esta región tiene un área de 1075 km<sup>2</sup> y una variación altitudinal de 0 a 1018 msnm (DRIP y FDF, 1993). El clima es seco tropical con transición a húmedo, con una temperatura promedio de entre 27 y 28° C.

La información se recolectó mediante observaciones de campo, talleres participativos, encuestas, recorridos e inventarios botánicos de los huertos. Para seleccionar la muestra se consideraron los siguientes criterios: a) que las fincas estuvieran localizadas en las comunidades con menos recursos (económicos, de transporte, mercado y servicios); b) que contaran con huerto casero y c) que el hogar estuviera dirigido por una pareja. Se seleccionaron las 13 especies de uso medicinal y/o alimenticio más frecuentes: orégano (*Lippia graveolens*), menta (*Mentha piperita*), sábila (*Aloe vera*), juanilama (*Lippia alba*), culantro (*Eryngium foetidum*), coco (*Cocos nucifera*), *Citrus* spp., mango (*Mangifera indica*), salvia (*Salvia officinalis*), *Musa* spp., aguacate (*Persea americana*), piña (*Ananas comusus*) y yuca (*Manihot esculenta*)

La información sobre las especies se obtuvo a través de entrevistas dirigidas a los jefes y jefas de hogar (23 parejas), a quienes se les aplicó un cuestionario etnobotánico para cada una de las 13 especie



En la Provincia de Nicoya, Costa Rica las mujeres conocen más que los hombres sobre las especies medicinales del huerto casero (Foto L. Meléndez)

seleccionadas. Dado que las 13 especies no se encontraron en los 23 huertos, el tamaño de la muestra para cada especie fue diferente. El cuestionario se enfocó hacia los siguientes temas: uso (medicinal o alimenticio), parte utilizada, forma de preparación, aplicación medicinal (para cuál enfermedad o problema) y forma de aplicación. Todas las respuestas se transformaron en variables dicotómicas (presencia/ausencia).

Para analizar las variables de uso se utilizó el siguiente Índice de Similitud (IS), que mide la "cantidad" de conocimiento sobre cada especie:

$$I.S = 1 - \frac{(f_{ih} - f_{im})}{m \cdot n^i}$$

donde:

m	=	tamaño de muestra por especie
n	=	número de variables analizadas
$f_{ih}$	=	frecuencia de repuestas positivas de los hombres para variable i
$f_{im}$	=	frecuencia de respuestas positivas de las mujeres para variable i

Para cada especie se calcularon los respectivos I.S. para las variables "parte utilizada", "forma de preparación", "aplicación medicinal" y "forma de aplicación".

También se calculó el Valor de Conocimiento (V.C.), que es el promedio de las frecuencias de las variables reportadas por especie y por género con transformación arcoseno para homogeneizar las varianzas. Por último se calcularon las medias de los V.C. por género y se aplicaron las prueba de Scheffé y de t para evaluar las diferencias en el conocimiento entre géneros para cada especie.

## RESULTADOS

Se identificaron tres categorías de uso: 1) especies empleadas exclusivamente como medicinales: menta, sábila, juanilama y salvia; 2) especies de uso exclusivamente alimenticio: aguacate, piña, yuca y musáceas; 3) especies utilizadas como medicinales y alimenticias: orégano, culantro, coco, mango y cítricos.

### Especies de uso medicinal

Se identificaron 76 aplicaciones medicinales, que se agruparon en 12 categorías principales: afecciones de las

vías respiratorias, del tracto digestivo, de la piel, de vías urinarias, del sistema nervioso, del sistema circulatorio, del sistema óseo y del sistema reproductor femenino, desparasitantes, analgésicos, antiinflamatorios y otros. En las especies de uso medicinal, el índice de similitud entre géneros para el conjunto de variables relacionadas con aplicación osciló entre 90 y 97%.

Las hojas son la parte que usan con mayor frecuencia tanto los hombres (30%) como las mujeres (35%); los frutos son utilizados por ambos géneros en un 14%. El análisis de similitud entre géneros para "partes utilizadas" muestra mayor grado de similitud en la sábila, el orégano y el mango, con índices de 98% para cada especie, los cítricos 97%, el culantro 96%, la menta, la juanilama, el coco y la salvia presentan un grado de similaridad de 95%. Este resultado indica que el género no influye sobre las partes utilizadas en las especies medicinales.

La aplicación y la forma de preparación varía entre especies. La forma de preparación más común consiste en cocinar la(s) parte(s) de la planta en agua o leche, de acuerdo con el 45% de las mujeres y el 28% de los hombres. En el caso del coco, tanto hombres como mujeres afirmaron tomar el agua como refresco, comerse la pulpa cruda o ingerir el aceite solo o mezclado con otras sustancias. El I.S. de "forma de preparación" indicó una diferencia en las respuestas que brindó cada género que osciló entre el 4% y el 38% (juanilama).

En cuanto a la aplicación de las plantas, esta puede ser en cataplasma, infusión, baños, masticación, champú, frotaciones o por vía oral. La similitud entre géneros para "forma de aplicarse" oscila entre el 79% y el 95% (orégano y menta). Los resultados de la Prueba de Scheffé, ( $p < 0.05$ ) señalan que las diferencias entre géneros sobre el total de variables por especie se encuentran, específicamente, en el orégano, la menta, la sábila, la juanilama, el culantro y la salvia. Los valores de conocimiento (V.C.) de hombres y mujeres (Cuadro 1) difieren en un rango que oscila entre el 6% y el 47%. Los V.C. que presentaron las mujeres para las nueve especies de uso medicinal siempre fueron superiores a los de los hombres. En el caso de la salvia, el V.C. de los hombres representa un 32% del V.C. de las mujeres; para los cítricos, el V.C. de los hombres representa un 85% del de las mujeres.



Cuadro 1. Valores de Conocimiento para las especies de uso medicinal, por género.

Especie	Valor de Conocimiento	
	Hombres	Mujeres
Orégano	0.69	0.99
Menta	0.32	0.77
Sabila	0.50	0.80
Juanilama	0.33	0.61
Culantro	0.44	0.77
Coco	0.42	0.56
Cítricos	0.39	0.45
Mango	0.37	0.52
Salvia	0.22	0.69

El análisis de varianza sobre los Valores de Conocimiento muestra diferencias ( $p < 0.05$ ) entre hombres y mujeres en cuanto a las especies de uso medicinal. Las medias de los V.C. por género fueron: 0.41 para hombres y 0.64 para mujeres.

**Especies de uso alimenticio**

Las partes comestibles utilizadas fueron: raíces 8%, hojas 10%, tallos (palmito) 0.33%, frutos 53% y otras partes 6%. Los índices de similitud entre géneros para la parte utilizada oscilaron entre 95 y 100% para el orégano, las musáceas, el culantro, la yuca, los cítricos, el aguacate y el mango. La piña y el coco presentaron índices del 92% y 91%, respectivamente.

La forma de preparación varía de una especie a otra y se distribuye así: 40% cocidas, 24% fritas, 8% en ensaladas, 17% como condimento, 37% en refrescos y 64% crudas. También se pueden consumir maduras (64%) o tiernas (20%). El Índice de Similitud para la forma de preparación varía entre el 90 % y el 98%.

En general la discrepancia entre géneros respecto a la parte utilizada y a la forma de preparación es baja (no mayor del 10%) y no significativa.

Hay diferencias ( $p < 0.05$ ) entre el conocimiento sobre el uso de las especies (Cuadro 2) en la interacción especie y género, pero no entre géneros. Sólo para las musáceas se encontró diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre el Valor de Conocimiento de hombres (1.17) y mujeres (0.96).

Cuadro 2. ANOVA del valor de conocimiento para especies de uso alimenticio

FV	GL	CME	F	p>F
Especie	8	1.66626	19.04	0.0001
Género	1	0.11284	1.32	0.2512
Esp * género	8	0.17047	2.00	0.0480
Error	204	0.08522		

FV= fuente de variación

GL= grados de libertad

CME= cuadrado medio del error

**DISCUSIÓN**

Las nueve especies identificadas como de uso medicinal han sido estudiadas por otros autores para determinar sus propiedades medicinales y para estimular su uso y validar sus aplicaciones (Morton, 1981; Robineau, 1991; House *et al.*, 1995, Ochoa, 1991). Estos estudios coinciden con los resultados de la presente investigación en cuanto a las formas de preparación y las aplicaciones. El mayor conocimiento de la mujer sobre las especies de uso medicinal probablemente está ligado a la división genérica del trabajo y a su papel reproductivo (MOFFAT *et al.*, 1994). La falta de diferencias entre el conocimiento de hombres y mujeres sobre las especies alimenticias puede estar relacionada con el interés del hombre en las especies con valor comercial (Bonnard y Scherr, 1994); seis de las nueve especies alimenticias consideradas en este estudio tienen valor comercial (cítricos, mango, aguacate, piña, yuca y musáceas).



## CONCLUSIONES

### 1. Las mujeres conocen más que los hombres sobre las especies de uso medicinal

No existe diferencia significativa en la "cantidad" de conocimiento que tienen hombres y mujeres sobre las especies de uso medicinal en cuanto a la parte de la planta que se utiliza, pero sí en cuanto a la forma en que se prepara y en que se aplica. Las mujeres tienen más conocimiento que los hombres sobre cada una de las nueve especies medicinales investigadas en el estudio; la mayor diferencia es para la salvia y la menor, para los cítricos.

### 2. Los conocimientos de hombres y mujeres sobre especies de uso alimenticio no difieren significativamente

No existe diferencia en la "cantidad" de conocimiento de hombres y mujeres sobre la parte utilizada y la forma de preparación de las plantas alimenticias. Sí hay diferencia entre el conocimiento de hombres y mujeres a nivel de especies y en la interacción especie/género.

## BIBLIOGRAFIA CITADA

- BONNARD, P.; SCHERR, S. 1994. Within gender differences in tree management: is gender distinction a reliable concept. *Agroforestry Systems (Holanda)* 25: 71-93
- CALDERON, R. 1994. Estudio botánico. Paquera, Pánica y San Isidro del Brujo, Península de Nicoya, Costa Rica. Turrialba, C.R., CATIE. s.p.
- MOFFAT, L.; GEADAH, Y.; STUART, R. 1994. Dos mitades forman una unidad: el equilibrio en las relaciones de género en el proceso de desarrollo. San José, C.R., IUCN. p.33-36.
- COSTA RICA. DESARROLLO RURAL INTEGRAL PENINSULAR, PUNTARENAS; COSTA RICA FONDO DESARROLLO FORESTAL, PUNTARENAS. 1993. Plan de ordenamiento territorial (POT) para el desarrollo sostenible de la península: borrador final. Puntarenas, C.R. 112 p.
- FALCONER, J.; ARNOLD, J.E.M. 1991. Seguridad alimentaria familiar y silvicultura: Análisis de los problemas socioeconómicos. FAO. Serie Bosques, árboles y comunidades rurales: Desarrollo forestal comunitario. 150 p.
- HOUSE, P.; LAGOS, S.; OCHOA, L.; TORRES, C.; MEJIA, T.; RIVAS, M. 1995. Plantas Medicinales comunes de Honduras. Tegucigalpa, Hond., UNAH. s.p.
- NICARAGUA. MINISTERIO DE SALUD. 1990. Plantas médicas. Estelí, Nic., Centro Nacional de Medicina Popular Tradicional. s.p.
- MORTON, J. 1981. Atlas of medicinal plants of Middle America, Bahamas to Yucatán. Charles Thomas, Illinois EE.UU. s.p.
- OCHOA, L. 1991. Estudio etnobotánico en las comunidades Garífunas de Corozal, Nueva Armenia (Departamento de Atlántida) y Travesía (Depto. de Cortés). Tesis Lic. Tegucigalpa, Hond., UNAH. 19 p.
- RIVERA, J.; LOSADA, H.; SORIANO, R. 1993. Presencia de los huertos familiares en la región de Xochimilco. 1. Características generales del modelo. In: Congreso Nacional de Investigación en Sistemas de Producción Agropecuarios (1993, Toluca, Méx.). Memorias. Toluca, Méx., Universidad Autónoma Metropolitana. p. 160-169.
- ROBINEAU, L. 1991. Hacia una farmacopea caribeña. Investigación científica y uso popular de plantas medicinales del Caribe. Santo Domingo, R.D., ENDA-CARIBE/UNAH. s.p.

## Valor de la percepción y del conocimiento local de indígenas Ngöbe, en Chiriquí, Panamá<sup>1</sup>

Gilberto Samaniego<sup>2</sup>  
Rossana Lok<sup>3</sup>

**Palabras clave:** conocimiento local, indígenas, sistemas agroforestales, economía, cultura, Ngöbe, recursos naturales, Panamá.

### RESUMEN

Se evaluó la percepción y conocimiento local de dos comunidades indígenas Ngöbe (Panamá) sobre el manejo de sus fincas. Los Ngöbe destacan el valor de los rastrojos para mejorar cosechas futuras, como reserva de tierra y como fuente permanente de leña, medicina y animales de caza. Una finca bien manejada debe tener suficiente tierra en descanso, aseguradas fuentes de agua y abundante vida silvestre. Las mujeres dan especial importancia al huerto casero mientras que los hombres valoran los cultivos que generan ingresos. Un buen manejo de finca, según los Ngöbe, se aproxima a criterios técnicos agroecológicos y de sostenibilidad.

### VALUE OF PERCEPTION AND LOCAL KNOWLEDGE OF INDIGENOUS NGÖBE, CHIRIQUI, PANAMÁ

### ABSTRACT

The perception and local knowledge of farm management among two Ngöbe communities (Panama) was evaluated. The Ngöbe give special importance to the use of fallow areas as a way to improve future harvests, as a land reserve, and as a source of firewood, medicinal plants and game. A well managed farm should have sufficient land in fallow, secure sources of water and abundant wildlife. Women give special importance to the home garden while men value the crops which produce revenue. Good farm management for the Ngöbe is consistent with current technical agroecological and sustainability criteria.

<sup>1</sup> Basado en Samaniego, G. 1997. Valor de la percepción y del conocimiento local. Estudios socioeconómico y agroforestal de la finca indígena Ngöbe, Chiriquí, Panamá.

<sup>2</sup> M. Sc. en Agroforestería Tropical, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1997.

<sup>3</sup> Investigador Asociado Especialista en Antropología, CATIE, tel: (506) 556-6438. E-mail: rlok@catie.ac.cr

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación es el resultado de un trabajo de campo realizado en los pueblos Ngöbe de Nancito y Quebrada de Loro, Chiriquí, Panamá. La región es una de las más pobres del país, con muchos problemas socio-económicos, agravados por un fuerte crecimiento poblacional (5% de la población total de Panamá) y una erosión progresiva de los suelos (PAFI-PAN-INRENARE, 1994; Fernández y Taylor de Ponce, 1993). Aunque en los últimos años se han implementado costosos proyectos de desarrollo en la zona, la región ha quedado marginada y sin mejoras tangibles. Una de las causas principales del fracaso de estos proyectos en elevar el nivel de vida de los indígenas ha sido el desconocimiento y desinterés por la cultura indígena local (PAFI-PAN-INRENARE, 1994).

Esta investigación pretendió conocer la percepción de los Ngöbe acerca de su finca y su manera de valorar sus recursos naturales, rescatando lo propio a esa cultura y que sirva para su autovaloración y su propio desarrollo (Carrier, 1996). En esta forma se podrían incorporar elementos de la antropología aplicada en los programas dirigidos al desarrollo y contribuir al entrenamiento de extensionistas en la zona (Durston, 1996). Los objetivos generales del presente trabajo fueron 1) Analizar la relación entre un buen manejo según los Ngöbe (por género) y la sostenibilidad agroecológica de la finca (principalmente suelos, agua y especies animales y vegetales); 2) Determinar si la sostenibilidad socio-económica de la finca influye en el manejo de los recursos naturales y humanos.

## METODOLOGÍA

Se utilizaron metodologías de las ciencias sociales: Observación Participativa, Diagnóstico Rural Rápido (DRR), Diagnóstico Rural Participativo (DRP) (Chambers y Guijt, 1995) en combinación con herramientas económicas (registros, flujo de caja) y la convivencia y participación del investigador en los quehaceres diarios de las comunidades estudiadas.

Se utilizó un enfoque cualitativo para seleccionar dos comunidades representativas del área Ngöbe del distrito de San Felix, Chiriquí, Panamá, tomando en cuenta

variables como topografía, condiciones climáticas, suelos, distribución poblacional y accesibilidad social. En conjunto con los miembros de cada comunidad se identificaron las fincas bien y mal manejadas, desde la perspectiva Ngöbe y se escogieron 5 fincas por comunidad. Las fincas fueron seleccionadas tomando en cuenta su representatividad dentro de cada comunidad y la disposición de sus dueños de cooperar en la investigación; en cada una de las fincas se realizaron análisis de suelo. Con la participación de los miembros de cada comunidad, se elaboró un plan de trabajo, incluyendo tiempo y recursos; el trabajo de campo duró cinco meses.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La finca tradicional Ngöbe incluye diferentes sistemas agroforestales, tales como huerto casero, café con árboles, rastrojos, cultivos de ciclo corto, bosques familiares y cercas vivas en pastizales. Muchas familias se ven obligadas a alquilar tierra para la siembra de sus cultivos de ciclo corto. En la percepción que los Ngöbe tienen de sus recursos, se destaca la importancia del rastrojo, descanso del que dependen las cosechas futuras. El rastrojo es el punto de partida para el desarrollo de cualquiera de los sistemas agroforestales mencionados y es considerado como una fuente permanente de leña, medicina y animales de caza.

Las diferencias de percepción entre hombre y mujer se expresan en la importancia dada por género a los sistemas principales de la finca. Mientras que la mujer considera que el huerto casero es lo más importante, el hombre considera que el café con árboles es el más importante, ya que le provee un ingreso monetario (Figuras 1 y 2). En ambos casos el sistema de ma y o r importancia fue colocado en el centro.



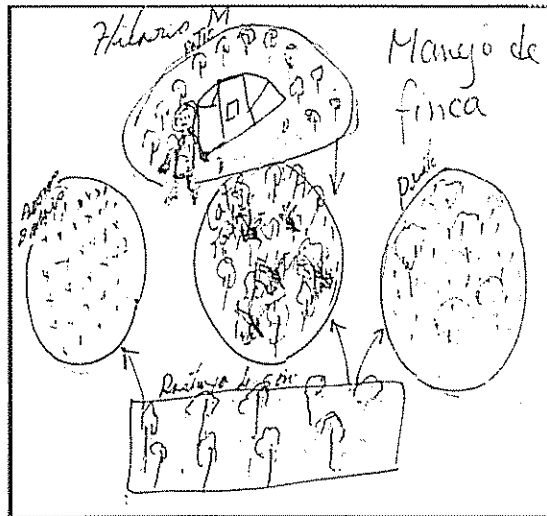


Figura 1 Percepción e importancia de los sistemas de la finca según un hombre Ngöbe

Los Ngöbe utilizan criterios como cuidado, producción, diversidad y fuentes de agua para determinar si una finca está "bien manejada" o "mal manejada". Para ellos los cultivos y los árboles tienen que estar sanos, abundantes y productivos, tiene que haber suficiente tierra en descanso, fuentes de agua y abundancia de animales silvestres. En ausencia de éstos elementos una finca se considera mal manejada.

Los Ngöbe tienen elementos culturales que afectan su relación con árboles y por ende con el desarrollo de sistemas agroforestales. Dos ejemplos son: 1) leyes y costumbres estipulan que la tierra es comunal y quien planta un árbol es dueño. La tierra es asignada a familias y solo el jefe de familia decide qué árboles plantar en ella. Esto afecta a entes de desarrollo que capacitan a jóvenes en edades productivas, en la siembra de árboles, sin reconocer que solo el jefe de familia tiene derechos de decisión sobre la siembra y manejo de los mismos; 2) el jefe de familia entierra la placenta de cada hijo e inmediatamente planta un árbol longevo en el mismo sitio; solo él conoce la especie y el sitio de plantación. Ellos creen que si ese árbol se daña, esto afecta a la persona y por eso, sólo el jefe de familia puede indicar cuáles árboles se pueden cortar y manejar. Un ente que recomiende ralea árboles en un huerto casero sin contar con la autorización del jefe de familia está llamado al fracaso.

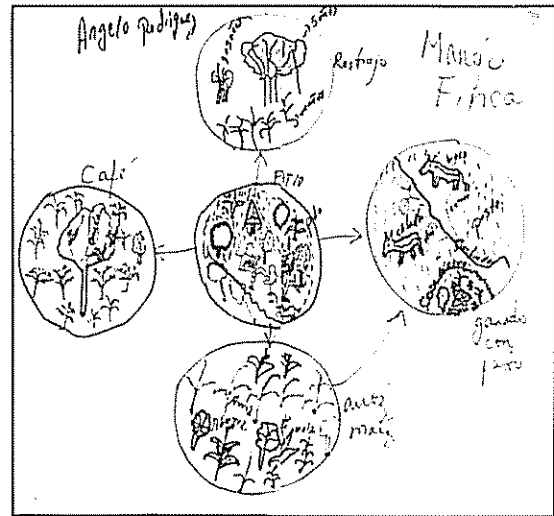


Figura 2 Percepción e importancia de los sistemas de la finca según una mujer Ngöbe

De acuerdo con criterios biofísicos (erosión, fertilidad, disponibilidad de agua, tiempo de descanso del rastrojo) seis de las diez fincas estudiadas no son sostenibles en las condiciones actuales. El área promedio es de 6.7 ha: 0.5 ha para el huerto casero, 1.6 ha para los árboles con cultivos permanentes, 1.2 ha para los cultivos de ciclo corto, quedando aproximadamente 3 ha para pastos y rastrojos. De las diez fincas estudiadas, sólo una de ellas posee suficiente tierra, con rastrojos mayores a los 10 años de edad; seis poseen poca tierra para rastrojo (o agricultura), por lo cual tienen que darle poco descanso (menos de tres años). La presión sobre la tierra origina un sobreuso de los recursos (suelo, agua, flora y fauna), la cual se traduce en una baja productividad de la tierra, en la sequía de las fuentes de agua, la pérdida de plantas útiles y una reducción drástica de los animales silvestres.

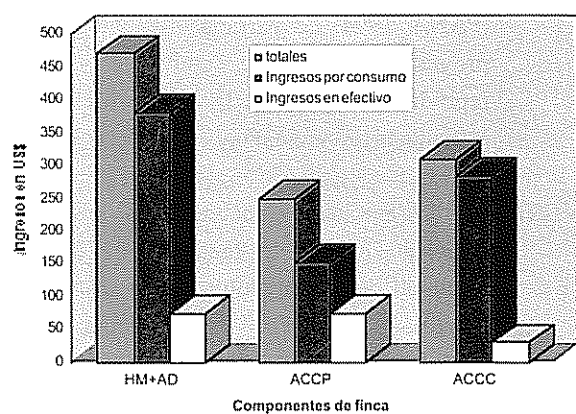
Si se compara el juicio de los Ngöbe sobre el buen o mal manejo de la finca con los resultados del análisis agroecológico, hay una coincidencia en siete de los diez casos (Cuadro 1), lo que permite deducir que su percepción es acertada. Ellos están conscientes de las condiciones que deben mantener en la finca para asegurar una subsistencia sostenible. Sin embargo, en términos económicos, ninguna de las diez fincas llega a producir los ingresos mensuales netos (US\$ 363) que según el Ministerio de Planificación, se requieren para cubrir las necesidades básicas (Elton, 1997). De los análisis económicos se desprende que el 70 % del ingreso

proviene de la finca y el 30 % restante de la venta de fuerza de trabajo. El 24% es aportado por el sistema de cultivos permanentes con árboles, 19% del huerto mixto, 16% de los sistemas de cultivos de ciclo corto con árboles y el 11% es aportado por el sistema de pasto con cerca viva.

Cuadro 1. Comparación entre el juicio de manejo Ngöbe y la sostenibilidad agroecológica de las fincas

No. Finca	Percepción Ngöbe	Sostenibilidad Agroecológica	Coincidencia
1	bueno	no	-
2	malo	si	-
3	malo	no	+
4	malo	no	+
5	bueno	no	-
6	bueno	si	+
7	bueno	si	+
8	malo	no	+
9	bueno	si	+
10	malo	no	+

Cuando los ingresos generados se extrapolan a una hectárea para los tres sistemas principales, se observa que el huerto casero es el que aporta más ingresos en efectivo y productos para autoconsumo, mientras que los cultivos permanentes son relativamente menos rentables



HM+AD= Huerto Mixto (Incluye Huerto y animales domésticos)

ACCP=Cultivos permanentes. ACCC=Cultivos anuales

Figura 3 Ingresos proyectados de sistemas agroforestales de fincas Ngöbe en Panamá (US\$/ha)

La falta de sostenibilidad socio-económica de las fincas ha llevado a los Ngöbe a buscar maneras de contrarrestar la inestabilidad provocada por su dependencia de la tierra. Se resumen estas estrategias:

Complementar los ingresos de la finca con ingresos adicionales por medio de venta de mano de obra o por la venta de chicha o de artesanías.

Optimizar la relación entre tamaño, producción y manejo de los diferentes componentes de la finca que les permita compensar las deficiencias de unos con el excedente de otros. Lo anterior nos permite comprender porqué, si el huerto casero es tan productivo, no le aumentan el área, lo cual implicaría un aumento en mano de obra invertida, sin un aumento en ingresos monetarios significativo y una pérdida de productos por falta de mercados.

Seleccionar las áreas para el establecimiento de los diferentes sistemas que permitan un manejo y cuidado extensivo.

Los Ngöbe toman en cuenta diferentes aspectos biofísicos para el establecimiento de los sistemas: en el huerto mixto que rodea la casa, la pendiente, debe ser mínima; mientras que para el café y los cultivos agrícolas no hay muchas limitantes, con excepción de aquellos cultivos que requieren mucha humedad. La calidad de los suelos: deben ser de color negro para café, lo cual está relacionado con un suelo bueno y fértil y de color rojo o amarillento para el arroz, porque los suelos negros le causarían muchas enfermedades. El agua permanente es un aspecto muy importante que ellos toman en cuenta, para el consumo humano y animal en general.

Selección, combinación y manejo de especies a través del tiempo

Los Ngöbe han integrado en sus sistemas de cultivo plantas con diferentes atributos: resistentes a plagas y enfermedades, producen bajo diferentes niveles de humedad y fertilidad en los suelos, han heredado conocimientos muy ricos, versátiles y poco conocidos (Lao y Samaniego, 1994; Gallego, 1997).

## CONCLUSIONES

Los indígenas Ngöbe en las dos comunidades de Nancito y Quebrada del Loro tienen un juicio sobre el uso y manejo de la finca que se aproxima a los resultados del análisis agroecológico de sostenibilidad

Desde una perspectiva socio-económica, las fincas bajo estudio no son sostenibles. Sin embargo, los Ngöbe aman y se sienten parte de su tierra y de los recursos que los rodean. Por esta razón, han desarrollado estrategias específicas que les permite seguir sobreviviendo en sus tierras sosteniendo una población actual de 123626 personas. La población actual es el doble de la que era posible sostener considerando la cantidad de tierra y el ritmo de su uso (Rivera, 1978)

Muchos factores de índole cultural determinan el comportamiento de los Ngöbe con respecto a los programas de desarrollo en la zona. Es de notar que estos factores prevalecen sobre aquellos económicos y es importante que se tomen en cuenta en el establecimiento de políticas y programas de extensión a nivel local.

## BIBLIOGRAFIA CITADA

CARRIER, H 1996. A mountain of opportunities. ILEIA Newsletter (Holanda) 12 (1) : 4-6.

CHAMBERS, R.; GUIIT, I. 1995. DRP: después de cinco años, en qué estamos ahora ? Revista Bosques, Arboles y Comunidades Rurales (Italia) no. 26: 4-15

DURSTON, J. 1996. The contributions of applied anthropology to peasant development. CEPAL Review,(Chile) no. 60: 99-114.

ELTON, C. 1997. Evaluación de la sostenibilidad nacional Panamá. CEASPA. Serie Panamá Hoy no. 7. 175p.

FERNANDEZ, D.; TAYLOR DE PONCE, C 1993. Diagnóstico: situación actual del área de remedios, San Felix, San Lorenzo. Proyecto Agroforestal Ngöbe. Panamá, Pan., INRENARE/GTZ. Tomo 11, 110 p



Los Ngöbe complementan los ingresos de la finca con la venta de artesanías provenientes de materiales del bosque (Foto Proyecto Ngöbe)

LAO, E ; SAMANIEGO, G. 1995. Agroforestería Ngöbere, Estudios de sistemas tradicionales. Remedios, San Felix, San Lorenzo. Proyecto Agroforestal Ngöbe. San Félix, Pan., INRENARE/GTZ. Tomo 9, 120 p.

GALLEGO, I 1997. Sistemas y combinaciones agroforestales tradicionales en la comarca Ngöbe-Buglé del Oriente de Chiriquí-Panamá. Una descripción y valorización. Proyecto Agroforestal Ngöbe. San Felix, Pan INRENARE- GIZ. Tomo 13, 77 p.

PANAMA PLAN DE ACCION FORESTAL TROPICAL; INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES (PAN.) 1994. La participación indígena en proyectos de género, ambiente y salud reproductiva. Ed por D. Arcia; Y. Hidalgo; V. Saldaña. Panamá, Pan. 42 p.

RIVERA, R. 1978. Sistema económico del grupo indígena Guaymí de Panamá. In: Simposio Nacional de Antropología y Etnohistoria de Panamá (5., 1974, Pan.). Actas. Pan., CEASPA. p. 169-195.

## Estabilidad y riesgo en sistemas agroforestales con cacao (*Theobroma cacao*) plátano (*Musa AAB*) y laurel (*Cordia alliodora*)<sup>1</sup>

Thomas Ludewigs<sup>2</sup>  
Eduardo Somarrriba<sup>3</sup>  
Octavio Ramírez<sup>4</sup>

**Palabras clave:** estabilidad, riesgo, sistemas agroforestales, *Theobroma cacao*, *Cordia alliodora*, *Musa AAB*, análisis financiero, Costa Rica, Panamá.

<sup>1</sup> Basado en Ludewigs, T. 1997. Estabilidad y riesgo en sistemas agroforestales cacao-laurel-plátano (CLP). Tesis M.Sc. CATIE, C.R.

<sup>2</sup> M. Sc. en Agroforestería Tropical, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1997.

<sup>3</sup> Profesor investigador asociado, CATIE. Tel: (506) 556-1789; E-mail: esomami@catie.ac.cr

<sup>4</sup> Profesor investigador asociado, CATIE. Tel: (506) 556-6431; E-mail: oramirez@catie.ac.cr

### RESUMEN

Se calcularon la estabilidad y los riesgos financieros de seis tecnologías agroforestales con cacao (*Theobroma cacao*), laurel (*Cordia alliodora*), plátano (*Musa AAB*) y de los monocultivos correspondientes en Changuinola, Panamá. Las tecnologías CLP se basan en la asignación de diferentes proporciones de tierra a cacao o plátano, con una población constante de laurel de 69 árboles/ha. Se modelaron las series de tiempo de precios de cacao, plátano y madera de laurel y se calcularon los retornos financieros para un periodo de 12 años. Los costos y producciones se midieron durante ocho años. Los riesgos se estimaron con base en las distribuciones acumuladas de frecuencia de ingresos netos y en el ingreso mínimo de las familias rurales de la zona. Los ingresos netos de los sistemas CLP resultaron superiores a los de los monocultivos y los riesgos fueron menores, pero los sistemas fueron menos estables (mayor varianza). Las tecnologías CLP con mayor población de cacao fueron las menos riesgosas, pero también las menos estables. El laurel es un componente clave para reducir los riesgos financieros.

**STABILITY AND RISK IN AGROFORESTRY SYSTEMS WITH CACAO (*Theobroma cacao*) PLANTAIN (*Musa AAB*) AND LAUREL (*Cordia alliodora*)**

### ABSTRACT

Stability and financial risk of six agroforestry technologies with cacao (*Theobroma cacao*), laurel (*Cordia alliodora*), plantain (*Musa AAB*), and the corresponding monocultures in Changuinola, Panamá were evaluated. These "CLP" technologies are based on the distribution of different land proportions to cacao or plantain in combination with a constant laurel population of 69 trees ha<sup>-1</sup>. Time series for cacao, plantain and laurel timber prices were modelled and the financial returns over a 12 year period were calculated. Costs and productivity were measured during eight years. Risks estimated were based on the accumulated frequency distribution of net incomes and with the minimum income of rural families in the study zone. Net returns of these CLP systems were superior to those of the monocultures, risks were lower, but they were less stable (greater variability). The CLP technologies with higher populations of cacao were the least risky but also the least stable. The laurel (timber component) is a key factor which reduces financial risks.



## INTRODUCCIÓN

La estabilidad de la producción y/o de los ingresos en un sistema de intercultivos ha sido utilizada como criterio para compararlos con los monocultivos y justificar su adopción (Eberhart y Russell, 1966; Marten, 1988). Se argumenta que la diversidad del agroecosistema lleva a la estabilidad ecológica y financiera y que un sistema estable reduce la incertidumbre y los riesgos para el productor "Estabilidad es el grado de constancia de la producción de cosecha a cosecha ante fuerzas perturbadoras provenientes de la fluctuación normal y otras variables del medio ambiente circundante" (Conway, 1985). Lo mismo se puede utilizar para los ingresos.

El concepto de riesgo es de orden práctico (Mead *et al.*; 1986). El agricultor busca reducir la probabilidad de una cosecha pobre en un año en particular. El riesgo se puede definir como la probabilidad de que para un determinado período, el ingreso sea inferior a un nivel mínimo preestablecido. Esta probabilidad puede ser estimada por el punto en que la curva de frecuencia acumulada de los ingresos intercepta la línea del nivel mínimo deseado (Kirby *et al.*, 1993).

Para reducir la inestabilidad de los ingresos causada por las variaciones en los precios, cuando el productor opta por intercultivos, es preciso que las fluctuaciones de los precios de cada componente sean independientes o que varíen en forma inversa (Somarriba, 1994). El asocio cacao-laurel-plátano (CLP) se propuso suponiendo que hay independencia entre los precios del cacao (*Theobroma cacao*) y del plátano (*Musa AAB*), mientras que el laurel (*Cordia alliodora*), una especie maderable, funciona como una cuenta de ahorros para el productor. El objetivo de este trabajo fue evaluar la estabilidad y el riesgo de los ingresos de diferentes tecnologías CLP (Somarriba, 1994) y de los monocultivos de cada uno de los componentes, para el período 1998-2009. Los datos de productividad y costos se recolectaron en el período 1990-1997 (Somarriba *et al.*, 1995) y los precios pagados al productor se calcularon en función del comportamiento histórico.

## MÉTODOS

### Descripción del ensayo

El experimento se estableció en 1990, en una sección de dos has de la finca del Sr. Antonio Lozada, en Charagre, Changuinola, Panamá. La precipitación promedio anual es de 2587 mm, la zona de vida es Bosque Húmedo Trópico; los suelos son del tipo Fluvaquentic Eutropept, con alta saturación de bases y con drenaje natural imperfecto a moderado (Somarriba *et al.*, 1995).

El área experimental es un bloque con parcelas dispuestas al azar, sin repeticiones. Cada parcela mide 50 x 50 (2500 m<sup>2</sup>) y corresponde a una tecnología (tratamiento). Las tecnologías CLP evaluadas corresponden a cinco diferentes proporciones de cacao y plátano (1C, 2C, 3C, 2P y 3P), con una población constante de 1111 plantas/ha y un tratamiento aditivo con 50% de cada cultivo a 2222 plantas/ha (CP); el laurel tiene una densidad fija de 69 árboles/ha (Cuadro 1). Los datos de producción y costos de los monocultivos de cacao (CC), plátano (PP) y laurel (LL) provienen de experiencias registradas para la región (Calvo y Somarriba, 1998; Platen, 1996).

Cuadro 1 Poblaciones de las tecnologías CPL en Changuinola, Panamá.

Poblaciones (plantas/ha)	1C	2C	3C	2P	3P	CP*
CACAO	556	741	833	370	278	1111
PLATANO	556	370	278	741	833	1111
LAUREL	69	69	69	69	69	69

\* Raleado a 910; 1111: 69 en el quinto año

### Ingresos anuales netos (IN)

Los ingresos anuales netos para cada tecnología se definen por dos variables de comportamiento bien conocidas (producción y costos) y una poco conocida (el precio) que se simuló para cada producto (cacao, laurel y plátano) y año (1998-2009). Para calcular los ingresos netos se utilizó la siguiente ecuación:

$$IN_{ij} = Yc_{ij} * Pc[j] - Cc_{ij} + Yp_{ij} * Pp[j] - Cp_{ij} + Yl_{ij} * Pl[j] - Cl_{ij}$$

donde:

IN es el ingreso neto de la tecnología *i* en el año *j*  
 Yc, Pc y Cc son producción, precio y costos de cacao  
 Yp, Pp y Cp son producción, precio y costos de plátano  
 Yl, Pl y Cl son producción, precio y costos de laurel

#### Valor Presente Neto (VPN)

El VPN se obtuvo a partir de la suma de los valores del flujo de ingresos netos, actualizados para cada año. A cada simulación de precio correspondió una estimación de ingreso neto y una estimación del VPN para los 12 años. Así, las tecnologías se pudieron comparar en función de la estabilidad y el riesgo a través de la distribución de probabilidad de los VPN en el tiempo. Los VPN simulados para cada tecnología se dividieron en clases de US\$ 200 y se determinó la distribución de frecuencias. En este estudio se utilizan tres tasas de descuento (4%, 6% y 8%) referidas al dolar norteamericano.

#### Estabilidad y riesgo

El parámetro de estabilidad utilizado para cada una de las nueve tecnologías fue la varianza de los VPN simulados; las distribuciones de VPN con menor varianza representan las tecnologías más estables. El parámetro usado para riesgo fue la probabilidad de que no se alcanzara un VPN mínimo entre 1998-2009. El VPN mínimo corresponde a la suma de los ingresos mensuales mínimos en los 12 años. Se construyeron curvas de frecuencia acumulada de los VPN por hectárea para cada tecnología y para cada una de las tres tasas de descuento utilizadas. El intercepto del Nivel Mínimo de Ingresos (NMI) con la curva de frecuencia acumulada representa el riesgo asociado a cada tecnología.

#### Nivel mínimo de ingresos (NMI)

El Nivel Mínimo de Ingresos (NMI) representa la cantidad de dinero que necesita mensualmente una familia rural promedio de la región para suplir sus necesidades básicas. En la región de Bocas del Toro, los costos de mantenimiento de una familia rural promedio son US\$ 386 mensuales (MIPPE, INRENARE, CATIE y UICN, 1992). Por lo tanto, el VPN mínimo de una inversión para un período de 12 años equivale a US\$ 386 \* 144 = US\$ 55.512,00. En esta zona, el área promedio asignada por las familias rurales a cultivos como cacao y plátano son cuatro ha. El NMI ajustado por hectárea de cultivo es, entonces, de US\$ 96 mensuales y el NMI/ha para los 12 años es de US\$ 13.824,00/ha.

## RESULTADOS

#### Estabilidad

Laurel en monocultivo (LL) fue la tecnología que presentó menor varianza en los valores presentes netos (VPN) simulados para los 12 años, lo que significa que es la más estable de acuerdo al criterio utilizado en este estudio (Cuadro 2). La tecnología 3C es la que presenta los más altos promedios de VPN, seguida por 2C, 1C, 2P, 3P, CP, CC, PP y LL, lo que se debe a que la producción total (C+L+P) es mayor para los asociados que para los monocultivos (CC, PP, LL).

Las tecnologías con mayor proporción de plátano son más estables que las tecnologías con mayor proporción de cacao, debido a que los precios del cacao fluctúan más que los del plátano. La tecnología menos estable es 3C, seguida de CC; la tecnología CC se torna menos estable a mayores tasas de interés (Cuadro 2).

Cuadro 2. Promedios (US\$/ha) y variaciones ( $\times 10^6$ ) de simulaciones de VPN y riesgos (%) asociados a tecnologías CLP y a monocultivos, a diferentes tasas de interés (i).

Tecnología	i = 4%			i = 6%			i = 8%		
	Promedio	Varianza	Riesgo	Promedio	Varianza	Riesgo	Promedio	Varianza	Riesgo
3C	19267	25	3	16675	18	24	14603	14	54
2C	18455	20	4	16083	15	31	14034	11	61
1C	16670	11	1	14519	8	52	12687	6	80
2P	15480	5	20	13540	4	70	11928	2	91
3P	15132	3	21	13282	2	77	11698	2	95
CP	12450	10	79	10796	8	90	9372	6	96
CC	12128	22	76	10494	18	86	9194	15	91
PP	11301	0.4	100	10391	0.4	100	9620	0.3	100
LL	3096	0.2	100	2278	0.12	100	1627	0.8	100

### Riesgos

La tecnología menos riesgosa es la 3C, en tanto que las más riesgosas son los monocultivos de laurel y plátano, ambas con 100% de riesgo para cualquier tasa de interés utilizada. El riesgo es menor en tecnologías con mayor proporción de cacao y mayor en tecnologías con mayor proporción de plátano. Esto se explica porque las proyecciones de los precios de cacao para los años 1998-2009 son más optimistas que las de plátano y porque con mayor proporción de plátano, hay costos mayores asociados a tecnologías. Cuando la tasa de interés alcanza el 8%, se favorecen las inversiones con retornos a corto plazo (cacao), en comparación con las inversiones a largo plazo (laurel). La tecnología CP (tratamiento aditivo a 2212 plantas de cacao y plátano) presentó costos de manejo bastante elevados, lo que resultó en riesgos también elevados.

### DISCUSIÓN

El cacao y el plátano son dos cultivos importantes en el litoral atlántico de Panamá. El plátano es un cultivo relativamente nuevo, en fase de expansión y con mercado asegurado por la demanda creciente (aumento de las

exportaciones). El cacao pasa por un período de reducción del área cultivada debido a los bajos precios durante los últimos 10 años y al descenso en el rendimiento causado por *Moniliophthora roreri* (monilia). El plátano, por el contrario, ha mostrado precios favorables y muchos finqueros han sustituido sus cacaotales por platanales (Calvo y Platen, 1996). Sin embargo, este panorama puede cambiar porque los precios del cacao ya han dado muestras de recuperación y la rentabilidad puede mejorar si se utilizan cultivares con mayor resistencia a la monilia. La tendencia histórica de la región es a que los productores cambien constantemente de cultivo, de acuerdo con la rentabilidad relativa que ofrece cada uno (Bourgois, 1994). En el caso de cultivos perennes como el cacao, no pueden darse estos cambios porque conllevan altos costos financieros. Aumentos reales en los precios del plátano en los periodos 1984-1986 y 1992-1993 han contrarrestado el descenso en los precios del cacao para esos mismos periodos, lo que corrobora la ventaja del policultivo cacao + plátano respecto al monocultivo de cacao.

Los ingresos anuales de las tecnologías CLP resultaron superiores a los de los monocultivos, especialmente a



Las asociaciones de cacao y plátano son más productivas que los monocultivos, son también menos riesgosas (Foto T. Ludewigs, Panamá)

partir del año 7, que es cuando se empieza a cosechar el laurel. En Malasia, comparaciones entre diferentes diseños de cacao asociado a palma africana (*Elaeis guineensis*) con los respectivos monocultivos (Yusoff *et al.*, 1986) señalan también la superioridad de los asocios sobre los monocultivos en cuanto a ingresos netos totales. El asocio también presentó mayor estabilidad frente a las fluctuaciones de precio en el mercado. En un experimento similar conducido en Ghana (Amoah *et al.*, 1995), se encontró que no hubo reducciones significativas en la producción de palma cuando se introdujo cacao en asocio y que la rentabilidad total fue mayor cuando se incorporó cacao.

El laurel se benefició de la fertilización y el control de malezas del cacao y el plátano y presentó tasas de crecimiento que se ubican entre las mayores reportadas para la especie. Los retornos financieros del asocio laurel-cacao fueron evaluados y comparados, bajo condiciones experimentales, con los del cacao asociado a otras tres especies arbóreas (*Terminalia ivorensis*, *Tabebuia rosea* e *Inga edulis*) en Changuinola, Panamá (Trejos y Platen, 1995). El laurel a 278 árboles/ha mostró ser la opción más rentable; el 50% de los ingresos fueron aportados por el cacao, el 48% por el laurel y el 2% por el cultivo de maíz (sólo el primer año). El análisis de sensibilidad mostró que el laurel es el componente más estable en cuanto a cambios en los precios de los insumos, pero resulta muy afectado cuando el análisis proyecta bajas (aunque poco probables) en los precios de la madera.

La mayor parte de la literatura sobre estabilidad se concentra en los factores que afectan la producción física de los sistemas agrícolas y son pocos los estudios que analizan la estabilidad de los ingresos. Los índices de estabilidad obtenidos en este estudio sirven para comparar tecnologías CLP entre sí y con monocultivos, pero no sirven para compararlas con otros estudios, pues las varianzas obtenidas fluctúan en función del nivel promedio de los ingresos, del número de años analizados y de las tasas de descuento utilizadas. Las tecnologías con mayor proporción de cacao fueron menos riesgosas que las tecnologías con mayor proporción de plátano. Estos resultados contrastan con los obtenidos para los primeros cinco años del ensayo (Calvo y Platen, 1996), que mostraron a las tecnologías con mayor proporción de

plátano como las más prometedoras. Esto puede deberse a que el potencial productivo del cacao todavía no se había manifestado dos años atrás, el plátano se encontraba en pleno pico de producción y los precios del plátano mostraban tendencia ascendente en 1995, mientras que los del cacao disminuían. Ahora estas circunstancias han cambiado.

El cacao y el plátano son cultivos con producción continua durante el año, pero estacionales en cuanto a las cantidades cosechadas. La fluctuación de precios se da en el ámbito de los mercados de los grandes centros nacionales (plátano) e internacionales (cacao) y es independiente de las cantidades disponibles en las fincas. Esta oscilación de precios se da en el corto plazo y genera incertidumbre con relación a los ingresos mensuales, lo que parece ser más importante para el pequeño productor que la incertidumbre asociada a la variación anual de los ingresos. En este estudio no se analizaron las bondades y/o limitaciones de las tecnologías CLP para manejar la estabilidad y el riesgo mensual, pero el análisis de riesgo mensual es más indicado que el anual cuando la tecnología a evaluar se dirige a pequeños inversionistas.

## CONCLUSIONES

Este estudio no permite concluir que los valores presentes netos (VPN) de los sistemas agroforestales cacao-laurel-plátano son más estables que los de los monocultivos de cada uno de los componentes por separado. Los resultados obtenidos indican que, por el contrario, los monocultivos de laurel y plátano resultaron los más estables, aunque los ingresos aportados por estas tecnologías sean los más bajos, para todas las tasas de descuento utilizadas. Las tecnologías CLP con mayor proporción de plátano son más estables que las tecnologías con mayor proporción de cacao.

Las tecnologías CLP con mayor proporción de cacao son las menos riesgosas para el productor en los próximos 12 años, debido a que los precios esperados del cacao para esos años son más optimistas que los del plátano y porque las tecnologías con mayor proporción de plátano son las más caras. Las producciones de cacao y plátano en el ensayo CLP son relativamente mejores que bajo monocultivo, lo que proporciona ingresos anuales más elevados y menor riesgo.

## BIBLIOGRAFIA CITADA

- AMOA, F.M.; HUERTY, B.H.; BAIDOO-ODDO, K., 1995. Underplanting oil palm with cocoa in Ghana. *Agroforestry Systems* (Holanda) 30: 289-299
- BOURGOIS, P. 1990. Banano, etnia y lucha social en Centro América 1. ed. San José, C.R., s.n. 332 p.
- CALVO, G.; PLATEN, H. VON. 1996. Cacao-Laurel-Plátano: costos y beneficios económicos CATIE Serie Técnica Informe técnico n° 264. 55 p.
- CALVO, G.; SOMARRIBA, E., 1998. Cacao bajo sombra de leguminosas en Talamanca, Costa Rica. Costos y beneficios financieros. CATIE. Serie Técnica Informe Técnico n° 301. 31p.
- CONWAY, G.R. 1985. Agroecosystems analysis. *Agricultural Administration* (Holanda) 20: 31-55.
- EBERHART, S.A.; RUSSELL, W.A. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science* (EE.UU.) 6: 36-41.
- KIRBY, M.C.; SINDEN, J.A.; KAINE, G.W. 1993. Appraisal of agroforestry investment under uncertainty: a South Australian case study. *Australian Forestry* (Australia) 56(2): 109-119.
- MARTEN, G.G. 1988. Productivity, stability, sustainability, equitability and autonomy as properties for agroecosystems assessment. *Agricultural Systems* (Holanda) 26: 291-306.
- MEAD, R.; RILEY, J.; DEAR, K.; SINGH, S.P. 1986. Stability comparison of intercropping and monocropping systems. *Biometrics* (EE.UU.) 42: 253-266.
- MIPPE; INRENARE; CATIE; UICN. 1990. Estrategia para el desarrollo sostenible de la provincia de Bocas del Toro, Panamá - Diagnóstico provincial. Changuinola, Pan 54 p.
- PLATEN, H. VON. 1996. Alternativas de reforestación: taungya y sistemas agrosilviculturales permanentes vs. plantaciones puras: la economía CATIE Serie Técnica. Informe Técnico n° 250. 34 p.
- SOMARRIBA, E. 1994. Sistemas cacao-plátano-laurel: el concepto. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico n° 226. 34 p.
- SOMARRIBA, E.; DOMINGUEZ, L.; LUCAS, C. 1995. Cacao-plátano-laurel. Manejo, producción agrícola y crecimiento maderable. CATIE Serie Técnica. Informe técnico CATIE n° 233. 34 p.
- TREJOS, S.; PLATEN, H. VON. 1995. Sombras maderables para cacaoteros: aspectos económicos. CATIE. Serie Técnica- Informe Técnico n° 266. 41 p.
- YUSOFF, N.C.; LEONG, C.W.; LAMIN, J. 1986. Intercropping cocoa and oil palm-eleven years of trial results. *In: Cocoa and Coconuts: progress and outlooks*. Ed. by E. Pushparajah; Chew Poh Soon. Kuala Lumpur, Malaysia, The Incorporated Society of Planters. p. 205-220.



## Efecto de la suplementación con morera (*Morus alba*) en la ganancia de peso posdestete de terneras de lechería<sup>1</sup>

Maribel Jiménez<sup>2</sup>  
Juan Aguirre<sup>3</sup>  
Muhammad Ibrahim<sup>4</sup>  
Danilo Pezo<sup>5</sup>

**Palabras clave:** *Morus alba*, *Cynodon nlemfuensis*, arbustos forrajeros, sistemas silvopastoriles, terneras, crecimiento, alimentación, Costa Rica..

### RESUMEN

Se ofreció un suplemento de concentrado y morera (*Morus alba*) fresca *ad libitum* a 23 hembras destetadas de varios cruces Jersey en un sistema de semipastoreo sobre estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*). Se obtuvieron ganancias de peso promedio de 0.79, 0.75 y 0.59 kg/animal/día con suplemento de concentrado comercial de 0.5, 1.0 y 1.5 kg/animal/día. No hubo diferencias estadísticas entre niveles de concentrado de 0.5 y 1.0 kg/animal/día. El consumo máximo de morera fresca fue de 1.8% del peso vivo. La oferta *ad libitum* de morera fresca picada en combinación con concentrado comercial a razón de 1.0 kg/animal/día genera la mejor eficiencia alimenticia. Esta dieta permite llevar terneras Jersey a 120 kg de peso a los cinco meses y medio de edad.

### EFFECT OF DIET SUPPLEMENTATION WITH MULBERRY (*Morus alba*) ON LIVEWEIGHT GAINS OF WEANED DAIRY HEIFERS

### ABSTRACT

Twenty three weaned heifers from various Jersey crosses received a diet supplemented with commercial concentrate and fresh mulberry (*Morus alba*) *ad libitum* in a partial grazing system of African stargrass (*Cynodon nlemfuensis*). Mean weight gains of 0.79, 0.75 and 0.59 kg/animal were obtained with the concentrate levels of 0.5, 1.0 and 1.5 kg/animal/day. There was no statistically significant difference between the 0.5 and 1.0 kg concentrate levels. Maximum fresh mulberry consumption was 1.8 kg/kg of live weight. Offering mulberry *ad libitum* with a commercial concentrate level of 1 kg/animal/day produced the highest feed efficiency. Feeding with this diet can produce Jersey heifers weighing 120 kg in 5.5 months.

<sup>1</sup> Basado en Jiménez, M. Evaluación bioeconómica de la suplementación con morera (*Morus sp.*) en la crianza posdestete de terneras de lechería. Tesis M.Sc. CATIE, C.R.

<sup>2</sup> M. Sc. en Agroforestería Tropical, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1997.

<sup>3</sup> Profesor investigador, CATIE. Tel: (506) 556-1016; E-mail: jaguirre@catie.ac.cr

<sup>4</sup> Investigador Científico, CATIE. Tel: (506) 556-1789; E-mail: mibrahim@catie.ac.cr

<sup>5</sup> Consultor en Forrajes y Nutrición animal. Tel: (506) 234-2503; E-mail: dpezo@cariari.ucr.ac.cr

## INTRODUCCIÓN

Se ha propuesto usar algunas especies arbóreas y arbustivas como forraje, sustituyendo total o parcialmente las fórmulas balanceadas de tipo comercial, dado su alto valor bromatológico. Además, por su tolerancia a la sequía, las especies arbóreas se consideran una opción viable para sobrellevar las épocas de escasez de forraje (Rojas y Benavides, 1994)

La morera (*Morus alba*) es una leñosa forrajera del orden de las Urticales que se utiliza tradicionalmente en la alimentación del gusano de seda (Benavides *et al.*, 1994). Su valor bromatológico varía en función de la edad de corte. González (1996) cita valores de 22.9, 20.9 y 81.3% para materia seca, proteína cruda y digestibilidad *in vitro* de la materia seca, respectivamente.

En los últimos años se ha promovido el uso de la morera en la alimentación de rumiantes, pese a existir poca información sobre la respuesta animal. En cabras, al incrementar el consumo del 1.0 al 3.4% del peso vivo, se obtuvieron producciones de leche de entre 1.84 y 2.29 kg/animal/día (Oviedo y Benavides, 1994; Benavides *et al.*, 1994; Rojas y Benavides, 1994). En corderos, terneros y novillos se ha concluido que su uso genera una mayor ganancia de peso cuando se compara con otros tratamientos (Benavides, 1986; Velázquez *et al.*, 1994; Oviedo y Benavides, 1994; González, 1996). En este ensayo se evaluó el efecto de la oferta *ad libitum* de morera combinada con concentrado comercial sobre la ganancia de peso posdestete de terneras de lechería de tres a seis meses.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en la finca ganadera del CATIE en Turrialba, Costa Rica (9°53' N y 83°38' O, 602 msnm, 22.1°C de temperatura media anual, 2599 mm de precipitación promedio anual y 90% de humedad relativa), localizada en una zona de Bosque muy Húmedo Premontano, sin un período seco definido.

Entre los meses de marzo y setiembre de 1997, se sometió a 23 terneras de varios cruces Jersey recién destetadas, de tres meses de edad y con un peso inicial de entre 60 y 80 kg, a un sistema de semipastoreo con

estabulación individual y acceso libre a agua y sales minerales. Los animales se desparasitaron interna y externamente cada tres meses. A las terneras se les ofreció por separado y en forma diaria morera *ad libitum* picada y concentrado comercial (16% proteína cruda) a razón de 0.5 (T3), 1.0 (T2) y 1.5 (T1) kg/animal/día como promedio. El pastoreo se realizó durante siete horas diarias (6 am a 1 pm) en cuatro potreros de estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) con una carga animal estimada en 1 Unidad animal (UA) de 300 kg.

Cada animal permaneció dentro del experimento durante 105 días, con 15 días de adaptación y 90 de medición. Durante la fase experimental se midió diariamente la oferta y rechazo de morera y concentrado para calcular el consumo. Los animales se pesaron cada dos semanas para determinar la ganancia de peso vivo y la eficiencia alimenticia. Se analizaron muestras de morera ofrecida y de morera y concentrado rechazados, para determinar el contenido de materia seca (MS) y proteína cruda (PC) (Bateman, 1970) y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) (Tilley y Terry, 1963), con el fin de estimar el consumo de cada una de estas fracciones. En mayo se hizo un muestreo del pasto para estimar la calidad bromatológica (una vez) y otro de la plantación de morera para calcular el rendimiento. Para estimar el consumo de pasto se utilizó el método del óxido crómico: antes de salir al pastoreo se le administró a cada animal 5 g de óxido crómico durante cinco días y se hizo un muestreo de heces en los días 1, 3 y 5 posteriores a la dosificación, antes de sacar los animales al potrero. También se estimó el balance nutricional siguiendo los requerimientos de la NRC (1988).

Se compararon tres niveles de concentrado más la morera con ocho repeticiones por tratamiento. Se utilizó un diseño completamente al azar en parcelas divididas en el tiempo. El peso del animal al inicio del experimento se utilizó como covariable; la ganancia de peso diaria individual se estimó mediante regresión lineal a partir de los datos de peso por quincena, lo mismo que la eficiencia alimenticia, que se expresó en kg suplemento/kg ganancia de peso. Se utilizó un modelo de parcelas divididas en el tiempo para analizar el consumo de materia seca, proteína cruda y energía metabólica (EM); la energía digestible (ED) del concentrado comercial y de la morera se expresó en % PV,

kg/animal/día y Mcal/día, respectivamente y el del pasto estrella en kg/animal/día. Al no detectarse diferencias significativas para el efecto de raza sobre ninguna de las variables evaluadas, se eliminó este componente del modelo. Se realizaron comparaciones de medias, ajustadas por el efecto de la covariable; además se hizo un análisis de residuos para comprobar los supuestos de distribución normal, media igual a cero y varianza constante.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Calidad de las fuentes nutricionales

Para las tres fracciones (materia seca, proteína cruda y digestibilidad *in vitro* de la materia seca) hubo una variación aleatoria en la calidad de la morera en el tiempo. Como datos promedio, el contenido de materia seca fue de 30.4% (s=2.08), el de proteína cruda, 14.5% (s=3.19) y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca, 60.8% (s=6.76). Los datos de materia seca y planta entera son superiores a los citados por Vallejos (1994) para la zona de Puriscal; los de proteína y digestibilidad son inferiores; igual ocurre con los datos referidos por González (1996) para el mismo sitio de estudio. El mayor contenido de materia seca obtenido puede deberse a un mayor grado de madurez de la plantación (cuatro meses) respecto a los estudios citados, condición que repercute en un menor contenido de proteína y en una menor digestibilidad. Las condiciones del sitio también provocan diferencias en la calidad bromatológica de este forraje (Espinosa, 1996).

Los datos sobre la calidad del pasto estrella africano se encuentran dentro de los valores promedio para el mismo sitio en el período lluvioso (Hurtado, 1988). Para el concentrado, las fracciones evaluadas se hallan dentro del ámbito citado por la etiqueta de la casa comercial. El valor energético de los materiales ofrecidos fue de 2.68 Mcal ED/kg o su equivalente a 2.20 Mcal EM/kg, para la morera; de 3.83 Mcal ED/kg o 3.14 Mcal EM/kg para el concentrado y de 2.38 Mcal ED/kg o 1.96 Mcal EM/kg para el pasto.

### Rendimiento de la morera

La producción de planta entera de morera para las condiciones del área de estudio fue de 16.58 Ton MS/ha/año para un período de recuperación de cuatro

meses, lo que resulta en tres podas anuales; 77% de este rendimiento corresponde al material catalogado como comestible, es decir, hoja y tallo tierno (12.76 Ton MS/ha/año). Este valor es ligeramente superior al citado como promedio anual por Benavides *et al.* (1994) para cuatro meses entre cortes y para fertilizaciones moderadas en la misma región; esto podría deberse a que el muestreo se efectuó durante la época lluviosa. Es probable que durante el período de menos precipitación, el rendimiento de la morera disminuya, por lo que se esperaría un promedio anual inferior al obtenido en el muestreo.

### Consumo de materia seca, proteína cruda y energía metabolizable

El consumo de materia seca de morera fue similar para los tres tratamientos evaluados, con un valor promedio de 1.89 kg/animal/día (s=0.423); respecto al peso vivo y al peso metabólico (PV0.75), el consumo registrado fue de 1.71% y 5.54%, respectivamente. Dado que la oferta de morera fue *ad libitum*, podría afirmarse que el nivel de consumo registrado corresponde al máximo posible en terneras Jersey.

El consumo de morera fluctuó a lo largo del tiempo, lo que podría estar asociado a variaciones en la calidad del forraje; durante la quinta quincena, en los tratamientos 1 y 2, se observó una reducción en el consumo total de materia seca, proteína cruda y energía metabolizable.



Terneras Jersey podrían alcanzar pesos superiores a 120 kg a la edad de 165 días si se les alimenta con morera fresca *ad libitum* y 1 kg/animal/día concentrado (Foto M. Jiménez)



procedentes de la morera y no en las fracciones procedentes del concentrado.

En los dos primeros tratamientos, el consumo de materia seca de morera en proporción al peso vivo fue similar (1.66 y 1.63%) y mucho menor para el tercer tratamiento (1.84%); al ser el consumo total de morera similar en los tres tratamientos y menor la ganancia de peso obtenida en el tercero, es de esperar un mayor valor de la proporción kg MS morera / PV para el tratamiento 3. Los animales sometidos al tratamiento 3 deben satisfacer sus necesidades nutricionales a expensas de la morera y el pasto, debido a la limitación en el consumo de concentrado.

El consumo de materia seca de concentrado fue de 1.07, 0.79 y 0.45% PV, para los tratamientos 1, 2 y 3, respectivamente. Al observarse rechazo de concentrado por parte de los animales del tratamiento 1, puede afirmarse que el nivel máximo de consumo de esta fuente es alrededor de 1.1% PV en terneras Jersey; esto respalda el hecho de que, para la dieta base ofrecida en este caso, la recomendación de la casa comercial es excesiva.

El consumo de la mezcla morera/concentrado como porcentaje del PV disminuyó conforme se redujo la oferta de concentrado (2.74%, 2.42%, 2.29%); para los tres casos, el animal alcanzó el tope de consumo de morera, lo que explica la reducción en el consumo de la mezcla a medida que se limita la oferta de concentrado.

El consumo de la dieta total (morera, concentrado y pasto) fue similar en los tres tratamientos (2.8, 2.6 y 2.7 kg %PV).

El consumo de proteína cruda y energía metabolizable procedente de la morera fue similar para los tres tratamientos, debido a que tanto el consumo como la calidad de la morera fue similar en los tres casos. Para el concentrado, la reducción en el consumo de estas fracciones se explica por la limitación en la oferta según el tratamiento. El consumo total de EM disminuyó conforme se redujo la oferta de concentrado de 8.18 a 7.06 Mcal EM % PV, lo que refleja la reducción del consumo por animal/día en esa misma dirección; a ello se suma el hecho de que la reducción en la dosis de concentrado equivale a una disminución en la oferta

energética y a una "dilución" de la energía presente en la ración consumida. Los animales del tratamiento uno fueron los que consumieron mayor cantidad de materia seca respecto al peso vivo; el consumo en los tratamientos 2 y 3 fue similar entre ellos y menor respecto al primero; esto podría resultar en un mayor costo para el tratamiento 1.

### Ganancia de peso

El incremento de peso por quincena muestra una tendencia lineal con pendiente positiva para los tres tratamientos (Figura 1). El peso inicial de los animales al comienzo del experimento tuvo efecto sobre la ganancia de peso, no así la edad. Se obtuvo una ganancia de peso promedio ajustada por la covariables de 0.793 y 0.748 kg/animal/día para los tratamientos 1 y 2 y de 0.589 kg/animal/día para el tratamiento 3. No se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos 1 y 2; esto indica que suministrando una dosis de concentrado comercial superior a la ofrecida en el tratamiento 2 (1.01 kg/animal/día promedio) no se obtienen mayores beneficios. La necesidad de energía adicional para eliminar el nitrógeno consumido en exceso en el tratamiento 1 podría explicar la ganancia de peso similar obtenida en este tratamiento y en el 2. Para el periodo total de evaluación, el incremento en peso de los animales para los tres tratamientos fue de 70, 64 y 50 kg, respectivamente. Es posible estimar un peso de 120 kg a los 5.5 meses para los tratamientos 1 y 2 y a los 6 meses para el tratamiento 3.

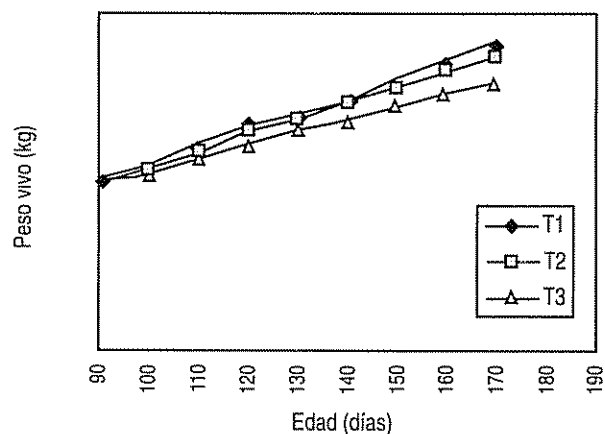


Figura 1. Efecto de diferentes tratamientos sobre la ganancia de peso de terneras de lechería.

### Eficiencia alimenticia

Se detectaron diferencias entre tratamientos en el consumo de materia seca procedente de la morera por kilogramo de peso ganado. El mayor consumo se presentó en los animales sometidos al tratamiento 3, lo que indica que son menos eficientes en la utilización de la morera (Cuadro 1). No se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos 1 y 2; el mayor consumo de concentrado en el tratamiento 1 parece no contribuir a un mejor uso de la morera, pues en ambos casos se requiere consumir cantidades similares de morera para ganar un kilogramo de peso. La oferta de 1 a 1.5 kg de concentrado puede provocar cambios en el ambiente ruminal que resulten en un mejor uso del forraje; sin embargo, podrían propiciar un incremento en la acidez del rumen e inclusive timpanismo, lo que resultaría contraproducente.

El tratamiento 3 exige el mayor consumo de materia seca de la mezcla morera/concentrado para obtener un kilogramo de ganancia de peso (4.07 kg/kg); en el tratamiento 2 se requieren 3.83 kg/kg y en el 1, 3.99 kg/kg. Esto indica que la materia seca total consumida es mejor utilizada cuando se ofrece al animal 1.0 kg de concentrado; por encima de este valor, la eficiencia de uso de la morera no mejora en forma considerable y la del concentrado disminuye.

Los animales sometidos al tratamiento 3 requirieron consumir la mayor cantidad de proteína procedente de la morera (0.65 kg/animal/día) por kilogramo de peso ganado, lo que es estadísticamente similar ( $p < 0.05$ ) al valor obtenido para el tratamiento 1 (0.55 kg/animal/día) y mayor al del tratamiento 2 (0.53 g/animal/día). Tal como ocurre en el caso de la materia seca, un incremento en el consumo promedio de concentrado por encima de

1.0 kg/animal/día no resulta en un mejor aprovechamiento de la proteína procedente de la morera.

El aprovechamiento de la proteína procedente de la mezcla morera/concentrado es mejor en el tratamiento 2 (0.76 kg/kg) seguido por el tratamiento 3 (0.80 kg/kg); para el tratamiento 3 se requiere la mayor cantidad de proteína para obtener un kilogramo de ganancia de peso.

La eficiencia de utilización de la energía metabolizable procedente de la morera resultó similar para los tratamientos 1 y 2; en promedio se requirió de 6.96 Mcal EM/animal/día para ganar un kilogramo de peso, mientras que para el tratamiento 3, se requirieron 8.81 Mcal EM. El mejor uso de la energía procedente de la mezcla morera/concentrado se da cuando se ofrece 1.0 kg/animal/día de concentrado (11.07 Mcal/kg).

### CONCLUSIONES

El consumo máximo promedio de morera fresca por parte de terneras Jersey de 3 a 6 meses es de 1.8% PV; para el concentrado comercial, este valor es de 1.1% PV.

Suplementar la alimentación de terneras de reemplazo en los tres meses posteriores al destete con concentrado comercial a razón de 1.0 kg/animal/día, produce la mayor eficiencia alimenticia y genera una ganancia de peso de 750 g/animal/día; estas cifras son similares a las que se obtendrían ofreciendo más concentrado al animal.

Terneras Jersey destetadas a los 90 días podrían alcanzar pesos superiores a los 120 kg a la edad de 165 días si son alimentadas con morera fresca *ad libitum* y un promedio de 1.0 kg/animal/día de concentrado. Una reducción a 0.5 kg/animal/día en la oferta de concentrado exigiría 15 días más para alcanzar los 120 kg de peso.

Cuadro 1. Consumo de materia seca, proteína cruda y energía metabolizable procedente de *Morus alba* y del concentrado, por kilogramo de peso ganado

Tratamientos	Morera			Concentrado		
	1	2	3	1	2	3
MS (kg./kg.)	2.37 <sup>b</sup>	2.55 <sup>b</sup>	3.24 <sup>a</sup>	1.62 <sup>a</sup>	1.28 <sup>b</sup>	0.83 <sup>c</sup>
PC (kg./kg.)	0.55 <sup>ab</sup>	0.53 <sup>b</sup>	0.65 <sup>a</sup>	0.29 <sup>a</sup>	0.23 <sup>b</sup>	0.15 <sup>c</sup>
EM (Mcal./kg.)	6.87 <sup>b</sup>	7.05 <sup>b</sup>	8.81 <sup>a</sup>	5.08 <sup>a</sup>	4.02 <sup>b</sup>	2.62 <sup>c</sup>

Cifras con letras iguales en la misma fila no difieren estadísticamente ( $p < 0.05$ )

## BIBLIOGRAFIA CITADA

- ATEMAN, J 1970 Nutrición animal Manual de métodos analíticos México, D F, Méx., Herrero 438 p.
- BENAVIDES, J E 1986 Efecto de diferentes niveles de suplementación con follaje de morera (*Morus* sp) sobre el crecimiento y consumo de corderos alimentados con pasto (*Pennisetum purpureum*) In Resumen de las investigaciones realizadas con rumiantes menores, cabras y ovejas en el proyecto de Sistemas de Producción Animal CATIE Serie Técnica Informe Técnico no 67. p 40-42
- BENAVIDES, J ; ROJAS, H ; LACHAUX, M ; FUENTES, M ; OVIEDO, F. 1994. Producción y utilización de la morera (*Morus* sp) en sistemas agroforestales con rumiantes menores In Taller Internacional Sistemas silvopastoriles en la producción ganadera (1994, Matanzas, Cuba). Resúmenes Matanzas, Cuba, Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey" p 21.
- ESPINOSA, E 1996 Efecto del sitio y del nivel de fertilización nitrogenada sobre la producción y calidad de tres variedades de morera (*Morus alba* L.) en Costa Rica Tesis Mag Sc Turrialba, C R, CATIE 115 p
- GONZÁLEZ, J.G. 1996. Evaluación de la calidad nutricional de la morera (*Morus* sp) fresca y ensilada, con bovinos de engorda Tesis Mag. Sc. Turrialba, C R, CATIE 84 p
- HURTADO, J.A. 1988. Introducción de leguminosas y manejo del pastoreo en praderas degradadas de estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) en el trópico húmedo Tesis Mag Sc Turrialba, C R, CATIE. 84 p
- EE.UU NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1988. Nutrient requirements of dairy cattle EE UU., National Academy Press 157 p.
- OVIEDO, F ; BENAVIDES, J. 1994. Utilización del follaje de morera (*Morus* sp.) en la suplementación de vacas y terneras de lechería en pastoreo. In Taller Internacional Sistemas silvopastoriles en la producción ganadera (1994, Matanzas, Cuba). Resúmenes Matanzas, Cuba, Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", p 18.
- OVIEDO, F.J.; BENAVIDES, J.; VALLEJO, M 1994. Evaluación bioeconómica de un módulo agroforestal con cabras en el trópico húmedo In Benavides, J E Arboles y arbustos forrajeros en América Central Turrialba, CATIE Serie Técnica Informe Técnico No236 v 2, p 601-630
- ROJAS, H ; BENAVIDES, J.E. 1994 Producción de leche de cabras alimentadas con pasto y suplementadas con altos niveles de Morera (*Morus* sp). In Benavides, J E Arboles y arbustos forrajeros en América Central Turrialba, CATIE Serie Técnica Informe Técnico No 236 v. 1, p 305-320
- TILLEY, J M A ; TERRY, R.A. 1963. A two-stage technique for in vitro digestion of forage crops. Journal of the British Grassland Society (G B) 18: 104.
- VALLEJO, M.A. 1994 Efecto del premarchitado y la adición de melaza sobre la calidad del ensilaje de diferentes follajes de árboles y arbustos tropicales. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 115 p.
- VELAZQUEZ, C M ; GUTIERREZ, M A ; ARIAS, R ; RODRIGUEZ, C. 1994. El forraje de Morera (*Morus* sp.) como suplemento en dietas a base de ensilado de sorgo (*Sorghum bicolor* x *S. sudanense*) para novillos In Benavides, J E Arboles y arbustos forrajeros en América Central Turrialba, CATIE Serie Técnica Informe Técnico No 236 v. 1, p 377-392



La Morera podrá substituir parcialmente el uso de concentrados tradicionales (Foto L. Meléndez)

## Degradabilidad rumial *in situ* y solubilidad de la proteína de rebrotes de *Cratylia argentea* de diferentes edades<sup>1</sup>

.....

Marco H. Franco<sup>2</sup>  
Muhammad Ibrahim<sup>3</sup>  
Danilo Pezo<sup>4</sup>  
Alberto Camero<sup>5</sup>  
José L. Araya<sup>6</sup>

**Palabras clave:** degradabilidad ruminal, nutrientes, tasa de digestión, materia seca, proteína, pared celular, rebrotes, *Cratylia argentea*, Costa Rica.

<sup>1</sup> Basado en Franco, M. 1997. Evaluación calidad nutricional de *Cratylia argentea* como suplemento en el sistema de producción de doble propósito en el trópico subhúmedo de Costa Rica. Tesis M.Sc. CATIE, C.R.

<sup>2</sup> M. Sc. en Agroforestería Tropical, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1997.

<sup>3</sup> Investigador Científico, CATIE. E-mail: mibrahim@catie.ac.cr

<sup>4</sup> Consultor en Forrajes Tropicales y Nutrición Animal. E-mail: dpezo@carlari.ucr.ac.cr

<sup>5</sup> Asistente del Director ACSAF, CATIE, Teléfono: 556-1789. E-mail: acamero@catie.ac.cr

<sup>6</sup> Coordinador Proyecto Reforestación en fincas ganaderas, MAG, Costa Rica.

### RESUMEN

La degradabilidad potencial (DP) y la tasa de digestión (TD) de materia seca (MS) y proteína cruda (PC) de rebrotes de *Cratylia argentea* de 2, 3 y 4 meses fueron evaluadas *in situ*. Para los estudios de degradación se utilizó la técnica de bolsa de dacrón en dos bueyes jóvenes fistulados, con períodos de incubación de 0, 4, 8, 16, 24, 32, 48, 72 y 96 horas. Además, se determinó la solubilidad del nitrógeno (N) en fibra detergente neutro (FDN) y en fibra detergente ácido (FDA). Se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los rebrotes de 2 y 3 meses para DP-MS, DP-PC, DP-FDN y TD-PC. La solubilidad de la proteína varió entre 40-45% y decreció con la madurez del rebrote. Por el contrario, la PC ligada a FDN y FDA, cuyos valores variaron entre 17-20% y 9-10%, respectivamente, mostró tendencia a disminuir al aumentar la edad del rebrote. Se concluyó que los parámetros de degradación en rebrotes de 2 meses de *C. argentea* difieren de los de 3-4 meses; sin embargo, la especie mantiene buena calidad en la madurez.

### *In situ* RUMINAL DEGRADABILITY AND PROTEIN SOLUBILITY OF *Cratylia argentea* COPPICE SPROUTS OF DIFFERENT AGES

### ABSTRACT

Potential degradability (PD), digestion rate (DR) of dry matter (DM) and crude protein (CP) of 2, 3 and 4 month old coppice sprouts of *Cratylia argentea* were evaluated *in situ*. The ruminal technique with dacron bags was used for degradation studies, with two rumen fistulated steers, with incubation periods of 0, 4, 8, 16, 24, 32, 48, 72 and 96 hours. Additionally solubility of nitrogen in N-neutral detergent fibre (N-NDF) and in N-acid detergent fibre (N-ADF) of the forage materials were determined. Significant differences ( $p < 0.05$ ) were found between the two and three month's coppice sprouts for the parameters DM-PD, CP-PD, NDF-PD and DR-CP. Protein solubility ranged from 40-45%, decreasing with sprout maturity. In contrast, CP bounded to NDF and ADF, whose values fluctuated between 17/20% and 9/10% respectively, increased with sprout age. Ruminal degradation dynamics of *C. argentea* forage cut after 2 months regrowth behaved differently to 3 and 4 months old material. Nevertheless, the species maintains high quality with maturity.

## INTRODUCCIÓN

Las especies forrajeras sufren cambios sensibles y graduales en su composición química, digestibilidad y valor nutritivo. El proceso de lignificación de la fibra se acentúa con la madurez de la planta (Lascano, 1979) y el déficit hídrico lo favorece. La técnica *in situ* (Orskov *et al.*, 1980) permite evaluar la degradabilidad de diferentes especies de forrajes, variedades, partes de la planta y edades de corte. El objetivo de este trabajo fue determinar los parámetros de degradabilidad ruminal y la solubilidad de la proteína en rebrotes de *Cratylia argentea* a los 2, 3 y 4 meses. *C. argentea* es una leguminosa arbustiva con potencial forrajero.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en la finca experimental y en el laboratorio de fitoquímica del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), en Turrialba, Costa Rica (9° 53' N y 83° 38' O, 602 msnm, 22.1°C de temperatura media anual, 2600 mm de precipitación anual y 90.4 % de humedad relativa), localizado en la zona de vida Bosque muy Húmedo Premontano Tropical.

Se estabularon dos novillos Jersey, machos, castrados, con fístula permanente al rumen, con 42 meses de edad y 295 y 309 kg de peso. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, donde cada animal fistulado constituyó un bloque y los tratamientos fueron las tres edades de corte (2, 3 y 4 meses). Para determinar la degradabilidad inicial (DI), la degradabilidad potencial (DP) y la tasa de degradación (TD) de la materia seca

(MS), la proteína cruda (PC) y la pared celular (FDN), se utilizó la técnica de digestión ruminal *in situ* con bolsas porosas de dacrón (Orskov *et al.*, 1980). Los tiempos de incubación fueron: 0, 4, 8, 16, 24, 32, 48, 72 y 96 horas. El experimento duró 16 días: 11 días de adaptación a la dieta y 5 de evaluación; durante esos días, en un horario predeterminado, se introdujeron las bolsas y se realizó la incubación ruminal del material experimental. A los animales se les ofreció 3 kg de materia seca/100 kg de peso vivo; la dieta consistió en un 30% de suplemento proteico (*C. argentea*) y 70% de pasto King grass (*Pennisetum purpureum* \* *P. typhoides*).

La degradación ruminal acumulativa de MS y PC se ajustó al modelo no lineal propuesto por Orskov y McDonald (1979). La degradación ruminal acumulativa de los constituyentes de la pared celular (FDN) se ajustó al modelo no lineal utilizado por Espinoza (1983).

Para evaluar la solubilidad de la proteína se tomaron muestras de *C. argentea* a los 2, 3 y 4 meses del rebrote, las que se secaron a 65°C durante 48 horas y se molieron a un mm; luego se les determinó la solubilidad del N con una solución buffer de borato-fosfato, según la metodología descrita por Krishnamoorthy *et al.* (1982).

## RESULTADOS

### Caracterización nutritiva de *Cratylia argentea*

La PC y la DIVMS en los rebrotes de dos meses fueron mayores que en los rebrotes más viejos. La concentración de FDN, la fibra detergente ácido (FDA) y la lignina aumentaron con la edad del rebrote (Cuadro 1).

Cuadro 1. Caracterización nutricional de *Cratylia argentea* a diferentes edades de rebrote.

Edad	%DIVMS	%PC	%FDN	%FDA	%Hemicelulosa	%Celulosa	%Lignina
2 meses	53.4	22.8	55.6	33.8	21.8	25.1	8.7
3 meses	52.8	21.1	56.3	34.2	22.1	24.4	9.8
4 meses	51.9	20.8	57.2	36.1	21.1	25.2	10.9

### Degradabilidad ruminal de la MS y PC

El forraje de dos meses tuvo una dinámica de degradación diferente a la que se observó para rebrotes de tres y cuatro meses. A los dos meses, la degradabilidad potencial de la MS fue del 61.6%, lo que superó en forma significativa ( $p < 0.01$ ) al rebrote de tres y cuatro meses (Cuadro 2). La degradabilidad potencial de la PC (86.6%) también fue significativamente mayor ( $p < 0.05$ ) que la observada a los tres y cuatro meses; la DP-PC mayor fue para los dos meses. La degradabilidad total de la PC fue significativamente mayor ( $p < 0.01$ ) para el forraje cortado a los dos meses, comparado con el de tres y cuatro meses.

Cuadro 2. Parámetros de degradabilidad ruminal *in situ* de MS (%) y PC (%) de *Cratylia argentea*, a diferentes edades de rebrote.

Edad	a (%)	b (%)	a+b (%)	c (horas)
<b>MS</b>				
	%			
2 meses	31.3 a	30.3 a	61.6 a*	0.08 a
3 meses	28.2 a	24.4 a	52.6 b	0.08 a
4 meses	24.0 a	26.5 a	50.5 b	0.07 a
<b>PC</b>				
	%			
2 meses	66.0 a	20.6 a	86.6 a	0.11 a
3 meses	65.6 a	19.0 a	84.6 b	0.08 b
4 meses	63.6 a	21.3 a	84.9 b	0.08 b

a= degradabilidad inicial, b= fracción de lenta degradación por acción microbiana  
a+b = degradabilidad potencial, c= tasa de degradación

\*Promedios con letra diferente en la misma columna difieren estadísticamente, según prueba de Duncan ( $P < 0.05$ )

### Degradabilidad ruminal de la FDN

Se encontraron diferencias significativas entre tratamientos ( $p < 0.01$ ) para la degradabilidad potencial (DP) y para el período prefermentativo de la FDN (Cuadro 3). La DP-FDN resultó afectada por la edad del forraje; fue mayor en rebrotes de 2 meses que en rebrotes de 3 y 4 meses, pero no se encontró diferencia estadística entre los 3 y 4 meses. La TD-FDN de *C. argentea* no presentó diferencia estadística entre las tres edades de rebrote evaluadas, a pesar de que se observaron valores mayores para esta variable a los 3 y 4 meses. El período prefermentativo difirió ( $p < 0.01$ ) para las tres edades de corte. El valor más bajo (1.1 horas) lo presentó el forraje cortado a los 4 meses (Cuadro 3).

Cuadro 3. Parámetros de degradabilidad ruminal *in situ* de la FDN (%) de *Cratylia argentea*, a diferentes edades de rebrote.

Edad	A	b	l
2 meses	48.0 a*	0.14 a	2.1 a
3 meses	38.6 b	0.16 a	1.6 b
4 meses	38.5 b	0.15 a	1.1 c

A= degradabilidad potencial FDN en % b= tasa de degradación ruminal en horas  
l= período prefermentativo en horas

\*Promedios con letra diferente en la misma columna difieren estadísticamente, según prueba de Duncan ( $P < 0.05$ )

### Solubilidad de la proteína y N ligado a la FDN y FDA

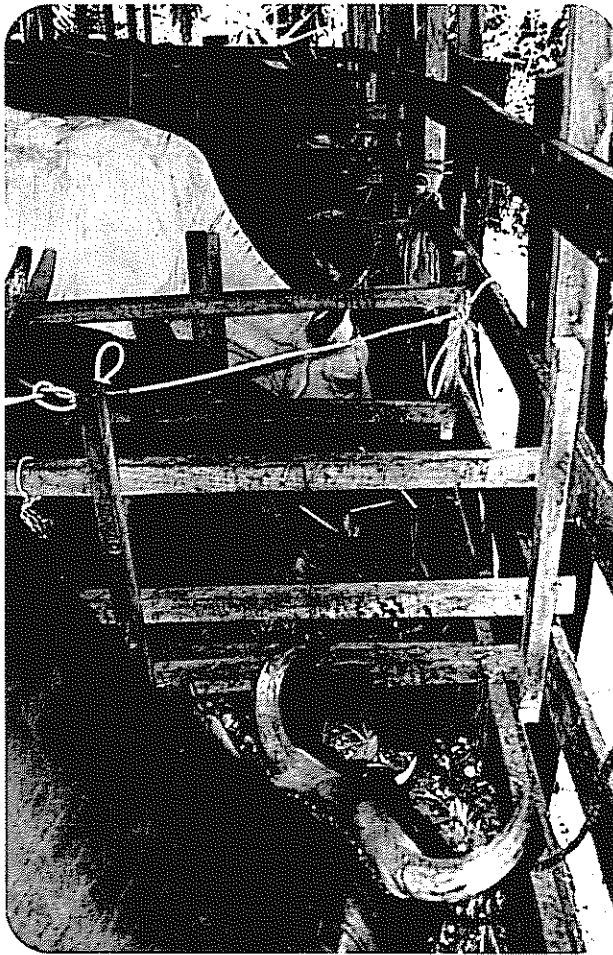
La solubilidad de la PC disminuye en forma lineal con la madurez de la planta. Sin embargo, fue superior al 40%, independientemente de la edad del rebrote (Cuadro 4). El N-FDN y N-FDA incrementan conforme aumenta la edad de la planta.

Cuadro 4. Solubilidad de la proteína (%) y % de PC ligada a la FDN y FDA de rebrotes de *Cratylia argentea*, a diferentes edades.

Edad	Solubilidad de la PC (%)	% PC ligada a la FDN	% PC ligada a la FDA
2 meses	45.4	20.1	9.3
3 meses	42.0	17.8	9.2
4 meses	40.4	17.0	10.0

## DISCUSIÓN

*C. argentea* mantuvo altos valores de DIVMS y PC, a pesar de que estos tienden a declinar conforme avanza la madurez de la planta. Las muestras de *C. argentea* fueron tomadas durante la época seca, cuando la productividad y la calidad del jaragua (*Hypparrhenia rufa*), pasto base en la finca del estudio, son más bajas y sólo alcanzan entre el 32 y el 34% de DIVMS y el 3 a 4% de PC (Franco *et al.*, 1997). En cambio, *C. argentea* mantuvo niveles de DIVMS y PC superiores al 50% y 20%, respectivamente, lo que significa que esta especie puede ser una alternativa para aliviar las deficiencias nutricionales de los animales bajo pastoreo de jaragua durante la época seca. Es



La calidad nutricional de *Cratylia argentea* es buena y no cambia drásticamente con la madurez de la planta (Foto M. Franco)

importante anotar que la tasa de disminución de la calidad nutricional de *C. argentea* es bastante menor a la observada en gramíneas tropicales.

La degradabilidad inicial de la proteína cruda de *C. argentea* no presentó diferencias significativas para ninguna de las tres edades de rebrote estudiadas. Sin embargo, se encontró una tendencia decreciente para este parámetro conforme avanza la edad. El alto valor de la degradabilidad inicial de la PC observado en este estudio, posiblemente se deba a una estrecha relación con la fracción soluble de la proteína, que representa entre un 40 y un 45% (nitrógeno no proteico y proteína verdadera) de la proteína cruda total. Estos valores de solubilidad de la proteína de *C. argentea* son inferiores a los reportados para *Erythrina poeppigiana* (54.4 %) y muy similares a

los obtenidos para *Leucaena leucocephala* y *Gliricidia sepium* (Roldan, 1981).

La degradabilidad potencial de la proteína cruda de *C. argentea* varió entre el 84 y el 87%. La tasa de degradabilidad de la proteína cruda fue de 0.08 y 0.11 horas para rebrotes de 4 y 2 meses, respectivamente. Es importante destacar que la tasa y la magnitud de la degradación de la PC están influenciadas por su solubilidad, la que a su vez, está determinada en gran medida, por la relación entre la fracción soluble e insoluble de la proteína (Orskov, 1982).

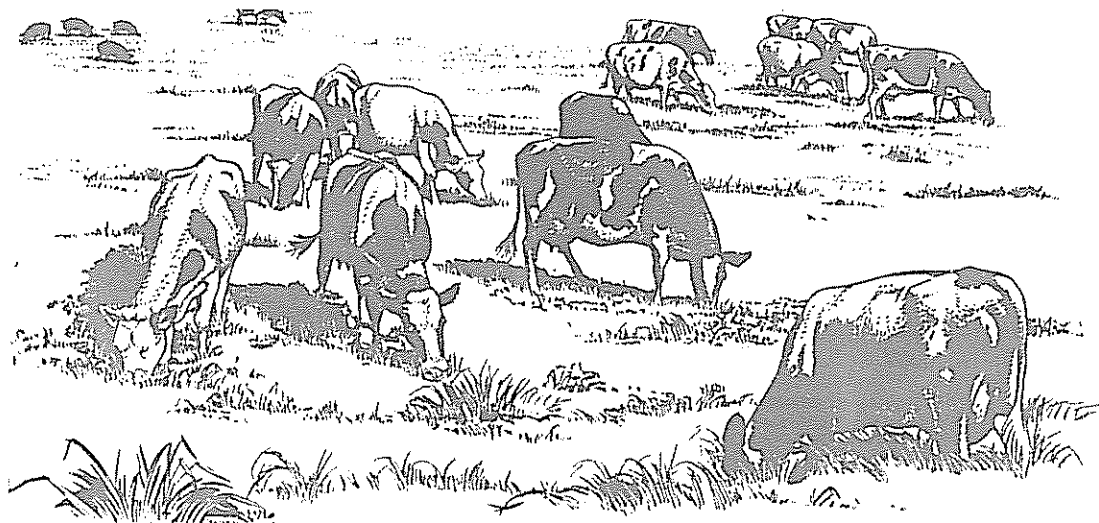
Para los parámetros de degradabilidad de los constituyentes de la pared celular de *C. argentea*, se encontraron valores de DP de la FDN que oscilan entre 38.5 % a los 4 meses y 48.5 % a los 2 meses. En general son valores relativamente bajos, aunque existen diferencias entre especies forrajeras en cuanto a morfología y tipo de bacterias asociadas con el proceso de degradabilidad ruminal de la pared celular (Akin, 1979). Es bien conocido que el proceso de digestión de los carbohidratos estructurales que forman la pared celular de los forrajes es precedido por una fase de retardo, llamada también de incubación, de latencia o período fermentativo (Pezo, 1990) necesaria para la adhesión de bacterias celulolíticas al substrato insoluble (Tamminga, 1982). Este período fermentativo para la *C. argentea* fue de 1.1 y 2.1 horas para rebrotes de 4 y 2 meses, respectivamente. La ID-FDN de *C. argentea* osciló entre 0.14 y 0.17 horas, que es superior a la encontrada para *L. leucocephala*, *G. sepium* y *E. poeppigiana* de 0.03, 0.06 y 0.11 horas, respectivamente (Roldan, 1981).

## CONCLUSIONES

La calidad nutricional de *C. argentea* no cambia drásticamente con la madurez de la planta. Las concentraciones de PC y DIVMS, así como los parámetros de degradabilidad ruminal de la PC, MS y FDN, mantienen niveles aceptables, aún a los 4 meses del rebrote

## BIBLIOGRAFÍA CITADA

- AKIN, D.E. 1979 Microscopic evaluation of forage digestion by rumen microorganisms: a review *Journal of Agricultural Science* 48: 701-710
- ESPINOZA, J.R. 1983 Consumo y parámetros de digestión en rastrojos de maíz cultivado solo y en asocio con leguminosas. Tesis Mag Sc Turrialba, C.R., UCR/CATIE. 71 p.
- FRANCO, M.H.; IBRAHIM, M.; PEZO, D.; CAMERO, A.; ARAYA, J. 1997. Efecto del premarchitamiento y la adición de melaza sobre la calidad nutricional y el consumo de *Cratylia argentea* en bovinos bajo pastoreo de *Hyparrhenia rufa* durante la época seca en el trópico subhúmedo de Costa Rica Artículo 1 Tesis Mag Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 36 p
- KRISHNAMOORTHY, U.; MUSCATO, I.V.; SNIFFEN, C.J.; VAN SOEST, P.J. 1982. Nitrogen fractions in selected feedstuffs *Journal of Dairy Science* (EE UU) 65: 217.
- LASCANO, C. 1979 Determinants of grazed forage voluntary intake in cattle. Tesis Ph.D. Texas, EE UU, Texas College Station, Texas A & M University 215 p.
- ORSKOV, E.R.; McDONALD, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen for incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal of Agricultural Science* (G B) 92: 499-503.
- \_\_\_\_\_; HOVELL, R.O.; MOULD, F. 1980. Uso de la técnica de la bolsa de nylon para la evaluación de los alimentos *Producción Animal Tropical* (R.D.) 5(3): 213-233.
- \_\_\_\_\_. 1982. Dynamics of nitrogen in the rumen. *In*: Protein nutrition in ruminants. London, G.B., Academy Press. p. 41-44
- PEZO, D. 1990 Medición de las tasas de degradación ruminal en alimentos *In*: Nutrición de rumiantes, guía metodológica de investigación. Ed por Manuel Ruiz y Arnoldo Ruiz San José, Costa Rica, IICA. p. 115-126.
- ROLDAN, G. 1981. Degradación ruminal de algunos forrajes proteicos en función del consumo de banano verde suplementario. Tesis Mag. Sc Turrialba, C.R., CATIE 71 p
- TAMMINGA, S. 1982 Energy protein relationships in ruminant feeding: Similarities and differences between rumen fermentation and post ruminal utilization. *In*: Protein contribution of feedstuffs for ruminants: application to feed formulation. Ed by E.L. Miller; I.H. Pike; A.J.H. Vanes G B, Scientific Butterworth. p. 4-15.





## Degradación ruminal de forrajes tropicales cuando se sustituye King Grass (*Pennisetum purpureum* \* *Pennisetum typhoides*) por Morera (*Morus alba*)<sup>1</sup>

.....

Xochilt Estrada<sup>2</sup>  
Muhammad Ibrahim<sup>3</sup>  
Alberto Camero<sup>4</sup>  
Sergio Abarca<sup>5</sup>  
Carlos Hidalgo<sup>6</sup>

**Palabras clave:** *Morus alba*,  
*Hyparrhenia rufa*, *Pennisetum  
clandestinum*, *Brachiaria brizantha*,  
gramíneas, degradación ruminal,  
suplementación, Costa Rica.

### RESUMEN

En Turrialba, Costa Rica, se evaluó el efecto de diferentes niveles de morera (*Morus alba*) sobre la degradación ruminal de materia seca de la morera y de tres gramíneas tropicales: jaragua (*Hyparrhenia rufa*), kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) y brizantha (*Brachiaria brizantha*). La tasa de degradación ruminal (en horas) fue: morera (0.143), brizantha (0.047), kikuyo (0.042) y jaragua (0.032). Se encontraron diferencias significativas entre morera y gramíneas, pero no entre las gramíneas. Los niveles de morera en la dieta no afectaron la degradabilidad ruminal de la materia seca de las gramíneas; sin embargo, la proporción de morera afectó su propia degradabilidad.

RUMINAL DEGRADATION OF TROPICAL FORAGES WHEN KING GRASS (*Pennisetum purpureum* \**Pennisetum typhoides*) IS SUBSTITUTED BY MULBERRY (*Morus alba*)

### ABSTRACT

The effect of different levels of mulberry (*Morus alba*) on the degradation in the rumen of the dry matter of mulberry and three tropical grasses: jaragua (*Hyparrhenia rufa*), kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) and *Brachiaria brizantha* was studied in Turrialba, Costa Rica. The nominal degradation rate (in hours) was mulberry (0.143), brizantha (0.047), kikuyo (0.042) and jaragua (0.032). The differences between mulberry and the grasses were statistically significant; no statistically significant differences were detected between the grasses. Rumen degradability of the dry matter of the grasses was not affected by the levels of mulberry in the diet, but the proportion of mulberry in the diet affected its own rate of degradation.

<sup>1</sup> Basado en Estrada, X. 1997. Efecto de la sustitución del King Grass (*Pennisetum purpureum* \* *Pennisetum typhoides*) por morera (*Morus alba*) sobre los parámetros de degradación y fermentación ruminal de cuatro forrajes de calidad contrastante. Tesis M.Sc. CATIE, C.R.

<sup>2</sup> M. Sc. en Agroforestería Tropical, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1997.

<sup>3</sup> Profesor Investigador, CATIE, Tel: (506) 556-1789; E-mail: mibrahim@catie.ac.cr

<sup>4</sup> Asistente Director ACSAF, CATIE, Tel: (506) 556-1789; E-mail: acamero@catie.ac.cr

<sup>5</sup> Investigador Ministerio Agricultura y Ganadería, Costa Rica.

<sup>6</sup> Jefe de Investigaciones Pecuarias del Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica.

## INTRODUCCIÓN

En el trópico, las dietas basales usadas en los sistemas de producción animal provienen por lo general de pasturas con gramíneas nativas o introducidas. Sin embargo, muchas de estas especies presentan limitaciones nutricionales que se traducen en un bajo consumo de nutrientes digeribles debido a una fermentación microbiana deficiente que se refleja en un flujo y una absorción de nutrientes inferior a la que requieren los rumiantes. Por esto, se debe recurrir al uso de alimentos suplementarios (Lascano, 1996)

La morera (*Morus alba*) ha sido usada como suplemento en dietas basadas en pastos. Su mayor atributo es la calidad nutritiva: 14-17% de proteína cruda y 75-85% de digestibilidad *in vitro* en la materia seca del follaje (CATIE, 1986). La suplementación con morera aumenta la ganancia de peso en los novillos (González, 1996) y la producción de leche en caprinos y bovinos (Rojas y Benavides, 1994). En esta investigación se estudió el efecto de la sustitución del King grass (*Pennisetum purpureum* \* *Pennisetum typhoides*) por morera (*Morus alba*) en los parámetros de degradabilidad ruminal de la morera y de tres gramíneas de diferente calidad: jaragua (*Hyparrhenia rufa*), brizantha (*Brachiaria brizantha* CIAT 6780) y kikuyo (*Pennisetum clandestinum*).

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el laboratorio de nutrición animal y en la finca experimental del CATIE, localizado en Turrialba, Costa Rica (602 m.s.n.m; 9° 53' N y 83° 38' O; 22° C temperatura media; 2599 mm precipitación anual y 90.4% humedad relativa), bajo condiciones de Bosque Tropical muy Húmedo Premontano

Se utilizaron cuatro animales fistulados al rumen para estudiar la degradabilidad de la materia seca (MS) de morera, jaragua, kikuyo y brizantha. Los tratamientos fueron cuatro dietas con diferentes niveles de morera que sustituían en 0, 33, 67 y 100% al king grass. Se usó un diseño cuadrado latino de sobrecambio (4 x 4) en un arreglo de parcelas divididas, donde los niveles de

morera fueron la parcela grande y las subparcelas los forrajes. Se trabajó con periodos de 13 días, ocho de adaptación y cinco experimentales. Los animales se alimentaron con diferentes proporciones de king grass y morera; se calculó un consumo diario de 2.5 kg MS/100 kg peso vivo (PV) para garantizar los niveles de morera en la dieta en base seca

El alimento (morera y king grass) se ofreció a los animales en forma separada, una vez al día (por la mañana), verde y picado, en comederos adecuados para los tratamientos. Se utilizó una edad de corte de 24 días para brizantha, 30 para kikuyo, 50 para jaragua y 90 para morera, en estado vegetativo, e independientemente de la aplicación o no de fertilizantes. El contenido de proteína cruda (PC) y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) del king grass ofrecido como dieta basal fueron 8.7% y 57%, respectivamente. Para conocer el potencial nutritivo del forraje evaluado se analizaron: MS, PC, DIVMS, fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA).

Para determinar la degradabilidad de la MS se utilizó la técnica de digestión ruminal *in situ*, con una bolsa porosa de dacrón (Orskov *et al.*, 1980). El tiempo de incubación de los forrajes en el rumen fue de 0, 8, 16, 32, 48, 72 y 96 horas para morera, kikuyo y brizantha y 128 horas para jaragua. La degradabilidad de MS se ajustó al modelo no lineal descrito por Orskov y McDonald (1979). Se hizo un análisis de varianza para determinar diferencias entre los diferentes parámetros de la degradación.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Caracterización nutritiva de los forrajes

Con excepción del jaragua, los forrajes presentan valores de PC relativamente altos; el más alto fue el del kikuyo (Cuadro 1). El del jaragua fue inferior al 7%, considerado como el valor crítico para mantener una actividad microbiana eficiente en el rumen (Minson, 1990). El valor de la PC para la morera fue superior al 15%, lo que concuerda con los hallazgos de otros estudios (Rojas y Benavides, 1994; González, 1996).

Cuadro 1. Proteína cruda (PC) y digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) de los forrajes en estudio.

NOMBRE	ESPECIE	PC (%)	DIVMS (%)
morera	<i>Morus alba</i>	15.76	63.89
jaragua	<i>Hyparrhenia rufa</i>	4.97	53.19
kikuyo	<i>Pennisetum clandestinum</i>	19.19	66.25
brizantha	<i>Brachiaria brizantha</i>	14.19	70.44

El valor de la DIVMS varió entre las especies. Brizantha tuvo el valor más alto (70%) y jaragua el más bajo (53%) (Cuadro 1). La DIVMS de la morera fue inferior al 75-85% encontrados por Rojas y Benavides (1992) y por Gonzáles (1996). Sin embargo, es importante señalar que los datos reportados por esos autores fueron para el follaje, mientras que en este estudio, el muestreo fue para la biomasa total (hojas y tallos tiernos y gruesos), que se caracteriza por menor DIVMS y menor PC.

El jaragua presentó mayor valor de FDN y menor valor de contenido celular (CC) que las otras dos gramíneas y que la morera (Cuadro 2). Además, presentó una mayor concentración de celulosa y lignina que las otras gramíneas. La morera presentó más CC y lignina que las

gramíneas. El CC obtenido en este estudio es superior al 10.8% reportado por Singh *et al.* (1989)

Cuadro 2. Comparación de las fracciones del alimento de morera, jaragua, kikuyo y brizantha, en porcentajes.

Forraje	composición de la MS		composición de la FDN		
	FDN	CC	HC	LIG	CEL
Morera	50	50	15	15	20
Jaragua	74	26	25	7	42
Kikuyo	64	36	33	4	26
Brizantha	62	38	31	5	25

MS= Materia Seca. CC= Contenido Celular FDN= Fibra Detergente Neutro.

HC=Hemicelulosa, LIG=Lignina, CEL= Celulosa

#### Parámetros de la degradabilidad ruminal de la MS

La degradabilidad potencial (DP) difirió ( $p < 0.05$ ) entre especies y entre niveles de morera (Cuadro 3). Brizantha mostró una DP mayor, que superó a kikuyo, jaragua y morera y está relacionada con un bajo contenido de lignina y una alta DIVMS. Brizantha tiene mayor valor nutritivo que otras especies de *Brachiaria* (Ibrahim, 1994).

Cuadro 3. Parámetros de degradabilidad ruminal inicial (DI), potencial (DP) y real (DR) de MS, en porcentajes.

PARAMETRO	FORRAJE	NIVELES DE MORERA EN LA DIETA				PROMEDIO *
		0%	33%	67%	100%	
DI	morera	31,77	27,62	27,63	26,95	28.54 a
	jaragua	11,27	10,57	10,81	9,77	10.61 c
	kikuyo	22,56	21,85	23,21	21,05	22.16 b
	brizantha	30,24	21,68	23,05	21,11	24.02 b
	Promedio*	23.96 a	20.48 a	21.17 a	19.72 a	21.33
DP	morera	70,92	68,34	67,82	67,46	68.63 c
	jaragua	71,75	68,23	71,03	69,73	70.18 c
	kikuyo	77,72	74,72	75,44	74,99	75.72 b
	brizantha	89,12	80,12	79,48	81,6	82.58 a
	Promedio*	77.38 a	73.10 b	73.44 b	73.44 b	74.28
DR	morera**	58,66 b	60,49 ab	62,31 ab	63,23 a	61.17

\* Medias con letras iguales en la fila y/o columna no difieren estadísticamente ( $p < 0.05$ )

\*\* Utilizando un tiempo de retención en el rumen de 13 5 h

Entre las gramíneas, jaragua presentó el mayor contenido de FDN y lignina, lo que puede explicar la baja DP de esta especie. Se ha señalado que en los forrajes maduros el incremento en el contenido de carbohidratos estructurales reduce la digestibilidad (Jung y Allen, 1995). La baja DP de la morera se puede atribuir a una alta concentración de lignina, que podría deberse a que en este trabajo se incluyó tallo tierno y tallo grueso. Los resultados obtenidos son inferiores a los reportados por Shayo (1997) quien obtuvo, en hojas tiernas, una DP superior al 86% a las 72 horas de incubación, mientras que con tallos gruesos los valores fueron inferiores al 70%. La DP de las especies disminuyó conforme aumentaba el nivel de morera en la dieta; esto fue más marcado para morera y jaragua. Pero este efecto no es perfectamente observable, porque se espera que al incrementar el nivel de morera mejore el ecosistema ruminal y haya una mayor DP de las especies evaluadas.

Hubo interacciones significativas ( $p < 0.05$ ) entre forrajes y tratamientos para la tasa de degradabilidad (TG) de la MS; esta aumentó para la morera conforme se incrementaba el nivel de morera en la dieta, en tanto que

las gramíneas no se vieron afectadas. Es posible que la mayor TG de la morera se relacione con un cambio en la microflora ruminal. La TG no presentó diferencias entre las especies de gramíneas, a pesar de que brizantha y kikuyo presentaron mejores valores nutricionales que jaragua.

La degradabilidad inicial (DI) mostró diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre especies. Sin embargo, no se detectaron efectos del nivel de morera sobre esta variable, a pesar de que la degradabilidad mostró una tendencia decreciente conforme se incrementó el nivel de morera en la dieta. La morera mostró una mayor DI comparada con las especies de gramíneas; de éstas, brizantha y kikuyo presentaron los valores más altos. La mayor DI de la morera está relacionada con su alta concentración de carbohidratos solubles, los que se degradan más rápidamente en el rumen. El jaragua, por el contrario, mostró elevados niveles de fibra, lo que indica un alto contenido de carbohidratos estructurales. La morera obtuvo mayor degradabilidad cuando se incrementaron los niveles en las dietas.



Mediante la utilización de animales fistulados se determinó que la morera no tuvo un efecto sobre la degradabilidad de las gramíneas tropicales, pero ejerció un efecto aditivo y puso más nutrientes a la disposición del animal (Foto X Estrada)

## CONCLUSIONES

La sustitución de king grass por morera en la dieta no tuvo ningún efecto sobre la degradabilidad de las gramíneas estudiadas, posiblemente debido a que los pastos fueron de buena calidad. Sin embargo, la morera ejerce un efecto aditivo, porque se degrada mucho y pone a disposición más nutrientes para el animal. La composición química de los forrajes se relaciona con la degradabilidad ruminal de la materia seca; la morera presenta alta calidad nutritiva. Entre las gramíneas estudiadas, el pasto brizantha mostró los mejores valores de degradabilidad ruminal, por lo que constituye una buena alternativa de uso para los ganaderos.

## BIBLIOGRAFÍA CITADA

- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1986. Resumen de las investigaciones realizadas por el rumiantes menores, cabras y ovejas, en el Proyecto de Sistemas de Producción Animal. CATIE Serie Técnica. Informe Técnico No 67. 20 p.
- GONZALEZ, J. 1996. Evaluación de la calidad nutricional de la morera (*Morus* sp) fresca y ensilada, con bovinos de engorda. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R. CATIE 89 p.
- IBRAHIM, M.A. 1994. Compatibility, persistence and productivity of grass-legume mixtures for sustainable production in the Atlantic Zone of Costa Rica. Tesis Ph.D., Wageningen, Holanda, Wageningen Agricultural University. 129 p
- JUNG, H.; ALLEN, M. 1995. Characteristics of plants cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. *Journal of Animal Science* (EE.UU) 73:2774-2790.
- LASCANO, C. 1996 Oportunidades y retos en la utilización de leguminosas arbustivas como forraje suplementario en sistemas de doble propósito. *In: Leguminosas forrajeras arbóreas en la agricultura tropical*. Ed por Tyrone Clavero Cepeda. Maracaibo, Ven., Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes de la Universidad de Zulia p. 29-40.
- MINSON, D. J. 1990 Forage in ruminant nutrition. San Diego, Ca., EE UU., Academic Press. 483 p.
- ORSKOV, E R.; McDONALD, I. 1979 The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal of Agriculture Science (G.B.)* 92 : 499.
- \_\_\_\_\_; HOVELL, R.O.; MOULD, F. 1980. Uso de la técnica de nylon para la evaluación de los alimentos. *Producción Animal Tropical (R.D.)* 5(3):213-233.
- ROJAS, A.; BENAVIDES, J. 1994 Producción de leche de cabras alimentadas con pasto y suplementadas con altos niveles de Morera (*Morus* sp) *In: Árboles y arbustos forrajeros en América Central*. Ed por Jorge E. Benavides. CATIE. Serie Técnica Informe Técnico no 236 v.I., 305-320
- SHAYO, C.M. 1997. Uses, yield and nutritive value of mulberry (*Morus alba*) trees for ruminants in the semi-arids areas of central Tanzania Mpwapwa, Tanzania. s.l., Zonal Research and Training Centre, Livestock Production Research Institute 11 p.
- SINGH, B.; MAKKAR, H P.; NEGI, S.S 1989. Rate and extent of digestion and potentially digestible dry matter and cell wall of various tree leaves. *Journal of Dairy Science (EE.UU)* 72(12):175-184.

## Distribución de nutrientes en el suelo en asociaciones de poró (*Erythrina berteroana*), madero negro (*Gliricidia sepium*) o *Arachis pintoii* con *Brachiaria brizantha*<sup>1</sup>

Jorge Esquivel<sup>2</sup>  
Muhammad Ibrahim<sup>3</sup>  
Francisco Jiménez<sup>4</sup>  
Danilo Pezo<sup>5</sup>

**Palabras clave:** Sistema silvopastoril, *Gliricidia sepium*, *Erythrina berteroana*, *Brachiaria brizantha*, *Arachis pintoii*, fertilidad de suelo, pasturas mejoradas, Costa Rica.

<sup>1</sup> Basado en Esquivel, J. 1997. Efecto del componente arbóreo de un sistema silvopastoril, sobre la distribución espacial de nutrientes, biomasa microbial y densidad de lombrices en un suelo bajo pastoreo en la Zona Atlántica de Costa Rica. Tesis M.Sc. CATIE, Turrialba, C.R.

<sup>2</sup> M. Sc. en Agroforestería Tropical, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1997.

<sup>3</sup> Profesor Investigador, CATIE. Tel: (506) 556-1789; E-mail: mibrahim@catie.ac.cr

<sup>4</sup> Investigador 2, CATIE. Tel: (506) 556-1789. E-mail: fjimenez@catie.ac.cr

<sup>5</sup> Consultor en Forrajes y Nutrición Animal. Tel: (506) 234-2503; E-mail: dpezo@carlari.ucr.ac.cr

### RESUMEN

Se estudiaron los efectos de *Erythrina berteroana* *Gliricidia sepium* asociadas con *Brachiaria brizantha*, sobre la distribución de nutrientes en el suelo en la región atlántica de Costa Rica, comparados con un sistema de *B. brizantha* con *Arachis pintoii*. No se encontraron diferencias significativas entre los sistemas en el pH (5.7) ni en la acidez intercambiable (0.24 cmol/l), a ninguna profundidad de suelo (0-15 y 15-30 cm) ni a diferentes distancias del árbol. Los contenidos de Ca, Mg, K y P fueron mayores en los primeros 15 cm del suelo. El comportamiento del magnesio y el fósforo fue diferente conforme se alejaba del árbol, para cada profundidad; los mayores valores se concentraron entre 1-1.5 m de distancia de los árboles, con niveles máximos de 5 cmol/l y 6 mg/l, respectivamente.

SOIL NUTRIENT DISTRIBUTION UNDER PORO (*Erythrina berteroana*), MADERO NEGRO (*Gliricidia sepium*) OR *Arachis pintoii* WITH *Brachiaria brizantha*.

### ABSTRACT

The effects on soil nutrient distribution of *Erythrina berteroana* or *Gliricidia sepium* associations with *Brachiaria brizantha*, compared with a *B. brizantha* - *Arachis pintoii* association was evaluated in the humid Atlantic region of Costa Rica. No effects on soil pH (5.7) and exchangeable acidity (0.24 cmol/l) were found between systems, at either a 0-15 cm or 15-30 cm depth or at different distances from the tree. Higher levels of Ca, Mg, K, and P were found in the upper 15 cm of soil. For both Mg and P maximum levels were found at a distance of 1-1.5 m front the tree, for both sampling depth attaining values of 5 cmol/l for for Mg and 6 mg/l for P.

## INTRODUCCIÓN

En los sistemas silvopastoriles, el retorno de materia orgánica y elementos nutritivos al suelo depende de la distribución y movilidad de los animales en el pastizal, de la composición química de los excrementos (heces y orina) y de las raíces de pastos, malezas, ramas y hojarasca de los propios árboles (Fassbender, 1993) Pezo (1994) señala que en vacas lecheras, alrededor del 75% de los elementos minerales consumidos son retornados vía excretas; en animales en crecimiento, esta cifra puede llegar al 90%

En América Latina, más de 25 millones de hectáreas de pasturas (FAOSTAI, 1995) se encuentran en una fase de degradación avanzada (Serrao, 1991); entre las alternativas de recuperación están algunas leguminosas arbóreas. En sistemas silvopastoriles se ha observado que el poró (*Erythrina berteroana*) incrementa significativamente el P en el suelo, en forma espacial y temporal (Cooperband, 1992). El madero negro (*Gliricidia sepium*) es una de las especies más usadas en fincas ganaderas en la zona atlántica de América Central. El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de los árboles leguminosos poró (*Erythrina berteroana*) y madero negro (*Gliricidia sepium*) asociados con *Bracharia brizantha*, sobre la distribución espacial de nutrientes en el suelo cercano a los árboles, en un sistema silvopastoril manejado bajo pastoreo. Estos sistemas se compararon con un sistema de pasturas mejoradas de *Bracharia brizantha* y *Arachis pintoi*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en la finca experimental "Los Diamantes" del Ministerio de Agricultura y Ganadería, en Pococí, Limón, Costa Rica (10°13' N y 83°47' O; 250 msnm). El suelo del área experimental es un *Eutric hapludands* de origen aluvial con fertilidad mediana a alta y buena granulación y drenaje.

Para comparar los sistemas silvopastoriles *B. brizantha* con *E. berteroana* (BP) y *B. brizantha* con *G. sepium* (BM) se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones, con arreglo de parcelas subdivididas. Las parcelas grandes fueron los sistemas y

las subparcelas las profundidades de muestreo, de 0-15 cm y de 15-30 cm; los árboles se plantaron por estacas en línea cada cinco metros en la pastura; las sub-subparcelas fueron las distancias con respecto a la hilera de árboles: 0.5, 1.0, 1.5 y 2.5 m. Para comparar estos sistemas con la asociación de *B. brizantha* con *A. pintoi* (BA) se utilizó un diseño de bloques completos al azar con un arreglo de los tratamientos en parcelas divididas en franjas, donde las parcelas grandes fueron los sistemas utilizados y las subparcelas las profundidades.

El pH se determinó en agua, la acidez intercambiable y el contenido de Ca, Mg, K y P por lectura de absorción atómica (Henríquez *et al.*, 1995). Se utilizó la metodología descrita por Cambardella y Elliot (1992) para dividir la materia orgánica en fracción ligera (FL < 0.52  $\mu$ m) y pesada (FP > 0.52  $\mu$ m); en cada fracción se determinó la materia orgánica por el método de Nelson y Sommer (1980) y el N total por semi-microKjeldahl (Jackson, 1982).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La fertilidad de los suelos (Cuadro 1) se encuentra dentro de los valores normales reportados para los suelos agrícolas del cantón de Pococí (Bertsch, 1987). No se observaron diferencias significativas entre sistemas, pero los contenidos de Ca, Mg, K y P fueron diferentes según la profundidad del muestreo ( $p < 0.05$ ). La mayor concentración de nutrientes está en los horizontes superiores del suelo.

No se encontraron diferencias entre los sistemas (BP) y (BM) versus (BA), a pesar de que los niveles de Ca, Mg, K, y P de 0-15 cm de profundidad fueron mayores para BA. Esto se puede explicar en parte por el hecho de que el tratamiento (BA) fue establecido tres años antes que las parcelas BP y BM, lo que permitió un mayor desarrollo del sistema radical de BA, lo que quizás contribuye a un mayor ciclaje de nutrientes.

Los bajos niveles de P (Cuadro 1) se podrían deber a la alta capacidad de retención de este tipo de suelo, de origen volcánico. El bajo nivel de K puede deberse a las pérdidas por lixiviación, que en las hojas de *Erythrina* son muy altas (Palm y Sánchez, 1990).

Cuadro 1. Variables de fertilidad del suelo para los sistemas BP, BM y BA

VARIABLE	SISTEMA					
	BP		BM		BA	
	0-15 cm	15-30 cm	0-15 cm	15-30 cm	0-15 cm	15-30 cm
pH (agua)	5.68 a	5.73 a	5.69 a	5.76 a	5.68 a	5.73 a
Acidez (cmol/l)	0.28 a	0.24 a	0.25 a	0.24 a	0.22 a	0.22 a
Ca (cmol/l)	2.91 a	2.69 b	3.06 a	2.85 b	3.19 a	2.71 b
Mg (cmol/l)	1.27 a	0.78 b	1.28 a	0.82 b	1.68 a	0.95 b
K (cmol/l)	0.32 a	0.23 b	0.28 a	0.21 b	0.34 a	0.22 b
P (mg/l)	5.38 a	3.86 b	5.58 a	3.91 b	6.16 a	4.91 b

Los valores con diferente letra en la fila, difieren significativamente ( $p < 0.05$ )

La concentración de Mg fue superior a 1-1.5 m de la hilera de árboles, que las otras distancias (Figura 1) debido, posiblemente, a que el material podado se depositó en el centro del surco para que el ganado pudiera comerlo. En las parcelas con *Gliricidia sepium*, que sufrieron una mortalidad del 90%, los aumentos y niveles

del Mg fueron significativamente menores ( $p < 0.05$ ) que los encontrados en el sistema con *E. berteriana* Palm y Sánchez (1990) mencionan que en leguminosas arbóreas, el Mg tiene bajas tasas de pérdida en las hojas en descomposición

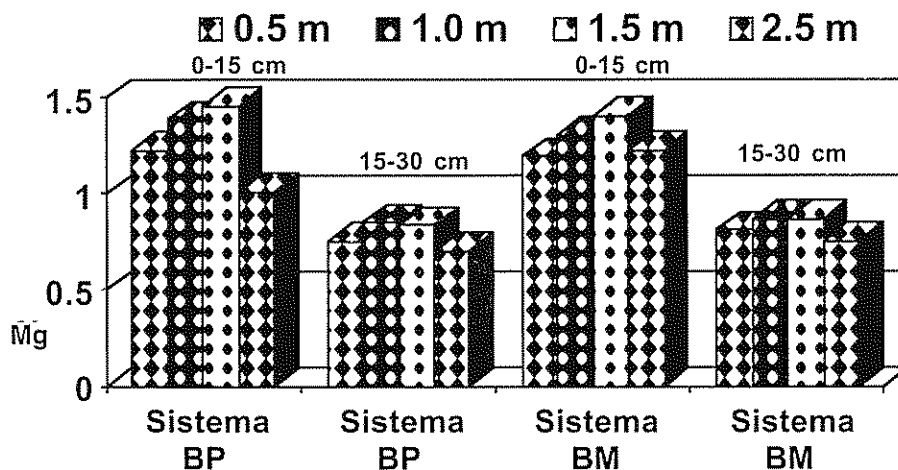


Figura 1. Comportamiento del Mg (cmol/l) en un sistema de *Brachiaria brizantha* en asociación con *Erythrina berteriana* (BP) o *Gliricidia sepium* (BM).



Las concentraciones de P disminuyeron con la profundidad del suelo (Figura 2) debido a la disminución de materia orgánica y de fosfatos orgánicos (Macedo,

1996) Al igual que el Mg, la deposición del material de poda afectó las concentraciones de P a diferentes distancias de la hilera de árboles

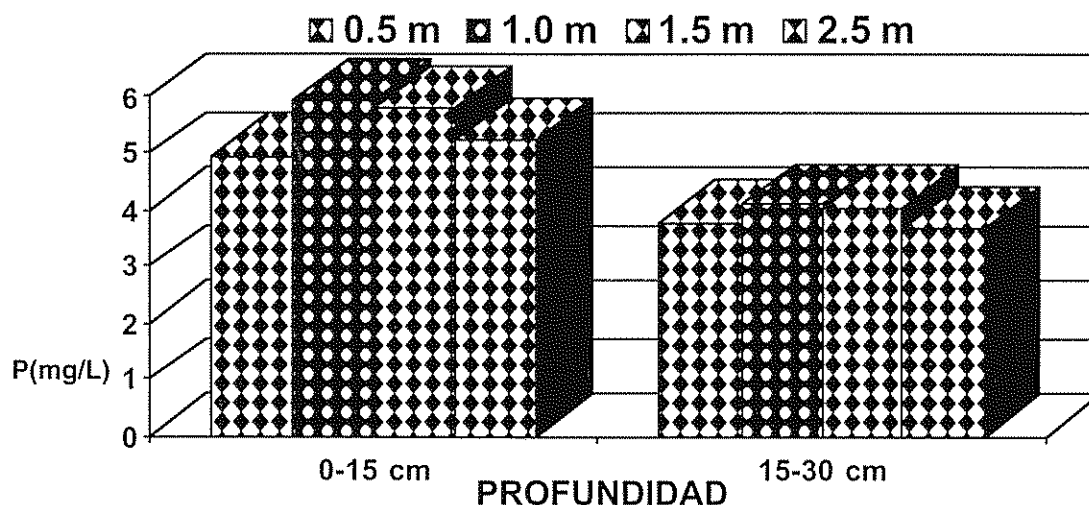


Figura 2. Distribución del P (mg/l) a dos profundidades, según la distancia con respecto a la hilera de árboles

Cooperband (1992) que trabajó en sistemas silvopastoriles con *Erythrina berteroana* en el trópico húmedo de Costa Rica reporta que en suelos volcánicos con una alta afinidad por el P, los exudados radicales juegan un papel importante en el nivel de P en la solución del suelo. Sin la presencia de raíces, cualquier P mineralizado de la descomposición de los residuos orgánicos sería rápidamente removido de la solución por acción biótica y retención abiótica. Desde esta perspectiva, la actividad exploratoria de las raíces del componente arbóreo supondría un mayor efecto en la disponibilidad del P a las distancias de 1 a 1.5 m, pues en este intervalo estarían los puntos activos de las raíces y la mayor fuente de nutrientes (Abarca, S. Com. per).

## CONCLUSIONES

No se detectaron efectos de los árboles sobre la disponibilidad de nutrientes en el suelo. Sin embargo, cabría esperar que en zonas de baja fertilidad o en

praderas degradadas, los sistemas silvopastoriles tengan un efecto significativo de los árboles en el mediano y largo plazo.

## BIBLIOGRAFÍA CITADA

- BERTSCH, F. 1987 Manual para interpretar la fertilidad de los suelos de Costa Rica. 2 ed. San José, C.R. Oficina de Publicaciones de la Universidad de Costa Rica 81 p.
- CAMBARDELLA, C.A.; ELLIOT, E.T. 1992. Particulate soil organic-matter changes across a grassland cultivation sequence. Soil Science Society of America Journal (EE UU) 56: 777-783
- COOPERBAND, L. 1992. Soil phosphorus dynamics in a Humid Tropical silvopastoral system. Tesis Ph D., Ohio, EE UU., Ohio State University 400 p



En zonas de baja fertilidad o en praderas degradadas, los árboles en los sistemas silvopastoriles pueden favorecer el crecimiento de las pasturas *Erythrina berteroana* con *Brachiaria brizantha* (Foto J. Esquivel)

FAO. 1995. FAOSTAT: Software s n t

FASSBENDER, H.W. 1993. Modelos edafológicos de sistemas agroforestales. 2 ed. CATIE. Serie Materiales de Enseñanza no 29. 530 p

HENRÍQUEZ, C.; BERTSCH, F.; SALAS, R. 1995. Fertilidad de suelos. Manual de Laboratorio. San José, C.R., Asociación Costarricense de Ciencia del Suelo. 64 p

JACKSON, M.L. 1982. Análisis químicos de suelos. Trad. José Beltrán Martínez. 4ed. Barcelona, España. Ed Omega. 281 p

MACEDO, J.L.V. 1996. Efecto de la aplicación de enmiendas orgánicas de origen animal y vegetal sobre las formas y disponibilidad del fósforo en el suelo en un sistema de cultivo de callejones. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 54 p

NELSON, D.W.; SOMMERS, L.E. 1980. Total nitrogen analysis of soil and plant tissues. Journal of AOAC International (EE UU.) 63: 770-778.

PALM, C.A.; SANCHEZ, P.A. 1990. Decomposition and nutrient release patterns of the leaves of three tropical legumes. Biotropica (EE UU.) 22: 330-338.

PEZO, D. 1994. Interacciones suelo-planta-animal en sistemas de producción animal basados en el uso de pasturas: Algunas experiencias en el trópico húmedo. In: Curso: Producción e Investigación de Pastos Tropicales (4., 1994, Maracaibo, Ven.). Curso. Maracaibo, Ven., Universidad de Zulia, Facultad de Agronomía. p. 113-140

SERRAO, E.A. 1991. Sustainability of pastures replacing forests in the Latin American humid tropics: The Brazilian Experience. In: DESFIL humid tropical lowlands conference (1991, Panamá, Pan.). Conferencia. Panamá, Pan., s n p irr

## Distribución de raíces finas de *Coffea arabica* y *Eucalyptus deglupta* en cafetales del Valle Central de Costa Rica<sup>1</sup>

Eddy Morales<sup>2</sup>  
John Beer<sup>3</sup>

**Palabras clave:** *Eucalyptus deglupta*, *Coffea arabica*, distribución de raíces finas, competencia subterránea, raíces leñosas, arquitectura de sistemas radiculares, sistemas agroforestales simultáneos, Costa Rica.

<sup>1</sup> Basado en: MORALES, E. 1997. Arquitectura y distribución espacial de raíces de *Eucalyptus deglupta* dentro de un sistema agroforestal simultáneo con *Coffea arabica*. Tesis M. Sc., CATIE, Turrialba, C.R.

<sup>2</sup> M. Sc. en Cuencas, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1997.

<sup>3</sup> Profesor Investigador Principal, CATIE, Turrialba, Costa Rica. E-mail: jbeer@catie.ac.cr

### RESUMEN

Se estudió la distribución espacial de las raíces finas de árboles de *Eucalyptus deglupta* de 1, 4, 5, 6 y 7 años de edad, utilizados como sombra de café en el Valle Central de Costa Rica. La densidad de longitud de raíces finas (DLR) - largo total en cm de todas las raíces finas <2mm de diámetro en cada cm<sup>3</sup> de suelo - de *C. arabica* fue aproximadamente el doble de la DLR de raíces finas de *E. deglupta* en todas las parcelas; sin embargo, las raíces finas de *E. deglupta* son más delgadas, lo que permite explorar el suelo con baja inversión de carbono. La distribución horizontal y vertical de las raíces finas de ambas especies fue similar. En las raíces finas de ambas especies se encontró la tendencia a crecer más en las bandas de abonamiento de *C. arabica*. El "centro de absorción" de las raíces de *E. deglupta* ocurrió en forma de conglomerados, alejándose del eje del árbol a mayores edades. Esto podría dar lugar a modificaciones en el programa de fertilización de los cafetales, en función del desarrollo de los árboles.

FINE ROOT DISTRIBUTION OF *Coffea arabica*  
AND *Eucalyptus deglupta* IN COFFEE  
PLANTATIONS OF THE CENTRAL VALLEY OF  
COSTA RICA

### ABSTRACT

Spatial distribution of the fine roots of *Eucalyptus deglupta* shade trees, ages 1, 4, 5, 6 and 7 years, was studied in coffee (*Coffea arabica*) plantations in the Central Valley of Costa Rica. Root length density (RLD) -total root length in cm of all roots <2mm in diameter in each cm<sup>3</sup> of soil- of *C. arabica* was approximately double the RLD of *E. deglupta* in all plots, but fine roots of this later species were thinner, permitting it to explore the soil with a low carbon investment. Horizontal and vertical distribution of the fine roots of the two species was similar. The fine roots of both species tended to grow more in the fertilisation bands of the *C. arabica*. The "absorption centre" of *E. deglupta* roots occurred in clusters, which became more distant from the tree stem with increasing tree age. This could imply the need to modify the fertilisation programme of these plantations as the trees develop.

## INTRODUCCIÓN

En Costa Rica los incentivos forestales han impulsado la introducción de árboles maderables de rápido crecimiento en los cafetales (*Coffea arabica*), que antes se cultivaban a plena exposición solar o como sistemas agroforestales simultáneos con árboles de sombra como *Erythrina* ssp., *Inga* ssp. y *Gliricidia sepium* (Sánchez, 1994) Una de las especies maderables de mayor difusión en los cafetales es *Eucalyptus deglupta*, con densidades de siembra que por lo general no superan los 200 árboles/ha. Sin embargo, aún a estas densidades y con edades < 10 años, *E. deglupta* puede ocasionar una baja en el rendimiento del café (comunicaciones personales de finqueros costarricenses). La competencia entre *C. arabica* y *E. deglupta* puede ser por radiación en la parte aérea y por agua y nutrientes en la parte subterránea. No hay información cuantitativa sobre los efectos positivos y negativos de la distribución espacial, el crecimiento y los posibles efectos de competencia interespecifica de raíces de *E. deglupta* con *C. arabica*. Se estudió la distribución

espacial de raíces finas en este sistema con el propósito de sugerir mejoras al programa de fertilización de cafetales sombreados por *E. deglupta*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en cinco sitios del Valle Central de Costa Rica (Cuadro 1), cuatro en Naranjo, Alajuela y uno en San Pedro de Barba, Heredia. Los sitios están ubicados a 10°04'N 84°23'O y 10°02'N 84°09'O, entre los 950 y los 1050 msnm, en la zona de Bosque Húmedo Premontano Tropical (Bh-P), con cuatro a cinco meses secos entre diciembre y mayo y una precipitación de 2000-2600 mm año<sup>-1</sup>. La temperatura promedio anual es de 20°C. Las condiciones de sitio, suelo, clima y fisiografía son óptimas para el cultivo del café (Rojas, 1987). Los suelos son Andisoles provenientes de cenizas volcánicas, de texturas franco a franco-arenoso en la capa superficial. A mayor profundidad pueden presentar ciertos grados de compactación, no en forma gradual, sino en capas bien delimitadas de diferente densidad.

Cuadro 1. Caracterización de los sitios de estudio de *Eucalyptus deglupta* con *Coffea arabica*.

Descripción	Finca "Rosario" Tronco Planes	Finca "Rosario" Corte del Piñal	Finca "Rosario" López Nuevo	Finca "Sacramento"	Parcela de ICAFE
área de la parcela (m <sup>2</sup> )	9244	3206	5590	±25000	1877
edad del café (años)	10	10	9	1	7
edad de <i>E. deglupta</i> (años)	4	5	6	1	7
variedad de café	catuaí rojo	catuaí rojo	catuaí rojo	Costa Rica 95	caturra
genotipo de <i>E. deglupta</i>	brotos rojos	brotos rojos	brotos rojos	desconocido	brotos rojos
densidades:					
plantas de café/ha	5540	5540	5540	7086	5540
árboles/ha	173	173	173	100	173

Se escogieron 15 árboles de *E. deglupta*, a razón de tres árboles para cada una de las siguientes edades: 1, 4, 5, 6 y 7 años. Se adaptó el criterio de cuadrantes de van Noordwijk *et al.* (1985) para definir 15 puntos de muestreo de raíces finas por árbol, los que se distribuyeron sistemáticamente en un cuadrante de 1.90 x 1.90 m, con el eje del árbol formando uno de los vértices del cuadrante. Cada punto de muestreo consistió de cinco muestras a diferentes profundidades (0-10, 10-20, 20-30,

30-40 y 40-60 cm), para un total de 1125 muestras (15 árboles x 15 puntos x 5 profundidades).

Las muestras se tomaron en una sola ocasión, con un cilindro de metal de 54 mm de diámetro, una a dos semanas después del inicio de la época de lluvias. Se evaluó la densidad de longitud de raíces (DLR), que corresponde al largo total de raíces finas por volumen de suelo (cm de raíces finas en cada cm<sup>3</sup> de suelo). Después

de lavarlas con agua corriente en tamices de 1 mm de diámetro, se separaron las raíces por especie, sin distinguir entre raíces vivas y muertas y se las almacenó en etanol al 15%. Los valores de DLR se estimaron mediante el procesamiento digital de las imágenes adquiridas a través de un "scanner" comercial. Se emplearon pruebas no paramétricas y un software de interpolación espacial.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El valor total de DLR de *C. arabica* en las cinco plantaciones fue 2.8 veces que el de DLR de *E. deglupta* (Cuadro 2). Eso no significa necesariamente una mayor capacidad competitiva de *C. arabica*; sólo indica una mayor exploración del suelo. Las raíces finas de *E. deglupta* tendieron a ser más delgadas que las de *C. arabica* (33% del total en la clase diametral de 0-0.64

mm para *E. deglupta* vs. 25% para *C. arabica*), por lo que tienen mayores posibilidades de competir exitosamente debido a que son capaces de explorar un volumen dado de suelo con una menor inversión de carbono.

Para la DLR de *E. deglupta* con *C. arabica* en las capas superficiales se encontraron débiles coeficientes de correlación negativos, lo que sugiere que las raíces finas de *E. deglupta* y *C. arabica* tienden a "evitarse" mutuamente. Debido a la distribución heterogénea de las raíces leñosas (Morales, 1997), hubo una elevada variabilidad espacial de la DLR de *E. deglupta*. La diferenciación horizontal fue escasa. Los gráficos de distribución espacial de raíces finas (gráficos de contorno de valores de DLR) mostraron una tendencia de las raíces finas de *E. deglupta* a desarrollarse más en la banda de fertilización donde se concentran las raíces de *C. arabica*, aunque no precisamente en los mismos micrositios (Morales, 1997).

Cuadro 2. Densidad de la longitud de raíces finas de *Coffea arabica* y *Eucalyptus deglupta* (medianas N = 45)

Especie	Profundidad (cm)	Edad de <i>E. deglupta</i> en la parcela*				
		1 año	4 años	5 años	6 años	7 años
<i>C. arabica</i>	0-10	0.023	0.153	0.331	0.466	0.630
	10-20	0.072	0.094	0.141	0.246	0.429
	20-30	0.085	0.060	0.129	0.166	0.326
	30-40	0.072	0.051	0.138	0.138	0.143
	40-60	0.031	0.037	0.081	0.041	0.089
<i>E. deglupta</i>	0-10	0.000	0.169	0.211	0.352	0.120
	10-20	0.000	0.054	0.084	0.133	0.030
	20-30	0.000	0.031	0.063	0.038	0.009
	30-40	0.000	0.031	0.038	0.035	0.012
	40-60	0.000	0.024	0.018	0.008	0.000

\* Para edades de *C. arabica* ver Cuadro 1

Las raíces finas de *E. deglupta* se desarrollan bien en los estratos superficial (58% entre 0-10 cm) y sub-superficial (21% entre 10-20 cm) del suelo (Cuadro 2). Las raíces finas de ambas especies disminuyeron con la profundidad. No se evidenció una estratificación vertical en el crecimiento de raíces finas de *E. deglupta* con respecto a las raíces finas de *C. arabica*.

La DLR disminuyó en las cercanías del árbol conforme aumentó la edad (Figura 1). Este desplazamiento del "centro de absorción" ocurrió en conglomerados de

raíces finas asociados a la ubicación de las raíces laterales y no como una franja o región continua. Se supone que si hay un desplazamiento del centro de absorción, se modificarán las relaciones de competencia entre *E. deglupta* y *C. arabica*. Si se confirma este patrón de crecimiento, es posible que después de algunos años, los centros de absorción de árboles vecinos se traslapen y ocasionen mayores problemas de competencia con los cafetos ubicados a la mitad de distancia entre árboles y no tanto en las áreas más cercanas.

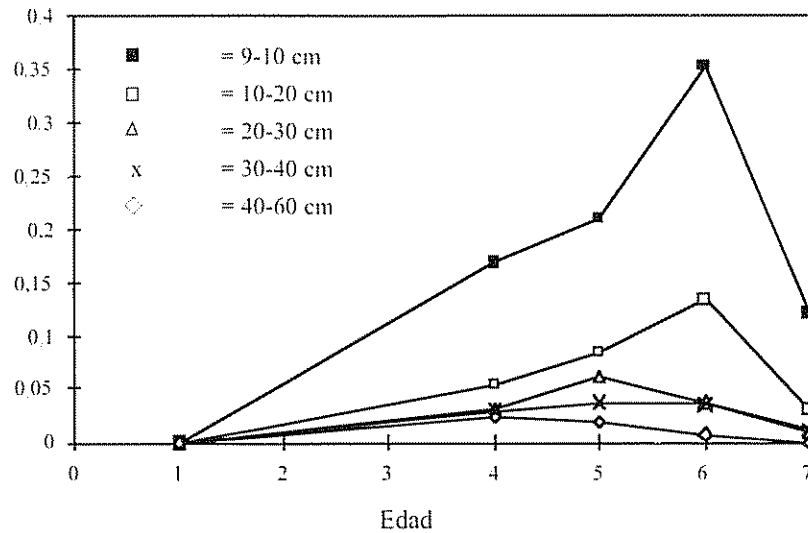


Figura 1 Densidad de longitud de raíces (DLR, cm/cm<sup>3</sup> suelo) de *Eucalyptus deglupta* según edades de los árboles (años) y profundidades del suelo (medianas, N = 45)



Las raíces finas de café (*Coffea arabica*) y *Eucalyptus saligna* tienden a crecer en dirección de las bandas de fertilización del café, lo que podría tener implicaciones para modificar los programas de fertilización de cafetales (Foto L. Meléndez)

La DLR es un parámetro utilizado con frecuencia en la modelación "mecánica" del proceso de absorción de agua y nutrientes y un valor límite de este parámetro se ha asociado a relaciones de competencia intra o interespecífica por nutrientes. Por ejemplo, Gillespie (1989) propuso el valor de DLR de 5 cm/cm<sup>3</sup>, como un límite por encima del cual empieza a haber competencia por nitratos y potasio. Según este criterio, el sistema *E. deglupta*-*C. arabica* estudiado en las condiciones de las fincas y en la época del muestreo no presentaba ningún indicio de competencia por nutrientes (Cuadro 2). La respuesta positiva del café al abonamiento (ICAFE, 1995; ICAFE, 1996) demuestra que puede ocurrir competencia por nutrientes, por lo menos entre cafetos, cuando se encuentran en condiciones de alta radiación y suficiente humedad. No obstante, la respuesta de cultivos perennes al abonamiento puede ser limitada por el grado de sombra utilizado (Willey, 1975). La presencia de raíces finas no es estática y se supone que la cantidad de raíces vivas que entran en competencia varía durante el transcurso del año (Cuenca *et al.*, 1983; Eissenstat y Yanai, 1997; Muñoz y Beer, 1998). Por lo tanto, es necesario verificar el valor crítico de DLR para los sistemas *E. deglupta* y *C. arabica* con diferentes niveles de sombra, antes de concluir que no hay competencia por nutrientes.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En los cafetales examinados, con suelos andisoles provenientes de cenizas volcánicas, pocas limitaciones de fertilidad y profundidad y bajo un programa intensivo de fertilización mineral, una población de 100-173 árboles/ha de *E deglupta* aparentemente no provoca problemas de competencia por nutrientes. La humedad del suelo puede ser un factor crítico para la plantación solamente entre abril y mayo, al final de la estación seca. Sin embargo, en estas plantaciones la sombra fue calificada por sus dueños como excesiva. Aparentemente, los factores limitantes para la producción de *C. arabica* ocurrieron en la parte aérea.

El patrón de distribución espacial de las raíces finas de *E deglupta* permite sugerir que un pequeño incremento anual en las dosis de fertilizantes podría tener un impacto positivo en la producción conjunta de café y madera en plantaciones donde se demuestre que hay competencia por nutrientes. En los primeros 5-7 años de edad de los árboles, el fertilizante adicional se podría distribuir hasta unos 2 m de distancia del eje del árbol; en los siguientes años se debería fertilizar a distancias cada vez mayores, hasta llegar al punto medio entre dos árboles vecinos.

Es importante investigar el efecto de la fertilización dirigida al árbol durante los primeros dos años sobre el desplazamiento del "centro de absorción", para ver si se puede manipular la distribución horizontal de las raíces de los árboles y reducir su desarrollo en la banda de fertilización del café (Schroth, 1995).

## BIBLIOGRAFÍA CITADA

- CUENCA, G.; ARANGUREN, J.; HERRERA, R. 1983. Root growth and litter decomposition in a coffee plantation under shade trees. *Plant and Soil* (Holanda) 71: 477-486.
- EISSENSTAT, D. M.; YANAI, R. D. 1997. The ecology of root lifespan. *Advances in Ecological Research*. (EE UU.) 27:1-60.
- GILLESPIE, A. 1989. Modelling nutrient flux and interspecies root competition in agroforestry interplantings. *Agroforestry Systems* (Holanda) 8: 257-265.
- ICAFE 1995. Informe anual de labores 1994. ICAFE-MAG. 228 p.
- ICAFE 1996. Informe anual de labores 1995. Departamento de Investigación y Transferencia de Tecnología en el Cultivo del Café. ICAFE-MAG. 203 p.
- MORALES, E. A. 1997. Arquitectura y distribución espacial de raíces de *Eucalyptus deglupta* dentro de un sistema agroforestal simultáneo con *Coffea arabica*. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C. R., CATIE. 123 p.
- MUÑOZ, A. F.; BEER, J. W. 1998. Fine root dynamics in *Theobroma cacao* plantations shaded by *Erythrina poeppigiana* or *Cordia alliodora* in Turrialba, Costa Rica. (Submitted to *Agroforestry Systems*)
- ROJAS, O. E. 1987. Zonificación agroecológica para el cultivo del café (*Coffea arabica*) en Costa Rica. IICA. Serie Publicaciones Misceláneas No A1/OCR-87-007. 83 p.
- SANCHEZ, A. 1994. Crecimiento de *Eucalyptus deglupta* y *E. grandis* bajo tres sistemas de plantación a nivel de finca, en la zona de Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C. R., CATIE. 95 p.
- SCHROTH, G. 1995. Tree root characteristics as criteria for species selection and systems design in agroforestry. *Agroforestry Systems* (Holanda) 30: 125-143.
- NOORDWIJK, M. VAN; FLORIS, J.; DE JAGER, A. 1985. Sampling schemes for estimating root density in cropped fields. *Netherlands Journal of Agricultural Science* (Holanda) 33: 241-262.
- WILLEY, R. W. 1975. The use of shade in coffee, cocoa and tea. *Horticultural Abstracts* (G.B.) 45(12):791-798.

## Efecto de la sombra sobre el vigor y producción de *Coffea arabica* var. Caturra después de una poda total del café en Turrialba, Costa Rica<sup>1</sup>

Jenny Estívariz<sup>2</sup>  
Reinhold Muschler<sup>3</sup>

**Palabras claves:** poró (*Erythrina poeppigiana*), café (*Coffea arabica*), sombra, poda, producción, Costa Rica.

<sup>1</sup> Basado en: ESTIVARIZ, C. J. 1997. Efecto de sombra sobre floración y producción de *Coffea arabica* var. Caturra, después de una poda completa en Turrialba, Costa Rica. Tesis M. Sc. CATIE, C.R.

<sup>2</sup> M. Sc. en Agroforestería Tropical, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1997.

<sup>3</sup> Profesor/investigador asistente, Proyecto Agroforestal CATIE- GTZ, Apdo. 126, 7170 CATIE

### RESUMEN

Se comparó la producción de *C. arabica* L. var. Caturra, tres años después de una poda completa, (i) bajo sombra homogénea y heterogénea de *Erythrina poeppigiana* (poró) y (ii) a diferentes distancias de árboles, en Turrialba, Costa Rica (altitud 1000 msnm, precipitación 2700 mm y temperatura 20°C). Aunque el número de frutos por bandola no difirió entre sombras, plantas bajo sombra heterogénea tuvieron un mayor número de bandolas por planta y por ende, una producción significativamente mayor, de 1800 frutos/planta, *versus* 1100 frutos/planta bajo sombra homogénea. Sin embargo, considerando que la pérdida de frutos y el agotamiento de las plantas aumenta con la exposición al sol, se puede anticipar una reducción de esta diferencia en el futuro. El ámbito de distancias cafeto-poró estudiado (<1.5, 1.5 -3 y >3 m) no afectó la producción. La luz fue el factor limitante para la producción de frutos en sombra homogénea.

### EFFECT OF SHADE ON VIGOR AND PRODUCTION OF *Coffea arabica* var. Caturra AFTER COMPLETE COFFEE PRUNING IN TURRIALBA, COSTA RICA.

### ABSTRACT

Production of *Coffea arabica* L. var. Caturra, three years after a complete pruning, under (i) homogeneous and heterogeneous shade of *Erythrina poeppigiana* (poró) and (ii) at different distances from shade trees, was compared in Turrialba, Costa Rica (altitude 1000 msnm, average annual precipitation and temperature 2700 mm and 20°C). Although the number of fruits per branch did not differ significantly between shade systems, plants under heterogeneous shade had a larger number of productive branches and hence a significantly higher potential production of 1800 berries/plant *versus* 1100 berries/plant with homogeneous shade. However, considering that fruit losses and plant exhaustion increase in unshaded conditions, this difference is likely to be smaller in the future. The distance between coffee plants and *E. poeppigiana* (<1.5, 1.5 -3 and >3 m) did not affect production. Light was the limiting factor for production under homogeneous shade.



## INTRODUCCIÓN

La asociación de cafetos con árboles puede mejorar el aprovechamiento del potencial del sitio, moderar el microclima y reducir las exigencias del cultivo. Sin embargo, también se presentan desventajas (Willey 1975; Beer, 1987), por lo que es necesario evaluar el efecto de los árboles de sombra sobre el café en diferentes ambientes. El objetivo de este trabajo fue estudiar la producción de café (*Coffea arabica* var. Caturra) en un ambiente óptimo, bajo dos tipos de sombra de *Erythrina poeppigiana* (poró) y a diferentes distancias entre el cafeto y el árbol de sombra.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El sitio experimental fue la finca "Esmeralda S.A." localizada en Turrialba, Costa Rica, a 1000 msnm, 9°55'16" N y 83°43'17" O, con suelo Typic Hapludand de textura franco-arenosa, en la zona de vida Bosque muy Húmedo Premontano, con una precipitación de 2500 a 3000 mm y una temperatura anual promedio de 20°C. El estudio se realizó en una plantación de café en asocio con poró, podado dos veces al año. Las condiciones del sitio son óptimas para café, aunque la estación seca no está muy marcada (Rojas, 1987).

### Tratamientos y parcelas

El experimento se instaló en un sistema agroforestal de café - poró de nueve años (4500 plantas/ha de café a 1.3 x 1.7 m y 123 árboles/ha de poró a 9 x 9 m). El café había tenido una poda baja o recepa (eliminación de la parte aérea de la planta mediante un corte a 0.30 a 0.40 m del nivel del suelo) en febrero de 1994, cuando la plantación tenía seis años. Este estudio se realizó tres años después de la poda, por lo que se evaluó la primera cosecha post-poda. Se delimitaron dos parcelas de muestreo (área total: 5175 m<sup>2</sup>), una con sombra homogénea de un dosel cerrado de poró, podado selectivamente para lograr un sombreado constante de 40-60% a través del año y la otra con sombra heterogénea de poró al que se le podaron todas las ramas dos veces al año, a una altura de 1.5 a 2.3 m (< 20% sombra). Cada parcela tenía 300 cafetos, que fueron las unidades de muestreo, con un área útil (tratamiento) de 150 plantas de café por parcela (6 filas de 25 cafetos) separadas por un borde de 9 filas de cafetos (Figura 1). La altura total y el diámetro a la altura

del pecho (DAP) de los árboles fueron de 15 m y 39 cm y 3.7 m y 23 cm para sombra homogénea y heterogénea, respectivamente.

### Muestreo, variables y análisis

Se evaluó la producción en 139 y 140 cafetos con sombra heterogénea y homogénea, respectivamente. Para el análisis, se clasificaron los cafetos en tres estratos, según su distancia al poró más cercano: <1.5 m, 1.5-3 m y >3 m. El número de bandolas por planta y por tratamiento se estimó mediante el muestreo aleatorio de 21 cafetos/tratamiento. Las variables evaluadas fueron: número de frutos por bandola (FRUT) y por planta (GRANO), área basal recepada (ABAR), área basal de los ejes productivos (ABP), diámetro de copa (DC), altura (H) y número de bandolas (EJE).

El microclima se caracterizó con mediciones diarias de temperatura (°C), humedad relativa (%) y precipitación (mm) durante el período de estudio (diciembre 1996 a agosto 1997). La radiación fotosintéticamente activa (RAFA) fue medida en transectos por fila con un "Sunfleck Ceptometer" (DECAGON DEVICES).

En el ámbito de la población total y por tratamiento se determinaron los siguientes estadígrafos: desviación estándar, moda, varianza, amplitud y distribución, para las variables FRUT y GRANO, ABAR, ABP, DC, H y EJE. Para comparar los parámetros evaluados se utilizaron las pruebas paramétricas "t", prueba F y Tukey para las variables que tuvieron distribución normal y las pruebas no paramétricas Mann-Whitney y Kruskal-Wallis para las variables no normales. Se analizaron las diferencias (i) entre tratamientos, (ii) entre distancias dentro de cada tratamiento y (iii) entre distancias de los dos tratamientos. El número de bandolas (EJE)/cafeto sólo se comparó entre tratamientos. Además, se hicieron análisis de correlación lineal para cada tratamiento entre las siguientes variables: distancia del cafeto al poró más cercano (DIST), FRUT y GRANO. El grado de asociación lineal fue evaluado con el coeficiente de correlación de Pearson y de rangos de Spearman.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La RAFA fue de 96% en sombra heterogénea y 51% en sombra homogénea. El número de frutos por bandola no

difirió significativamente entre tratamientos, ni entre distancias dentro de tratamientos, ni entre distancias en tratamientos diferentes. La relación flor/fruto fue significativamente más baja en sombra homogénea (1.6) que en sombra heterogénea (1.8).

Las variables altura, diámetro de copa y área basal productiva fueron significativamente mayores en sombra heterogénea que en sombra homogénea, pero no difirieron entre distancias dentro de cada tratamiento. La sombra homogénea redujo la variabilidad en tamaño y producción entre plantas en relación con la sombra heterogénea. El área basal recepada fue similar para todos los grupos comparados, corroborando que no hubo diferencias residuales de sitio o manejo de los tiempos pre-experimentales.

La producción potencial de frutos por cafeto fue un 41% más baja en sombra homogénea (1091 frutos/planta) que en sombra heterogénea (1838 frutos/planta), debido a una reducción en el número de bandolas por planta, de 76 en sombra heterogénea a 45 en sombra homogénea (Figura

2). Al interpretar esta reducción hay que tener en cuenta que se trata de la producción potencial, que supone que todos los frutos contados madurarán y serán cosechados. Como hay que considerar una mayor pérdida de frutos en plantas de café a pleno sol (Muschler 1997a), la diferencia real entre ambos tratamientos al finalizar la cosecha va a ser menor, posiblemente alrededor del 30%. Además, teniendo en cuenta que los datos de producción se refieren a la primera cosecha después de una poda total del café (cuando la planta no tiene ningún tipo de desgaste por cosechas anteriores), se puede anticipar que la diferencia entre tratamientos se reducirá posteriormente, porque las plantas expuestas a mayor radiación tienden a agotarse más rápido que las plantas bajo sombra.

Como los nutrientes (suelos profundos de fertilidad intermedia y niveles de fertilización altos) y el agua (> 2600 mm, sin estación seca marcada) fueron abundantes a través del año, se concluyó que la producción en sombra homogénea fue limitada por la RAFA. Dado que el experimento se realizó en condiciones óptimas para



El manejo de la sombra es parte de una caficultura sostenible. *Erythrina poeppigiana* podada (sin poda al fondo) es una de las especies más utilizadas en Costa Rica (Foto R. Muschler)

café, este resultado confirma el efecto negativo de árboles en zonas óptimas postulado por el modelo de Muschler (1997b)

Las correlaciones entre el número de frutos de un cafeto y su distancia al árbol de poró más cercano fueron bajas y no significativas en ambas condiciones de sombra. Esto sugiere una alta compatibilidad entre *Erythrina poeppigiana* y café. La variabilidad, tanto de producción por planta como de altura de los cafetos, fue mucho mayor en sombra heterogénea que en sombra homogénea

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La sombra homogénea redujo la variabilidad de los cafetos, el número de bandolas por planta y la producción potencial en un 41% en relación con la sombra heterogénea.
- La distancia de los cafetos al poró más cercano no afectó la producción bajo ningún tipo de sombra.
- Aunque la producción del primer año después de la recepa del café es mayor bajo sombra heterogénea, hay que considerar que una diferencia del 41% sobre-estima la diferencia real, porque se deben restar las pérdidas de frutos debidas a enfermedades, efectos directos del sol, granos de mala calidad, etc., en la sombra heterogénea. Considerando además que los cafetos bajo sombra heterogénea mostraron un agotamiento más fuerte que bajo sombra homogénea, es probable que esta diferencia se reduzca aún más en las siguientes cosechas, cuando se notará el desgaste de las plantas expuestas al sol.
- Los cafetos pueden producir cantidades aceptables de café bajo sombra homogénea; al mismo tiempo, los árboles protegen el suelo y se tiene un sistema de producción sostenible.
- Se requieren los datos de varios años para evaluar la sostenibilidad a largo plazo. Se debe valorar el aporte de la sombra homogénea a la protección del suelo en los dos años posteriores a una poda total,

cuando el suelo bajo sombra heterogénea queda completamente expuesto al sol y a la lluvia durante largo tiempo.

### BIBLIOGRAFÍA CITADA

- BEER, J. 1987. Advantages, disadvantages and desirable characteristics of shade trees for coffee, cacao and tea. *Agroforestry Systems* (Holanda) 5: 3-13.
- ESTIVARIZ C., J. 1997. Efecto de sombra sobre la floración y producción de *Coffea arabica* var. Caturra, después de una poda completa en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C. R.. CATIE. 73 p.
- MUSCHLER, R. 1997a. Efectos de diferentes niveles de sombra de *Erythrina poeppigiana* sobre *Coffea arabica* vars Caturra y Catimor. In: Simposio Latinoamericano de Caficultura (18., 1997, San José, C.R.) Memorias. IICA. Serie Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos A1/SC. p: 157-162.
- . 1997b. Sombra o sol para un cafetal sostenible: un nuevo enfoque de una vieja discusión. In: Simposio Latinoamericano de Caficultura (18., 1997, San José, C.R.) Memorias. IICA. Serie Ponencias, Resultados y Recomendaciones de Eventos Técnicos A1/SC. p: 471-476.
- ROJAS, O. 1987. Zonificación agroecológica para el cultivo del café (*Coffea arabica*) en Costa Rica. IICA. Serie Publicaciones Misceláneas no A1/OCR-87-007. 83 p.
- WILLEY, R. W. 1975. The use of shade in coffee, cocoa and tea. *Horticultural Abstracts* (Holanda) 45(12): 791-798.

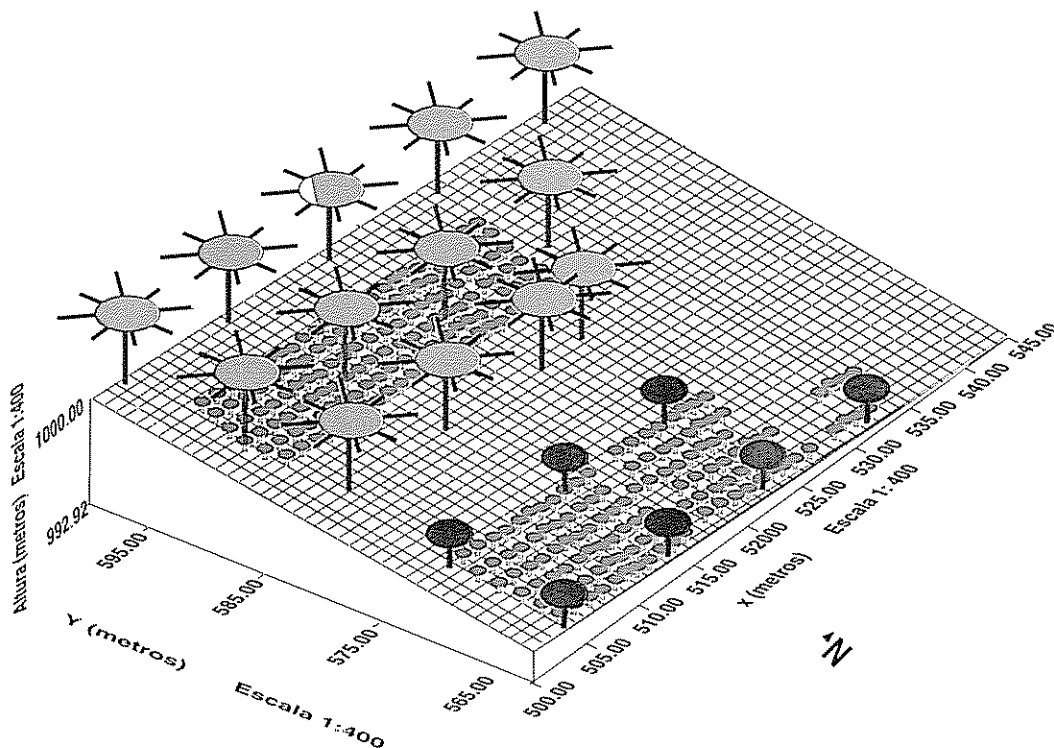


Figura 1. Relieve del área de estudio y cafetos muestreados (tratamientos) con sombra homogénea (parte superior) y sombra heterogénea (parte inferior) Para mayor claridad es omitieron los cafetos del borde. La Esmeralda, Turrialba.

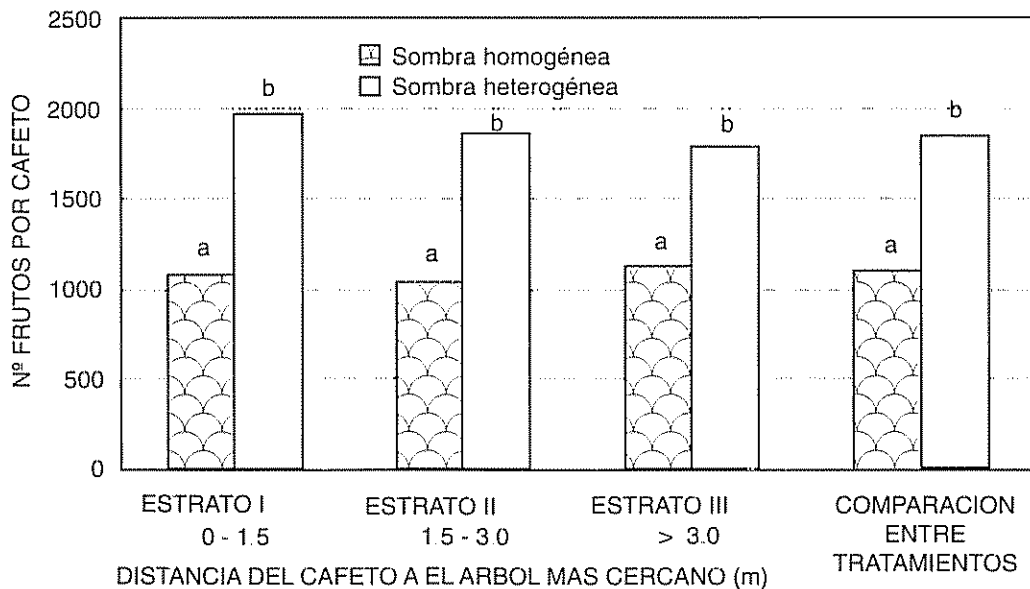


Figura 2. Producción potencial (# de frutos antes de la cosecha) por planta, bajo sombra homogénea y heterogénea y a tres distancias del árbol vecino.

## Crecimiento del laurel (*Cordia alliodora*) en sistemas agroforestales de Talamanca, Costa Rica y Changuinola, Panamá<sup>1</sup>

Roberto Valdivieso<sup>2</sup>  
Eduardo Somarriba<sup>3</sup>  
Glen Galloway<sup>4</sup>  
William Vázquez<sup>5</sup>  
Donald Kass<sup>6</sup>

**Palabras clave:** laurel (*Cordia alliodora*), cacao (*Theobroma cacao*), plátano (*Musa AAB*), índice de sitio, productividad maderable, mortalidad, agroforestería, Panamá, Costa Rica.

### RESUMEN

Se evaluó el crecimiento, sobrevivencia e índices de sitio de árboles de laurel (*Cordia alliodora*) en seis sistemas agroforestales (SAF). El crecimiento siguió este orden: sistema cacao-laurel-plátano > Taungya > cacaotales nuevos > cacaotales establecidos > plantaciones en línea > plantación pura. El índice de sitio, para una edad base de cinco años, estuvo influido por el SAF. Las causas de mortalidad del laurel variaron entre sitios y entre sistemas. Como causas de mortalidad elevada se destacan: altos niveles freáticos, drenaje lento, suelos arcillosos deficientes en P y con exceso de bases y sitios con alto riesgo de inundación.

### GROWTH OF LAUREL (*Cordia alliodora*) IN AGROFORESTRY SYSTEMS IN TALAMANCA, COSTA RICA AND CHANGUINOLA, PANAMÁ

### ABSTRACT

Growth, survival, and site indices of laurel trees (*Cordia alliodora*) used in six agroforestry systems was evaluated. Comparative growth rates were: cacao-laurel-plantain system > Taungya > new cacao plantations > established cacao plantations > line plantings > pure laurel stands. Site indices at a base age of five years were influenced by the agroforestry system. Causes of mortality of the laurel varied among systems and sites. The most common causes of increased mortality were: high water tables, restricted drainage, clay soils with P deficiency and high base saturation, and sites with a high risk of flooding.

<sup>1</sup> Basado en Valdivieso, R. 1997. Crecimiento del laurel (*Cordia alliodora*) [Ruiz y Pavon] Oken) como componente maderable de sistemas agroforestales en Talamanca, Costa Rica y Changuinola, Panamá.

<sup>2</sup> M. Sc. en Agroforestería Tropical, CATIE, Turrialba, Costa Rica

<sup>3</sup> Profesor Investigador Asociado, CATIE, E-mail: esomarri@catie.ac.cr

<sup>4</sup> Forestal, Líder Proyecto Transforma, CATIE, E-mail: galloway@catie.ac.cr

<sup>5</sup> Silvicultor, Jefe Banco semillas forestales, CATIE E-mail: wvasquez@catie.ac.cr

<sup>6</sup> Profesor Investigador Principal, CATIE. E-mail: dkass@catie.ac.cr

## INTRODUCCIÓN

El laurel (*Cordia alliodora*) es una especie nativa del trópico americano, donde crece en plantaciones puras o asociado con pastos, caña de azúcar, café, cacao y cultivos anuales. Por sus características: copa abierta y poco densa, fuste recto y libre de ramas en un 50 a 60% de la altura total, aún a campo abierto, auto-poda, crecimiento rápido y madera valiosa, es un componente idóneo para sistemas agroforestales.

Desde 1987 se ha estudiado el crecimiento de *C. alliodora* en seis tipos de sistemas agroforestales en las zonas de Talamanca, Costa Rica y Changuinola, Panamá. El objetivo del trabajo fue evaluar el desarrollo del laurel en esos ensayos y explicar su crecimiento de acuerdo con factores fisiográficos, edáficos y de manejo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Las parcelas están ubicadas en el cantón de Talamanca, en la provincia de Limón, al sureste de Costa Rica (CR) y en el distrito de Changuinola, en la provincia de Bocas del Toro, al noreste de Panamá, en la zona de vida Bosque Húmedo Tropical. La temperatura media anual varía entre los 25 y 30°C, la altitud entre los 100 y 200 msnm y la precipitación entre los 2500 y los 3000 mm. La mayoría de los suelos pertenecen al orden Inceptisol.

El taungya (TA) y la plantación pura (PP) se establecieron en una finca ubicada sobre una terraza alta del río Sixaola, en la localidad de Olivia, CR; se plantaron cuatro parcelas de cada sistema. El taungya consistió en la siguiente secuencia de cultivos: tres ciclos de maíz (*Zea mays*), uno de jengibre (*Zingiber officinalis*) y arazá (*Eugenia stipitata*) un frutal permanente (Beer *et al.*, 1994; Lucas *et al.*, 1995).

Las plantaciones en línea (PL) o linderos se establecieron en CR, en nueve fincas ubicadas en la planicie costera y sobre una loma (Luján y Camacho, 1994; Luján *et al.*, 1996); se sembraron tres parcelas en cada una, con una distancia entre árboles de 2.5 m. Los ensayos con cacaotales nuevos (CN) se establecieron en dos fincas, con un espaciamiento de 6 x 6 m; una de estas fincas, con tres parcelas, se encuentra en la planicie costera, en

Puerto Viejo, Costa Rica y la otra, con cuatro parcelas, en las lomas de Fila Almirante, en Panamá (Somarriba *et al.*, 1995; Somarriba *et al.*, 1996). En los cacaotales viejos (CV) se reemplazaron los árboles de sombra antiguos con laureles plantados a 7 x 7 m. Se establecieron cinco ensayos en Panamá; dos en la planicie aluvial del río Sixaola en Guabito y tres en las lomas de Fila Almirante (Somarriba y Beer, 1994; Somarriba y Domínguez, 1994). Los sistemas cacao-laurel-plátano (CLP) se establecieron en dos fincas ubicadas en las planicies aluviales del río Changuinola, en Panamá. El laurel se plantó a 12 x 12 m; la proporción de cacao y plátano en las parcelas fue variable (Somarriba, 1994; Somarriba *et al.*, 1994).

Se evaluaron las propiedades químicas (fertilidad) y físicas de los suelos a una profundidad de 0 a 20 cm (textura, densidad aparente, porosidad, compactación o resistencia a la penetración, drenaje, riesgo de inundación, pedregosidad por volumen de suelo y profundidad efectiva), las variables fisiográficas (altitud, pendiente, posición topográfica, forma del terreno, erosión) y el manejo (vegetación colindante y SAF).

Se analizó el crecimiento en altura, diámetro y volumen y la relación altura/diámetro. Para calcular la mortalidad no se consideraron los replantes realizados durante el primer año. Para calcular el índice de sitio (IS) o altura dominante a la edad base de cinco años, se eligieron los cinco árboles más altos de cada parcela. Los IS de las diferentes parcelas se agruparon en clases de sitio alta, media y baja. Para determinar la asociación entre las clases de sitio y los SAF, se realizó una prueba de Chi cuadrado. Se obtuvieron dos modelos por regresión lineal múltiple para estimar el IS, el primero en función de las variables edafo-fisiográficas y el segundo en función de las variables de sitio, más las de manejo. Se utilizó una prueba de t para comparar las parcelas con más de 30% de mortalidad a los dos años con las de menos de 30%, con la finalidad de detectar las variables de sitio que podrían ser causa de mortalidad.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Mortalidad y raleo

En TA y PP hubo poca mortalidad, 6 y 15%, respectivamente (Cuadro 1) distribuida en forma

uniforme en el tiempo y atribuible a problemas de drenaje y compactación. En estos sistemas, los raleos empezaron temprano (el tercer año) y fueron de baja intensidad. Los linderos tuvieron la mortalidad acumulada más alta, 52% (Cuadro 1), debido a inundaciones, mal drenaje, napa freática alta, compactación de suelos, competencia de bejucos, otras plantas trepadoras y gramíneas, además de daños por quemas y deshierbas con machete (Luján y Camacho, 1994; Luján *et al.* 1996). Los raleos se realizaron entre el tercero y el sexto año. La mortalidad en cacaotales nuevos y viejos fue de 20 a 26%. En los CLP la mortalidad fue de apenas un 2% y no hubo necesidad de raleo debido a la baja densidad de la plantación (Cuadro 1).



Los árboles de laurel (*Cordia alliodora*) crecen mejor cuando están asociados con cultivos que se manejan intensivamente (Foto E Somarriba)

### Crecimiento

Los árboles de laurel alcanzaron mayor crecimiento en altura y diámetro por sistema, según el siguiente orden: CLP > TA > CN > CV > PL > PP. Las diferencias entre sistemas son muy claras desde el punto de vista del volumen: CLP es cinco veces mayor que PP a los seis años y el doble de sus inmediatos seguidores, TA y CN.

A los dos años ya se distinguían bien dos grupos, compuestos por los sistemas de crecimiento rápido: CN, CLP y TA y los de crecimiento lento: PP, CV y PL (Cuadro 2)

Los raleos realizados en TA durante el tercero y el cuarto año permitieron que el incremento corriente anual (ICA) en volumen siguiera aumentando; al quinto año el ICA disminuyó, lo que indica que los raleos eran oportunos, pero de muy baja intensidad. En CN, el ICA disminuyó en el cuarto año, pero el raleo permitió observar un mejor desarrollo de los árboles del sexto al séptimo año. El ICA en volumen más bajo fue para PP, que ya había sufrido una merma en el cuarto año, pero los raleos continuos permitieron un alza en el quinto (cuadro 2)

El más joven de los sistemas evaluados, CLP, aún mantiene en ascenso el incremento medio anual en volumen y aunque en las dos últimas mediciones mostró una merma en el ICA, el ICA actual es casi el doble que el de CN y casi cinco veces el de PP. Debido a su baja densidad, no requiere raleo. Aunque los incrementos en volumen están disminuyendo, siguen siendo los más altos de entre los SAF analizados. El laurel llega a superar los 50 cm de diámetro a los 30 años (Somarriba y Beer, 1987). En el caso de los CLP, estas dimensiones se alcanzarán mucho antes

### Relación altura/diámetro

En rodales densos, la competencia hace que el crecimiento de los árboles disminuya, lo que afecta primero el diámetro y luego la altura. Por eso en PP el laurel muestra una relación altura/diámetro alta en comparación con los otros sistemas. Además de la competencia entre árboles, en PP y PL hubo competencia con malezas; en los otros SAF, la sombra de los árboles y/o del cultivo (cacao, arazá y plátano) y el manejo agrícola dificultaron la proliferación de malezas. Se hubiera esperado que los linderos tuvieran mayor diámetro por unidad de altura dado que cuentan con más luminosidad, pero no fue así, lo que indica que hubo competencia con la vegetación colindante, las malezas y entre los mismos árboles del lindero. El CLP tuvo mayor desarrollo en diámetro por unidad de altura, porque los árboles nunca compitieron por luz ni entre ellos ni con los cultivos; además, tenían otras ventajas, pues contaron con fertilizaciones más frecuentes que los otros sistemas

(tres veces por año) y con un terreno drenado artificialmente, debido a los requerimientos del plátano y el cacao.

#### Variables que afectan el Índice de Sitio (IS)

Las correlaciones más altas con el IS corresponden a las variables de manejo. Los árboles asociados con cultivos como cacao o arazá tuvieron mayor crecimiento que los rodeados por bosque secundario o pastizales. Los mejores SAF fueron entonces para CLP, los cacaotales nuevos y viejos y el taungya; los linderos y las plantaciones puras quedaron por debajo. La mayoría de las parcelas estaba en un fondo plano, donde los árboles se desarrollaron mejor que en las pendientes. Según la clasificación de Bertsch (1995), en 17 parcelas el suelo presentaba deficiencias de fósforo. Con estas variables se elaboró el modelo siguiente:

$$IS = 12\,67276 + 0\,18331 P - 0\,06778 \text{ Arcilla} + 1\,09302 \text{ Mg}$$

(R<sup>2</sup> = 43%)

#### Correlación de la mortalidad con las variables de sitio

Las variables de manejo son las que presentan mayor grado de correlación con la mortalidad a los dos años. La alta asociación con SAF se explica porque la mayoría de las parcelas con alta mortalidad son linderos. Se detectó mayor mortalidad en los suelos más arcillosos, deficientes en P y con exceso de bases, características que podrían coincidir con terrenos mal drenados.

## CONCLUSIONES

De acuerdo con el crecimiento de los árboles de laurel, los sistemas agroforestales evaluados presentan el siguiente orden: CLP > IA > CN > CV > PL > PP, lo que demuestra que cuánto más intenso es el manejo del cultivo asociado, mayores pueden ser los beneficios para el crecimiento de los árboles.

Para lograr un crecimiento individual rápido, es necesario que los árboles dispongan de condiciones de desarrollo adecuadas desde los primeros años, que es cuando se producen los máximos incrementos en diámetro y altura.

Las variables edafo-fisiográficas más relacionadas con el crecimiento de los árboles de *C. alliodora* resultaron ser directamente proporcionales al contenido de P y Mg, e inversamente proporcionales al contenido de arcilla y a la relación (Ca+Mg)/K. El tipo de sistema agroforestal fue la variable más correlacionada con el crecimiento de los árboles. La altura dominante resultó no ser un buen indicador del potencial del sitio, ya que este valor estuvo muy influido por el manejo y por la competencia por los recursos del sitio (incluyendo luz) durante los primeros años.

Finalmente, se concluye que la selección de sitios fértiles y bien drenados es importante para establecer plantaciones de laurel, pero es aún más importante asociarlo con cultivos y manejarlo adecuadamente.

Cuadro I. Densidad y crecimiento de *Cordia alliodora* en sistemas agroforestales de Talamanca, Costa Rica y Changuinola, Panamá.

SAF	Edad (años)	Densidad inicial <sup>a</sup> (árboles/ha)	Mortalidad (%)	Raleo (%)	Densidad actual <sup>a</sup> (árboles/ha)	Altura (m)	DAP (cm)	Altura/DAP (m/cm)	Volumen (m <sup>3</sup> /árbol)
TA	8.7	556	6	48	253	21.4	28.6	75	0.638
PP	8.7	1111	15	51	374	18.6	19.8	94	0.329
PL	9.1	400	52	21	107	21.1	27.4	77	0.608
CN	7.0	278	20	18	174	22.9	27.4	84	0.543
CV	7.5	204	26	0	151	20.5	23.0	89	0.404
CLP	6.2	69	2	0	68	23.1	33.2	69	0.871

<sup>a</sup> La densidad de PL se mide en árboles/km



Cuadro 2. Volumen individual (m<sup>3</sup>/árbol) por edad (años) de árboles de *C. alliodora* en sistemas agroforestales de Talamanca, Costa Rica y Changuinola, Panamá.

SAF/ Edad	1	2	3	4	5	6	7	8	9
TA	0.026	0.066	0.156	0.308	0.410	n	n	n	0.657
PP	0.025	0.050	0.084	0.108	0.170	n	n	n	0.342
PL	0.025	0.040	0.081	0.132	0.245	0.318	0.455	0.536	0.600
CN	0.030	0.076	0.165	0.244	0.390	0.414	0.543	-	-
CV	0.025	0.048	0.093	0.136	0.225	0.330	0.378	-	-
CLP	0.031	0.069	0.184	0.408	0.630	0.846	-	-	-

Sistemas agroforestales (SAF): Taungya con arazá (TA), plantación pura (PP), plantación en línea (PL), cacao tal nuevo (CN), cacao tal viejo (CV), cacao-laurel-plátano (CLP); n: no se registraron datos ese año; -: los SAF no alcanzaron aún esa edad

### BIBLIOGRAFÍA CITADA

- BEER, J.; KAPP, G.B.; LUCAS, C. 1994. Alternativas de reforestación: Taungya y sistemas agrosilviculturales permanentes vs. plantaciones puras. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no 230. 25 p.
- BERTSCH, F. 1995. Manual para interpretar la fertilidad de los suelos de Costa Rica. 2 ed. San José, C.R., Universidad de Costa Rica. 80 p.
- LUCAS A., C.; BEER, J.; KAPP, G. 1995. Reforestación con maderables: Sistemas agrosilviculturales vs. plantaciones puras en Talamanca, Costa Rica; Resultados agrícolas y forestales. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no 243. 65 p.
- LUJAN, R.; BEER, J.; KAPP, G. 1996. Manejo y crecimiento de linderos de tres especies maderables en el valle de Sixaola, Talamanca, Costa Rica. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no 241. 69 p.
- LUJAN, R.; CAMACHO, B. 1994. Manejo y crecimiento de linderos: resultados de ensayos del Proyecto agroforestal CATIE/GTZ de tres especies maderables en la zona de Talamanca, Costa Rica. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no 224. 94 p.
- SOMARRIBA, E. 1994. Sistemas cacao-plátano-laurel; el concepto. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no 226. 33 p.
- SOMARRIBA, E.; BEER, J.W. 1987. Dimensions, volumes and growth of *Cordia alliodora* in agroforestry systems. Forest Ecology and Management (Holanda) 18 (2): 113-126.
- SOMARRIBA, E.; BEER, J. 1994. Maderables como alternativa para la sustitución de sombra de cacaotales establecidos; el concepto. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no 238. 29 p.
- SOMARRIBA, E.; DOMÍNGUEZ, L. 1994. Maderables como alternativa para la sustitución de sombra en cacaotales establecidos; manejo y crecimiento. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no 240. 95 p.
- SOMARRIBA, E.; DOMÍNGUEZ, L.; LUCAS, C. 1994. Cacao-Plátano-Laurel; Producción agrícola y crecimiento maderable. Resultados de ensayos del Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ en la región de Changuinola, Panamá. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no 233. 71 p.
- SOMARRIBA, E.; DOMÍNGUEZ, L.; LUCAS, C. 1996. Cacao bajo sombra de maderables en Ojo de Agua, Changuinola, Panamá; Manejo, crecimiento y producción de cacao y madera. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no 276. 49 p.
- SOMARRIBA, E.; MELÉNDEZ, L.; CAMPOS, W.; LUCAS, C. 1995. Cacao bajo sombra de maderables en Puerto Viejo, Talamanca, Costa Rica; Manejo, crecimiento y producción de cacao y madera. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no 249. 73 p.

## Efecto de barbechos mejorados de *Acacia mangium* sobre la disponibilidad de fósforo en *Vigna unguiculata* en un Ultisol ácido <sup>1</sup>

Fellicita González<sup>2</sup>  
Donald Kass<sup>3</sup>

**Palabras clave:** Barbecho mejorado, fósforo, *Acacia mangium*, *Vigna unguiculata*, suelos ácidos, encalado, fracciones de fósforo, reciclaje de nutrientes, Panamá.

<sup>1</sup> Basado en González, F. 1997. Efecto de la *Acacia mangium* Will como barbecho mejorado, sobre la disponibilidad de fósforo en cultivos posteriores en un Ultisol ácido. Tesis M.Sc. CATIE, Turrialba. C.R.

<sup>2</sup> M. Sc. en Agroforestería Tropical, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1997.

<sup>3</sup> Profesor Investigador Principal, CATIE, Turrialba, Costa Rica. E-mail: dkass@catie.ac.cr

### RESUMEN

Se evaluó el efecto de un barbecho mejorado de *Acacia mangium* con frijol caupí (*Vigna unguiculata*), sobre la disponibilidad de fósforo y otros nutrimentos en un Ultisol (Plinthic Haplohumult). El estudio constó de dos ensayos; el primero fue un barbecho de *A. mangium* de seis años de edad, con adición de diferentes niveles de enmienda calcárea a la siembra. El segundo fue un barbecho sin árboles, de un año de edad, con enmienda calcárea y fósforo inorgánico. *A. mangium* recicla importantes cantidades de manganeso, lo que puede ser un problema para cultivos sensibles. Al incrementarse la aplicación de cal al suelo, disminuyó el nivel de manganeso en el cultivo indicador (caupí). El fraccionamiento del P orgánico e inorgánico del suelo al final del experimento indicó que el barbecho de *A. mangium* aumentó la fracción orgánica, pero no afectó las fracciones inorgánicas.

**EFFECT OF AN IMPROVED FALLOW OF *Acacia mangium* ON PHOSPHORUS AVAILABILITY FOR *Vigna unguiculata* ON AN ACID ULTISOL**

### ABSTRACT

The effect of an improved fallow of *A. mangium* on the availability of phosphorus and other nutriments in an Ultisol soil (Plinthic Haplohumult) was evaluated. *Vigna unguiculata* (cowpea) was used as the biological indicator crop. The experiment consisted of two trials: the first one was a six year old *A. mangium* fallow in which different lime levels had been applied at the time of planting; the second was one year old fallow without trees, to which lime or lime plus phosphate fertilizer was applied. *A. mangium* was found to recycle significant amounts of manganese (Mn) which can become a problem for crops susceptible to Mn toxicity. Mn levels in the cowpea indicator crop decreased with lime application. Fractionation of the organic and inorganic P in the soil at the end of the trial indicated that the *A. mangium* fallow increased organic P fractions while leaving inorganic P fractions unaffected.

## INTRODUCCIÓN

El propósito de introducir barbecho arbóreo en un sistema de cultivos es mejorar la fertilidad del suelo y obtener algunos productos forestales (Chidumayo, 1988). Según Kass *et al.* (1994), es necesario estudiar nuevas especies de árboles que mejoren los barbechos tanto económica (leña, madera, frutas y otros) como biológicamente (fijadores de nitrógeno, control de malezas, etc.). El barbecho mejorado surge como una alternativa para mejorar los sistemas de agricultura migratoria, transformándolos en sistemas agroforestales estables (Nair, 1993). Una de las principales limitaciones para el establecimiento y persistencia de los sistemas agroforestales es la disponibilidad de fósforo para el cultivo asociado (Ruiz, 1991). El objetivo de esta investigación fue determinar la efectividad del barbecho mejorado de *Acacia mangium* para suplir nutrimentos a los cultivos posteriores y evaluar la interacción entre la enmienda calcárea y la disponibilidad de fósforo en el sistema.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Centro de Enseñanza e Investigaciones Agropecuarias de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá, localizado en el corregimiento de Chiriquí, provincia de Chiriquí, Panamá, a 8°23'40" de latitud N y 82°20'03" de longitud O, a 25 msnm, con una temperatura promedio de 26°C y 2919 mm de precipitación anual. El sitio corresponde a la formación Bosque Húmedo Tropical Basal. El suelo es un Ultisol (Plinthic Haplohumult) arcilloso, bien drenado, pobre en bases y con alta saturación de aluminio. Se realizaron dos ensayos, uno sobre una plantación de *A. mangium* de seis años de edad, que se utilizó como barbecho mejorado, con caupí (*Vigna unguiculata*) como cultivo indicador; el otro se estableció sin árboles, en octubre de 1996. Para cada ensayo se evaluaron tres tratamientos dispuestos en bloques completos al azar con tres repeticiones.

En el primer ensayo, los tratamientos fueron:

- 1) *Acacia mangium* sin cal (0 kg ha<sup>-1</sup> de CaCO<sub>3</sub>)
- 2) *Acacia mangium* + cal 50% (2435 kg ha<sup>-1</sup> de CaCO<sub>3</sub>)
- 3) *Acacia mangium* + cal 100% (4870 kg ha<sup>-1</sup> de CaCO<sub>3</sub>)

En el ensayo sin árboles, los tratamientos fueron:

- 1) Testigo (sólo caupí, sin enmienda)
- 2) Cal 50% (2435 kg ha<sup>-1</sup> de CaCO<sub>3</sub>)
- 3) Cal 50% (2435 kg ha<sup>-1</sup> de CaCO<sub>3</sub>) + 50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

Para evaluar la fertilidad del suelo se realizaron muestreos según la metodología descrita por Díaz-Romeu y Hunter (1978), análisis foliares con la metodología de Howeler (1983) y un muestreo de la madurez fisiológica del cultivo, con submuestras de los componentes (hoja+tallo, vainas y raíz). Para evaluar las fracciones de fósforo en el suelo se realizaron dos muestreos a 0-5 cm de profundidad, a los 30 días de la siembra y al final del ciclo de cultivo. Las muestras se analizaron con el método de Hedley *et al.* (1982) más las modificaciones propuestas por Macêdo (1996). Cada ensayo se analizó por separado; se recurrió al análisis de varianza y a las pruebas de comparaciones múltiples de Duncan y se realizaron correlaciones entre las variables evaluadas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El mejor rendimiento de caupí se obtuvo con el tratamiento 3 (cal 2435 kg ha<sup>-1</sup> + 50 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>) del ensayo sin árboles. En el barbecho de *A. mangium* no se encontraron diferencias significativas, pero con el tratamiento 2 (cal 2435 kg ha<sup>-1</sup>) se obtuvo el mayor rendimiento (Cuadro 1).

Cuadro 1. Rendimiento de frijol caupí en Chiriquí, Panamá (kg/ha).

Tratamiento	sin árboles	con árboles
testigo	245	358
cal 50%	407	503
cal 100%	1054	480

Los contenidos de P y otros nutrimentos en la hoja de frijol para los ensayos con y sin árboles (Cuadro 2) fueron bajos (Bertsch, 1995).

Cuadro 2 Contenido de nutrimentos en hojas de frijol caupí (*Vigna unguiculata*) a la floración Chiriquí, Panamá. 1997.

Trat	N	K	Ca	Mg	P	B	Fe	Cu	Mn	Zn
	%					ppm				
1*	3,3 a	1,5 a	1,4 b	0,2 a	0,1 a	13,2 a	94,6 a	9,3 a	488 a	33 a
2*	3,4 a	1,4 a	2,0 a	0,2 b	0,1 a	12,2 a	89,7 a	6,6 b	318 b	32 a
3*	3,1 a	1,4 a	2,3 a	0,2 b	0,1 a	13,9 a	97,4 a	6,8 a	259 c	33 a
1	3,6 b	1,2 a	1,6 b	0,2 b	0,1 b	8 a	92 a	8 a	321 a	46 a
2	3,9 b	1,6 a	2,6 a	0,2 a	0,1 b	14 a	86 a	8 a	189 a	48 a
3	4,5 a	1,3 a	2,7 a	0,3 a	0,2 a	15 a	314 a	8 a	243 a	40 a

Valores seguidos de la misma letra en las columnas no difieren significativamente (Duncan 5%)

1= Testigo sin árbol

1\*= Cal 0% + árbol

2= Cal 50% sin árbol

2\*= Cal 50% + árbol

3= Cal 50% + P sin árbol

3\*= Cal 100% + árbol

En el ensayo sin árboles, los mayores promedios de calcio, magnesio y fósforo se obtuvieron en el tratamiento 3. El sistema de barbecho de *A. mangium* presentó promedios superiores para potasio y zinc; estos elementos se liberan rápidamente en el suelo a través de la mineralización. El calcio en el barbecho no está en un nivel óptimo para la planta, lo que indica que no hay un ciclaje importante de este elemento.

Se encontraron altas concentraciones de manganeso en las hojas de frijol, pero estas disminuyeron cuando se aplicó la enmienda calcárea, lo que es importante, pues el manganeso puede incrementar la acidez de los suelos y causar problemas de toxicidad a cultivos posteriores.

La distribución porcentual del fósforo en el frijol a la

madurez fisiológica fue, para ambos ensayos, del 63% en las vainas, el 22% en hoja-tallo y el 15% en la raíz. Esto representa una salida importante del elemento del sistema en la cosecha. Para el calcio, el porcentaje mayor (67%) se localiza en hoja-tallo, al igual que el 65% de manganeso y el 47% de potasio. Estos nutrientes son reciclados en el sistema porque los residuos de las cosechas se dejan en el campo. Los mayores porcentajes de hierro y cobre se localizan en la raíz, con promedios de 85% y 48%, para los dos ensayos.

La mayor cantidad de P total extraído (369 mg kg<sup>-1</sup>) se observa en el primer muestreo para el tratamiento 2 con árboles (2435 kg ha<sup>-1</sup> de CaCO<sub>3</sub>), lo que indica que la adición de la enmienda calcárea contribuyó a la neutralización del Al (Cuadro 3).

Cuadro 3 Contenido de fósforo (mg/kg<sup>-1</sup>) en las fracciones orgánicas (Po), inorgánicas (Pi) y P total en el primer muestreo de suelo Chiriquí, Panamá. 1997.

Fracciones de fósforo	TRATAMIENTOS					
	sin árboles			con árboles		
	1	2	3	1*	2*	3*
Pi resina	0,4 a	0,3 a	0,4 a	0,3 a	0,3 a	0,4 a
Pi NaHCO <sub>3</sub>	3,1 a	3 a	4 a	3 a	3 a	2 a
Pi NaOH	33 b	32 b	45 a	39 a	38 a	39 a
Pi HCl	0,9 a	1 a	1,1 a	0,6 a	0,7 a	0,9 a
Po NaHCO <sub>3</sub>	34 a	39 a	42 a	35 a	31 a	34 a
Po NaOH	154 a	145 a	150 a	141 b	168 a	131 b
P residual	104 a	108 a	111 a	97 a	129 a	155 a
P total	328 a	328 a	354 a	315 a	369 a	362 a

Valores seguidos por la misma letra en las hileras no difieren significativamente (Duncan 5%).

1= Testigo sin árbol

1\*= Cal 0% + árbol

2= Cal 50% sin árbol

2\*= Cal 50% + árbol

3= Cal 50% + P sin árbol

3\*= Cal 100% + árbol

Cuadro 4. Contenido de fósforo (mg/kg-1) en las fracciones y P total de las muestras de suelo, segundo muestreo. Chiriquí, Panamá. 1997

Fracciones de fósforo	TRATAMIENTOS					
	sin árboles			con árboles		
	1	2	3	1*	2*	3*
Pi resina	0,4 a	0,4 a	0,7 a	0,4 a	0,4 a	0,4 a
Pi NaHCO <sub>3</sub>	2,1 a	1,5 a	3,1 a	1,9 a	1,4 a	1,5 a
Pi NaOH	29 a	30 a	38 a	34 a	33 a	22 a
Pi HCl	1,1 a	1,1 a	1,2 a	0,6 a	0,7 a	0,8 a
Po NaHCO <sub>3</sub>	32 a	34 a	36 a	35 a	30 a	35 a
Po NaOH	99 a	95 a	88 b	105 a	113 a	108 a
P residual	155 a	147 a	183 a	132 a	163 a	144 a
P total	319 a	309 a	350 a	310 a	341 a	312 a

Valores seguidos por la misma letra en las hileras no difieren significativamente (Duncan 5%)

1= Testigo sin árbol

1\*= Cal 0% + árbol

2= Cal 50% sin árbol

2\*= Cal 50% + árbol

3= Cal 50% + P sin árbol

3\*= Cal 100% + árbol

Los tratamientos no afectaron las fracciones inorgánicas lábiles de P en el primer muestreo en ninguno de los dos ensayos. Sin embargo, los valores de P inorgánico capturado por la resina tienden a ser más altos en el segundo muestreo para casi todos los tratamientos (Cuadro 4).

En estudios realizados por Paniagua (1992) se encontró que el Pi resina aumenta con el tiempo, sobre todo en tratamientos con fertilización y adiciones orgánicas. En este ensayo, el P orgánico se acumuló durante el barbecho de *A. mangium* (seis años). En el periodo de cultivo, el contenido de P orgánico disminuyó, pasando a las fracciones inorgánicas. Los resultados encontrados en este ensayo indican que, en este suelo, el fósforo en las fracciones lábiles pasó rápidamente a fracciones recalcitrantes, las que no son extraídas fácilmente por la planta. Con el tiempo, las fracciones de fósforo cambian en distinta forma para los tratamientos con y sin árboles. Los residuos de *A. mangium* redujeron la tendencia del fósforo a acumularse en las fracciones residuales no disponibles. En presencia de árboles, el P se acumuló en las fracciones orgánicas, que están más disponibles para los cultivos subsecuentes. Los aumentos de fósforo en las fracciones lábiles como resultado de las aplicaciones de cal y fósforo no fueron significativos ni duraderos, lo que

indica una dificultad para incrementar el fósforo disponible para la producción de cultivos.

## CONCLUSIONES

- La capacidad de *Acacia mangium* para mejorar suelos ácidos es limitada, aunque se aplique cal al momento de la siembra. Propiedades químicas como el pH y el nivel de acidez intercambiable no mejoraron después de seis años de crecimiento. El barbecho de *A. mangium* no suministró niveles satisfactorios de macro-nutrientes para el frijol caupí.
- *Acacia mangium* recicla altas cantidades de manganeso, que se detectó en los tejidos del caupí e influyó desfavorablemente en el rendimiento.
- El barbecho aporta fósforo orgánico al fósforo total; las fracciones inorgánicas son similares para ambos ensayos. La fracción de P orgánico en estos suelos (muy fijadores) es muy importante, porque actúa como depósito del P reciclado.
- Los cambios en las fracciones inorgánicas de P en el suelo variaron con el tiempo en ambos ensayos, siendo mayor la tendencia a acumular P en forma no disponible en ausencia de árboles.
- El mayor rendimiento de caupí se obtuvo en ausencia de árboles, aplicando cal y fósforo inorgánico al suelo al momento de la siembra.



El mayor rendimiento del frijol caupi (*Vigna unguiculata*) se obtuvo en ausencia de árboles, aplicando cal y fósforo inorgánico al suelo en la siembra (Foto F. González)

## BIBLIOGRAFÍA CITADA

- BERTSCH, F. 1995. La fertilidad de los suelos y su manejo. San José, C.R., Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. 164 p.
- BOWMAN, R.; COLE, C. 1978. An exploratory method for fractionation of organic phosphorus from grassland soils. *Soil Science (EE.UU.)* 125(2):95-101.
- CHIDUMAYO, E.N. 1988. Integration and role of planted trees in a bush fallow cultivation system in central Zambia. *Agroforestry Systems (Holanda)* 7:63-76.
- DIAZ-ROMEU, R.; HUNTER, A. 1978. Metodología de muestreo de suelos, análisis químico de suelo y tejido vegetal e investigación en invernadero. Turrialba, C.R., CATIE. 68 p.
- HEDLEY, M.J.; STEWART, J.W.; CHAUHAN, B.S. 1982. Changes in inorganic, and organic soil phosphorus fractions induced by cultivation practices and by laboratory incubations. *Soil Science Society of America Journal (EE.UU.)* 46(5):970-976.
- HOWELER, R.H. 1983. Análisis del tejido vegetal en el diagnóstico de problemas nutricionales: algunos cultivos tropicales. Cali, Col., CIAT. 28 p.
- KASS, D.; FOLETTI, C.; SZOTT, L.T.; LANDAVERDE, R.; NOLASCO, R. 1994. Sistemas tradicionales de barbecho de las Américas. In: *Agroforestería en desarrollo. Educación, Investigación y Extensión*. Ed. L. Krishnamurthy y J.A. Leos-Rodríguez. Chapingo, Méx., Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. p. 110-125.
- MACEDO, J.L.V. 1996. Efecto de la aplicación de enmiendas orgánicas de origen animal y vegetal sobre las formas y disponibilidad de fósforo en el suelo en un sistema de cultivo en callejones. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 54 p.
- NAIR, P.K. 1993. An introduction to agroforestry. Holanda, Kluwer. 498 p.
- PANIAGUA, A.M. 1992. Metodología de fraccionamiento de fósforo del suelo, en un sistema de cultivo en callejones. Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 92 p.
- RUIZ, P. 1991. Phosphorous fertilizer: an essential input to sustain agroforestry systems. *Better Crops International*. 7 (1):8-11.

## Efectos del pastoreo bovino sobre la regeneración de tres especies arbóreas comerciales del Chaco Argentino: un método de protección<sup>1</sup>

Martín Simón<sup>2</sup>  
Muhammad Ibrahim<sup>3</sup>  
Bryan Finegan<sup>4</sup>  
Danilo Pezo<sup>5</sup>

**Palabras clave:** *Schinopsis balansae*,  
*Prosopis nigra*, *Geoffroea decorticans*,  
fitomasa, pastoreo, forraje, daño,  
palatabilidad, Chaco, Argentina.

<sup>1</sup> Basado en: Simón, M. P. 1997. Consecuencias del pastoreo bovino sobre la regeneración arbórea de tres especies comerciales en el Chaco Argentino, un método de protección. Tesis M.Sc, CATIE, C.R.

<sup>2</sup> M. Sc. en Manejo de bosques y de la Biodiversidad, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1997.

<sup>3</sup> Investigador Científico, CATIE. E-mail: mibrahim@catie.ac.cr

<sup>4</sup> Profesor Investigador Asociado, CATIE, E-mail: bfinegan@catie.ac.cr

<sup>5</sup> Consultor en forrajes Tropicales y Nutrición Animal. Tel. (506)234-2503; E-mail: dpezo@cañari.ucr.ac.cr

### RESUMEN

Se estudiaron los cambios en la fitomasa herbácea y el daño en tres especies maderables (*Schinopsis balansae*, *Prosopis nigra* y *Geoffroea decorticans*) cuando se inicia el pastoreo con diferentes niveles de disponibilidad de forraje en la Cuña Boscosa Santafesina del Chaco Argentino. Se evaluaron dos tratamientos con tres repeticiones: pasto cortado (testigo) y pasto acumulado. Ambos tratamientos fueron pastoreados con una carga instantánea de 3 125 UA/ha (1 UA= 400 kg de peso vivo)

La disponibilidad de fitomasa herbácea descendió de 3-5 ton/ha (peso seco) al inicio del pastoreo a 0-1.2 ton/ha después de 30 días de pastoreo. El porcentaje de árboles dañados fue menor en el tratamiento con pasto acumulado (48 vs 65%). Se observaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre especies maderables y entre tiempos de pastoreo. *G. decorticans* y *P. nigra* tuvieron un menor porcentaje de plantas dañadas que *S. balansae*, con promedios de 45, 65 y 86% para el pasto cortado y 43, 45 y 76% para el pasto acumulado, respectivamente. Se concluye que la disponibilidad de forraje afecta el nivel de daño que el pastoreo de los vacunos provoca sobre la regeneración arbórea de *S. balansae*, *P. nigra* y *G. decorticans*. Estas especies difieren en palatabilidad, según este orden: *S. balansae* > *P. nigra* > *G. decorticans*.

### EFFECTS OF PASTURING CATTLE ON THE REGENERATION OF THREE COMMERCIAL TREE SPECIES OF THE ARGENTINE CHACO: A METHOD OF PROTECTION

#### ABSTRACT

Changes in the herbaceous biomass and the damage to three timber species (*Schinopsis balansae*, *Prosopis nigra* and *Geoffroea decorticans*) when grazing was begun with different levels of forage availability, was studied in the Santa Fe Forest Triangle of the Argentine Chaco. Two treatments were evaluated with three replications: cut pasture (control) and accumulated pasture. Both treatments were grazed at an instantaneous intensity of 3 125 AU (1 AU = 400 kg of live weight)

Availability herbaceous biomass decreased from 3-5 t/ha (dry weight) at the beginning of the grazing period to 0-1.2 t/ha after 30 days of grazing. The percentage of damaged trees was lower in the accumulated pasture treatment (48 vs 65%). Significant differences ( $p < 0.05$ ) were observed among tree species and grazing times. *G. decorticans* and *P. nigra* had a smaller percentage of damaged plants than *S. balansae* with means of 45, 65 and 86% for cut pasture and 43, 45 and 76% for the accumulated pasture, respectively. It was concluded that forage availability affects the level of damage which cattle grazing causes to regeneration of *S. balansae*, *P. nigra* and *G. decorticans*. These species differ in palatability with *S. balansae* > *P. nigra* > *G. decorticans*.

## INTRODUCCIÓN

El pastoreo en bosques es más frecuente en las zonas secas que en las húmedas (Lamprecht, 1990). El déficit hídrico impide las actividades agrícolas, pero permite la tenencia de bovinos, ovinos y caprinos. En la Cuña Boscosa Santafesina, en el Gran Chaco Sudamericano, la producción forestal y ganadera se desarrolla sobre las mismas superficies. Durante los meses secos, cuando la disponibilidad del pastizal natural llega a ser muy baja, los animales provocan severos daños en la regeneración natural de las especies arbóreas y hacen peligrar la sostenibilidad de la producción forestal (Adamoli *et al.*, 1990).

Si se restringe el pastoreo en pequeños sectores de las fincas (entre un 5 y un 10% del área), se eleva la disponibilidad de forraje y se pueden minimizar los daños sobre la regeneración arbórea del bosque natural. Después de tres o cuatro años con este manejo, la regeneración arbórea alcanza alturas en las que ya no resulta afectada por el pastoreo. En este trabajo se estudiaron los cambios en fitomasa herbácea y en el daño en tres especies maderables (*Schinopsis balansae*, *Prosopis nigra*, *Geoffroea decorticans*) cuando se inicia el pastoreo con diferentes niveles de disponibilidad de forraje.

## METODOLOGÍA

El estudio se realizó en una parcela de 12 ha, dividida en seis unidades experimentales de dos ha cada una. Se evaluaron dos tratamientos con tres repeticiones: Tr1: pasto cortado (testigo); Tr2: pasto acumulado. Cada unidad experimental se pastoreó con una carga instantánea de 3.125 UA/ha (1UA= 400 kg de peso vivo). En la parcela completa (12 ha) no se pastoreó durante los 11 meses anteriores al pastoreo experimental, que se realizó entre el 22 de abril y el 22 de mayo de 1997. En el Tr1 el pasto se cortó con motoguadaña a 15 cm; en el Tr2 no se cortó. La biomasa herbácea se midió antes del ingreso de los animales y a los 10, 20 y 30 días de pastoreo; la última medición fue posterior al retiro de los animales. Para analizar los datos se utilizó un diseño completamente al azar, con parcelas divididas en el tiempo. Las especies estudiadas fueron: *S. balansae* (Anacardiaceae), *P. nigra* var *Ragonesei* (Leguminosae

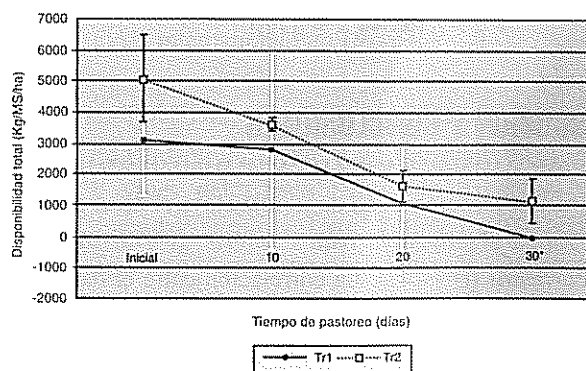
subfamilia Mimosoideae) y *G. decorticans* (Leguminosae subfamilia Faboideae).

En cada unidad experimental se trazaron cuatro transectos y se marcaron 96 individuos de cada especie. Se evaluó el daño de los árboles a los 10, 20 y 30 días de pastoreo. En cada período de pastoreo se midió el daño sobre un tercio de las plantas y se clasificó como severo, medio, bajo o no dañado, dependiendo de la longitud de tallo perdido por ramoneo. Para evaluar la disponibilidad de forraje se utilizó el método BOTANAL (Haydock y Shaw, 1975; Mannelje y Haydock, 1963), que estima la producción de materia seca (MS) por doble muestreo.

## RESULTADOS

### Disponibilidad de forraje

La disponibilidad de fitomasa descendió de 3-5 ton MS/ha al inicio del pastoreo, a 0-1.2 ton MS/ha a los 30 días (Figura 1). El tratamiento sin corte inicial (pasto acumulado) siempre mantuvo niveles más elevados de fitomasa que el tratamiento con corte.



Tr1: pastizal cortado a 15 cm, barra desviación estándar clara.

Tr2: pastizal no cortado, barra desviación estándar oscura

\*Diferencia significativa ( $p < 0.05$ )

Figura 1. Efecto del corte y los días de pastoreo sobre la disponibilidad de fitomasa total.

### Daño sobre la regeneración arbórea

El porcentaje promedio de plantas dañadas fue menor para el tratamiento con pasto acumulado que para el tratamiento con pasto cortado (48 vs 65%). Se observaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre especies y en el tiempo de pastoreo (Cuadro 1). En ambos



tratamientos el porcentaje de plantas dañadas aumentó cuando se prolongó el período de pastoreo; este efecto fue más marcado para el tratamiento con menor disponibilidad de pasto (Tr1). Las especies *G*

*decorticans* y *P. nigra* tuvieron un menor porcentaje de plantas dañadas que *S. balansae*, con un promedio de 45, 65 y 86% para el pasto cortado y 43, 45 y 76% para el pasto acumulado, respectivamente.

Cuadro 1. Efecto de diferentes tratamientos y días de pastoreo sobre el porcentaje de plantas dañadas de *Schinopsis balansae*, *Prosopis nigra* y *Geoffroea decorticans*

Tratamiento	días de pastoreo	<i>S. balansae</i>	<i>P. nigra</i>	<i>G. decorticans</i>	promedio
pasto cortado	10	81*	52	31	55
	20	83	67**	42	64
	30	94**	76**	62**	77
promedio		86	65	45	65
pasto acumulado	10	66*	37	24	42
	20	68	45**	27	47
	30	76**	45**	43**	55
	promedio	30	58	69	48

\*  $p < 0.05$ ; \*\*  $p < 0.001$

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La menor disponibilidad de forraje eleva el nivel de daño en forma significativa para *P. nigra* ( $r^2 = -0.50$ ) y *G. decorticans* ( $r^2 = -0.47$ ). La correlación entre el daño y la disponibilidad de forraje no resultó significativa para *S. balansae*. La preferencia de los animales por *S. balansae* podría deberse a que el tamaño y la densidad de las hojas son mayores que en *P. nigra* y *G. Decorticans*, y los bovinos prefieren plantas con mayor densidad de hojas (Torres, 1981; Poppi y Norton, 1995) o con hojas de mayor tamaño. También influye la presencia de mecanismos físicos de defensa como espinas y ramas más duras (Miñon *et al.*, 1991), que siguen este orden: *G. decorticans* > *P. nigra* > *S. balansae*. Se concluye que hay una relación inversa entre la disponibilidad de fitomasa del pastizal natural y el daño que el pastoreo de los vacunos provoca sobre la regeneración arbórea de estas especies, las que difieren en palatabilidad según el orden *S. balansae* > *P. nigra* > *G. decorticans*.

Si se inicia el pastoreo con unas 5 ton/MS/ha de disponibilidad de fitomasa total es posible preservar sin daño el 50% de los individuos de la regeneración, después de 30 días de pastoreo con tres vacas por ha. Para esto es necesario impedir el pastoreo en pequeños sectores de la finca, en forma rotativa (Grulke, 1994; Saravia y Del Castillo, 1989). Algunos potreros deberán ser de uso exclusivamente ganadero; en otros, quizás resulte factible un enriquecimiento con especies nativas.

## BIBLIOGRAFÍA CITADA

- ADAMOLI, J.; SENNHAUSER, E.; ACERO, J.M.; RESCIA, A. 1990. Stress and disturbance: vegetation dynamics in the dry Chaco region of Argentina. *Journal of Biogeography*. 1990., 17: 4-5, 491-500.
- GRULKE, M. 1994. Propuesta de Manejo Silvopastoril en el Chaco Semiárido. Quebracho, Revista de la Facultad de Ciencias Forestales. Santiago del Estero, Argentina. 2: 5-13.



Mediante la regulación de la oferta de forraje y la duración del pastoreo es posible preservar el 50% de los árboles de la regeneración natural (Foto M. Simón)

HAYDOCK, K. P.; SHAW, N. H. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husbandry* 15: 169-171

LAMPRECHT, H. 1990. *Silvicultura en los trópicos*. Traducido del alemán por A. Cacillo. Eschborn, Alemania, GTZ. 365 p.

MANNETJE, L. T.; HAYDOCK, K. P. 1963. The dry weight rank method for the botanical analysis of pasture. *Journal of the British Grassland Society (G B)* 18: 268-275.

MIÑÓN, D.; FUMAGALLI, A.; AUSLENDER, A. 1991. Hábitos alimentarios de vacunos y caprinos en un bosque de la región chaqueña semiárida. *Revista Argentina de Producción Animal (Argentina)* 11 (3): 275 - 283

POPPI, D. P.; NORTON, B. W. 1995. Intake of tropical legumes. *In: Tropical Legumes in Animal Nutrition*. Mello J. P. and Devendra C. (eds) CAB International. pp 191-230.

SARAVIA TOLEDO, C.; DEL CASTILLO, E. 1989. Aplicación de sistemas de uso múltiple en los bosques del Chaco Semiárido Argentino. V Jornadas Técnicas: Uso Múltiple del Bosque y Sistemas Agroforestales. Eldorado, Misiones, Argentina. Pp 30-43.

TORRES, D. 1983. The role woody perennials in animal husbandry. *Agroforestry Systems (Holanda)* 1: 131-167.



## Diagnóstico y diseño agroforestal

Eduardo Somarriba<sup>1</sup>

### INTRODUCCIÓN

La agroforestería es una forma de uso de la tierra que puede incrementar la productividad, diversificar la producción y mejorar la sostenibilidad ecológica. Estos beneficios se alcanzan cuando las recomendaciones agroforestales responden a las condiciones particulares de cada finca, de cada sistema de producción y de cada productor. La metodología de Diagnóstico y Diseño agroforestal (D&D) es una herramienta valiosa para interpretar y manejar los sistemas agroforestales de una finca.

El Diagnóstico y Diseño agroforestal se centra en el análisis del componente leñoso perenne, de sus interacciones con los otros componentes productivos, de su manejo y de su utilización por parte de la familia que administra la tierra (ROCHELEAU y VONK, 1983). El D&D visualiza la finca como un sistema donde interactúan el hombre, los sistemas de producción y el entorno ambiental y económico (RAINTREE, 1987).

En D&D no hay una receta. Numerosos ejercicios en la década de los 80's mostraron que, en cada aplicación, era necesario ajustar las metodologías específicas a las condiciones de campo, respetando ciertos lineamientos generales. En este artículo se presenta una versión de D&D, ilustrada con las conclusiones de un ejercicio realizado en 1997 en una finca de la Comunidad de Guayabo Abajo, Turrialba, Costa Rica. Esta versión corresponde a un D&D exploratorio, rápido, basado en 15 sesiones de trabajo de medio día cada una.

### LA METODOLOGÍA

El D&D tiene una etapa de Diagnóstico y otra de Diseño. El **DIAGNOSTICO** abarca aspectos biofísicos, agroforestales, sociales y económico-financieros. El **DISEÑO** responde a los criterios de productividad, sostenibilidad y potencial de adopción.

En el **diagnóstico biofísico** es necesario medir: 1) la asignación de tierra a las actividades productivas y no productivas de la finca (análisis de superficies); 2) las plantaciones en líneas (análisis lineal) y 3) las oportunidades y limitaciones de la finca y de su entorno ambiental.

Para el análisis de superficies, se le pide al finquero que dibuje un mapa de su finca, que luego se verifica y ajusta mediante un recorrido de campo con él y una corta entrevista con un formulario en el que se anotan usos y áreas, de acuerdo con la estimación del propietario y la observación del analista. El análisis de las plantaciones lineales requiere otros recorridos, donde con ayuda del finquero se verifican colindancias, linderos, divisiones internas, caminos, ubicación de los rompevientos u otro tipo de plantaciones lineales. Además, se identifican y discuten los factores que favorecen o limitan la producción (excesiva pendiente, vientos fuertes, variaciones de drenaje, buenos y malos suelos, etc.).

En el **diagnóstico agroforestal** se trata de responder a las siguientes preguntas: 1) ¿Dónde están las leñosas perennes (LP) de la finca? 2) ¿En qué sistemas de producción? 3) ¿Cuáles son las LP (composición botánica)?, 4) ¿Cuántas son? (abundancia) 5) ¿Cuáles y cuántos productos o beneficios aportan? (producción) 6) ¿Qué efectos favorables o desfavorables producen en los otros componentes de los sistemas de la finca? (interacciones). Esta información se recolecta mediante recorridos, identificación de especies y conteos y se anota en formularios. Se estiman las producciones con el finquero y se identifican sus percepciones sobre los efectos negativos o positivos de las leñosas perennes

<sup>1</sup> Profesor Investigador Asociado, CATIE, Turrialba, Costa Rica E-mail: esomarri@catie.ac.cr

sobre los otros componentes de los sistemas de producción.

Mediante el **Diagnóstico social** se pretende conocer: 1) objetivos y visión actual y futura del finquero y del grupo familiar; 2) estructura familiar, educación y empleo y 3) oportunidades y limitaciones del grupo familiar. Esta información se obtiene mediante entrevistas estructuradas alrededor de temas como los enumerados más abajo y un formulario para anotar los datos de la familia.

Se conversa con el finquero y con los otros miembros del grupo familiar, tratando de que respondan a las siguientes preguntas: ¿Cuáles son los objetivos del productor y de su familia? ¿Cuáles son las expectativas sobre el desarrollo personal? (ej. ¿tiene muchos proyectos? ¿quiere comprar más tierra para ampliar la finca? ¿quiere producir hortalizas?) ¿Cuáles son las fuentes de ingresos y los sistemas de producción más importantes de la finca? (ej. tiene café, pero su interés principal son los frutales) ¿Cómo ven el futuro? ¿Cómo será su finca dentro de cinco años y cómo era hace cinco años? ¿Cómo ve el futuro de sus hijos en términos de empleo y educación? ¿Qué limitaciones tiene y cuáles son sus principales problemas? ¿Cuáles son sus ventajas?

En el **diagnóstico económico-financiero** se pretende lograr una visión de los factores de producción (tierra, mano de obra y capital) y los factores externos (mercados, comercialización, precios, asistencia técnica y legislación forestal) que afectan las decisiones de manejo en la finca. Los datos se obtienen mediante una o varias entrevistas y formularios sobre manejo, costos, insumos, productos y precios.

Se pretende obtener información sobre la tenencia de la tierra y otras formas de posesión (medierías, préstamo, alquiler), el empleo de los miembros de la familia y la contratación de mano de obra, los volúmenes y la estabilidad de los mercados y de los precios de los productos que la finca puede producir. ¿Cuáles son las oportunidades y limitaciones de la finca? ¿Hay mercados cercanos, buenas vías de comunicación, alternativas de empleo, disponibilidad de mano de obra, tierras buenas y abundantes? ¿Cómo se perciben los precios de los insumos y de la mano de obra?

**El diseño de alternativas agroforestales** es la búsqueda de las oportunidades que permitan manejar, en forma óptima, el componente leñoso en los sistemas de producción de la finca. Se evalúan las oportunidades razonando sobre la situación actual y sobre el potencial del componente leñoso en los diferentes sistemas de producción. Se intenta responder preguntas específicas como: ¿Qué oportunidades tenemos de incrementar la producción maderable en el lote de macadamia (*Macadamia integrifolia*), o en el sector utilizando para la producción de frijol (*Phaseolus spp.*), maíz (*Zea mays*) y hortalizas? ¿Qué secciones de las plantaciones en líneas permiten la introducción de más cítricos (*Citrus spp.*) maderables o pejívalle (*Bactris gasipaes*), postes de cerca o leña para la casa? ¿Qué posibilidades hay de plantar un rompeviento en el alto de la loma donde queremos producir papaya (*Carica papaya*) porque tiene el suelo fértil, plano y sin piedras? ¿Cómo vamos a aprovechar el potencial de los caminos internos para producir naranjas y mandarinas y al mismo tiempo, mejorar el paisaje de la finca? ¿Cómo vamos a incrementar los beneficios y servicios que ofrecen varios tipos de leñosas perennes en los potreros? ¿Dónde producir las estacas necesarias para amarrar el tomate (*Lycopersicon esculentum*)? ¿Qué especie de arbusto utilizar para hacer setos que aislen visualmente la casa de la calle? Si la legislación forestal prohíbe aprovechar maderables en las orillas de la quebrada, ¿qué frutales u ornamentales introducir allí sin entrar en conflictos legales?

La optimización del manejo de las leñosas perennes depende del contexto específico de cada sistema de producción. ¿Son las densidades de laurel adecuadas para la producción de café? ¿Qué especies, a qué espaciamientos y en qué orientación se debe plantar el rompevientos? ¿Cómo podemos optimizar la producción del huerto casero? ¿Qué especies de frutales podemos introducir en los linderos de los potreros sin que el ganado los afecte, que proyecten poca sombra y que produzcan adecuadamente, aún con la competencia del pasto? ¿Cuál es la



tolerancia de la papaya y de las hortalizas a la sombra de laurel (*Cordia alliodora*)? ¿Qué nuevos sistemas hay que introducir? ¿Cómo vamos a modificar los existentes?

Las alternativas se evalúan desde el punto de vista de los posibles incrementos en la productividad, de sus efectos sobre la sostenibilidad y de su potencial de adopción. Una vez desarrolladas por el analista, las alternativas agroforestales se exponen al finquero en el campo, a fin de conocer su criterio acerca de la posibilidad de adoptarlas, sin otro incentivo que su propio interés.

## AGROFORESTERÍA EN UNA FINCA DE GUAYABO ABAJO

### Diagnóstico biofísico y agroforestal

La finca consta de dos parcelas separadas que miden nueve y seis hectáreas, respectivamente. Aunque las parcelas están cerca, su fisonomía es muy diferente. En la primera de ellas se cultiva caña de azúcar en el 70% del área, hay casi una ha de macadamia y pequeñas áreas dedicadas a la producción de yuca (*Manihot esculenta*), una reforestación con cedro amargo (*Cedrela odorata*) que se utiliza para potrero, y papaya, que es uno de los proyectos actuales. La segunda parcela es una especie de barbecho (regeneración natural de diferentes especies y edades, sin orden espacial aparente), con muchos laureles de todos los tamaños, todos de regeneración natural. No hay divisiones internas, sólo campos cultivados y abandonados. Se practica una agricultura migratoria interna, en la que se "limpian" ciertas áreas para sembrar cultivos de ciclo corto, dejando los laureles que lograron establecerse durante la fase de barbecho. La selección de los cultivos y el área de siembra dependen de los precios y del mercado. La exposición del suelo y el control de maleza durante la fase de cultivo favorecen la germinación de las semillas de laurel, que caen de todos lados.

El finquero considera que los laureles le quitan abono a los cultivos ("chupan mucho"), producen "gotera" (gotas gruesas de agua que caen desde lo alto de las copas del laurel sobre las hojas y flores de los cafetos) y favorecen el ojo de gallo (*Mycena citricolor*). Bajo los laureles, el microclima es poco favorable para hortalizas. En esta zona, las hortalizas se producen con alto riesgo de

pérdida total por patógenos y plagas. El agricultor mantiene los laureles porque no tiene que plantarlos, producen madera para venta o para la casa y las poblaciones se pueden regular fácilmente. Los árboles enfermos y torcidos se ralean y se usan para leña, que tiene mercado y se paga bien; la compran los beneficios de café, los ingenios azucareros y algunos residentes locales. Además él, su padre y su hermano (tres familias), usan leña en la casa. Tiene motosierra y corta unos cinco laureles grandes cada dos años.

Hay bananos y plátanos (*Musa spp*) dispersos en toda la finca. Los pejivalles son abundantes; la esposa del finquero cocina los frutos, que se venden los viernes en la feria de agricultores. Ahora él está pensando en producir palmito de pejivalle en pequeñas cantidades "para probar". Le gustan los cultivos "estables", porque que no hay que estar sembrando a cada rato ni dedicarles mucho tiempo, como frutales, cacao (*Theobroma cacao*), plátanos, bananos y maracuyá (*Passiflora edulis*), el cultivo más importante en este momento, con una ha de siembra. Hay una plantación grande de cacao que está semi-abandonada; se percibe como algo de poco valor porque los rendimientos son bajos. Sin embargo, actualmente el finquero está resembrando cacao "para rellenar huecos". El cacao se cosecha, se procesa y se vende

### Diagnóstico social y económico-financiero

Se trata de un finquero joven (treinta años), recién casado, con un hijo de dos años de edad. La esposa se dedica a las labores domésticas, a la crianza del niño y a la cosecha y preparación de hortalizas para venderlas en el mercado de agricultores de Turrialba. El agricultor se dedica a la producción y además, como tiene vehículo, a la comercialización de los productos de su finca y de otras fincas de la comunidad que no disponen de transporte. Se vincula activamente al comercio. La finca es propiedad del padre, pero se maneja y se trabaja en una gerencia compartida entre él, su padre y su hermano, quien tiene condiciones familiares similares a las suyas. Mientras él trabaja más en la finca que en el comercio, su hermano se dedica más al comercio que a la agricultura.

Contrata poca mano de obra, pues piensa que es costosa y poco eficiente. La mano de obra familiar es reducida.

Trabaja con capital propio, porque aunque hay disponibilidad de crédito bancario, piensa que no puede asegurar el pago del préstamo y podría perder la finca. Ya la familia ha perdido algunas parcelas por no poder pagar la hipoteca. En la zona hay muchos cafetales, pero él no ve futuro para el café por las fuertes variaciones de precios y los limitados márgenes de rentabilidad. Le preocupa el tamaño reducido de los mercados para hortalizas, frutales y otros productos de la finca, pues "no se puede producir mucho de nada"; todo debe producirse en pequeñas cantidades, aprovechando las oportunidades del mercado. Considera que los precios de la macadamia son malos, que hay un monopolio y poca confianza en los compradores, por eso no quiere dedicarle mucho trabajo al mantenimiento del cultivo. Aunque desconoce la legislación forestal, la percibe como un dolor de la cabeza, pues ya ha pasado por el trámite desesperante de conseguir los permisos para cortar y transportar los árboles

Esta es una visión de la finca, del finquero, del entorno biofísico, económico y social, del componente leñoso y de sus interacciones con los demás

componentes vegetales y/o animales de la finca. La pregunta ahora es: ¿se puede mejorar lo que hay? ¿cómo? ¿qué le parece al finquero? ¿qué ajustes hay que hacer para que pueda usar la recomendación? Esto es el diseño.

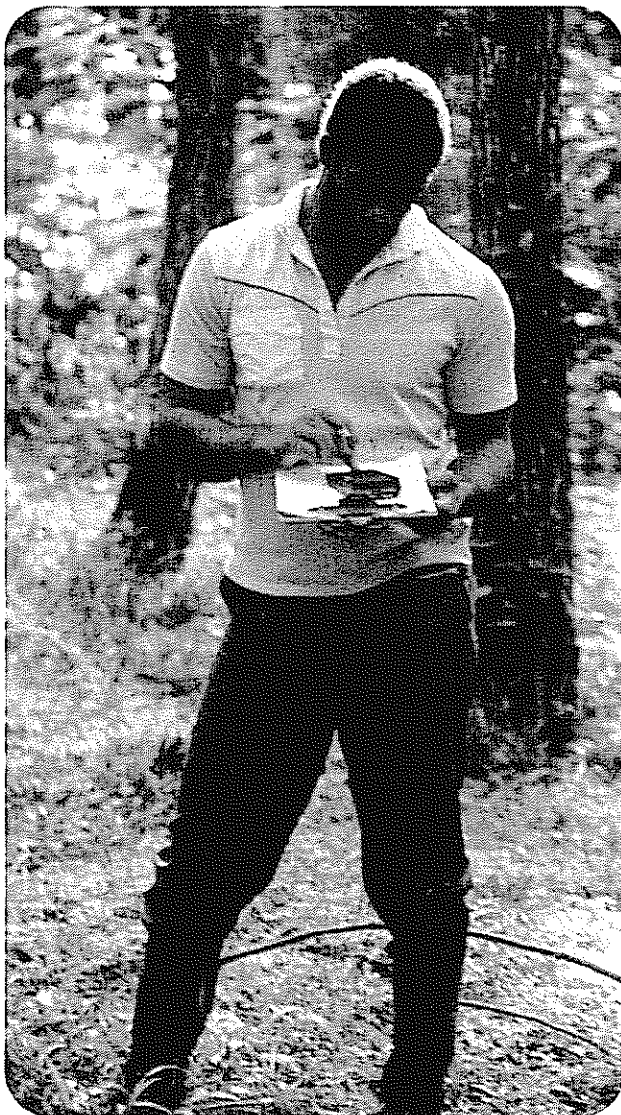
Para el desarrollo de alternativas se requiere conocimiento y lógica. **Las recomendaciones agroforestales para la primera parcela son modestas.** Las quemadas de caña matan los árboles maderables. Por otro lado, la sombra no es buena para la caña. La macadamia no requiere sombra y como la tendencia general es al monocultivo, no hay muchas posibilidades de introducir otras leñosas. La yuca y la papaya tampoco requieren productos leñosos en los ciclos de producción (ej. soportes, mulch) y no prosperan bien bajo sombra. Los linderos de esta parcela no tienen gran potencial productivo, porque los que circulan por la calle se roban la mayor parte de la cosecha.

Las recomendaciones se concentran entonces en la segunda parcela. Se recomienda: manejar la regeneración natural del laurel como parte del esquema



La gerencia de las fincas campesinas es parte importante del diagnóstico agroforestal (Foto E. Somarriba)

de cultivo ocasional y rotativo, aprovechar el potencial de las plantaciones lineales subdesarrolladas, zonificar la finca y aumentar la longitud de los linderos internos, motivar al finquero para que estudie la legislación forestal, **aumentar las poblaciones de maracuyá como enredadera de cercos vivos (en las nuevas divisiones internas), optimizar el cacaotal y las plataneras/bananas con el uso de maderables de sombra. ¿Diversificar con nuevos frutales? Apostar al mercado: pequeños volúmenes y mucha diversidad. Hay que pensar en la distribución espacial y en las poblaciones.**



El conocimiento agroforestal del analista juega un rol importante en el diagnóstico y diseño de alternativas (Foto E. Somarriba)

Alrededor de la finca, en la comunidad y en los centros urbanos vecinos, están ocurriendo eventos importantes que han incidido favorablemente en la situación financiera de la familia. Varios finqueros están ampliando la superficie cultivada con papaya y hay buenas expectativas de mercado y de precios. Otras frutas, como naranja y mandarina, son abundantes y se venden con relativa facilidad, aunque a precios bajos: cinco colones (0.02 US\$) por unidad en el árbol. Hay una gran variedad de frutales que crecen bien en las fincas: anonas (*Annona muricata*), manzanas de agua (*Syzygium malaccensis*), guabas chilillo (*Inga edulis*), fruta de pan (*Arthocarpus utilis*), nances (*Byrsonima crassifolia*), yuplones (*Spondias cytherea*), algunos cocos (*Cocos nucifera*), en los años secos, mangos (*Mangifera indica*), achiotes (*Bixa orellana*), cacao, macadamia, varios tipos de bananos y plátanos y carambolas (*Averrhoa carambola*). Las frutas se venden en los mercados cercanos. Hay un proyecto de desarrollo hidroeléctrico en la comunidad y esto ha aumentado el flujo de vehículos y personas, de dinero y de comercio. El centro urbano más cercano está en un proceso de expansión demográfica y hay más demanda de frutas.

Las expectativas futuras del productor son positivas: si se trabaja con orden y con ideas, se sale adelante. Piensa que su hijo no se quedará en la finca, sino que va a estudiar en la universidad. Se necesitará dinero para financiar la educación. **El dinero está en el manejo agroforestal y en la gerencia inteligente de la finca ante las oportunidades del mercado.**

## BIBLIOGRAFIA CITADA

- .....
- Raintree, J.B. 1987. The state of the art of agroforestry diagnosis and design. *Agroforestry Systems* (Holanda) 5:219-250.
- Rocheleau, D; Vonk, R.B. 1983. El papel de la agrosilvicultura en el FSR&D. *Farming Systems Support Project Newsletter* 1(3).

## La Maestría en Agroforestería Tropical del CATIE

En esta maestría se pretende formar profesionales capaces de identificar los problemas y las oportunidades de los sistemas agroforestales en las fincas, y diseñar alternativas que mejoren la productividad de la tierra y aseguren la conservación de los recursos naturales. En ella se estudian los fundamentos científicos y técnicos de una amplia gama de sistemas agroforestales, metodologías de investigación y sus aplicaciones en el ámbito de la finca. El programa académico se complementa con giras y prácticas de campo.

La maestría en Agroforestería Tropical tiene una duración de dos años, organizados en ocho trimestres. El primer año está dedicado a los cursos (el listado se presenta más abajo) y a la elaboración de un anteproyecto de tesis enmarcado dentro de las líneas de investigación del CATIE. El segundo año se dedica a la investigación, a la preparación y defensa de la tesis, y a la elaboración de un artículo técnico-divulgativo basado en los resultados de la tesis, el que se publica en un número especial de la revista *Agroforestería en las Américas*.

Los temas de investigación se agrupan en tres grandes rubros: 1) sistemas agroforestales con cultivos perennes, especialmente café y cacao; 2) sistemas agroforestales con cultivos anuales en laderas húmedas, especialmente hortalizas; 3) sistemas silvopastoriles para la recuperación de praderas degradadas. Estos rubros son muy amplios y pueden enriquecerse con enfoques relacionados con otras áreas científicas del CATIE, como Manejo de la biodiversidad, Economía ambiental, Control integrado de plagas, Silvicultura de plantaciones, etc. Por ejemplo, algunos temas de tesis

recientes son: estudio de los factores biofísicos y socioeconómicos que determinan la diversidad de los doseles de sombra en cafetales, estudio de la competencia radicular entre cafetos y árboles de sombra, enfoques de género en el manejo de huertos caseros, dinámica del fósforo del suelo en barbechos mejorados, efecto de los árboles sobre la distribución de nutrientes en pasturas bajo pastoreo, secuestro de carbono en sistemas silvopastoriles, estabilidad y riesgo en sistemas agroforestales multiestratificados, etc.

El pensum incluye cursos de la especialidad, cursos básicos, cursos generales y cursos electivos.

### Cursos de la especialidad:

1. Seminario introductorio a la agroforestería en CATIE
2. Sistemas agroforestales (SAF)
3. Sistemas silvopastoriles (SSP)
4. Metodologías de investigación agroforestal
5. Diagnóstico y diseño de sistemas agroforestales

### Cursos básicos:

6. Silvicultura de plantaciones forestales
7. Fisiología vegetal
8. Suelos tropicales
9. Agroambiente

### Cursos generales:

10. Bases económicas de la producción sostenible
11. Bases ecológicas de la producción sostenible
12. Estadística
13. Diseños experimentales o muestreo

### Cursos electivos:

14. Sociología ambiental
15. Conservación de suelos y aguas
16. Manejo de nutrientes en agroecosistemas tropicales
17. Agricultura orgánica



Profesores y especialidades, por el número del curso:

1. Todos los profesores (E Somarriba, coordinador)
2. Andrea Schlonovoigt (PhD), SAF con anuales
3. Muhammad Ibrahim (PhD), SSP
4. John Beer (PhD), SAF con perennes
5. Eduardo Somarriba (PhD), SAF con perennes, SSP
6. Luis Ugalde (PhD), Silvicultor, Sistemas de Información
7. Marco Vinicio Gutierrez (PhD), Fisiólogo Universidad de Costa Rica
8. Alfredo Alvarado (PhD), Edafólogo Universidad de Costa Rica
9. Francisco Jiménez (PhD), Agrónomo SAF perennes
10. Juan Aguirre (PhD), Economía forestal
11. Brian Finegan (PhD), Ecología forestal
12. Cristoph Kleinn (PhD), Biometrista
13. Gilberto Paez (PhD), Biometrista
14. Rossana Lok (MA), Sociología
15. Jorge Faustino (PhD), Uso de la tierra
16. Donald Kass (PhD), SAF con anuales, suelos
17. Reinhold Muschler (PhD), SAF con perennes

Para obtener información adicional sobre los contenidos de los cursos y los temas disponibles para investigaciones de tesis, dirigirse a Eduardo Somarriba, coordinador académico. Para información sobre los procedimientos de admisión, fechas de exámenes, financiamiento, etc., dirigirse directamente de la escuela de Posgrado del CATIE.

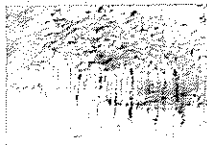
Nombre: Eduardo Somarriba  
 Dirección: Escuela de Posgrado, CATIE  
 Calle: Apdo. 108, CATIE  
 P.O. Box: Turrialba 7170, Costa Rica  
 P.O. Box: Turrialba 7170, Costa Rica  
 Teléfono: Tel (506) 556-1016  
 Teléfono: Tel (506) 556-1789  
 Teléfono: Fax (506) 556-0914  
 Teléfono: Fax (506) 556-1576  
 Correo electrónico: Email: posgrado@catie.ac.cr  
 Correo electrónico: Email: esomarri@catie.ac.cr



En el CATIE, los estudiantes encuentran un ambiente adecuado para la investigación, así como una serie de servicios de apoyo tales como laboratorios, biblioteca, residencias, banco, gimnasio, club; para hacer de los estudios una experiencia inolvidable. (Foto: F. Solano)

## *Productive coexistence and gain in agroforestry systems.*

ACTA  
FORESTALIA  
FENNICA



Wending Huang  
Productive Coexistence and  
Gain in Agroforestry Systems

260 · 1998

*Coexistencia  
productiva en  
sistemas  
agroforestales.*  
Wending Huang, 1998.

*Acta Forestalia Fennica  
260. The Finnish Society  
of Forest Science. 72 p.*

Esta tesis evalúa interacciones ecológicas entre cuatro arreglos de plantación de una especie arbórea maderable (*Taxodium ascendens*) y varios cultivos de ciclo corto (soya, trigo, rapé). El estudio, de nueve años de duración, se llevó a cabo en la parte baja de río Yangtsé, en el sur de China. El sistema agroforestal estudiado es una especie de taungya, en el que el objetivo principal es la producción maderable y los cultivos agrícolas tienen una importancia secundaria. El estudio evaluó las interacciones entre cultivos y árboles en términos de competencia, facilitación (mutualismo) y complementariedad en el uso de los recursos del suelo ("resource sharing"). Las interacciones se modelaron con versiones modificadas de las ecuaciones de Lotka-Volterra, suponiendo interacciones intra e interespecíficas no lineales. El estudio se complementó con información sobre la evolución de los doseles de los árboles (que determinan las condiciones de iluminación que enfrentan los cultivos) y sobre los cambios en las condiciones de fertilidad del suelo que resultan del manejo de los cultivos de ciclo corto (fertilizaciones) y del desarrollo de los árboles.

La agroforestería es el estudio y manejo de las interacciones entre una especie leñosa perenne y los otros componentes del sistema de producción. Aunque la facilitación y la competencia reflejan interacciones entre árboles y cultivos, es discutible incluir complementariedad en un modelo formal de interacciones en sistemas agroforestales. Por definición, hay complementariedad en el uso de los recursos cuando la base de recursos es suficientemente grande para que ambas especies obtengan los recursos que necesitan sin interferir recíprocamente (es decir, sin que haya

interacción). Sin embargo, los sistemas taungya son considerados como ejemplo de sistemas agroforestales, a pesar de que su exitoso desempeño es producto de la complementariedad en la utilización de los recursos del sitio. Los cultivos se excluyen del sistema cuando la sombra de los árboles deteriora su desarrollo y producción, es decir, cuando las interacciones son fuertes. En la práctica, es difícil separar "competencia débil" de complementariedad; es igualmente difícil separar facilitación de complementariedad. Por ejemplo, la fertilización de los cultivos favorece el desarrollo de los árboles (facilitación), pero también incrementa la base de recursos del suelo disponibles para los cultivos y para los árboles, lo que aumenta las posibilidades de complementariedad.

La tesis demostró que la sobreproducción ("overyielding") de los sistemas de *Taxodium* con cultivos ocurre porque la competencia es débil y porque existe facilitación y complementariedad entre los componentes del sistema. Estos resultados son consistentes con las teorías ecológicas. Los sistemas manejados (la agroforestería es un ejemplo) se caracterizan por la maximización de las interacciones positivas y la minimización de las interacciones negativas. Mediante la fertilización de los cultivos, la selección de densidades de siembra de los árboles, el uso de especies de cultivos tolerantes a sombra, cambios en los arreglos de plantación para permitir la entrada de luz, etc. se debilitan las interacciones competitivas y se fortalecen las interacciones de facilitación. El manejo aplicado a los sistemas estudiados refleja claramente estas relaciones.

En síntesis, la tesis es un aporte valioso a la aplicación práctica de las teorías ecológicas de competencia-facilitación, de intercultivos y de efectos-respuesta en ecología vegetal. Además, ofrece una visión interesante sobre los sistemas agroforestales más utilizados en diferentes regiones de China. La numerosa literatura agroforestal publicada en revistas científicas chinas abre el apetito del lector y lo hace pensar en lo poco que se conoce sobre ese país.

Eduardo Somarriba  
Profesor-Investigador Asociado  
Agroforestería  
CATIE  
Turrialba, Costa Rica

# Agenda Agroforestal

Evento: Desarrollo Rural basado en Ecosistemas Naturales Tropicales  
 Tipo: curso  
 Fecha: 2-27 noviembre 1998  
 Lugar: CATIE, Turrialba, Costa Rica  
 Contacto: Programa de Proyección Externa, Area de Capacitación  
 E-mail: [capacita@catie.ac.cr](mailto:capacita@catie.ac.cr)  
 Tel: (506) 556-6021 / Fax: (506) 556-0176

Evento: Gestión Ambiental  
 Tipo: conferencia  
 Fecha: 17- 28 noviembre 1998  
 Lugar: CATIE, Turrialba, Costa Rica  
 Contacto: Programa de Proyección Externa, Area de Capacitación  
 E-mail: [capacita@catie.ac.cr](mailto:capacita@catie.ac.cr)  
 Tel: (506) 556-6021 / Fax: (506) 556-0176

Evento: Jornadas Técnicas de Investigación Forestal  
 Tipo: curso  
 Fecha: 6 - 17 julio de 1998  
 Lugar: Cajamarca, Perú  
 Contacto: E-mail: [adeforc@mail.cosa.pi.data.com.pe](mailto:adeforc@mail.cosa.pi.data.com.pe)  
 Tel/Fax: 51-44-82-30-97/51-44-82-13-69

Evento: Manejo de Conflictos en Recursos Naturales  
 Tipo: curso  
 Fecha: 12-28 octubre 1998  
 Lugar: Santa Ana, Costa Rica  
 Contacto: Felipe Matos, UPAZ  
 Apdo 138, Costa Rica  
 Tel: 00-506-249-1512  
 Fax: 00-506-249-19-29  
 E-mail: [UPAZcult@sol.racsa.co.cr](mailto:UPAZcult@sol.racsa.co.cr)

Evento: III Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica  
 Tipo: congreso  
 Fecha: 21 - 26 de setiembre de 1998  
 Lugar: Valencia, España  
 Contacto: Fernando Pomares Tel: (96) 139 10 00;  
 Fax: (96) 139 02 40  
 E-mail: [fpomares@master.ivia.es](mailto:fpomares@master.ivia.es)

# Publicaciones agroforestales

Presentamos las publicaciones agroforestales de CATIE e ICRAF en 1997, de forma que nuestros lectores tengan material actualizado de consulta. Esperamos que sean de utilidad. Debido a limitaciones de espacio no hemos podido incluir todas las publicaciones, no obstante, se ofrecen los temas principales por tipo de publicación y las referencias donde se puede consultar para mayor información.

PUBLICACIONES DE  ICRAF

## Libros y publicaciones en libros

- Baumer, M 1997. L'agroforesterie pour les productions animales CTA with ICRAF 340 p
- Buresh, R J; Sanchez, P.A Eds 1997 Replenishing soil fertility in Africa SSSA Special Publication 51 Soil Science Society of America, Wisconsin, USA
- Garrity, D P. Ed. 1997. Agroforestry innovations for *imperata* grassland rehabilitation Kluwer and ICRAF: Dordrecht, Netherlands 284 p
- Huxley, P; van Houten, H 1997 *Glossary for agroforestry* 108 p
- Kindt, R; Muasya, S; Kimotho, J; Waruhiu, A 1997 Tree seed suppliers directory. ICRAF Nairobi, 411 p
- Mora, J; Weber, J C; Clement, C R 1997 Peach palm, *Bactris gasipaes* Kunth: Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops 20 Rome: Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben and IPGRI
- Simons, A J; Kindt, R; Place, F Eds 1997 Proceedings of an International Workshop on Policy Aspects of Tree Germplasm Demand and Supply, 6-8 October 1997, Nairobi, ICRAF 139 p
- Young, A 1997 Agroforestry for soil management. 2nd ed Wallingford, UK: CAB International and ICRAF 328 p

## Artículos en revistas

- Agus, F; Cassel, D K; Garrity, D P. 1997 Soil-water and soil physical properties under contour hedgerow systems on sloping Oxisols. *Soil and Tillage Research* 40:185-199.
- Agus, F; Garrity, D P; Cassel, D K; Mercado, A 1997 Grain yield response to contour hedgerow systems on sloping Oxisols *Agroforestry Systems* (en prensa)
- Ayuk, E T. 1997 Adoption of agroforestry technology: the case of live hedges in the central plateau of Burkina Faso. *Agricultural Systems* 54:189-206
- Barrios, E; Kwesiga, F; Buresh, R J; Sprent, J I. 1997 Light fraction soil organic matter and available nitrogen following trees and maize. *Soil Science Society of America Journal* 61:826-831

- Bationo, A ; Ayuk, E I ; Ballo, D ; Kone, M 1997. Agronomic and economic evaluation of Tilemsi phosphate rock in different agroecological zones of Mali Nutrient Cycling in Agroecosystems 48:179-189
- Berardo, N ; Dzwowela, B H ; Hove, L ; Odoarch, M. 1997 Near infrared calibration of chemical constituents of *Cajanus cajan* (pigeon pea) used as forage Animal Feed Science and Technology 69:201-206
- Cadisch, G ; Rowe, E ; van Noordwijk, M 1997 Nutrient harvesting—the tree-root safety net Agroforestry Forum 8(2):31-33
- Dawson, I K ; Waugh, R ; Simons, A J ; Powell, W 1997 Simple sequence repeats provide a direct estimate of pollen-mediated gene dispersal in the tropical tree *Gliricidia sepium* Molecular Ecology 6: 179-183.
- de Foresta, H ; Michon, G 1997 The agroforest alternative to *Imperata* grasslands: when smallholder agriculture and forestry reach sustainability. Agroforestry Systems 36: 1-3: 105-120
- Duguma, B ; Mollet, M 1997 Provenance evaluation of *Calliandra calothyrsus* Meissner in the humid lowlands of Cameroon Agroforestry Systems 37:45-57
- Dzwowela, B H ; Hove, L ; Maasdorp, B. V ; Mafongoya, P. L 1997 Recent work on establishment, production and utilization of multipurpose trees as feed resource in Zimbabwe. Animal Feed Science and Technology 69: 1-5
- Fernandez, E C M ; Biot, Y ; Castilla, C ; Acilino, D ; Canto, C ; Matos, J C ; Garcia, S ; Perin, R ; Wanderli, E. 1997 The impact of selective logging and forest conversion for subsistence agriculture and pastures on terrestrial nutrient dynamics in the Amazon Ciencia e Cultura journal of the Brazilian Association for the Advancement of Sciences 49: 34-47
- Florence, V N ; Ndlovu, L R ; Dzwowela, B H ; 1997. Relationship between *in vitro* gas production characteristics, chemical composition and digestible organic matter intake and microbial nitrogen supply in goats fed tree fodder legume/maize stover diets Small Ruminants Research (acceptado)
- Florence, V N ; Ndlovu, L R ; Dzwowela, B H 1997. Utilization of *Leucaena diversifolia*, *Leucaena pallida* and *Calliandra calothyrsus* as nitrogen supplements for growing goats fed maize stover Animal Feed Science and Technology (acceptado)
- Garrity, D P ; Soekardi, M ; van Noordwijk, M ; de la Cruz, R ; Pathak, P S ; Gunasena, H P M ; van So, N ; Huijun, G ; Majid, N M 1997. The *Imperata* grasslands of tropical Asia: area, distribution and typology. Agroforestry Systems 36: 3-29
- Garrity, D.P. 1997. Agroforestry innovations for *Imperata* grassland rehabilitation: workshop recommendations Agroforestry Systems 36: 263-274
- Giller, K E ; Beare, M.H ; Lavelle, P ; Izac, A M N ; Swift, M J 1997 Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function Applied Soil Ecology 6: 3-16
- Haggar, J P ; Briscoe, C B ; Butterfield, R P 1997. Native species: a resource for the diversification of forestry production in the lowland humid tropics Forest Ecology and Management (acceptada)
- Haggar, J P ; John, J E 1997 Primary productivity and resource partitioning in model tropical ecosystems Ecology 1211-1221
- Haggar, J P ; Wightman, K ; Fisher, R 1997. The potential of plantations to foster woody regeneration within a deforested landscape in lowland Costa Rica Forest Ecology and Management (en prensa)
- Heineman, A M ; Otieno, H J O ; Mengich, E K ; Amadalo, B A 1997. Growth and yield of eight agroforestry tree species in line plantings in western Kenya and their effect on maize yields and soil properties. Forest Ecology and Management 91:103-135
- Hererra, W H ; Garrity, D P ; Vejpas, C 1997 Management *Sesbania rostrata* green manure crops grown prior to rainfed lowland rice on sandy soils Field Crops Research 49: 259-268
- Howard, S B ; Ong, C K ; Black, C R ; Khan, A A H 1997 Using sap flow gauges to quantify water uptake by tree roots from beneath the crop rooting zone in agroforestry systems Agroforestry Systems 35:15-29
- Izac, A M N 1997 Developing policies for soil carbon management in tropical regions Geoderma 79:261-276
- Jama, B ; Swinkels, R ; Buresh, R J 1997. Agronomic and economic evaluation of organic and inorganic sources of phosphorus in western Kenya Agronomy Journal 89: 597-604
- Jonsson, K ; Ong, C K ; Odongo, J C W 1997. Tree-crop interactions in a parkland system with millet, here and karite in Burkina Faso Experimental Agriculture (en prensa)
- Kanashiro, M ; Harris, S ; Simons, A J 1997 Genetic variation in Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) as revealed by Random Amplified Polymorphic DNAs (RAPDs) Silvicultura (en prensa)
- Khan, A A H ; Ong, C K 1997 Design and calibration of tipping bucket system for field runoff and sediment quantification Journal of Soil and Water Conservation 52 (6):437-443
- Leakey, R.R B ; Simons, A J 1997. The domestication and commercialization of indigenous trees in agroforestry for the alleviation of poverty Agroforestry Systems 3:165-176
- Levang, P ; Michon, G ; de Foresta, H 1997 Agriculture Forestière ou Agroforesterie Bois et Forêts des Tropiques 251(1): 29-42
- Mafongoya, P. L ; Dzwowela, B. H ; Mpeperek, S ; Mangwaya, E ; Makonese, F 1997. Effect of pruning quality and method of pruning placement on soil microbial composition African Crop Science Society 3: 1-6
- Mafongoya, P. L ; Nair, P. K R ; Dzwowela, B H 1997. Multipurpose tree prunings as source of nitrogen to maize under semi-arid conditions in Zimbabwe 1. Nitrogen recovery rates in

- relation to pruning quality and method of application  
*Agroforestry Systems* 35: 31-46
- Mafongoya, P. L.; Nair, P. K. R.; Dzowela, B. H. 1997. Multipurpose tree prunings as source of nitrogen to maize under semi-arid conditions in Zimbabwe 2. Nitrogen recovery rates and crop growth as influenced by mixtures and prunings. *Agroforestry Systems* 35: 47-56.
- Mafongoya, P. L.; Nair, P. K. R.; Dzowela, B. H. 1997. Multipurpose tree prunings as source of nitrogen to maize under semi-arid conditions in Zimbabwe 3. Interactions of pruning quality, time and method of application. *Agroforestry Systems* 35: 57-70.
- Mafongoya, P. L.; Nair, P. K. R.; Dzowela, B. H. 1997. Nitrogen mineralization from multipurpose tree prunings as affected by their chemical composition. *Soil Biology and Biochemistry* (en prensa)
- Mafongoya, P. L.; Giller, K. E.; Palm, C. A. 1997. Decomposition and nitrogen release patterns of tree prunings and litter. *Agroforestry Systems* 3:77-97.
- Maghembe, J.; Chirwa, P. W.; Kwesiga, F. 1997. Performance of some Australian acacias planted at Makoka, Malawi. *Journal of Tropical Forest Science* 9(4):546-553.
- Mathuva, M. N.; Rao, M. R.; Smithson, P. C.; Coe, R. 1998. Improving maize (*Zea mays*) yields in semi-arid highlands of Kenya: agroforestry or inorganic fertilizers? *Field Crops Research* 55:57-72.
- McIntyre, B. D.; Riha, S. J.; Ong, C. K. 1997. Competition for water in a hedge-intercrop system. *Field Crop Research* 52: 151-160.
- Mekonnen, K.; Buresh, R. J.; Jama, B. 1997. Root and inorganic nitrogen distributions in sesbania fallow, natural fallow and maize fields. *Plant and Soil* 188: 319-327.
- Ngulube, M.; Hall, J. B.; Maghembe, J. 1997. Fruit, seed and seedling variation in *Uapaca kirkiana* from natural populations in Malawi. *Forest Ecology and Management* 98 (3): 209-219.
- Niang, A.; Styger, E.; Gahamanyi, E.; Hoekstra, D.; Coe, R. 1997. Fodder-quality improvement through contour planting of legume - shrub/grass mixtures in croplands of Rwanda highlands. *Agroforestry Systems* (aceptado)
- Powers, J. S.; Haggard, J. P.; Fisher, R. F. 1997. The effect of overstory composition on understory woody regeneration and species richness in seven year-old plantations in Costa Rica. *Forest Ecology and Management* (en prensa)
- Rao, M. R.; Nair, P. K. R.; Ong, C. K. 1997. Biophysical interactions in tropical agroforestry systems. *Agroforestry Systems* 3:3-50.
- Salawu, M. B.; Acamovic, I.; Steward, C. S.; Hovel, de B.; Roothaert, R. L. 1997. Chemical composition and *in vitro* degradability of different parts of *Calliandra calothyrsus* from Kenya. *British Society of Animal Science* (en prensa).
- Sanchez, P. A.; Buresh, R. J.; Kwesiga, F.; Mokwunye, U. O.; Ndiritu, C. G.; Shepherd, K. D.; Soule, M.; Woome, P. 1977. Soil fertility replenishment in Africa: an investment in natural resources capital. In *Replenishing soil fertility in agroforestry Africa*. SSSA Special Publication 51. Soil Science Society of America, Wisconsin, USA.
- Sanchez, P. A.; Buresh, R. J.; Leakey, R. R. B. 1997. Trees, soils and food security. *Philosophical Transactions of the Royal Society, London, UK*. 352:949-961.
- Sanchez, P. A.; Leakey, R. R. B. 1997. Land use transformation in Africa: three determinants for balancing food security with natural resource utilization. *European Journal of Agronomy* 7:15-23.
- Santoso, D.; Adiningsih, S.; Mutert, E.; Fairhurst, T.; van Noordwijk, M. 1997. Site improvement and soil fertility management for reclamation of *Imperata* grasslands by smallholder agroforestry. *Agroforestry Systems* 36: 181-202.
- Scheuermeyer, U.; Ayuk, E. T. 1997. Visualization as a platform for entry into dialogue with farmers. *PLA Notes* (en prensa)
- Shepherd, K. D.; Ndufa, J. K.; Ohlsson, E.; Sjogren, H.; Swinkels, R. 1997. Adoption potential of hedgerow intercropping in maize-based cropping systems in the highlands of western Kenya. I. Background and agronomic evaluation. *Experimental Agriculture* 33: 197-209.
- Sotelo, C.; Weber, J. C. 1997. Priorización de árboles agroforestales para la cuenca amazónica del Perú. *Revista Forestal del Perú* (en prensa)
- Swinkels, R. A.; Franzel, S. C.; Shepherd, K. D.; Ohlsson, E. L.; Ndufa, J. K. 1997. The economics of short rotation improved fallows: evidence from areas of high population density in western Kenya. *Agricultural Systems* 55: 99-121.
- Tchoundjeu, Z.; Weber, J. C.; Guarino, L. 1997. Germplasm collection of threatened, valuable multipurpose tree species: the case of *Prosopis africana* in SALWA. *Agroforestry Systems* (en prensa)
- van Houten, H. 1997. Training editors in eastern Africa. *CBE News* 20(2):59-60.
- van Noordwijk, M.; Hairiah, K.; Lusiana, B.; Cadisch, G. 1997. Tree-Soil-Crop Interactions in Sequential and Simultaneous Agroforestry Systems. In: L. Bergstrom and H. Kirschner (ed.) *Carbon and Nutrient Dynamics in Natural and Agricultural Tropical Ecosystems*. CAB International, Wallingford, UK (en prensa)
- van Noordwijk, M.; Hairiah, K.; Partoharjono, S.; Labios, R. V.; Garrity, D. P. 1997. Sustainable food-crop based production systems, as alternative to *Imperata* grasslands? *Agroforestry Systems* 36:55-82.
- van Noordwijk, M.; Hairiah, K.; Partoharjono, S.; Labios, R. V.; Garrity, D. P. 1997. Food-crop-based production systems as sustainable alternatives for *Imperata* grasslands? *Agroforestry Systems* 36:55-82.
- Wibowo, A.; Suharti, M.; Sagala, A. P. S.; Hibani, H.; van Noordwijk, M. 1997. Dealing with fire on *Imperata* grasslands as part of agroforestry development in Indonesia. *Agroforestry Systems* 36: 203-217.
- Aparte de las publicaciones en revistas y libros, el ICRAF ha publicado: **publicaciones para entrenamiento** (9 títulos)

referidos a diseños experimentales, mejoramiento de sistemas agroforestales (SAF) mejoramiento y manejo de suelos y manuales de entrenamiento agroforestal; **Capítulos de libros** (22 títulos) referidos a fertilidad de suelos, ecología económica, uso de especies para SAF, Mejoramiento y manejo de tecnologías agroforestales, programas de investigación agroforestal, ciclaje de nutrientes y conocimiento local; **Presentaciones y posters** (63 títulos) sobre SAF con hule (*Hevea brasiliensis*), estrategias para el mejoramiento del cultivo en callejones, alimentación animal, uso de forrajes,

manejo de cuencas, estrategias para reproducción de árboles, barbechos mejorados, biodiversidad agroforestal, manejo de suelos y tecnologías agroforestales para pequeños propietarios; **Presentaciones para extensión** (30 títulos) sobre uso de especies locales, colectas de germoplasma arbóreo, usos de productos agroforestales, recursos agroforestales para zonas semiáridas, propagación y uso de especies forrajeras y domesticación de árboles.

## PUBLICACIONES DE CATIE

### Revistas

- Beer, J., Muschler, R., Kass, D., Somarriba, E. 1997 Shade management in coffee and cocoa plantations *Agroforestry Systems* (Holanda) 38: 139-164
- Huang, W., Kanninen, M., Xu, Q., Huang, B. 1997 Agroforestry in China: Present state and future potential *Ambio* Vol 26(6):394-398
- Jansen, H G.P.; Ibrahim, M.A.; Nieuwenhuyse, A.; Mannetje, L. T.; Joenje, M. and Abarca, S. 1997 The economics of improved pasture and silvipastoral technologies in the Atlantic Zone of Costa Rica *Tropical Grasslands* 31:588-598
- Kapp, G.B., Beer, J., Lujan, R. 1997 Timber tree mortality and growth on farm boundaries in the Atlantic lowlands of Costa Rica and Panama *Agroforestry Systems* (Holanda) 35:139-154
- Kass, D., Sylvester-Bradley, R., Nygren, P. 1997 The role of nitrogen fixation and nutrient supply in some agroforestry systems of the Americas *Soil Biology Biochem* 29(5-6):775-785
- Muschler, R., Bonnemann, A. 1997. Potentials and limitations of agroforestry for changing land-use in the tropics: experiences from Central America *Forest Ecology and Management* 91:61-73
- En Prensa**
- Faustino, J. 1997 Manejo de cuencas y deterioro ambiental *Revista Científica Nova*
- Ibrahim, M.; Mannetje, L.T. 1997 Compatibility, persistence and productivity of grass-legume mixtures in the humid tropics of Costa Rica. I. Dry matter yield, nitrogen yield and botanical composition *Tropical Grasslands*.
- Publicaciones en revistas regionales**
- Beer, J. (Editor Técnico). 1997 Café con Sombra *Agroforestería en las Américas* 4 (13). 34 p
- Camero, A. 1997 Tesis de grado de Maestría en agroforestería realizadas en el CATIE de 1954 a 1996 *Agroforestería en las Américas* 3(11-12): 45-49
- Espinoza, E.; Benavides, J. 1997 Efecto del sitio y la fertilización nitrogenada sobre la producción y calidad del forraje de tres variedades de morera *Agroforestería en las Américas* 3(11-12):24-27
- Faustino, J. 1997 Agua: Recurso estratégico en el futuro de América Central *Revista Forestal Centroamericana* 18:6-12
- Gonzalez, J.; Benavides, J.; Kass, M.; Olivo, R.; Esperance, M. 1997 Evaluación de la calidad nutricional de la morera (*Morus alba* L.) fresca y ensilada, con bovinos de engorda *Agroforestería en las Américas* 3(11-12):20-23
- Heredia, J.; Kass, D. 1997 Cambios en las propiedades físicas del suelo después de seis años de cultivo en callejones con dos sistemas de labranza *Agroforestería en las Américas* 3(11-12):6-19
- Hernández, I.; Benavides, J.; Simon, L. 1997 Manejo de las podas de *Leucaena leucocephala* para la producción de forraje en el periodo seco en Cuba *Agroforestería en las Américas* 3(11-12):28-31
- Hernández, O.; Beer, J.; Von Platen, H. 1997. Rendimiento de café (*Coffea arabica*) cv Caturra, producción de madera (*Cordia alliodora*) y análisis financiero de plantaciones con diferentes densidades de sombra en Costa Rica *Agroforestería en las Américas* 4(13):8-13
- Ibrahim, M. (Editor Técnico) 1997 *Sistemas Silvopastoriles* *Agroforestería en las Américas* 4(15) 32 p.
- Ibrahim, M.; Botero, J.; Camero, A. 1997. *Pasturas en Callejones*. *Agroforestería en las Américas* 4(15):23-25.
- Jansen, H.; Nieuwenhuyse, A.; Ibrahim, M.; Abarca, S. 1997. Evaluación económica de la incorporación de leguminosas en pasturas mejoradas comparado con sistemas tradicionales de alimentación en la zona Atlántica de Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* 4(15):9-13
- Jiménez, J.M.; Oñoro, P.; Viquez, E. 1997 Producción de ñampi (*Colocasia esculenta* var *Antiquorum*) y maíz (*Zea mays*

L.) en asocio con *Erythrina fusca* y *Calliandra calothyrsus*  
Agroforestería en las Américas 4(14):6-11

- Kass, D (Editor Técnico) 1997 Cultivo en callejones  
Agroforestería en las Américas 4(14) 32 p
- Kass, D; Jiménez, J; Schlönvoigt, A 1997 Como hacer el cultivo en  
callejones más productivo, sostenible y aceptable a  
pequeños productores Agroforestería en las Américas  
4(14):21-23
- López, F; Kass, D 1997 Efectos 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(11-12):12-  
15
- Mendez, E; Lok, R; Somarriba, E 1997 Análisis agroecológico de  
huertos caseros tradicionales en Nicaragua Agroforestería  
en las Américas 3(11-12):36-40
- Orcherton, D; Somarriba, E. 1997 El huerto casero y otros sistemas  
de producción dentro del sistema finca: el papel del hombre  
y la mujer Agroforestería en las Américas 3(11-12):32-35
- Shultz, S; Faustino, J; Melgar, D 1997 Agroforestry and soil  
conservation adoption and profitability in El Salvador  
Agroforestry Today, 9:16-18
- Simón, M.; Ibrahim, M 1997 Manejo del Monte en la Cuña Boscosa  
Santafecina: aplicación de un tratamiento silvicultural en  
sistemas silvopastoriles en el Chaco Argentino.  
Agroforestería en las Américas 4(15):14-19
- Somarriba, E (Editor Técnico) 1997 Edición Especial Tesis de  
Maestría en Agroforestería, 1996 Agroforestería en las  
Américas 3(11-12) 49 p.
- Somarriba, E 1997 ¿Se puede aprovechar árboles maderables de  
sombra sin dañar el café? Agroforestería en las Américas  
4(13):28-29
- Somarriba, E 1997 Lineamientos para la preparación de artículos  
basados en tesis, para publicar en las revistas especializadas  
del CATIE. Agroforestería en las Américas 3(11-12):41-42
- Somarriba, E 1997 Pastoreo bajo plantaciones forestales  
Agroforestería en las Américas 4(15):26-28
- Vasconcelos, J; Kass, D; Somarriba, E; Morera, J 1997. Efectos de  
los cultivos en callejones y otras enmiendas orgánicas sobre  
las fracciones de fósforo del suelo. Agroforestería en las  
Américas 3(11-12):8-11

## Capítulos en libros

- Boshier, D.H.; Beer, J 1997. Genetic improvement of *Cordia  
alliodora*. In: Boshier D.H and Lamb A.T (eds.)  
*Cordia alliodora: genetics and improvement*.  
Tropical Forestry paper. N°36. Oxford Forestry  
Institute. Oxford, UK. pp 83-89.
- Faustino, J 1997. Rainwater harvesting from rooftop  
catchments. Source book of alternative technologies  
for freshwater augmentation in Latin America and  
Caribbean. Washington, OAS-UNEP. pp 33-45.
- Faustino, J 1997. Water conveyance by pipelines, aqueducts,  
and water tankers. Source book of alternative  
technologies for freshwater augmentation in Latin  
America and Caribbean. Washington, OAS-UNEP.  
pp 85-89.
- Fernández, C.E.; Muschler, R.G. 1997. Los sistemas de cultivo  
del café frente al desafío del ecodesarrollo. In:  
Desafíos de la Caficultura Centroamericana  
Bertrand B., Dufour B., Sallée B (eds).  
CIRAD/IICA/PROMECAFE. En prensa.

Otras publicaciones del CATIE incluyen: **Presentaciones en Conferencias** (7 títulos) referidos a experiencias de cuatro décadas de CATIE en agroforestería, importancia de sombras en café, árboles fijadores de nitrógeno, contribución de la agroforestería a la economía; **Serie Técnicas** (4 títulos) referidos al fomento de la silvicultura en cafetales, crecimiento y manejo de maderables en linderos, sobras para cacao y maderables para café; **Congresos** (5 títulos) referidos a planes de acción agroforestales para países de América Central, Manejo de cuencas en América Central e investigación agroforestal en Centro América; **Presentaciones en Semana Científica** (21 títulos) con investigaciones sobre uso de sombras para cafetales, alimentación animal con recursos forrajeros diferentes al pasto, manejo de suelos, producción de maderables en cacao, manejo de cuencas, huertos caseros, cultivos en callejones y manejo de bosques secundarios.

Para mayor información consultar a:

ICRAF  
Kebaara, Kellen  
ICRAF, Nairobi, Kenia  
P.O Box: 30677  
E-mail: kkebaara@cgnnet.com

CATIE  
Biblioteca ORTON.  
Turrialba, Costa Rica  
P.O. Box 7179, CATIE.  
E-mail: bibliot@catie.ac.cr